

Evaluasi Perkuatan Eksisting Bronjong Pada Kasus Kelongsoran Jalan Cisasawi, Kecamatan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat

Dewi Amalia¹⁾, Mujiman²⁾, Ery Radya Juarti³⁾, Apip Pudin⁴⁾, Iman Ruchiyat⁵⁾,

^{1),2),3),5)}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung

⁴⁾Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung

Email: dewi.amalia@polban.ac.id¹⁾, mujiman58@yahoo.com²⁾, eryradya@polban.ac.id³⁾, apipp055@gmail.com⁴⁾, imanruchiyat@gmail.com⁵⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v12i2.791>

(Received: July 2022 / Revised: August 2022 / Accepted: August 2022)

Abstrak

Jalan Cisasawi mengalami kelongsoran pada tahun 2020. Usaha penanganan kelongsoran telah dilakukan oleh warga, menggunakan Bronjong. Hanya saja, perencanaan perkuatan tersebut tidak memperhitungkan persyaratan yang berlaku. Agar tidak terjadi kejadian serupa, perlu dilakukan evaluasi terhadap perkuatan tersebut. Evaluasi dimulai dengan pengumpulan data dengan cara pengukuran geometri lereng dan pengujian tanah. Analisis stabilitas dilakukan menggunakan *software* Geostudio. Evaluasi dilakukan di akhir untuk mengetahui apakah konstruksi perkuatan lereng eksisting tersebut cukup aman atau tidak. Dari hasil analisis didapatkan bahwa nilai SF dari lereng eksisting (sebelum adanya bronjong) sebesar 0,504. Kondisi ini sesuai dengan lapangan yaitu lereng mengalami kelongsoran. Hasil analisis stabilitas lereng setelah diperkuat dengan Bronjong adalah SF sebesar 1,014. Nilai SF ini tidak memenuhi yang disyaratkan SNI 8460-2017 faktor keamanan dalam kondisi gempa SF lebih besar dari 1,1 sehingga diperlukan alternatif perkuatan tambahan lereng. Alternatif perkuatan tambahan lereng dilakukan memperbesar dimensi bronjong. Dari hasil analisis perkuatan tambahan didapatkan SF sebesar 1,277.

Kata kunci: *Perkuatan lereng, longsor, bronjong, angka keamanan*

Abstract

Cisasawi Road experienced a landslide in 2020. Landslide handling efforts have been carried out by residents, in the form of strengthening gabions. However, the retrofitting plan does not take into account requirements. In order to avoid similar incidents, it is necessary to evaluate the reinforcement. This evaluation begins with collecting data by measuring slope geometry and soil testing. Stability analysis was performed using GeoStudio software. Evaluation is carried out at the end of the analysis to determine whether the existing slope reinforcement construction is safe enough or not. From the results of the analysis, it was found that the SF value of the existing slope (before the gabions) was 0.504. This condition is in accordance with the field, namely the slope is sliding. The result of slope stability analysis after reinforced with Gabions is SF 1.014. This SF value does not meet the required SNI 8460-2017 safety factor in earthquake conditions $SF > 1.1$ so that additional slope reinforcement alternatives are needed. An alternative to additional slope reinforcement is to increase the gabion dimensions. From the results of the additional reinforcement analysis, it was found that SF 1,277.

Keywords: *Slope reinforcement, landslide, gabion, safety factor*

1. Latar Belakang

Jalan Cisasawi merupakan jalan utama warga Dusun Cisasawi. Jalan ini berada pada dataran tinggi Desa Cihanjuang, Kecamatan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat (Gambar 1). Jalan ini telah mengalami kelongsoran pada tahun 2020. Pada tahun yang sama, warga sekitar membangun perkuatan berupa bronjong untuk melindungi jalan tersebut. Terdapat indikasi masih adanya pergerakan lereng, yaitu dari kondisi bangunan di sekitar lereng yang mengalami retak-retak (Gambar 2). Jika hal ini diabaikan maka akan terjadi kelongsoran kembali yang dapat mengancam konstruksi jalan dan permukiman di atas lereng.

Pada Gambar 3 terlihat perkuatan lereng yang dibangun oleh penduduk sekitar jalan Cisasawi. Perkuatan lereng ini berupa Bronjong atau bisa disebut sebagai Gabion. Bronjong merupakan perkuatan lereng berbentuk kotak yang disusun secara vertikal, terbuat dari anyaman kawat baja dan dalamnya diisi batu (Benyamin, Udiana dan Utomo, 2017). Bronjong buatan penduduk tersebut belum bisa dipastikan kuat untuk menahan lereng. Dari hasil wawancara dengan penduduk sekitar diketahui bahwa perencanaan bronjong di sana tidak melibatkan tenaga ahli sehingga kekuatannya diragukan. Berdasarkan peta kemiringan lereng, daerah cisasawi memiliki kemiringan lereng antara 30-45% (Hardianto *et al.*, 2020). Kemiringan ini termasuk dalam katagori curam. Menurut peta kerentanan terhadap tanah longsor, wilayah cisasawi termasuk dalam katagori rawan longsor (Nugroho dan Nugroho, 2020).



Gambar 1 Lokasi penelitian di jalan Cisasawi



Gambar 2 Keretakan rumah di pinggir jalan Cisasawi akibat pergerakan tanah

Berdasarkan The New Concept of Cracked Soil faktor utama kelongsoran bukan hanya kecuraman lereng, melainkan keretakan pada lereng dan intensitas hujan yang tinggi. Intensitas hujan di Kecamatan Parongpong sangat tinggi yaitu 40 mm/hari (BMKG, 2021). Selain itu, Kecamatan Parongpong berdekatan dengan lokasi sesar lembang yang aktif bergerak 3,5 mm/tahun (Aji, Prasetyo dan Moehammad, 2018).



Gambar 3 Bronjong sebagai perkuatan lereng jalan Cisasawi

Alih fungsi lahan menjadi permukiman membuat semakin banyak lahan lereng yang terbuka. Hal ini sangat berbahaya, karena air hujan yang seharusnya sebagian besar mampu terserap ke dalam tanah dan tersimpan sebagai cadangan air tanah kini menjadi air limpasan dan retakan-retakan tanah pada lereng yang semula terlindungi kini menjadi jalan air hujan untuk masuk dan keluar kembali dengan membawa partikel-partikel kecil tanah sehingga menyebabkan kondisi retakan semakin kritis (*behaving like sand*) (Amalia, Mochtar dan Mochtar, 2018), (Amalia, Mochtar dan Mochtar, 2019), (Hutagamissufardal, Mochtar dan Mochtar, 2018), (Alexsander, Mochtar dan Utama, 2017) (Amalia, Mochtar dan Mochtar, 2020). Untuk itu, evaluasi terhadap perkuatan bronjong yang telah ada harus dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi struktur perkuatan gambion yang dibuat oleh warga sekitar dan merencanakan alternatif perkuatan tambahan.

2. Metode Penelitian

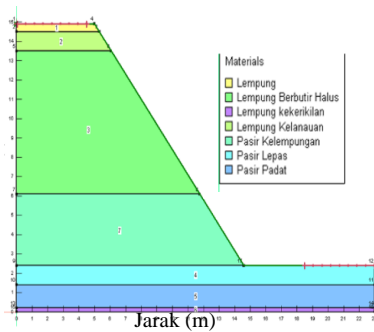
Metode yang digunakan dalam mengevaluasi perkuatan eksisting (bronjong) pada kasus kelongsoran jalan Cisasawi, Kelurahan Cihanjuang, Kecamatan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat dimulai dari pengamatan lapangan terhadap bronjong yang telah ada beserta geometri lereng. Untuk mengevaluasi perkuatan tersebut, diperlukan beberapa informasi umum sebagai dasar dalam melakukan analisis. Data-data yang dibutuhkan yaitu peta geologi daerah Cihanjuang, peta tutupan lahan, curah hujan, dan peta topografi. Bahan atau perlengkapan lain yang diperlukan dalam pengamatan lapangannya meliputi GPS, meteran, patok pantau, teodolit/total station/alat pendeteksi posisi dengan resolusi yang cukup tinggi, kamera, program bantu analisis stabilitas lereng. Berdasarkan data dan hasil analisis yang didapatkan akan dapat ditentukan upaya perkuatan lereng tambahan.

2.1 Data tanah

Parameter tanah yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 dan pemodelan tanah pada Geostudio slope/w dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1 Parameter lapisan tanah

Parameter Tanah	Satuan	Lapisan 1	Lapisan 2	Lapisan 3	Lapisan 4	Lapisan 5	Lapisan 6	Lapisan 7
		Lempung	Lempung Kelanauan	Lempung Berbutir Halus	Pasir Kelempungan	Pasir Lepas	Pasir Padat	Lempung Kekerikilan
Kohesi (c)	kPa	2,36	7,25	7,58	44,65	7,79	18,34	50,11
ϕ	°	7,22	7,69	7,72	13,62	7,76	9,2	14,5
γ	kN/m ³	16,2	16,22	16,22	16,47	16,22	16,28	16,5



Gambar 4 Pemodelan lereng

2.2 Analisis Stabilitas Lereng

Setelah data tanah diolah, dilakukan perhitungan stabilitas lereng menggunakan Geostudio slope/w. Program Geostudio slope/w digunakan untuk mendapatkan pemodelan serta kondisi lereng yang akan mengalami kelongsoran. Metode analisis stabilitas lereng menggunakan metode Bishop dengan Persamaan 1 dan 2.

$$SF = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \sum \left[\frac{c\beta + W \tan \phi - \frac{c\beta}{SF} \sin \alpha \tan \phi}{m_\alpha} \right] \quad (1)$$

$$m_\alpha = \cos \alpha + \frac{\sin \alpha \tan \phi}{SF} \quad (2)$$

di mana:

SF = safety factor (angka keamanan lereng),

W = berat tanah dalam 1 pias,

c = kohesi tanah,

β = slice base length,

ϕ = sudut geser dalam tanah,

α = slice base inclination.

Selain membutuhkan data tanah saat melakukan analisis stabilitas lereng menggunakan Geostudio dibutuhkan juga data dari pembebanan. Pembebanan dibagi menjadi beberapa bagian antara lain beban lalu lintas, beban perkerasan jalan, dan beban permukiman.

Dalam analisis stabilitas lereng, dibagi menjadi tiga model dan masing-masing model dibagi menjadi tiga kondisi:

a. Model 1: bertujuan untuk mengetahui stabilitas lereng ketika belum ada perkuatan. Model 1 ini dibagi menjadi 3 kondisi:

i) kondisi lereng kering (MAT dikedalaman -32 m),

ii) kondisi lereng jenuh akibat terinfiltrasi air hujan, dan

- iii) kondisi lereng jenuh dan menerima gaya gempa.
- b. Model 2: bertujuan untuk mengetahui stabilitas lereng ketika telah ada perkuatan atau stabilitas lereng kondisi eksisting. Model 2 ini dibagi menjadi 3 kondisi:
 - i) kondisi lereng kering (MAT dikedalaman -32 m),
 - ii) kondisi lereng jenuh akibat terinfiltrasi air hujan, dan
 - iii) kondisi lereng jenuh dan menerima gaya gempa.
- c. Model 3: bertujuan untuk mengetahui stabilitas lereng ketika telah ada perkuatan tambahan bronjong. Model 3 dikondisikan pada lereng jenuh dan menerima gaya gempa.

2.3 Beban-beban yang Dibutuhkan untuk Menganalisis Stabilitas Lereng

Data beban sangat dibutuhkan untuk menganalisis stabilitas lereng, karena data beban berpengaruh pada hasil dari nilai analisis stabilitas lereng yang berupa nilai faktor keamanan. Berikut merupakan beberapa pembebanan yang digunakan sebagai data analisis stabilitas lereng Cisasawi.

a. Beban lalu lintas dan beban perkerasan jalan

Beban lalu lintas didapatkan dari Tabel 2 (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002). Dari tabel tersebut terlihat bahwa lereng jalan cisasawi merupakan jalan lokal yang memiliki beban lalu lintas 10 kN/m^2 . Beban perkerasan beton untuk jalan Cisasawi sebesar $5,4 \text{ kN/m}^2$. Jumlah total beban lalu lintas dan beban perkerasan beton yaitu Beban lalu lintas + Beban perkerasan beton = $5,4 + 10 = 15,4 \text{ kN/m}^2$.

Tabel 2 Beban lalu lintas untuk analisis stabilitas lereng

Fungsi	Sistem Jaringan	Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)	Beban Lalu Lintas (kN/m^2)
Primer	Arteri	Semua	15
	Kolektor	> 10.000	15
		< 10.000	12
Sekunder	Arteri	> 20.000	15
		< 20.000	12
	Kolektor	> 6.000	12
		< 6.000	10
	Lokal	> 500	10
		< 500	10

b. Beban Permukiman

Berdasarkan Tabel 3 beban yang digunakan untuk memodelkan permukiman warga Cisasawi di sekitar lereng dan beban hidup berturut-turut sebesar $10 \text{ kN/m}^2 + 2 \text{ kN/m}^2 = 12 \text{ kN/m}^2$.

Tabel 3 Pembebanan (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Bandung, 1983)

No	Kategori Bangunan	Beban
1	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m^2
2	Lantai dan tangga rumah tinggal dan gudang-gudang tidak penting yang bukan took, pabrik atau bengkel	125 kg/m^2
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, took, toserba, restoran, hotel asrama, dan rumah sakit	250 kg/m^2
4	Lantai ruang olahraga	400 kg/m^2
5	Lantai ruang dansa	500 kg/m^2

c. **Beban Gempa**

Dalam perhitungan kondisi gempa, sesuai dengan SNI 8460:2017 (BSN, 2017) angka koefisien gempa diambil dari nilai percepatan puncak (PGA). Untuk angka koefisien horizontal ditentukan sebesar 0,5 dari PGA. Berdasarkan Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum didapat Nilai PGA wilayah Bandung Barat sebesar 0,54 dengan memasukan koordinat lokasi. Selanjutnya dihitung K_h dan K_v dengan Persamaan 3 dan 4.

$$K_h = 0,5 \times PGA \tag{3}$$

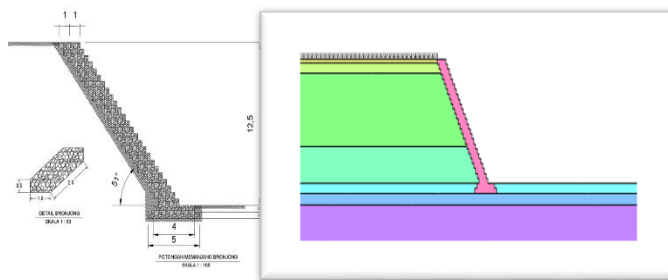
$$K_v = 0,5 \times K_h \tag{4}$$

2.4 Bronjong

Parameter bronjong yang digunakan disesuaikan dengan kondisi bronjong di lapangan (Tabel 4). Profil bronjong dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 4 Parameter bronjong eksisting

Parameter	Satuan	Nilai
Dimensi Bronjong	m ³	2 x 1 x 0,5
Y batu kali	kN/m ³	17



Gambar 5 Profil bronjong eksisting

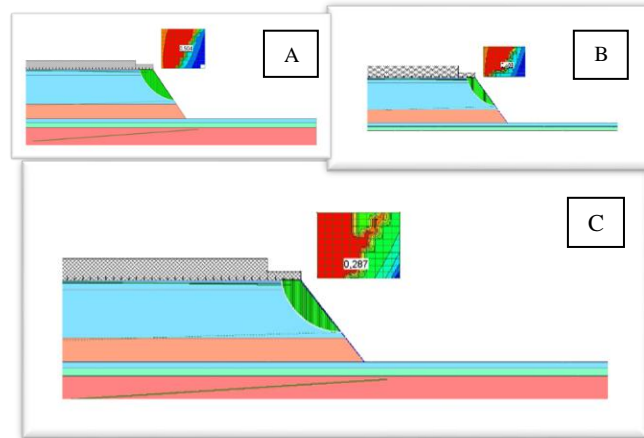
3. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan stabilitas lereng menggunakan bantuan *software* Geostudio Slope/W. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, analisis dibagi menjadi 3 model yaitu Model 1 ketika lereng sebelum diperkuat dengan bronjong, Model 2 ketika lereng telah diperkuat dengan bronjong (kondisi eksisting), dan Model 3 ketika perkuatan lereng ditambah. Pada masing-masing pemodelan dilakukan variasi kondisi, yaitu kondisi normal (lereng tidak terkena hujan, muka air tanah - 32 meter), kondisi lereng jenuh (lereng terkena hujan lebat), dan kondisi terkritik ketika lereng terkena hujan lebat dan menerima gempa.

3.1 Analisis stabilitas lereng sebelum dibangun eksisting bronjong

Hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6a diketahui hasil analisis stabilitas lereng kondisi normal, pada Gambar 6b lereng dalam kondisi Jenuh (Hujan), dan pada Gambar 6c kondisi lereng jenuh dan terkena gempa. Berdasarkan SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik, nilai angka minimum keamanan lereng kondisi gempa yaitu $SF > 1,1$ (BSN, 2017). Dari Tabel 5 terlihat pada tiga kondisi sebelum adanya perkuatan bronjong yaitu kondisi lereng kondisi normal, lereng kondisi jenuh, dan lereng kondisi jenuh dan terkena gempa

semua angka keamanannya bernilai $SF < 1$. Ini menandakan lereng tidak aman (longsor). Kondisi ini sesuai dengan kenyataan di lapangan



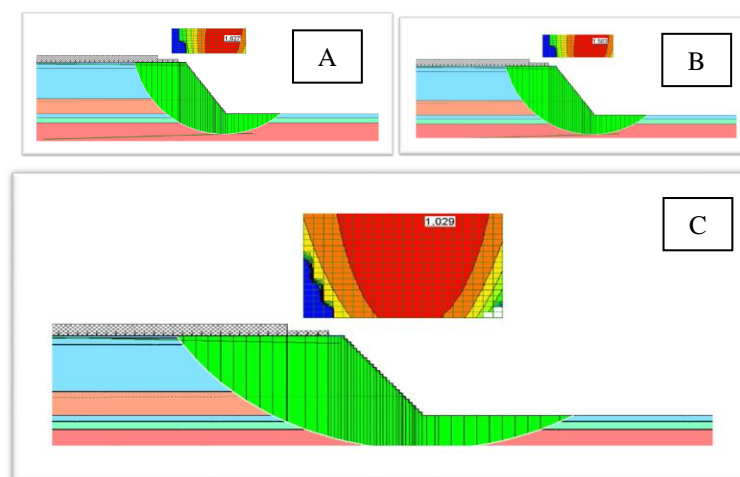
Gambar 6 Hasil analisis stabilitas lereng sebelum dibangun bronjong sebagai perkuatan lereng, a. kondisi normal, b. kondisi jenuh (hujan), c. kondisi jenuh dan terkena gempa

Tabel 5 Hasil analisis stabilitas lereng sebelum adanya perkuatan bronjong

Kondisi	SF	Syarat SNI	Keterangan
Normal	0,504	$SF > 1,5$	Tidak Aman
Jenuh (Hujan)	0,408		
Jenuh (Hujan) dan Gempa	0,287	$SF > 1,1$	Tidak Aman

3.2 Analisis stabilitas lereng setelah dibangun eksisting bronjong

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, perencanaan konstruksi bronjong yang dibangun warga sekitar sebagai perkuatan lereng perlu dievaluasi. Apakah bronjong yang dibangun tersebut telah cukup stabil menahan beban-beban yang bekerja dalam kondisi normal, hujan (lereng jenuh), dan gempa atautkah tidak.



Gambar 7 Hasil analisis stabilitas lereng setelah dibangun bronjong sebagai perkuatan lereng (kondisi eksisting), a. kondisi normal, b. kondisi jenuh (hujan), c. kondisi jenuh dan terkena gempa

Analisis stabilitas lereng yang dilakukan dengan menambahkan perkuatan berupa data dari bronjong (Tabel 4) dan memasukan profil bronjong eksisting (Gambar 5) di Program Geostudio *slope/w* 2018. Dari hasil analisis stabilitas lereng didapatkan angka keamanan seperti terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 7.

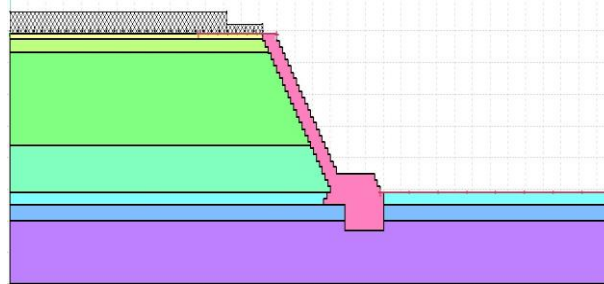
Tabel 6 Hasil nilai faktor keamanan stabilitas lereng setelah dibangun bronjong

Kondisi	SF	Syarat SNI	Keterangan
Normal	1,627	SF > 1,5	Aman
Jenuh (Hujan)	1,583		
Gempa dan Jenuh (Hujan)	1,014	SF > 1,1	Tidak Aman

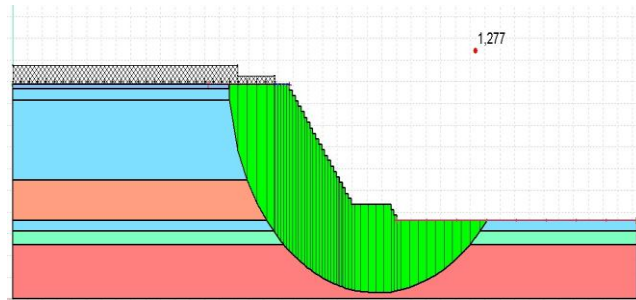
Dari Gambar 7 terlihat hasil analisis stabilitas lereng setelah dibangun bronjong dalam kondisi normal dan jenuh (hujan) dengan pembebanan lalu lintas serta permukiman warga berturut-turut yaitu SF sebesar 1,627 dan SF sebesar 1,583. Berdasarkan SNI 8460:2017 (BSN, 2017) nilai angka minimum untuk keamanan lereng yaitu SF = 1,5. Oleh karena itu, dapat disimpulkan lereng kondisi normal dan jenuh akibat hujan dengan pembebanan lalu lintas dan permukiman penduduk memenuhi ketentuan faktor keamanan. Dengan kata lain perkuatan bronjong tersebut aman. Hanya saja, dari gambar yang sama, terlihat hasil analisis stabilitas lereng setelah dibangun bronjong dalam kondisi jenuh (hujan) dan terkena gempa angka keamanan lereng yaitu SF sebesar 1,014 masih dibawah angka keamanan yang diisyaratkan, SF < 1,1 (BSN, 2017). Berdasarkan SNI 8460:2017. Dari sini dapat disimpulkan lereng kondisi jenuh (hujan) dan terkena gempa dengan pembebanan lalu lintas dan permukiman penduduk tidak memenuhi ketentuan faktor keamanan. Oleh karena itu diperlukan perkuatan tambahan agar tercapainya nilai faktor keamanan yang telah ditentukan.

3.3 Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan tambahan

Perkuatan alternatif sangat dibutuhkan karena dapat membantu faktor nilai keamanan agar mencapai parameter yang telah ditentukan yaitu SF kondisi gempa > 1,1. Alternatif perkuatan tambahan yang dipilih adalah dengan memperbesar dimensi bronjong. Alasan tetap memilih bronjong sebagai perkuatan dikarenakan dari segi harga bronjong lebih murah dan bahan mudah didapatkan, serta dalam pelaksanaan dilapangan lebih mudah dibandingkan perkuatan lainnya (Nawawi, Iswan dan Zakaria, 2021). Oleh karena itu direncanakan alternatif perkuatan ini agar lereng tetap stabil dalam kondisi gempa dan jenuh (hujan). Hasil analisis stabilitas lereng setelah menambahkan ketebalan bronjong pada kaki lereng dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Profil bronjong tambahan pada kaki lereng



Gambar 9 Analisis stabilitas lereng dengan penambahan dimensi bronjong pada kaki lereng

Nilai angka keamanan dari analisis stabilitas lereng setelah dibangun tambahan perkuatan bronjong (dimensi bronjong) dalam kondisi gempa dan jenuh (hujan) yaitu $SF = 1,277$. Berdasarkan SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik, nilai angka minimum untuk keamanan lereng yaitu $SF > 1,1$. Dari sini dapat disimpulkan bahwa perkuatan tambahan ini (penambahan dimensi bronjong di bagian kaki lereng) dalam kondisi gempa dan jenuh (hujan) telah memenuhi angka keamanan yang dipersyaratkan ($SF > 1$).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis terlihat bahwa perkuatan lereng yang dibuat warga sekitar berupa beronjong tidak memenuhi safety factor yang dipersyaratkan dalam kondisi gempa ($SF < 1,1$). Alternatif perkuatan tambahan dibutuhkan untuk melindungi Jalan Cisasawi dari kelongsoran terutama dalam kondisi gempa, berupa penambahan dimensi bronjong pada kaki lereng. Pembesaran dimensi bronjong di kaki lereng dimaksudkan sebagai counter weight pada bidang longsor, sehingga safety factor lereng dapat meningkat menjadi $SF = 1,277$ ($SF > 1,1 = \text{aman}$).

4.2 Saran

Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan dalam peningkatan keselamatan Desa Cihanjuang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Bandung yang telah memfasilitasi penelitian ini dalam skema Penelitian Terapan DIPA POLBAN 2022.

Daftar Kepustakaan

- Aji, R. P., Prasetyo, Y. dan Moehammad, A, 2018. Studi Sesar Lembang Menggunakan Citra Sentinel-1a Untuk Pemantauan Potensi Bencana Gempa Bumi, Jurnal Geodesi Undip, 7(4), hal. 304–313.

- Alexsander, S., Mochtar, I. B. dan Utama, W, 2017. The Measurements of Water Intrusion through Cracks Propagation Inside Slopes to Explain the Cause of Slope Failure — Case Study of Embankment in the Sanggu- Buntok Airport, Central Kalimantan, Indonesia, *Electronic Journal of Geotechnical Engineering (EJGE)*, 22(14), hal. 5347–5362.
- Amalia, D., Mochtar, I. B. dan Mochtar, N. E, 2018. Penerapan Konsep Baru Cracked Soils pada Penanggulangan Kelongsoran Lereng (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Reskrimsus Polda Kalimantan Timur, Balikpapan), in "Industrial Research Workshop and National Seminar (Irwns) 9th Polban, hal. 50–63.
- Amalia, D., Mochtar, I. B. dan Mochtar, N. E, 2019. Application of Digital Image Technology for Determining Geometry , Stratigraphy , and Position, 17(63), hal. 297–306.
- Amalia, D., Mochtar, I. B. dan Mochtar, N. E, 2020. Application of a New Concept of Cracked Soils in Slope Stability Analysis with Heavy Rain and the Pattern of Cracks as the Governing Factors, *Lecture Notes in Civil Engineering*. doi: 10.1007/978-3-030-32816-0_42.
- Benyamin, E. A., Udiana, I. M. dan Utomo, S, 2017. Perkuatan Tebing Menggunakan Bronjong Di Sungai Manikin, *Jurnal Teknik Sipil*, VI(2), hal. 187–198.
- BMKG, J. B, 2021. Vol. VII 2021 / November 2021 / ISSN 2503 0639," *Buletin Geoatmosfera*, VII(1).
- BSN, B. S. N, 2017. SNI 8460:2017 Persyaratan perancangan geoteknik.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002. Pedoman Kimpraswil No: Pt T-10-2002-B, *Panduan Geoteknik 4, Desain dan Konstruksi*.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Bandung, 1983. *Peraturan Pembebanan untuk Gedung indonesia.pdf*.
- Hardianto, A. et al, 2020. Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Bandung Barat , Jawa Barat, *Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS)*, 1(1), hal. 23–31.
- Hutagamissufardal, Mochtar, I. B. dan Mochtar, N. E. B, 2018. The Effect of Cracks Propagation on Cohesion and Internal Friction Angle for High Plasticity Clay, 13(5), hal. 2504–2507.
- Nawawi, M. L. A., Iswan dan Zakaria, A, 2021. Studi Kasus Pada Ruas Jalan Kecamatan Batu Ketulis Lampung Barat dengan Menggunakan Analisis Komputasi dan Metode Penanganannya, *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Disain*, 9(3), hal. 397–410.
- Nugroho, D. D. dan Nugroho, H, 2020. Analisis Kerentanan Tanah Longsor Menggunakan Metode Frequency Ratio di Kabupaten Bandung Barat , Jawa Barat, *Geoid, Journal of Geodesy and Geomatics*, 16(1), hal. 8–18.