

ANALISIS PENANGANAN LONGSORAN DENGAN BRONJONG

Ganda Anderson^{1*}, Anis Saggaf², Ratna Dewi³

¹²³Program Profesi Insinyur, Universitas Sriwijaya Palembang

*E-mail : gandaanderson5@gmail.com

Abstract

In this study will discuss the analysis of avalanche handling in the area of river bends with gabions, Application of avalanche handling with gabions, rock material around the location will be utilized to the maximum, Because the location of the landslide is in Lahat Regency near the border of Pagaram City, In analyzing the gabion against the rolling moment and shear force, it will get a recommendation for the optimal dimensions of the gabion to increase soil stability, These results will later become a reference for planning avalanche handling in areas that have abundant sources of rock material.

Key Words : Gabions, Landslides, Erosion

1. PENDAHULUAN

Longsor merupakan peristiwa perpindahan massa tanah atau batuan pada daerah lereng yang terjadi akibat ketidakstabilan pada tanah atau batuan. Dinding penahan tanah merupakan struktur bangunan yang berfungsi untuk menahan tekanan lateral tanah, baik akibat gaya gravitasi maupun pengaruh beban tambahan, tujuan dari dinding penahan tanah yaitu untuk menompang tekanan tanah lateral yang dihasilkan oleh urugan atau tanah asli.

Beronjong atau gabion merupakan salah satu solusi dalam memperkuat tebing atau tanggul di pinggir sungai, Dimana material pada beronjong terbuat dari batu-batu yang disusun, untuk memungkinkan air mengalir melalui celah-celah sehingga mengurangi tekanan air pada konstruksi dinding penahan tanah.

Berdasarkan pengalaman lapangan, proses tanah longsor bisa dipilah dalam tiga tingkatan yaitu sebagian besar tanah telah meluncur ke bawah (longsor), tanah bergeser sehingga menimbulkan rekahan/retak (rayapan), dan tanah belum bergerak tetapi memiliki potensi longsor tinggi (potensi longsor).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada daerah longsor maupun rawan longsor adalah

slope reshaping lereng terjal (pembentukan lereng lahan menjadi lebih landai) pada daerah yang potensial longsor, penguatan lereng terjal dengan bronjong kawat pada kaki lereng, penutupan rekahan/retakan tanah dengan segera karena pada musim penghujan rekahan bisa diisi oleh air hujan yang masuk ke dalam tanah sehingga menjenuhi tanah di atas lapisan kedap, dan bangunan rumah dari konstruksi kayu (semi permanen) lebih tahan terhadap retakan tanah dibanding dengan bangunan pasangan batu/bata pada lahan yang masih akan bergerak.

Teknik pengendalian tanah longsor metode vegetatif harus dipilahkan antara bagian kaki, bagian tengah, dan bagian atas lereng, stabilisasi tanah diutamakan pada kaki lereng, baik dengan tanaman (vegetatif) maupun bangunan. Persyaratan vegetasi untuk pengendalian tanah longsor antara lain: jenis tanaman memiliki sifat perakaran dalam (mencapai batuan), perakaran rapat dan mengikat agregat tanah, dan bobot biomasnya ringan. Pada lahan yang rawan longsor, kerapatan tanaman beda antara bagian kaki lereng (paling rapat = standar kerapatan tanaman), tengah (agak jarang = $\frac{1}{2}$ standar) dan atas (jarang = $\frac{1}{4}$ standar). Kerapatan yang jarang diisi dengan tanaman rumput dan atau tanaman penutup tanah (*cover crop*) dengan drainase baik, seperti pola *agroforestry*. Pada

bagian tengah dan atas lereng diupayakan perbaikan sistim drainase (internal dan eksternal) yang baik sehingga air yang masuk ke dalam tanah tidak terlalu besar, agar tingkat kejenuhan air pada tanah yang berada di atas lapisan kedap (bidang gelincir) bisa dikurangi bebannya.

Upaya pengendalian tanah longsor metode teknik sipil antara lain berupa pengurangan/penutupan rekahan, reshaping lereng, bronjong kawat, perbaikan drainase, baik drainase permukaan seperti saluran pembuangan air (*waterway*) maupun drainase bawah tanah, Untuk mengurangi aliran air (drainase) bawah tanah dilakukan dengan cara mengalirkan air secara horizontal melalui terowongan air seperti paritan (*trench*) dan sulingan (pipa perforasi). Arahan teknik pengendalian tanah longsor dalam berbagai tingkatan kelongsoran dan penggunaan lahan dapat diringkas dalam matriks Tabel 1.

Tabel 1. Arahan Teknik Penanggulangan Bencana Tanah Longsor Pada Berbagai Penggunaan Lahan dan Tingkatan Proses Longsor (Pramono, 2009)

Tingkat Longsor	Penggunaan Lahan			
	Hutan	Tegal	Sawah	Pemukiman
Belum Longsor	Vegetatif	Vegetatif	Teknik Sipil	Tekn, Sipil & Vegetatif
Retakan/ Rekahan	Tekn, Sipil & Vegetatif	Tekn, Sipil & Vegetatif	Teknik Sipil	Tekn, Sipil & Vegetatif
Longsor	Tekn, Sipil & Vegetatif	Tekn, Sipil & Vegetatif	Tekn, Sipil & Vegetatif	Tekn, Sipil & Vegetatif

Pendekatan pengendalian tanah longsor berbeda dengan pengendalian erosi permukaan, bahkan bertolak belakang. Pada pengendalian tanah longsor diupayakan agar air tidak terlalu banyak masuk ke dalam tanah yang bisa menjenuhi ruang antara lapisan kedap air dan lapisan tanah, sedangkan pada pengendalian erosi permukaan air hujan diupayakan masuk ke dalam tanah sebanyak mungkin sehingga energi pengikisan dan pengangkutan partikel tanah oleh limpasan permukaan dapat diminimalkan.

Dengan demikian tindakan mitigasi tanah longsor harus lebih hati-hati apabila pada tempat yang sama juga mengalami degradasi

akibat erosi permukaan (*rill and interrill erosion*), Pengendalian erosi permukaan mengupayakan agar air hujan dimasukkan ke dalam tanah sebanyak mungkin, sebaliknya pengendalian tanah longsor dilakukan dengan memperkecil air hujan yang masuk ke dalam tanah sehingga tidak menjenuhi lapisan tanah yang berada di atas batuan kedap air, (Pramono, 2009).

Pada suatu lereng bekerja gaya-gaya yang terdiri dari gaya pendorong dan juga penahan, Gaya pendorong adalah gaya tangensial, dari berat massa tanah, sedangkan gaya penahan berupa tahanan geser tanah, Analisa kemantapan suatu lereng harus dilakukan dengan memperhitungkan besarnya gaya pendorong dan gaya penahan, Suatu lereng akan longsor bila keseimbangan gaya-gaya yang bekerja terganggu, yaitu gaya pendorong melampaui gaya penahan, Oleh karena itu prinsip penanggulangan longsor adalah mengurangi gaya pendorong atau menambah gaya penahan.

Penanggulangan yang baik adalah penanggulangan yang dapat mengatasi masalah secara tuntas dengan biaya yang relatif murah dan mudah pelaksanaannya, Penanggulangan sangat tergantung pada tipe dan sifat gerkan tanah, kondisi lapangan dan geologi. Penanggulangan yang hanya didasarkan coba-coba umumnya kurang berhasil. Kegagalan tersebut disebabkan oleh adanya penanggulangan yang belum tepat dan memadai. Disamping itu longsor-longsor yang tidak sederhana atau kompleks, penanggulangannya memerlukan analisa yang lebih teliti berdasarkan data yang lebih lengkap.

Cara-cara penanggulangan longsor dengan mengurangi gaya pendorong dapat dilakukan antara lain dengan pemotongan dan pengendalian air permukaan, sedangkan penanggulangan yang menambah gaya penahan antara lain dengan pengendalian air rembesan dan penambatan, Dalam hal ini akan dibahas beberapa metoda penanggulangan yang terdiri dari mengubah geometri lereng, pengendalian air permukaan, mengendalikan air rembesan, penambatan dan tindakan

lainnya, Prinsip dasar penanggulangan yang akan diuraikan hanya ditinjau dari segi teknis saja, sedangkan aspek sosial dan ekonomis tidak dibahas.

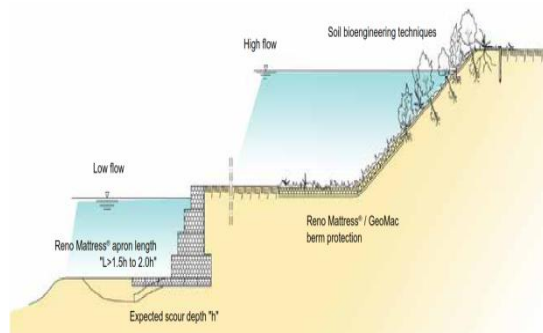
Bronjong merupakan konstruksi fleksibel yang memiliki kemampuan menahan kembali dan horizontal serta apabila runtuh masih dapat digunakan kembali, Sifatnya yang berongga memungkinkan air menerobos namun pergerakan tanahnya dicegah oleh bronjong, selain itu bronjong juga tidak mudah retak karena adanya tekanan dari belakang (Atik & Julistyana, 2021).

Berdasarkan bahan dan cara pembuatannya, bronjong terbagi menjadi dua macam jenis yaitu bronjong bambu dibuat dengan tenaga manusia dari bahan bambu belah dan bronjong kawat dibuat dengan manusia atau mesin dengan menggunakan bahan kawat.

Sifat-sifat beronjong antara lain tidak kaku, bentuk bangunan bronjong mengikuti tanah dibawahnya. Sehingga apabila terjadi penurunan atau penggeseran tanah dibawahnya, konstruksi bronjong mudah menyesuaikan diri dengan perubahan bentuk kedudukannya atau fleksibel. Lolos air, karena isi bronjong dibuat padat dan rapat diantara isian batu masih terdapat rongga sehingga air masih bisa lolos. Daya tahan terhadap gesekan kurang kuat, tidak dapat menahan benturan-benturan atau gesekan-gesekan benda-benda keras. Diperlukan lapisan pelindung, apabila dipergunakan didaerah pantai atau yang kerkadar asam tinggi, bronjong kawat yang tidak dilapisi dengan lapisan pelindung tidak cocok untuk digunakan bagi pekerjaan-pekerjaan yang terletak di daerah pantai yang mengandung garam karena akan cepat berkarat dan anyamannya cepat rusak, Untuk pekerjaan-pekerjaan di tepi laut, kawat bronjong harus diberi lapisan pelindung berupa campuran aspal cair dengan pasir, atau diberi isolasi plastik atau dari bahan galvanis tahan karat.

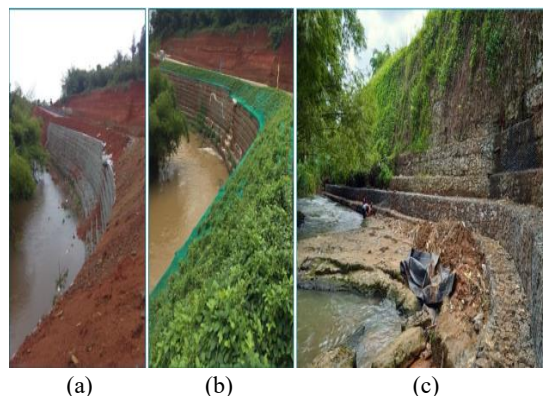
Fungsi konstruksi bronjong adalah di sungai berfungsi menahan laju endapan lumpur sungai, atau juga berfungsi sebagai pemecah aliran sungai yang deras menerpa

tebing agar tidak terjadi pengkikisan tebing, salin itu konstruksi bronjong di aliran sungai untuk menaikkan tinggi elevasi aliran sungai agar air sungai dapat dimanfaatkan untuk kepentingan irigasi, Bronjong yang dipasang pada daratan, berfungsi untuk mencegah lonsoran tanah, baik itu tebing, maupun tebing buatan atau talud (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2012).



Gambar 1. Perlindungan Tepi Sungai

Keuntungan pemasangan bronjong adalah, bronjong adalah konstruksi yang bersifat sementara, akan tetapi memiliki kekokohan yang cukup kuat, dan pemasangannya sangat sederhana, lebih ekonomis dibandingkan dengan konstruksi beton, Kerugiannya bronjong yang terbuat dari kawat, rawan akan kerusakan dari tangan-tangan yang tidak bertanggung jawab, Karena bronjong hanya ditempatkan di atas tanah, maka kekokohan bronjong hanya akibat berat sendiri, sehingga jika terjadi tekanan yang lebih besar dari berat sendiri, akan terjadi pergeseran konstruksi bronjong, *Live time* kawat bronjong sangat terbatas sehingga jika batas waktunya sudah telampaui, maka kawat bronjong akan mudah berkarat (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2012).

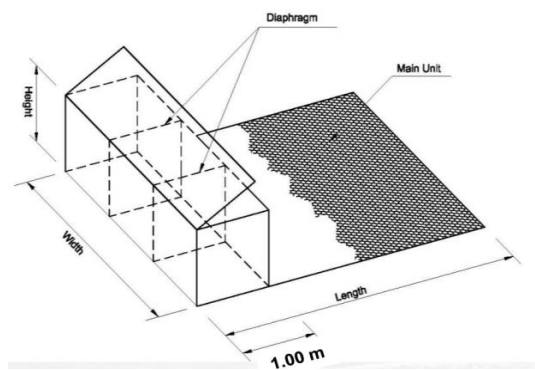


Gambar 2. Struktur Beronjong di Tepi Sungai, (a) Proses Pelaksanaan, (b) Perkuatan dengan Tanaman, (c) Kondisi Beberapa Tahun Kemudian

Dalam SNI 03-0090-1999 menyebutkan ada beberapa jenis dimensi bronjong yang sudah sesuai dengan standar SNI, Dimana jumlah lilitan 3, kuat tarik 41 kg/m² dan berat per lembar 15,5 kg. Berikut dimensi bronjong sesuai standar SNI.

Tabel 2. Ukuran Kawat Bronjong (Atik & Julistiyana, 2021)

Kode	Ukuran (m)			Jumlah Sekat	Kapasitas m ²
	Panjang	Lebar	Tinggi		
A	2	1	1	1	2
B	3	1	1	2	3
C	4	1	1	3	4
D	2	1	0,5	1	1
E	3	1	0,5	2	1,5
F	4	1	0,5	3	2



Gambar 3. Dimensi Beronjong

2. METODOLOGI

Dalam metode penelitian yang dilakukan adalah menganalisis desain perencanaan longsor dengan menggunakan struktur beronjong. Pada tahap analisis secara manual akan dilakukan perhitungan dengan metode konvensional dengan program excel. Dan nantinya akan di sandingkan dengan hasil perhitungan dengan menggunakan Geo5. Penelitian ini bersifat eksperimental atau bisa disebut penelitian yang dilakukan terhadap variable masa yang akan datang, variable yang sesungguhnya belum terjadi tetapi sengaja diadakan dalam bentuk perlakuan coba-coba

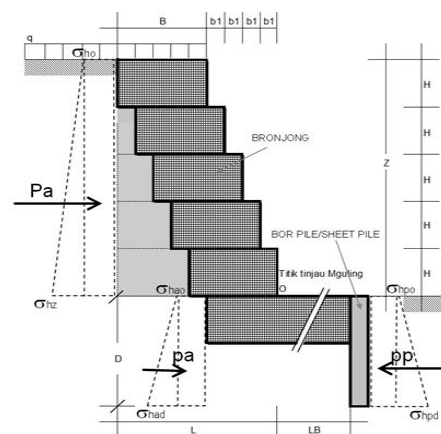
yang terjadi dalam desain penanganan perencanaan longsor.

Tahapan dalam penelitian ini dilakukan dengan tahapan berikut:

1. Pengumpulan data primer meliputi survei pendahuluan, pengambilan sampel tanah, seperti sondir dan boring, pengujian tanah di laboratorium, serta survei topografi dalam membuat situasi dan kontur.
2. Pengumpulan data sekunder meliputi koordinat lokasi penanganan longsor dan data-data literatur jurnal.
3. Tahap analisis meliputi perencanaan untuk penanganan longsor dengan menggunakan struktur beronjong, kemudian dilakukan desain susunan dan dimensi kawat jaring yang dipakai serta perhitungan secara manual dengan analisis terhadap momen guling terhadap tanah aktif dan pasif, dan gaya geser horizontal terhadap tanah aktif dan pasif. Menganalisis dengan menggunakan Geo5.

3. HASIL ANALIS

Hasil analisis secara manual diperoleh dari perhitungan, berikut hasil analisisnya.



Gambar 4. Desain Bronjong

Koefisien Tanah

Teori Rankine terhadap koefisien tanah berkaitan dengan tekanan tanah lateral yang dibagi menjadi dua kondisi yaitu:

Koefisien tanah aktif,

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{10,5}{2} \right)$$

$$K_a = 0,692$$

Koefisien tanah pasif,

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{10,5}{2} \right)$$

$$K_p = 1,446$$

Momen Guling Aktif

Momen guling aktif (M_a) pada titik O.
Tegangan tanah pada kedalaman 0 m,

$$\sigma_{ho} = qK_a - 2c\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{ho} = (1 \times 0,692) - (2 \times 0,28\sqrt{0,692})$$

$$\sigma_{ho} = 0,226 \text{ t/m}^2$$

Tegangan tanah pada kedalaman 5 m,

$$\sigma_{hz} = \gamma h K_a + qK_a - 2c\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{hz} = (1,95 \times 6 \times 0,692) + (1 \times 0,692) - (2 \times 0,28\sqrt{0,692})$$

$$\sigma_{hz} = 8,319 \text{ t/m}^2$$

Gaya pada tanah aktif,

$$P_{a,1} = \sigma_{ho} \times Z$$

$$P_{a,1} = 0,226 \times 6$$

$$P_{a,1} = 1,356$$

$$P_{a,2} = (\sigma_{hz} - \sigma_{ho}) \times Z \times 0,5$$

$$P_{a,2} = (8,319 - 0,226) \times 6 \times 0,5$$

$$P_{a,2} = 24,279$$

$$P_a = P_{a,1} + P_{a,2}$$

$$P_a = 25,635 \text{ t/m}'$$

Momen guling aktif,

$$M_a = Ph$$

$$M_{a,1} = P_{a,1} h/2$$

$$M_{a,1} = (1,356) \times 6/2$$

$$M_{a,1} = 4,067$$

$$M_{a,2} = P_{a,2} h/3$$

$$M_{a,2} = (24,279) \times 6/3$$

$$M_{a,2} = 48,558$$

$$M_a = M_{a,1} + M_{a,2}$$

$$M_a = 52,625 \text{ tm}$$

Momen Guling Pasif

Tabel 3. Momen Pasif Dibawah Bronjong

No.	Jumlah Layer (Layer)	Berat Jenis (ton)	Jarak Momen (m)	Momen Pasif (ton/m)
0	-	-	4,00	-
1	1,00	1,17	3,75	4,39
2	2,00	2,34	3,50	8,19
3	3,00	3,51	3,25	11,41
4	4,00	4,68	3,00	14,04
			11,70	38,03

Tabel 4. Momen Pasif Bronjong

No.	Jumlah Layer (Layer)	Berat Jenis (ton)	Jarak Momen (m)	Momen Pasif (ton/m)
0	-	5,28	3,00	15,84
1	1,00	5,28	2,50	13,20
2	2,00	5,28	2,00	10,56
3	3,00	5,28	1,50	7,92
4	4,00	5,28	1,00	5,28
			26,40	52,80

Dari hasil perhitungan momen pasif dibawah bronjong dan bronjong didapatkan:

$$M_p = M_{p,1} + M_{p,2}$$

$$M_p = 38,03 + 52,80$$

$$M_p = 90,825 \text{ ton/m}$$

Cek Momen Guling Pada Titik O

Faktor keamanan (*safety factor*) momen guling pada titik O,

$$SF = M_p/M_a > 1,5$$

$$SF = 90,825 / 52,625$$

$$SF = 1,726 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Gaya Geser Horizontal

Terhadap tanah aktif,

$$\sigma_{haO} = -2c\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{haO} = -2 \times 0,28 \times \sqrt{0,692}$$

$$\sigma_{haO} = -0,466$$

$$\sigma_{had} = \gamma h K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{had} = 1,95 \times 7 \times 0,692 - 2 \times 0,28 \times \sqrt{0,692}$$

$$\sigma_{had} = 8,976 \text{ ton/m}^2$$

Terhadap tanah pasif,

$$\sigma_{hpO} = 2c\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{hpO} = 2 \times 0,28 \times \sqrt{1,446}$$

$$\sigma_{hpO} = 0,673 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{hpd} = \gamma h K_a + 2c\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{hpd} = 1,95 \times 7 \times 1,446 - 2 \times 0,28 \times \sqrt{1,446}$$

$$\sigma_{hpd} = 20,407 \text{ ton/m}^2$$

Gaya tanah aktif (p_a),

$$p_a = \sigma_{haO} \times D + D \times 0,5 \times (\sigma_{had} - \sigma_{haO})$$

$$p_a = -0,466 \times 7 + 7 \times 0,5 \times (8,976 - (-0,466))$$

$$p_a = 29,786 \text{ ton/m}$$

Total gaya horizontal aktif,

$$H_a = P_a + p_a$$

$$H_a = 25,635 + 29,786$$

$$H_a = 55,421 \text{ t/m'}$$

Gaya tanah pasif (p_p),

$$p_p = \sigma_{hpO} \times D + D \times 0,5 \times (\sigma_{hpd} - \sigma_{hpO})$$

$$p_p = 0,673 \times 7 + 7 \times 0,5 \times (20,407 - 0,673)$$

$$p_p = 73,781 \text{ t/m'}$$

Total gaya horizontal pasif,

$$H_p = p_p + c \times (L + LB)$$

$$H_p = 73,781 + (0,28 \times (4 + 0))$$

$$H_p = 74,901 \text{ t/m'}$$

Total gaya horizontal,

$$\sum H = H_a - H_p$$

$$\sum H = 55,421 - 74,901$$

$$\sum H = -19,480 \text{ t}$$

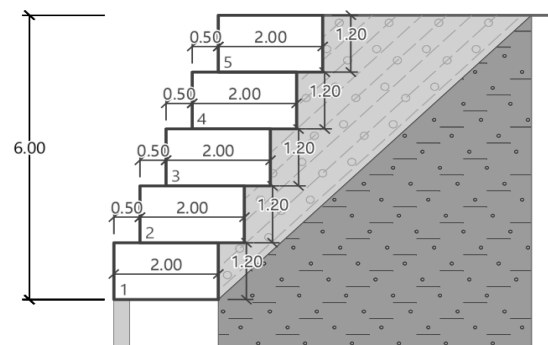
Dari hasil perhitungan gaya geser horizontal, didapatkan faktor keamanan geser gaya horizontal harus dibawah 0, maka:

$$H < 0$$

$$-19,480 < 0 \text{ (aman)}$$

Analisis dengan Program Geo5

Berdasarkan hasil analisis menggunakan aplikasi Geo5, maka didapatkan hasil:



Gambar 5. Dimensi Bronjong

Slope stability verification (bishop)

$$\text{Active forces (F}_a\text{)} = 600,32 \text{ kN/m}$$

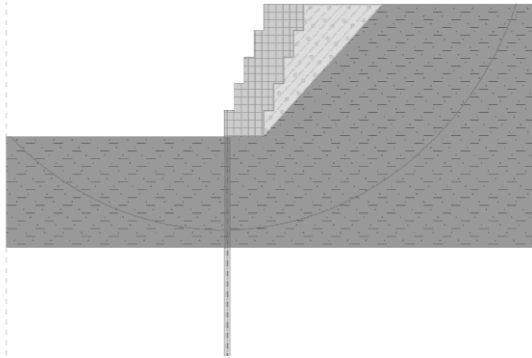
Passive forces (F_p) = 1435,55 kN/m

Sliding moment (M_a) = 9485,02 kNm/m

Resisting moment (M_p) = 22681,6 kNm/m

Factor of safety = 2,39 > 1,50

Slope stability Acceptable



Gambar 6. Analisis Longsor Bronjong dengan Aplikasi Geo5

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2012). Buku Informasi Pelaksanaan Pekerjaan Bronjong, (2), pp. 0–26.

Martha, E.V. (2021). Definisi : Bronjong.

Nopriansyah, E. (2018). Analisis Perencanaan Bronjong Sungai Desa, 3, pp. 96–102.

Pramono, I. B. (2016). Banjir dan Tanah Longsor.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan analisis struktur bronjong pada longsoran tersebut didapatkan dimensi bronjong dengan lebar 2 meter, tinggi 1,2 m dengan 5 tingkat dan jarak spasi tiap tingkatan yaitu 0,5 meter sudah aman terhadap momen guling. Untuk gaya geser horizontal dinyatakan aman jika adanya struktur *bore pile* atau *sheet pile* yang tertanam di depan bronjong dengan kedalaman 6 meter.

REFERENSI

Atik, M.I.P. & Julistyana T.W. (2021). Fakultas teknik Universitas Wiraraja Sumenep - Madura. Jurnal MITSU Media Informasi Teknik Sipil, 9(1), pp. 1–8.

Direktorat Jendral Bina Marga. (2016). Direktorat Jenderal Bina Marga 2012 Correspondencias & Analisis, (15018), pp. 1–23.

Kangkong, A.M.A., Sulha, S., & Sarita, U. (2020). Analisis Perhitungan Stabilitas Bronjong dan RAB (Studi Kasus: Jl. Budi Utomo Baru - Simpang Tiga Dangga, Kota Kendari Sulawesi Tenggara). STABILITA Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 8(3), p. 159. Available at: <https://doi.org/10.55679/jts.v8i3.16193>.