

Evaluasi Stabilitas Lereng Pada Ruas Jalan C.10 Perumahan Citraland Bandar Lampung Menggunakan Program Komputasi dan Penanggulangannya

Muhammad Nur Kholiq¹⁾

Iswan²⁾

Aminudin Syah³⁾

Ahmad Zakaria⁴⁾

Abstract

Citraland is a located in a hilly area, has steep contours and different elevations. So the area has the potential for landslides. This study is to analyze the value of the slope safety factor and calculate the slope stability using a concrete sheet pile with a computational program. The methods used are the Fellenius, Bishop, Janbu, and Morgenstern-price methods. From the results of the computational program analysis, the values of the existing slope safety factors using the Fellenius, Bishop, Janbu, and Morgenstern-price methods were 0.965, 1.052, 0.925, 1.027 for static conditions and for dynamic conditions of 0.795, 0.881, 0.763, 0.858. After countermeasures using concrete sheeting with dimensions of 3 meters of pile height on the ground, 1.66 meters of embedded sheeting, and 0.5 meters of sheet pile thickness, the existing slope safety factor values are 2.381, 2.478, 1.817, 2.732 for static loads and for dynamic loads. obtained values of 1.976, 2.073, 1.505, and 2.356. Countermeasures using concrete sheet piles are quite effective in increasing the value of the safety factor, so that countermeasures using concrete sheet piles are quite stable if applied at the research site.

Keywords: Slope stability, Safety factor, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenstern-price, Sheet pile

Abstrak

Citraland yang terletak di wilayah perbukitan, memiliki kontur yang curam dan elevasi yang berbeda. Sehingga pada daerah tersebut berpotensi terhadap longsor. Penelitian ini adalah untuk menganalisis nilai faktor aman lereng dan menghitung stabilitas lereng menggunakan turap beton dengan program komputasi. Metode yang digunakan adalah metode *Fellenius, Bishop, Janbu*, dan *Morgenstern-price*. Dari hasil analisis program komputasi, didapatkan nilai faktor aman lereng eksisting dengan metode *Fellenius, Bishop, Janbu*, dan *Morgenstern-price* masing-masing sebesar 0,965, 1,052, 0,925, 1,027 untuk kondisi statis dan untuk kondisi dinamis sebesar 0,795, 0,881, 0,763, 0,858. Setelah dilakukan penanggulangan menggunakan turap beton dengan dimensi tinggi turap dipermukaan tanah 3 meter, turap tertanam 1,66 meter, dan tebal turap 0,5 meter didapat nilai faktor aman lereng eksisting sebesar 2,381, 2,478, 1,817, 2,732 untuk beban statis dan untuk beban dinamis didapat nilai sebesar 1,976, 2,073, 1,505, dan 2,356. Penanggulangan menggunakan turap beton cukup efektif terhadap meningkatnya nilai faktor aman, sehingga penanggulangan menggunakan turap beton cukup stabil jika diterapkan di lokasi penelitian.

Kata kunci: Stabilitas lereng, Faktor aman, *Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenstern-price*, Turap

¹⁾ Mahasiswa S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
Surel: ucil028@gmail.com

²⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Bojonegoro No 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Bojonegoro No 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

⁴⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Bojonegoro No 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145

1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, banyak orang yang mengimpikan rumah hunian modern dan tidak mengesampingkan keasriannya. Ciputra Group, berupaya membangun perumahan yang diimpikan oleh banyak orang tersebut yang bernama Citraland Bandar Lampung. Citraland terletak di Jl. Raden Imba Kusuma No.789, Sumur Putri, Kec. Tj. Karang Barat, Kota Bandar Lampung.

Dalam perumahan modern, sudah semestinya memiliki sarana dan prasarana yang memadai yaitu salah satunya ialah jalan komplek perumahan. Untuk memudahkan akses dalam perumahan, maka dibangunlah ruas jalan C.10 perumahan Citraland Bandar Lampung sebagai penghubung antar komplek perumahan tersebut. Berdasarkan peta topografi Bandar Lampung, Citraland yang terletak di wilayah perbukitan sehingga kondisi tanah di daerah tersebut memiliki kontur yang curam dan elevasi yang berbeda. Melihat kondisi tanah di daerah tersebut, maka sebelum melakukan pembangunan jalan di area tersebut, perlu dilakukannya investigasi dan analisis keamanan dengan beragam variasi kondisi tanah pada lokasi yang akan dijadikan sebagai jalan penghubung antar komplek perumahan tersebut. Karena ditakutkan beban yang akan diterima pada tanah di lokasi tersebut dapat mengakibatkan terjadinya kelongsoran.

Parameter untuk menentukan faktor keamanan lereng adalah menggunakan program komputasi, dimana hasil perhitungan dari program tersebut dapat digunakan untuk menentukan standar keamanan pada lokasi tersebut dan bisa dijadikan sebagai acuan dalam pengerjaan jalan penghubung antar komplek perumahan tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Menurut (Hardiyatmo, 2002) tanah adalah himpunan material, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*).

2.2 Lereng dan Longsoran

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal. Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang berbeda ketinggian, maka akan ada gaya-gaya yang mendorong sehingga tanah lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor (Tjokorda, dkk, 2010 dalam Chasanah, 2012).

Longsoran adalah pergerakan massa tanah batuan dalam arah tegak, mendatar, atau miring dari kedudukan semula sebagai akibat ketidak mampuan lereng menahan gaya geser yang bekerja pada batas antara massa yang bergerak dan massa yang stabil (Skempton and Hutchinson, 1969 dalam Chasanah, 2012).

2.3 Analisa Stabilitas Lereng

Kestabilan lereng tergantung pada gaya penggerak dan gaya penahan yang bekerja pada bidang gelincir tersebut. Perbandingan antara gaya-gaya penahan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah inilah yang disebut faktor keamanan (*safety factor*).

Tabel 1. Faktor keamanan minimum kemantapan lereng (Direktorat Jenderal Bina Marga 2005)

Resiko	Kondisi Beban	Parameter Kekuatan Geser			
		Maksimum		Sisa	
		Teliti	Kurang Teliti	Teliti	Kurang Teliti
tinggi	gempa	1,50	1,75	1,35	1,50
	Non gempa	1,80	2,00	1,60	1,80
menengah	gempa	1,30	1,60	1,20	1,40
	Non gempa	1,50	1,80	1,35	1,50
rendah	gempa	1,10	1,25	1,00	1,10
	Non gempa	1,25	1,40	1,10	1,20

2.4 Metode Analisa Stabilitas Lereng

Dalam penelitian ini, program komputasi digunakan untuk menganalisa stabilitas lereng. Adapun metode yang digunakan dalam program komputasi ini adalah metode *Fellenius*, *Bishop*, *Janbu*, dan *Morgenstern-price*.

2.4.1 Metode *Fellenius*

Menurut (Hardiyatmo, 2002) analisis stabilitas lereng cara ini menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor.

$$FK = \frac{\text{Jumlah momen dari tahanan geser sepanjang bidang irisan}}{\text{Jumlah momen dari berat massa tanah yang longsor}} \quad (1)$$

2.4.2 Metode *Bishop*

Cara analisis yang dibuat oleh (Bishop, 1955) menggunakan cara elemen. Persyaratan keseimbangan diterapkan pada elemen yang membentuk lereng tersebut. Faktor aman terhadap longsor didefinisikan sebagai perbandingan kekuatan geser maksimum yang dimiliki tanah di bidang longsor ($S_{tersedia}$) dengan tahanan geser yang diperlukan untuk keseimbangan (S_{perlu})

$$FK = \frac{\sum 1/m(c' + (W - \mu 1) \tan(\phi))}{W \sin(\alpha)} \quad (2)$$

2.4.3 Metode *Janbu*

(Janbu, 1973) mengembangkan suatu metode analisis stabilitas lereng yang dapat diterapkan untuk semua bentuk bidang longsor. Besaran-besaran yang akan dicari adalah F (yang berhubungan dengan T , N , E , dan S).

jumlah gaya-gaya tegak lurus maupun tangensial terhadap bidang irisan adalah nol.

$$S = \lambda f(x)E \quad (3)$$

dimana $f(x)$ adalah suatu fungsi dari x , dan λ = konstanta. $f(x)$ dimisalkan linier dengan menentukan suatu angka tertentu dapat ditentukan harga λ yang memenuhi persamaan-persamaan tersebut.

2.4.4 Metode *Morgenstern-price*

Menurut (Hardiyatmo, 2002) metode ini merupakan hasil dari kesetimbangan setiap gaya-gaya normal dan momen yang bekerja pada tiap irisan dari bidang kelongsoran lereng tersebut. Dalam metode ini, dilakukan asumsi penyederhanaan untuk menunjukkan hubungan antara gaya geser di sekitar irisan (X) dan gaya normal di sekitar irisan (E) dengan persamaan:

$$X = \lambda f(x)E \quad (4)$$

Dimana $f(x)$ adalah asumsi dari sebuah nilai suatu fungsi dan λ adalah suatu faktor pengali yang nilainya akan diasumsikan dalam perhitungan. Dalam metode ini, analisa faktor keamanan dilakukan dengan dua prinsip, yaitu kesetimbangan momen (F_m) dan kesetimbangan gaya (F_f).

$$F_m = \frac{\sum [cl + (p - ul) \tan \phi]}{\sum W \sin \alpha} \quad (5)$$

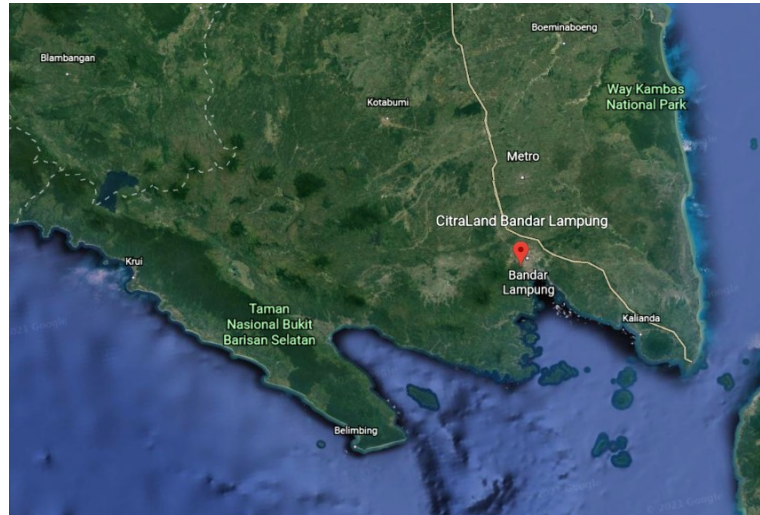
$$F_f = \frac{\sum [cl + (p - ul) \tan \phi] \cos \alpha}{\sum P \sin \alpha} \quad (6)$$

2.5 Stabilisasi Tanah dengan Turap Beton

Konstruksi turap beton banyak digunakan dalam penanggulangan longsor. Hal tersebut dikarenakan dengan menggunakan bahan beton dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama dan tahan terhadap korosi. Selain itu, beton memiliki harga yang relatif lebih murah dari pada menggunakan turap dengan bahan baja.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Blok C.10 perumahan Citraland yang beralamat di Jl. Raden Imba Kusuma No.789, Sumur Putri, Kec. Tj. Karang Barat, Kota Bandar Lampung. Dengan lintang $5^{\circ}25'47''\text{S}$ dan bujur $105^{\circ}14'17''\text{E}$.

3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini digunakan data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan berupa ketinggian lereng dan sudut kemiringan. Sedangkan, data sekunder yang digunakan berupa data hasil uji tanah yang telah dilakukan sebelumnya.

3.3 Tahapan Analisis Stabilitas Lereng

3.3.1 Potongan Melintang Lereng

Langkah pertama analisis stabilitas lereng pada penelitian ini adalah dengan menentukan potongan melintang lereng yang akan dibuat simulasinya. Pada penelitian ini, kemiringan lereng yang digunakan antara sudut sampai ketinggian dibuat sedemikian agar menghindari kelongsoran yang diakibatkan oleh kemiringan lereng dan mendapatkan suatu bentuk lereng yang ideal

3.3.2 Penentuan Kondisi Analisis

Langkah selanjutnya ialah menentukan kondisi tanah yang akan dianalisis dengan kondisi tanah jenuh dan tidak jenuh. Karena pada saat penggambaran lereng disesuaikan dengan tinggi muka air tanah. Pada

analisis stabilitas lereng kondisi jenuh ialah kondisi dimana tinggi muka air tanah terletak pada tinggi maksimum lereng. Sedangkan pada analisis stabilitas lereng kondisi tidak jenuh ialah kondisi dimana tinggi muka air tanah berada di dasar lereng.

3.3.3 Menganalisis Stabilitas Lereng dengan Program Komputasi

Setelah mengumpulkan dan mendapatkan hasil index properties tanah, serta membuat simulasi dan bentuk potongan melintang lereng, langkah selanjutnya ialah menginput data-data yang sudah didapatkan pada program komputasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Uji Laboratorium

Hasil uji laboratorium terhadap 2 titik pengambilan sampel tanah pada area tanah timbunan menghasilkan parameter index properties tanah. Uji distribusi ukuran butiran memberikan informasi persentase butiran kasar (tertahan saringan No.200) dan butiran halus (lolos saringan No.200). Untuk butiran halus, batas-batas *Atterberg* memberikan informasi batas cair, batas plastis dan batas susut tanah. Secara umum tanah di lokasi ini diklasifikasikan sebagai CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (*flat clays*) dan CL yang artinya ialah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (*lean clays*) berdasarkan klasifikasi USCS (Hardiyatmo, 2002). Rangkuman hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji laboratorium sampel tanah

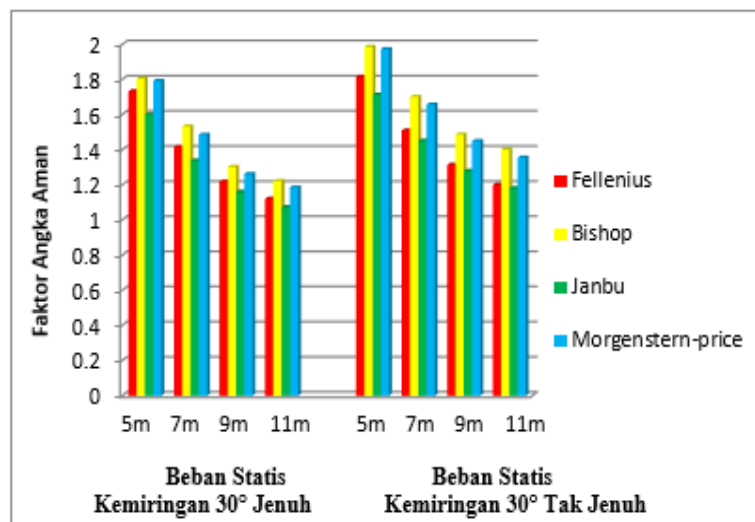
No.	Deskripsi	Data Uji	
		Borehole 1	Borehole 2
1.	Kadar Air (%)	25,55	21,35
2.	Massa Jenis (gr/cm^3)	1,568	1,654
3.	<i>Specific Gravity</i> (GS)	2,624	2,662
4.	Lolos Saringan No.200 (%)	73,56	79,36
Batas <i>Atterberg</i>			
5.	Batas Cair (LL) (%)	52,47	37,70
	Batas Plastis (PL) (%)	35,41	21,25
	Indeks Plastisitas (PI) (%)	17,06	16,45
Uji Kuat Geser			
6.	Kohesi (c) (kg/cm^2)	0,080	0,117
	Sudut Geser Internal (ϕ) ($^\circ$)	22,0	25,8

4.2 Analisis dengan Menggunakan Program Komputasi

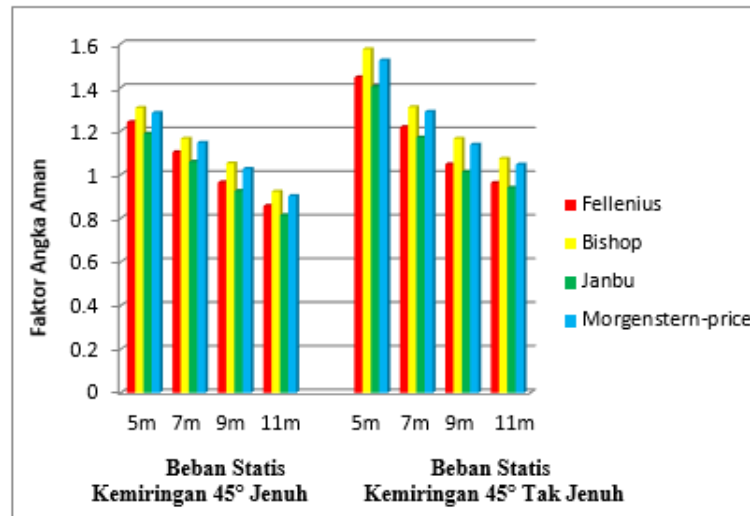
Dalam menganalisis dengan program komputasi, data yang dimasukan adalah data eksisting serta berbagai macam kondisi elevasi dan sudut kemiringan lereng. Adapun ketinggian lereng yang digunakan adalah 5 meter, 7 meter, 9 meter, dan 11 meter. Sedangkan sudut kemiringan yang digunakan ialah 30° dan 45° dengan kondisi tanah jenuh dan tidak jenuh. Beban-bekan yang digunakan pada penelitian ini ialah beban statis dan dinamis.

4.2.1 Beban Statis

Beban statis adalah beban yang bekerja secara terus menerus pada suatu struktur. Beban statis juga diasumsikan sebagai beban yang mempunyai variabel besaran yang bersifat tetap.



Gambar 2. grafik nilai faktor aman lereng akibat beban statis kemiringan 30° dengan muka air tanah jenuh dan tak jenuh



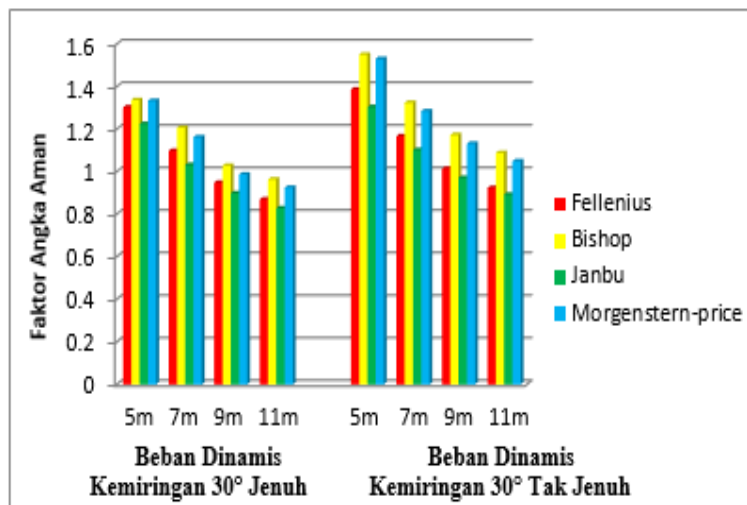
Gambar 3. Grafik nilai faktor aman lereng akibat beban statis kemiringan 45° dengan muka air tanah jenuh dan tak jenuh

Berdasarkan Gambar 2 dan 3, didapatkan nilai faktor aman terendah sebesar 0,814 dengan ketinggian lereng 11 meter dan kondisi muka air tanah jenuh. Berdasarkan Tabel 1 tentang faktor minimum kemantapan lereng untuk kondisi beban non gempa atau statis, lereng dinyatakan stabil apabila memiliki nilai faktor keamanan $> 1,80$. sehingga, lereng pada penelitian ini yang memiliki nilai faktor keamanan $> 1,80$ ialah lereng dengan ketinggian 5 meter dengan sudut kemiringan lereng 30 derajat dan dengan kondisi muka air tanah tidak jenuh pada metode *Fellenius*, *Bishop*, dan *Morgenstern-price*. Nilai faktor aman paling tinggi didapatkan pada metode *Bishop*, hal itu dikarenakan nilai faktor keamanan pada metode *Bishop* didapatkan berdasarkan perbandingan antara kekuatan geser tanah dengan tahanan geser yang diperlukan untuk keseimbangan. Selain itu, adapun hal – hal yang dapat mempengaruhi nilai faktor aman lereng yaitu ketinggian lereng, kondisi muka air tanah, dan sudut kemiringan lereng.

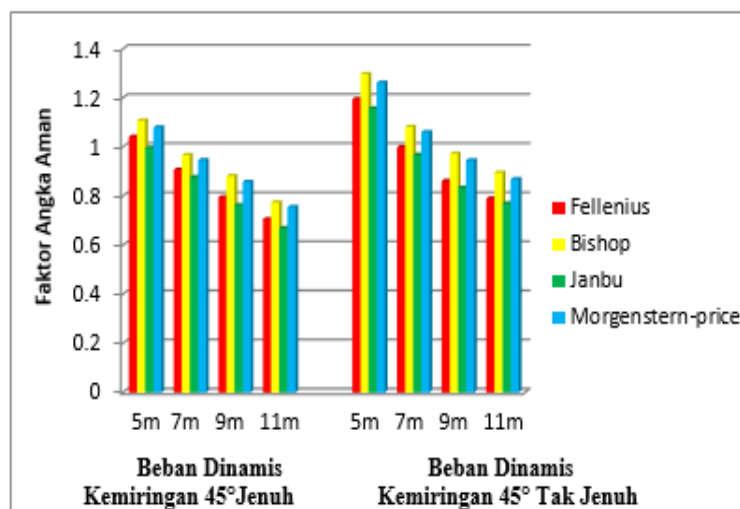
4.2.2 Beban Dinamis

Beban dinamis adalah beban yang bekerja secara tiba – tiba pada struktur. Pada umumnya, beban ini tidak bersifat tetap serta mempunyai karakteristik besaran dan arah yang berubah dengan cepat. Beban dinamis yang digunakan ialah beban akibat gempa. Faktor gempa dapat dihitung dengan menggunakan peta zona seismik.

Koefisien seismik merupakan perbandingan antara gaya seismik dan gaya gravitasi. Koefisien seismik yang digunakan adalah yang direkomendasikan oleh (Melo, C. dan Sharma, S., 2004) dengan nilai faktor aman (SF) > 1 adalah $\frac{1}{2}$ s.d. $\frac{1}{3}$ dari PGA (Syah, Dani and Erfani, 2020).



Gambar 4. Grafik nilai faktor aman lereng akibat beban dinamis kemiringan 30° dengan muka air tanah jenuh dan tak jenuh



Gambar 5. Grafik nilai faktor aman lereng akibat beban dinamis kemiringan 45° dengan muka air tanah jenuh dan tak jenuh

Berdasarkan hasil analisis nilai faktor aman lereng yang telah dilakukan akibat beban dinamis dengan menggunakan program komputasi, didapatkan nilai faktor aman terendah sebesar 0,670 dengan ketinggian lereng 11 meter serta dengan sudut kemiringan 45° dengan kondisi muka air tanah jenuh. Berdasarkan Tabel 1 tentang faktor minimum kemantapan lereng untuk kondisi beban gempa atau dinamis, lereng dinyatakan stabil apabila memiliki nilai faktor keamanan $> 1,50$. Pada kondisi eksisting, lereng dianggap tidak stabil karena memiliki nilai faktor aman $< 1,50$. Sehingga perlu dilakukannya penanggulungan supaya lereng menjadi stabil dan tidak terjadi longsor. Nilai faktor aman terendah terdapat pada metode *Janbu*, hal itu dikarenakan prinsip analisis metode *Janbu* yaitu jumlah gaya yang tegak lurus maupun tangensial terhadap bidang dasar irisan adalah nol. Adapun dengan penambahan beban gempa pada lereng berpengaruh terhadap nilai faktor keamanan suatu lereng.

Selain hal itu, hal-hal yang mempengaruhi nilai faktor keamanan lereng adalah ketinggian lereng, sudut kemiringan lereng, dan kondisi muka air tanah pada lereng.

4.3 Penanggulangan Kestabilan Lereng Menggunakan Turap Beton

Berdasarkan hasil perhitungan penanggulangan lereng menggunakan turap beton, didapatkan dimensi turap yang muncul ke permukaan setinggi 3 meter, turap tertanam sedalam 1,70 meter dan ketebalan turap 0,2 meter. Struktur turap beton yang telah direncanakan dapat digunakan untuk menanggulangi lereng yang tidak stabil karena telah memenuhi *safety factor* yang telah ditentukan yaitu *safety factor* > 1,80 (statis) dan *safety factor* > 1,50 (dinamis). Hasil analisis penanggulangan lereng menggunakan turap beton dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis penanggulangan lereng menggunakan turap beton

Lereng	Beban	<i>Fellenius</i>	<i>Bishop</i>	<i>Janbu</i>	<i>Morgenstern-price</i>
Eksisting (9 m)	Statis	2,381	2,478	1,817	2,732
	Dinamis	1,976	2,073	1,505	2,356

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Nawawi, 2021) yang telah melakukan analisis stabilitas lereng di ruas jalan Kecamatan Batu Ketulis, Kabupaten Lampung Barat dengan menggunakan penanganan bronjong didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil analisis program komputasi dengan menggunakan bronjong

Tinggi (m)	Sudut (°)	<i>Fellenius</i>	<i>Bishop</i>
20	30	2,462	2,12
20	35	2,303	2,006
20	40	2,223	1,95

Berdasarkan Tabel 4, analisis penanganan longsor menggunakan bronjong didapatkan hasil nilai faktor keamanan yang stabil dengan hasil terbesar 2,462 dengan dengan metode *Fellenius*. Penggunaan bronjong berpengaruh terhadap meningkatnya faktor aman sehingga penanganan longsor menggunakan bronjong cukup stabil jika diterapkan di lokasi penelitian (Nawawi, 2021).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng pada ruas jalan c.10 perumahan Citraland Bandar Lampung menggunakan program komputasi, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk analisis menggunakan program komputasi akibat beban statis dan dinamis dengan kondisi muka air tanah jenuh dan tidak jenuh, didapatkan berbagai macam nilai faktor keamanan. Berdasarkan peraturan Bina Marga tentang penanganan lereng jalan bahwa lereng dinyatakan stabil apabila memiliki $SF > 1,80$ untuk beban statis dan $SF > 1,50$ untuk beban dinamis. Pada penanggulangan longsor, analisis dilakukan pada lereng eksisting dan non eksisting yang memiliki nilai faktor keamanan paling rendah. Untuk nilai faktor keamanan paling rendah terdapat pada lereng dengan ketinggian 11 m dengan sudut kemiringan 45° dan kondisi muka air tanah jenuh yaitu didapatkan hasil sebesar 0,814 untuk beban statis dan 0,670 untuk beban dinamis.
2. Pada penelitian ini, penanggulangan yang dilakukan adalah dengan menggunakan turap beton. Digunakan turap beton karena beton dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama, tahan terhadap korosi, harga relatif murah, dan juga dapat digunakan pada tanah yang lunak. Selain itu, turap beton memiliki nilai estetika yang lebih dari pada bila menggunakan turap baja atau pun bronjong karena kegunaannya yang akan dipakai di daerah perumahan.
3. Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng setelah diberi penanggulangan turap beton dengan dimensi tinggi tiang dipermukaan tanah 3 m, tiang tertanam 1,70 meter, dan ketebalan tiang 0,2 meter, didapatkan hasil nilai faktor keamanan pada lereng eksisting $SF > 1,80$ untuk beban statis dan $SF > 1,50$ untuk beban dinamis. Sehingga, pada lereng eksisting dapat dinyatakan lereng stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, A., 1955. The use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes, 5 (1), 7–17.
- Chasanah, U., 2012. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Geoslope. Universitas Sebelas Maret.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2005. *Penanganan Lereng Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hardiyatmo, H.C., 2002a. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C., 2002b. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Janbu, 1973. Slope Stability Computations, Embankment-Dam Engineering: Casagrande Volume, John Wiley & Sons, Inc., New York, 47–86.
- Nawawi, M.L.A., 2021. Studi Kasus Pada Ruas Jalan Kecamatan Batu Ketulis Lampung Barat dengan Menggunakan Analisis Komputasi dan Metode Penanganannya, 9 (2), 1–14.

Syah, A., Dani, I., and Erfani, S., 2020. Kombinasi Metode Kontrol dan Perkuatan untuk Penanganan Longsor (Studi Kasus : Longsor Waikerap , Tanggamus , Lampung), 4 (2), 180–191.