



EVALUASI KELONGSORAN LERENG KAWASAN PEMENANG BARAT KECAMATAN PEMENANG KABUPATEN LOMBOK UTARA BERBASIS SOFTWARE

Firman Arifanda Hartadi¹, Eko Setyawan², Titi Rahayuningsih³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, firmanarifandahartadi@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, eko.setyawan.ft@um.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Universitas Negeri Malang, titi.rahayuningsih.ft@um.ac.id

Abstrak

Pemenang Barat merupakan salah satu kawasan yang termasuk ke dalam zona rawan longsor dengan resiko tinggi (BPDB Lombok Utara, 2021). Lereng yang diteliti sudah mengalami kelongsoran dan terakhir terjadi pada bulan November tahun 2021 (iNewsNTB.id, 2021). Pada penelitian ini dilakukan perhitungan untuk mengetahui stabilitas dan alternatif perkuatan lereng berbasis software. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengevaluasi kelongsoran lereng di Desa Pemenang Barat, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara berdasarkan faktor keamanan menggunakan *software GeoStudio SLOPE/W 2012*, dan (2) menentukan alternatif perkuatan lereng pada daerah rawan longsor di Desa Pemenang Barat, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian terapan aplikasi dan pemodelan. Data dari hasil pengukuran geometri lereng dan uji karakteristik tanah diolah menggunakan *software GeoStudio SLOPE/W 2012* untuk memperoleh nilai FK lereng. Setelah itu ditentukan alternatif perkuatan sesuai dengan kondisi lereng yaitu terjadi kelongsoran pada kaki lereng. Dari hasil evaluasi stabilitas lereng eksisting diperoleh nilai FK lereng sebesar 1.131 yang termasuk dalam kategori lereng pernah mengalami keruntuhan berdasarkan kriteria Bowles (1991). Nilai tersebut juga menunjukkan bahwa lereng masih berada dibawah standar yang ditentukan yaitu $F_k \geq 1.5$, sehingga lereng dalam kondisi tidak stabil. Untuk mencegah terjadinya longsor diperlukan perkuatan lereng dengan dinding bronjong, desain bronjong terbaik yang digunakan adalah desain 4 dengan tinggi 6 m, lebar 10 m dan dipasang pada kedalaman 1 m dengan dimensi bronjong 2 m x 1 m x 1 m yang menghasilkan nilai FK sebesar 1.620.

Kata Kunci: *Software GeoStudio SLOPE/W 2012*, Kelongsoran Lereng.

1. Pendahuluan

Kondisi pulau-pulau Indonesia terbentuk tiga lempeng tektonik dunia yaitu lempeng Australia, lempeng Pasifik, dan lempeng Eurasia menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara yang mempunyai potensi tinggi terhadap bencana gempa bumi, tsunami, letusan gunung api dan massa gerakan tanah (tanah longsor). Tanah longsor adalah gerakan massa dari batuan atau tanah pada suatu lereng karena ada pengaruh gaya gravitasi. Gerakan massa dari batuan atau tanah terjadi karena adanya gangguan keseimbangan antara gaya penahan (*resisting force*) dan gaya pendorong (*driving force*) yang bekerja pada suatu lereng. Kesetimbangan gaya itu diakibatkan oleh adanya gaya dari luar lereng yang menyebabkan besarnya gaya peluncur pada suatu lereng menjadi lebih besar jika dibanding dengan gaya penahannya (Prawiradisastra, 2013).

Ada beberapa faktor penyebab terjadinya tanah longsor secara alamiah, yaitu meliputi struktur geologi, penggunaan lahan, morfologi permukaan bumi, kegempaan, dan curah hujan. Selain dari faktor-faktor alamiah, ada juga faktor yang disebabkan oleh aktivitas manusia yang mempengaruhi perubahan suatu bentang alam, seperti kegiatan penambangan, pertanian, pemotongan dan pembebanan lereng. Bencana alam tanah longsor menjadi bencana alam yang banyak menimbulkan korban jiwa dan kerugian material yang sangat besar seperti rusaknya lahan pertanian, saluran irigasi, pemukiman, jembatan, jalan maupun prasarana fisik lainnya (Rahman, 2010).

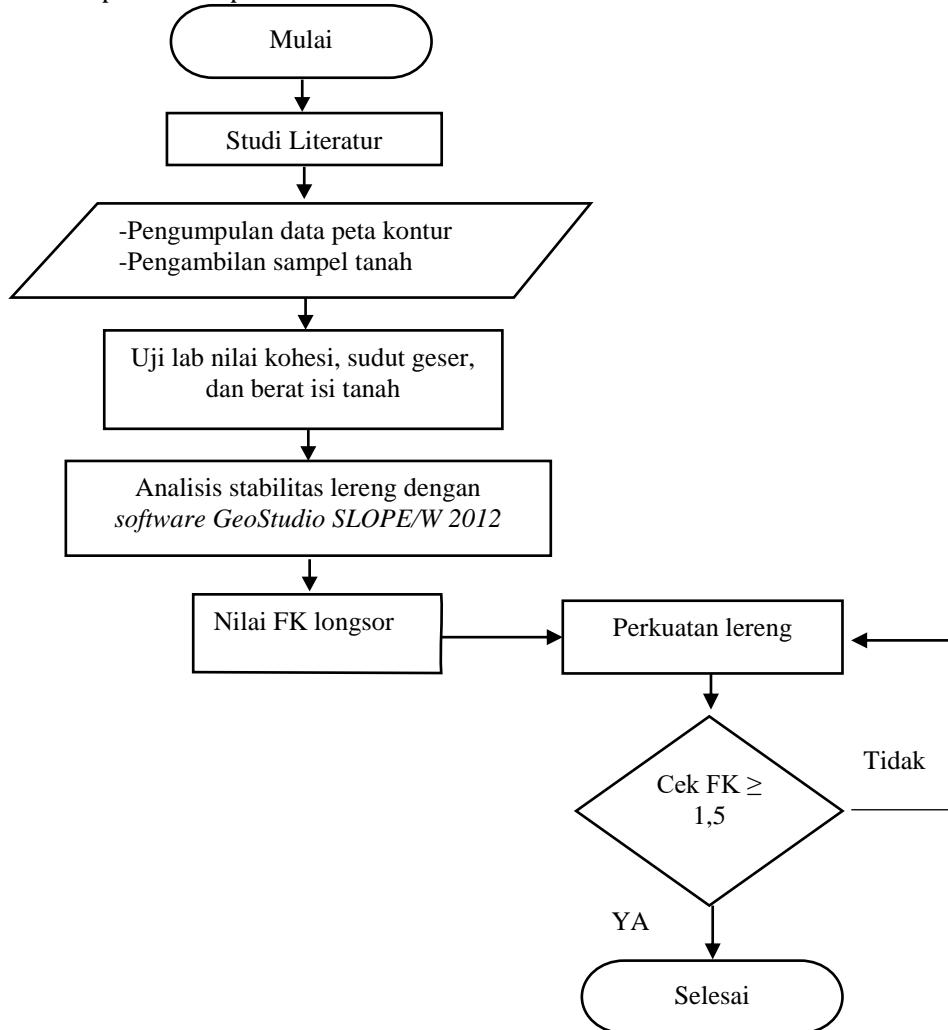
Salah satu daerah yang sering mengalami kejadian bencana tanah longsor hampir tiap tahunnya adalah Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara. Menurut data BPBD Kabupaten Lombok Utara tahun 2021 Kecamatan Pemenang adalah daerah yang termasuk

dalam ancaman longsor tertinggi dengan total luas ancaman longsor 5436,83 hektar dengan persentase 74,76 persen. Kecamatan Pemenang mengalami bencana longsor yang menyebabkan kerugian sejumlah infrastruktur umum. Seperti yang diberitakan dari press release Magma Indonesia (Agustus, 2019), kejadian gempa Lombok mengakibatkan retakan tanah dan longsor di jalan yang menghubungkan Kecamatan Pemenang, Tanjung dan Gangga, Kabupaten Lombok Utara.

Analisis stabilitas lereng memiliki peran yang penting pada perencanaan konstruksi sipil, seperti pada jalan raya yang pembangunannya banyak dilakukan pada area lereng. Lereng yang tidak stabil sangat berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya. Salah satu parameter yang harus dipertimbangkan dalam keruntuhan lereng menurut Coulomb dalam Craig (2004) adalah nilai sudut geser, kohesi, dan nilai berat isi tanah yang membentuk fungsi untuk kekuatan tanah pada lereng tersebut. Dewasa ini ilmu pengetahuan banyak berkembang dan didukung juga dengan berbagai macam *software*, termasuk *software* pendukung yang dapat digunakan dalam evaluasi kelongsoran lereng. Penggunaan *software* dapat membantu pekerjaan terlaksana dengan efektif dan efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kelongsoran lereng di Desa Pemenang Barat, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara berdasarkan faktor keamanan menggunakan *software GeoStudio SLOPE/W 2012* dan menentukan alternatif perkuatan lereng pada daerah rawan longsor di Desa Pemenang Barat, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancangan penelitian terapan aplikasi dan pemodelan. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer berupa ketinggian lereng yang diukur langsung pada lokasi penelitian menggunakan *software smartphone ARPlan 3D*, dan data uji tanah berupa nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (φ) menggunakan metode uji geser langsung (*direct shear test*) berdasarkan SNI 3420:2016, serta nilai berat isi tanah (γ) berdasarkan SNI 3637:1994 yang diuji pada laboratorium Geoteknik dan Mekanikan Tanah Universitas Mataram.

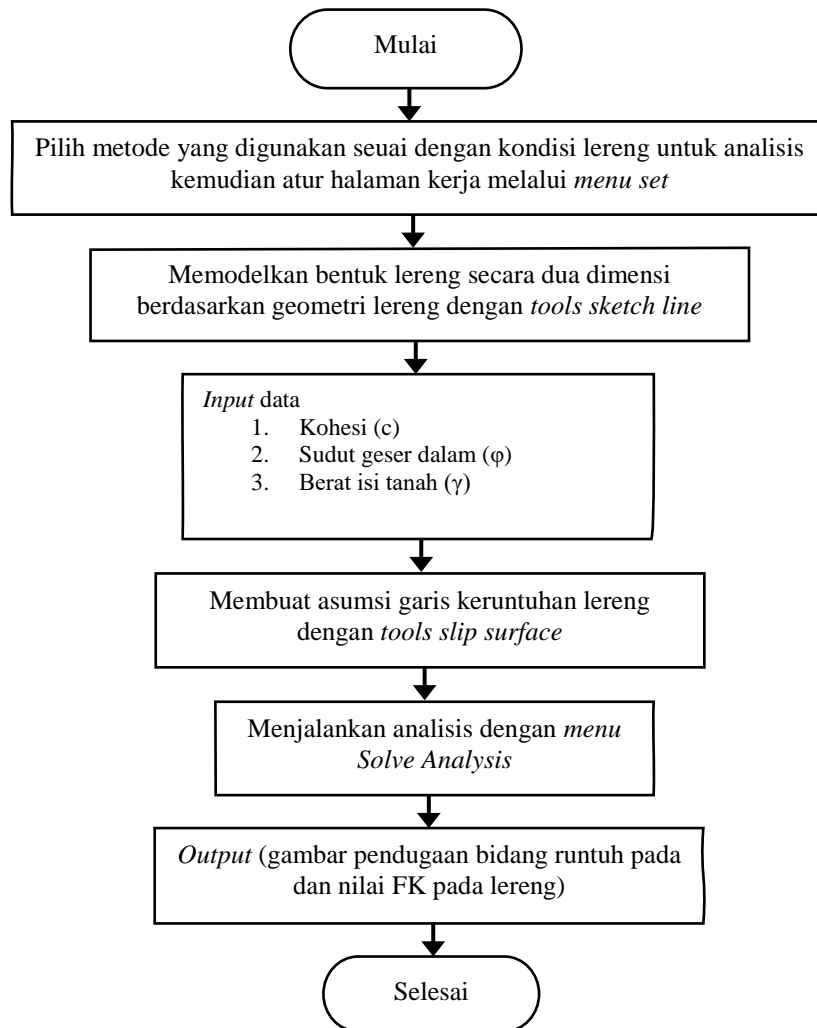
Sedangkan untuk data sekunder pada penelitian ini berupa data peta kontur yang diperoleh dari Bappeda Lombok Utara yang digunakan untuk pengukuran panjang atau jarak lereng menggunakan *software ArcGIS*.

Analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan *software Geoslope SLOPE/W 2012* dengan dua langkah analisis, yaitu:

Kriteria nilai FK dapat dilihat pada Tabel 1 dan diagram alir untuk perhitungan kestabilan lereng dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Kriteria Keruntuhan Lereng

Faktor Keamanan (FK)	Kejadian
$FK \leq 1.07$	Keruntuhan biasa terjadi
$1.07 < SF \leq 1.25$	Keruntuhan pernah terjadi
$SF > 1.25$	Keruntuhan jarang terjadi

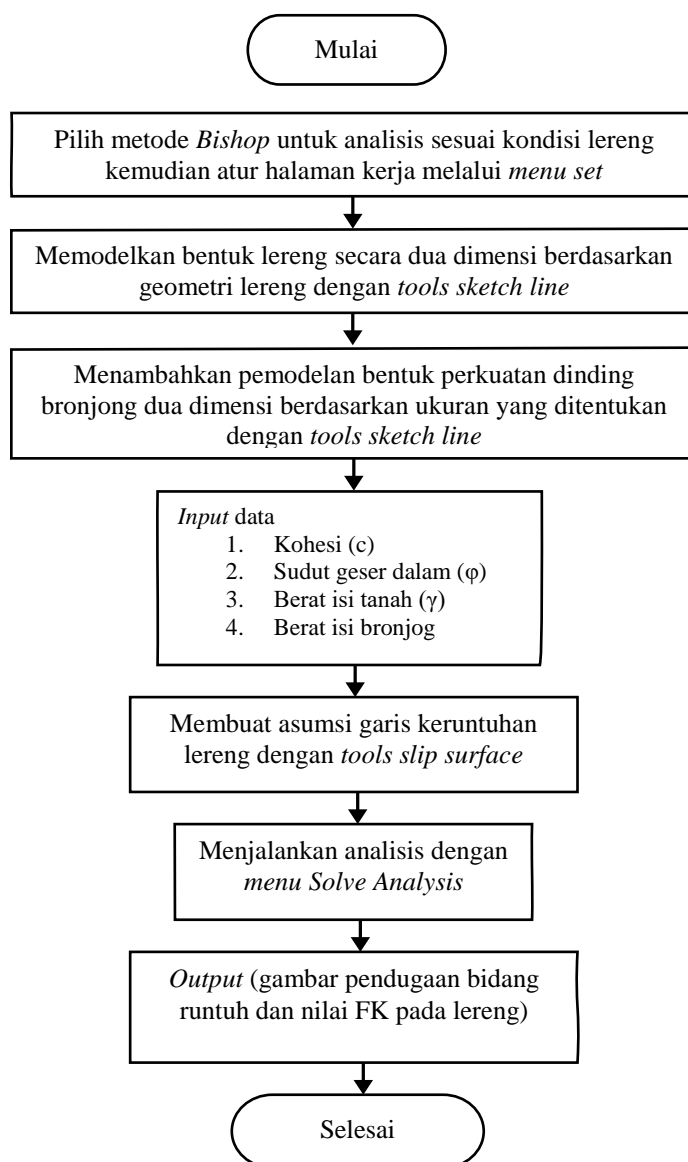


Gambar 2. Diagram alir perhitungan kestabilan lereng menggunakan Geostudio SLOPE/W 2012

Secara umum banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya longsor yang berimplikasi pada nilai FK seperti kemiringan lereng, karakteristik tanah maupun faktor eksternal curah hujan dan lain-lain. Dalam penelitian ini dipilih perkuatan lereng dengan menggunakan dinding bronjong karena kelongsoran yang terjadi pada kaki lereng sehingga diperlukannya *contour weight* pada bagian bawah lereng untuk menahan kelongsoran. Rencana desain bronjong dapat dilihat pada Tabel 2 dan diagram alir perhitungan dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Rencana Desain Bronjong

Desain	SNI	Berat Isi	Tinggi	Lebar	Kedalaman
1	Tipe 1	23 kN/m ³	7	10	0 m
2	Tipe 1	23 kN/m ³	8	14	0 m
3	Tipe 1	23 kN/m ³	8	14	1 m
4	Tipe 1	23 kN/m ³	6	10	1 m



Gambar 3. Diagram alir perhitungan kestabilan lereng menggunakan Geostudio SLOPE/W 2012 dengan Perkuatan Dinding Bronjong

Spesifikasi bronjong yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 dengan berat bronjong berdasarkan Tabel 4. Pemodelan dinding bronjong dilakukan menggunakan software pada kaki lereng. Spesifikasi bronjong yang digunakan adalah berdasarkan SNI 0090:1999 tipe 1 yaitu dengan 2 m (a) x 1 m (b) x 1 m (c) dan berat isi bronjong 23 kN/m. Ukuran tinggi dan lebar rencana desain bronjong yang dipilih adalah berdasarkan hasil trial and error, sehingga

dapat menghasilkan nilai $FK \geq 1.5$. Terdapat 4 rencana pemodelan desain dinding bronjong yang dapat dilihat pada Tabel 2. Diagram alir untuk perhitungan kestabilan lereng dengan perkuatan dinding bronjong dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 3. Ukuran bronjong

Tipe	Ukuran dalam meter		
	a	b	c
1	2	1	1
2	3	1	1
3	4	1	1
4	2	1	0.5
5	3	1	0.5
6	4	1	0.5

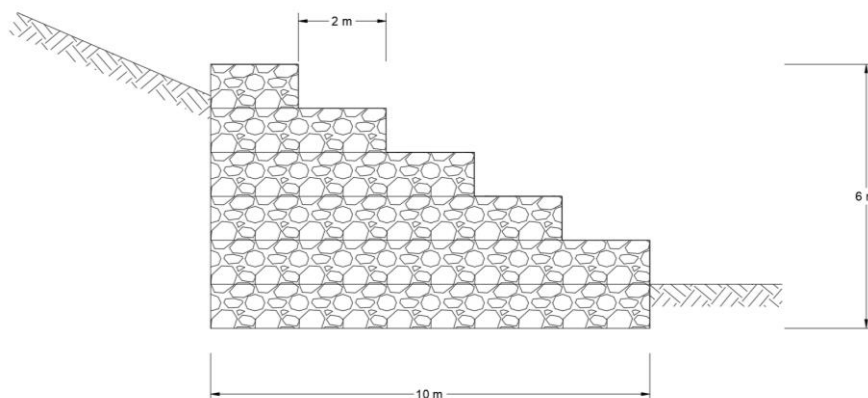
Sumber : SNI 0090:1999

Tabel 4. Specific gravity

Parameter	Satuan	Nilai
Berat jenis kerikil	-	2.65 - 2,58
γ batu kali	kN/m ³	23

Sumber : Hardiyatmo (2006)

Cara pemasangan dinding bronjong dilakukan dengan pertama dengan memastikan dan mempersiapkan tempat dimana pondasi bronjong diletakkan. Melakukan pembersihan, *survey*, dan pematokan area kerja sebagaimana pekerjaan pondasi pada biasanya dan buat penggalian, pengurukan jika diperlukan dan pemadatan tanah untuk dasar pondasi. Gambar rencana bronjong desain 4 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bronjong desain 4

Kemudian dilakukan pekerjaan penempatan bronjong dilokasi galian, pekerjaan selanjutnya yaitu menempatkan bronjong yang telah dirangkai pada dasar pondasi. Sebelum bronjong digelar, dasar tanah wajib diberi alas *getextile* atau dengan ijuk. Setelah itu bronjong dapat ditempatkan dan digelar. Bronjong harus diberi angkur serta diikat satu dengan yang lain memakai kawat galbani.

Pekerjaan Pengisian batuan ke dalam beronjong bronjong yang telah dirakit dan diikat dengan yang lain selanjutnya diisi dengan batu. Pengisian dimulai yang bagian keranjang bronjong yang paling pinggir. Bagian pinggir bronjong dipenuhi dengan batu-batuan yang lebih kecil, sedangkan yang tengah diisi dengan batuan yang lebih besar. Pengisian dilakukan bertahap tidak boleh penuh, diisi separuh bronjong kemudian pindah ke bronjong sebelahnya. Dilakukan terus sampai 1 baris bronjong terisi setengahnya semua.

3. Hasil Penelitian

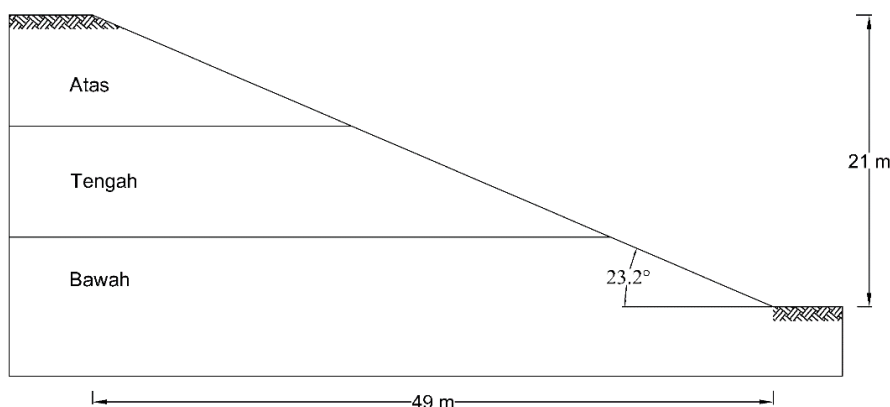
Hasil analisis data meliputi :

(1) Kondisi Eksisting Lereng

Evaluasi kelongsoran lereng dilakukan pada sebuah lereng bekas longsor di Desa Pemenang Barat, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara. Terdapat lereng-lereng curam di daerah Pemenang Barat, jalur lintas Pusuk adalah jalur yang berada dibawah lereng-lereng tersebut. Kondisi yang demikian mengakibatkan daerah jalur lintas Pusuk sangat rawan terhadap resiko tertimpa longsor lereng, terutama pada saat musim hujan. Lereng yang dievaluasi merupakan lereng yang telah mengalami beberapa kali longsor dengan longsor terakhir terjadi pada bulan November tahun 2021 (*iNewsNTB.id*, November 2021).

- Geometri Lereng

Geometri lereng penelitian kemudian ditunjukkan dalam bentuk dua dimensi seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Geometri Lereng Penelitian

- Karakteristik Tanah pada Lereng

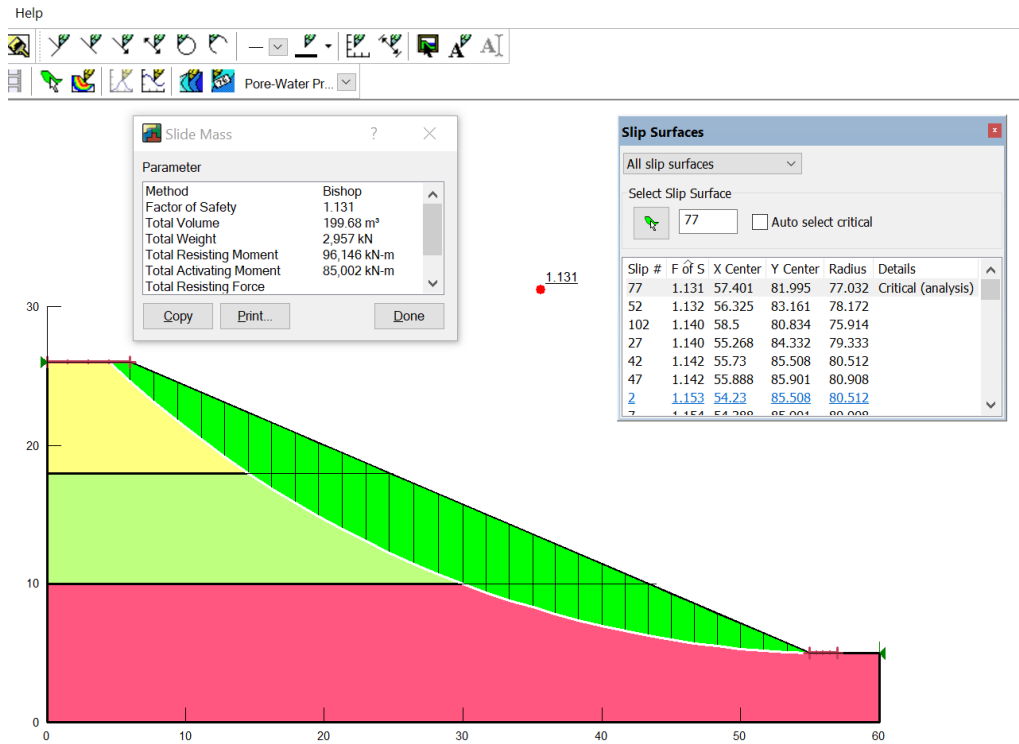
Analisis untuk karakteristik tanah dilakukan dengan membagi lereng terlebih dahulu menjadi 3 bagian. Dalam penelitian ini pengambilan sampel uji tanah dilakukan 3 kali pada setiap titik untuk kemudian dilakukan pengujian densitas dan uji geser langsung pada laboratorium. Hasil pengujian nilai berat isi tanah, kohesi, dan sudut geser dalam pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Karakteristik Tanah

Titik Sampel	Berat isi		Kohesi		Sudut Geser Dalam (°)
	gr/cm ³	kN/m ³	Kg/cm ²	kN/m ²	
Atas	1.45	14.21	0.045	4.41	22.42
Tengah	1.52	14.9	0.052	5.09	19.6
Bawah	1.56	15.2	0.015	1.47	21.87

(2) Perhitungan Stabilitas Lereng

Perhitungan stabilitas lereng dilakukan untuk mengetahui nilai FK pada suatu lereng. Tingkat stabilitas lereng dapat diketahui berdasarkan angka keamanan lereng 3 lapis tanah yang didefinisikan sebagai perbandingan antara kekuatan yang menahan dengan gaya yang melongsorkan. Hasil analisis stabilitas lereng dapat dilihat pada Gambar 6.



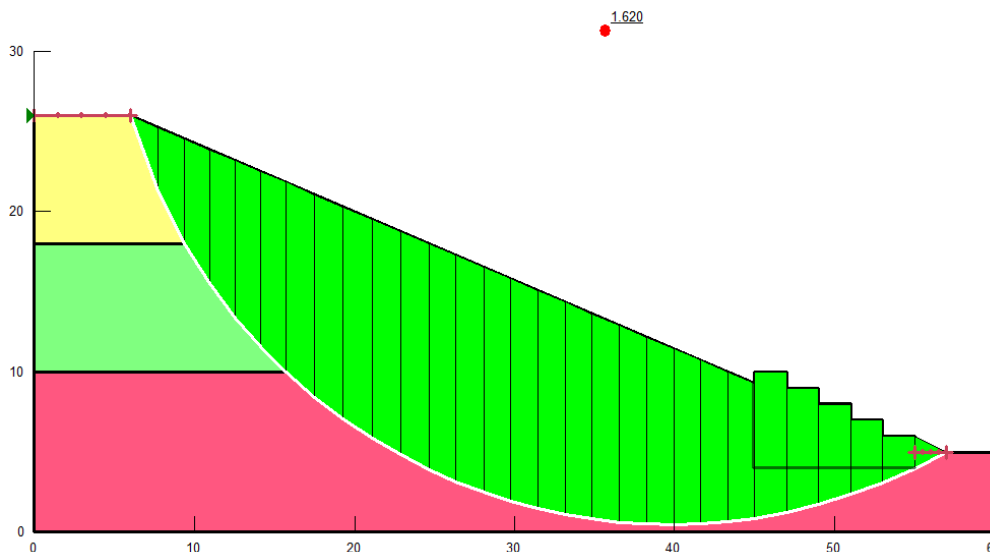
Gambar 6. Hasil Analisis Stabilitas Lereng

Lereng bagian atas, tengah, dan bawah yang dimodelkan berwarna kuning, hijau, dan merah yang kemudian berdasarkan teori Mohr-Coloumb dilakukan input data berupa kohesi (kN/m^2) sudut geser ($^\circ$), dan berat isi (kN/m^3) sesuai data yang ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil analisis menggunakan *software* pada Gambar 6 menunjukkan nilai FK lereng sebesar 1.131 dan mengacu pada SNI 8460:2017 nilai FK masih berada di bawah 1.5, sehingga belum stabil. Daerah bersiran hijau merupakan area prediksi kelongsoran dengan total volume 199.68 m^3 dan berat sebesar 2957 kN . Titik pusat kelongsoran berada pada koordinat 57.401, 81.995 dengan radius 77.032.

(3) Perhitungan Stabilitas Lereng dengan Dinding Bronjong

Perkuatan stabilitas lereng umumnya dilakukan untuk mereduksi gaya-gaya yang menambah tahanan geser, menggerakkan tanah atau keduanya. Alternatif perkuatan lereng yang digunakan adalah dengan membuat dinding bronjong pada bagian bawah lereng. Dimensi (tinggi dan lebar) bronjong yang direncanakan ditentukan dengan *trial and error* sehingga menghasilkan nilai yang aman dengan nilai $FK \geq 1.5$.

Terdapat 4 jenis desain bronjong yang direncanakan. Keempat desain bronjong tersebut mengacu pada SNI 0090:1999 dengan tipe 1 yaitu dengan ukuran (a) 2 m x (b) 1 m x (c) 1 m , dengan nilai berat isi bronjong 23 kN/m^3 . Hasil dari analisis menunjukkan dari keempat jenis desain bronjong yang direncanakan, yang terbaik adalah desain nomor 4. Hasil perhitungan stabilitas lereng dengan bronjong desain 4 dapat dilihat pada Gambar nomor 7.



Gambar 7. Hasil Perhiungnan Stabilitas Lereng dengan Bronjong Desain 4

Desain 4 dengan tinggi 6 m dan lebar 10 m dan dipasang pada kedalaman 1 m mendapatkan nilai FK sebesar 1.620. Hasil perhitungan rancangan desain-desain bronjong dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Desain Bronjong

Desain	SNI	Berat Isi	FK	Tinggi	Lebar	Kedalaman	Total Blok
1	Tipe 1	23 kN/m ³	1.489	7	10	0 m	52
2	Tipe 1	23 kN/m ³	1.503	8	14	0 m	70
3	Tipe 1	23 kN/m ³	1.712	8	14	1 m	70
4	Tipe 1	23 kN/m ³	1.620	6	10	1 m	40

4. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan akan dijelaskan lebih lengkap tentang evaluasi kelongsoran dan alternatif penanganannya.

(1) Evaluasi Kelongsoran Lereng

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai FK yang masih berada di bawah 1.5 yaitu 1.131 yang dimana menurut Bowles (1991) nilai FK tersebut berada pada rentang nilai $1.07 < FK \leq 1.25$, sehingga termasuk dalam kategori keruntuhan pernah terjadi. Selain itu hasil evaluasi juga menunjukkan pendugaan pada jarak sekitar 2.5 m dari bibir lereng bagian atas mengalami keruntuhan. Berdasarkan kriteria dari Bowles (1991) tersebut maka hasil perhitungan pada penelitian ini sesuai dengan kondisi yang terjadi pada lapangan.

Lereng yang dievaluasi merupakan lereng yang telah mengalami beberapa kali kejadian longsor dengan longsor terakhir terjadi pada bulan November tahun 2021 *iNewsNTB.id* (November, 2021). Dari data hasil uji karakteristik tanah berupa nilai kohesi dan sudut geser dalam yaitu 4.41 kN/m², 5.09 kN/m², 1.47 kN/m², dan 22.42°, 19.6°, 21.87° didapatkan nilai FK lereng yang rendah. Pamungkas *et. al* (2014) yang menyatakan bahwa nilai kohesi dan sudut geser dalam berbanding lurus dengan nilai FK suatu lereng, sehingga nilai kohesi dan sudut geser dalam pada penelitian ini termasuk dalam kategori rendah karena menghasilkan nilai FK yang tidak memenuhi standar stabilitas lereng.

Dalam pengujian berat isi, Wesley (2012) menyatakan bahwa umumnya nilai berat isi suatu tanah adalah 11.76 kN/m³ sampai dengan 24.5 kN/m³ atau 1.2 gr/cm³ sampai dengan 2.5 gr/cm³. Berdasarkan data berat isi tanah pada penelitian ini yaitu 14.21 kN/m³, 14.9 kN/m³, 15.2 kN/m³ maka nilai berat isi yang diperoleh pada penelitian ini berada pada rentang kondisi umum berat isi tanah menurut Wesley (2012).

Hasil evaluasi stabilitas lereng menunjukkan kondisi lereng pada Desa Pemenang Barat mengalami kelongsoran yang diakibatkan oleh beberapa faktor. Pertama, nilai parameter tanah yaitu kohesi dan sudut geser yang rendah pada lokasi penelitian mempengaruhi kelongsoran karena nilainya yang berbanding lurus dengan nilai FK. Kedua, berdasarkan kejadian pada lokasi penelitian, musim penghujan menjadi faktor yang menyebabkan air hujan merembes ke dalam tanah, sehingga meningkatkan kadar air dan menyebabkan kelongsoran pada lereng.

(2) Alternatif Perkuatan Lereng dengan Dinding Bronjong

Berdasarkan hasil perhitungan sebelum ditambahkan perkuatan didapatkan nilai FK yang masih berada di bawah 1.5, sehingga diperlukannya penambahan *contour weight* pada kaki lereng berupa dinding bronjong. Pemodelan dinding bronjong direncanakan dengan 4 desain dengan keseluruhan memakai SNI 0090:1999 tipe 1 yaitu dengan 2 m (a) x 1 m (b) x 1 m (c) dan berat isi bronjong 23 kN/m. Dari perhitungan bronjong tersebut diketahui bahwa bronjong desain 4 menunjukkan nilai FK yang memenuhi SNI 8460:2017 yaitu $1.620 \geq 1.5$ dengan total blok paling sedikit yaitu 40 blok, sehingga desain 4 menjadi desain yang paling efektif dan efisien dibandingkan desain-desain yang lain.

Menurut Hadiyatmo (2012) terdapat berbagai macam langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai FK lereng, seperti penambahan perkuatan pada lereng, salah satunya dengan menambahkan *contour weight* berupa dinding bronjong. Penelitian sebelumnya yaitu dari Akmal (2016) yang melakukan penambahan perkuatan pada lereng dengan tinggi sebesar 31 m dan sudut kemiringan lereng sebesar 29.41° . Penambahan dinding bronjong dengan tinggi 8 m dan lebar 5 m pada kaki lereng yang diteliti dapat meningkatkan nilai FK yaitu dari 1.187 menjadi 1.618. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan perkuatan pada kaki lereng dengan dinding bronjong dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan nilai FK pada kondisi lereng yang sesuai.

Longsor susulan diprediksi melalui pengamatan langsung di lapangan dan permodelan melalui *software Geostudio SLOPE/W 2012*. Berdasarkan pemodelan yang dilakukan, desain dinding bronjong yang terbaik adalah desain 4 dengan tinggi 6 m dan lebar 10 m yang dipasang pada kedalaman 1 m, sehingga mampu menahan beban dan tidak mudah tergerus. Hal ini juga dibuktikan berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai $FK \geq 1.5$ yang membuat dinding bronjong pada kaki lereng dapat memberikan perkuatan lereng dengan meningkatkan nilai FK dari 1.131 menjadi 1.620. Oleh karena itu, perkuatan dinding bronjong tersebut dapat menahan pergerakan massa tanah yang terjadi pada lereng penelitian.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan mengenai penggunaan *software Geostudio SLOPE/W 2012* dalam evaluasi kelongsoran lereng pada Kawasan Pemenang, Barat Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara maka dapat disimpulkan bahwa :

- (1) Evaluasi kelongsoran lereng di Desa Pemenang Barat, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara berdasarkan faktor keamanan menggunakan *software GeoStudio SLOPE/W 2012* didapatkan nilai FK lereng sebesar 1.131 yang menurut Bowles (1991) termasuk dalam kategori lereng yang pernah mengalami keruntuhan.
- (2) Alternatif perkuatan lereng pada daerah rawan longsor yang digunakan adalah perkuatan dinding bronjong. Berdasarkan pemodelan yang dilakukan, desain terbaik adalah dinding bronjong desain 4 dengan tinggi 6 m dan lebar 10 m yang dipasang pada kedalaman 1 m, dengan dimensi bronjong SNI 8460:2017 tipe 1 yaitu 2 m x 1 m x 1 m serta dengan nilai berat isi bronjong 23 kN/m³. Perkuatan dinding bronjong mendapatkan nilai FK sebesar 1.620, sehingga membuat lereng menjadi stabil dan aman terhadap kelongsoran.

Daftar Pustaka

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2020. *Daftar Bencana Alam Paling Sering Terjadi di RI, (Online)* <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/09/22/apa-bencana-alam-yang-paling-sering-terjadi-di-indonesia-10-tahun-terakhir>.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Lombok Utara. 2021. *Tabular Longsor Kecamatan*. Lombok Utara.

- Badan Standar Nasional. 2017. *SNI 3637:1994. Metode Pengujian Berat Isi Tanah Berbutir Halus dengan Cetakan Benda Uji*. Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2017. *SNI 0090:1999. Bronjong Kawat*. Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2017. *SNI 3420:2016 Metode Uji Kuat Geser Langsung Tanah Tidak Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase*. Jakarta
- Badan Standar Nasional. 2017. *SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik Metode*. Jakarta.
- Bowles, J.S. 1991. *Sifat sifat fisis dan geoteknik tanah (Mekanika Tanah), edisi kedua*. Jakarta : Erlangga.
- Craig, R. F. (2004). *Mekanika Tanah Edisi Keempat Terjemahan dari : Soil Mechanics Soepandji BS*. Jakarta : Erlangga.
- Hardiyatmo H. C. 2012. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Prawiradisastra. 2013. Identifikasi Daerah Rawan Rawan Bencana Tanah Longsor di Provinsi Lampung. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1), 52-59.
- Rahman, A. 2010. Penggunaan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2), 191-199.