

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN SOIL NAILING DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM GEOSLOPE

(Studi Kasus: Dusun Gemawang, Desa Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta)

Bayu Prasetyo Utomo¹, Hanindya Kusuma Artati²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: bayuprasetyoutomo345@gmail.com

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 045110407@staf.uui.ac.id

Abstract: Slope stability analysis is carried out to find out safety of a slope. Improvement of the stability of slope can be done in several ways, one of which is using soil nailing. This research is theoretical and is modeled using the geoslope program. Analysis using the geoslope program will be compared with manual calculations using the method of fellenius and bishop on slope without reinforcement. As for the slope with reinforcement of soil nailing, the analysis carried out using the manual wedge method will be compared with the geoslope program. The results obtained in this study are the manual calculation of the fellenius method obtained $SF = 0,9292 < 1,3$ (unsafe) and the bishop method obtained $SF = 1,125 < 1,3$ (unsafe). While the analysis of the fellenius method geoslope program obtained $SF = 0,933 < 1,3$ (unsafe) and the bishop method obtained $SF = 1,125$ (unsafe). For the calculation of the soil nailing wedge method, at the nail 10° , $SF = 1,5391 > 1,3$ (safe) and the geoslope program obtained SF without earthquake load = $2,294 > 1,3$ (safe) and SF with earthquake load $1,278 > 1,1$ (safe). At the nail 20° , $SF = 1,5977 > 1,3$ (safe) and the geoslope program obtained SF without earthquake load = $2,944 > 1,3$ (safe) and SF with earthquake load = $1,503 > 1,3$ (safe). At the nail 30° , $SF = 1,6051 > 1,3$ (safe) and for the geoslope program, SF without earthquake load = $3,253 > 1,3$ (safe) and SF with earthquake load = $1,653 > 1,3$ (safe). From the results of the analysis it was found that the difference in the SF values between the wedge method and geoslope program was due to the wedge method using planar and geoslope landslide fields using a circle landslide slip plane.

Keywords: analysis of slope stability, slope reinforcement, soil nailing, fellenius, simplified bishop.

1. PENDAHULUAN

Lereng adalah suatu permukaan yang menghubungkan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah, dan stabilitas lereng erat kaitannya dengan longsor atau gerakan tanah yang merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah.

Stabilitas tanah pada lereng dapat terganggu akibat pengaruh dari beberapa hal, seperti alam, iklim maupun aktivitas manusia. Gangguan itu bisa menyebabkan longsor yang terjadi akibat ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada lereng atau gaya di daerah lereng lebih besar daripada gaya penahan yang ada di lereng tersebut.

Sungai Code adalah salah satu sungai yang melintasi Kota Yogyakarta. Sungai Code

berasal dari aliran Gunung Merapi, akibatnya sungai ini seringkali mengalami banjir lahar pada saat musim hujan yang diakibatkan oleh gugur atau hanyutnya lahar dingin yang mengendap di kubah Gunung Merapi. Dalam mengantisipasi bencana longsor akibat datangnya banjir lahar, pemerintah kota telah membuat talud di sepanjang pinggiran Sungai Code yang ada di wilayah Kota Yogyakarta. Pada bulan Oktober 2010, telah terjadi erupsi Gunung Merapi. Dan salah satu daerah yang terkena imbas dari erupsi adalah daerah di bantaran Sungai Code seperti di Dusun Gemawang, Desa Sindudadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta. Beberapa rumah di bantaran Sungai Code mengalami kelongsoran akibat runtuhnya talud yang terdapat di daerah tersebut karena banjir lahar dingin.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian dilakukan oleh Prasasti dkk (2014) dengan judul Pengaruh Variasi Panjang Lapisan dan Jarak Vertikal Antar Geotekstil Terhadap Daya Dukung Pondasi Menerus Pada Pemodelan Lereng Pasir Kepadatan 74%. Hasil penelitian ini adalah semakin panjang lapisan dan rapat jarak vertikal geotekstil, maka daya dukung yang mampu ditahan semakin bertambah.

Penelitian yang dilakukan oleh Akmal (2016) adalah Analisis Stabilitas Lereng di Desa Sukamakmur, Kabupaten Bogor, Menggunakan Metode Fellenius Melalui Aplikasi Geostudio Slope/W. Hasil penelitian ini adalah Perhitungan menggunakan metode *Fellenius* melalui *Geostudio Slope/W* 2004 didapatkan nilai SF = 1,334. Perkuatan lereng digunakan bronjong dengan tinggi 8 m dan lebar 5 m dan teras dengan tinggi 3 m dan lebar 3 m.

Penelitian dilakukan oleh Saputra (2016) dengan judul Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Dinding Penahan Kantilever dan Geotekstil pada Ruas Jalan Lintas Liwa-Simpang Gunung Kemala km. 268 + 550. Dari hasil analisis stabilitas lereng yang telah diperkuat dengan kombinasi dinding penahan kantilever,

geotekstil menggunakan *Slope/W* Diperoleh nilai angka keamanan yang lebih besar dibandingkan dengan hanya diperkuat dengan dinding penahan kantilever saja sehingga desain perkuatan tersebut aman dan mampu menahan kelongsoran.

Penelitian dilakukan oleh Famungkas dkk (2016) dengan judul Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Software Geoslope. Hasil dari penelitian ini adalah Didapatkan angka keamanan hanya 0,660 sehingga terjadilah longsor. Dilakukanlah desain ulang lereng tersebut menggunakan perkuatan *Geotekstil* dengan jumlah 5 lapis, kapasitas Tarik 400 kN/m², kohesi 0 kN/m² dan sudut geser terhadap tanah 38°, jarak vertical 1 m. dengan analisa menggunakan *Slope/W* diperoleh angka keamanan baru sebesar 1,893. Anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perbaikan tersebut adalah Rp. 1.287.439,- (satu milyar dua ratus delapan puluh tujuh juta empat ratus tiga puluh sembilan Ribu rupiah).

Penelitian yang dilakukan Sagita (2017) dengan judul Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Bronjong Menggunakan Metode Bishop yang Disederhanakan mendapatkan hasil Lereng dengan kemiringan 60° dan ketinggian 14 m memiliki SF = 1,17. Lereng dengan bronjong variasi II dengan nilai SF = 1,47 merupakan variasi yang tepat digunakan pada lereng tersebut.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

Tanah terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan kandungan organik yang merupakan hasil pelapukan batuan. Baik secara fisik maupun kimiawi. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel mungkin berbelut bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk lainnya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi akibat pengaruh oksigen,

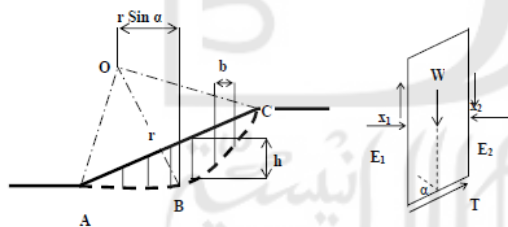
karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses tersebut disebut tanah residual (*residual oil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (*transported oil*).

3.2 Metode Irisan

3.2.1 Metode Irisan Biasa (*Fellenius*)

Metode *fellenius* (*ordinary method of slice*) diperkenalkan pertama kali oleh Fellenius yang menyatakan gaya memiliki sudut kemiringan parallel dengan dasar irisan, faktor keamanan dihitung dengan keseimbangan momen. Analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metode Fellenius menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor.

Fellenius mengemukakan metodenya dengan menyatakan asumsi bahwa keruntuhan terjadi melalui rotasi dari suatu blok tanah pada permukaan longsor berbentuk lingkaran (sirkuler) dengan titik O sebagai pusat rotasi. Metode ini juga menganggap bahwa gaya normal P bekerja di tengah-tengah irisan. Gaya-gaya yang bekerja pada irisan dengan menggunakan metode Fellenius dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 1 Metode Irisan Biasa

(sumber: Hardiyatmo, 2008)

$$SF = ((c L + \tan \theta W \cos \alpha) / (W \sin \alpha)) \quad (1)$$

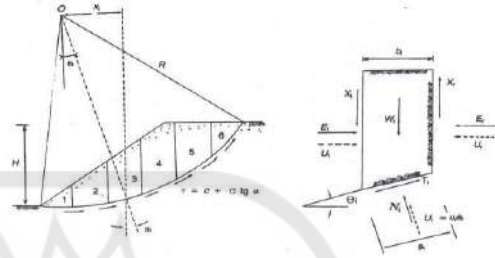
dengan:

SF = factor aman, c = kohesi tanah (kN/m²), L = panjang irisan (m), θ = sudut gesek dalam ($^{\circ}$), α_i = panjang irisan ke-I (m), W_i = berat massa tanah irisan ke-I (kN)

3.2.2 Metode Bishop yang Disederhanakan

Metode Bishop yang disederhanakan menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja

pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan = 0 pada arah vertical.



Gambar 2 Metode Irisan Bishop

(sumber: Hardiyatmo, 2008)

$$SF = ((c \Delta x + W \tan \theta) / m) / W \sin \theta \quad (2)$$

dengan:

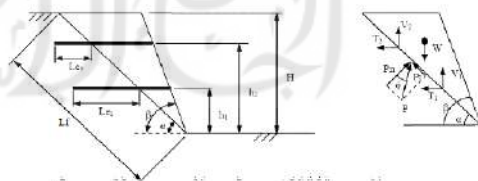
c = kohesi tanah (kN/m²), θ = sudut gesek dalam ($^{\circ}$), α = sudut irisan dengan bidang longsor ($^{\circ}$), W = berat irisan tanah (kN), Q = beban merata (kN/m²) dan Δx = panjang irisan (m).

3.4 Soil Nailing

Soil Nailing merupakan salah satu jenis perkuatan lereng dengan memasang potongan-potongan baja (*nails*) ke dalam tanah. Proses ini menghasilkan sebuah bagian perkuatan yang stabil dan bisa menahan tanah di belakangnya (Lazarte, 2003). Perkuatan yang bekerja bersifat pasif dan kinerja perkuatannya berkembang melalui interaksi antara tanah dan *nails* dalam deformasi tanah selama proses instruksinya.

3.4.1 Analisis Stabilitas Lereng Eksternal

1. Faktor aman terhadap keruntuhan global lereng (*global stability failure*)



Gambar 3 Gaya yang Bekerja Metode Baji

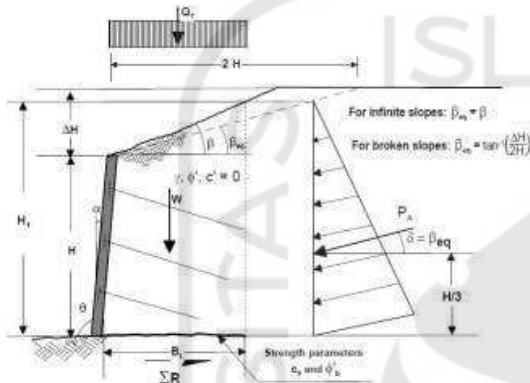
(Sumber: Kumalasari, 2012)

$$SF = ((c L_f + W \cos \alpha \tan \alpha + (\sum T_i \sin (\alpha + i) - \sum V_i \cos (\alpha + i) \tan \theta) / (W \sin \alpha - \sum T_i \cos (\alpha + i) - \sum V_i \cos (\alpha + i)) \quad (3)$$

dimana:

W = berat irisan tanah ke-n (kN/m), Q = beban mati di atas lereng (kN/m), L_f = panjang lengkung (m), L_c = panjang *nail bar* (m), β = kemiringan lereng ($^\circ$), I = kemiringan sudut *nail* ($^\circ$), $\sum T_i$ = daya dukung gaya tarik (kN/m), $\sum V_i$ = daya dukung gaya geser (kN/m).

2. Faktor aman terhadap gaya geser



Gambar 4 Stabilitas Terhadap Penggulingan

(Sumber: Kumalasari, 2012)

$$FS = \frac{(cb BL + (W + Q + Pa \sin \theta) \tan \theta)}{(Pa \cos \theta)} \quad (4)$$

Dimana:

FS = faktor aman, cb = kohesi tanah (kN/m^2), BL = lebar struktur (m), W = berat irisan tanah (kN/m), Q = beban mati di atas lereng (kN/m), θ = sudut gesek dalam tanah ($^\circ$), H = tinggi dinding tanah (m), γ = berat isi tanah (kN/m)

3.4.2 Analisis Stabilitas Lereng Internal

1. Faktor aman terhadap putus tulangan

$$F_r = \frac{(0,25 \pi d^2 f_y) / 1000}{(\sigma_h S_v S_h)} \quad (5)$$

Dimana:

S_v = jarak tulangan arah vertical (m), S_h = jarak tulangan arah horizontal (m), F_y = daya dukung Tarik baja (MPa), D = diameter tulangan (mm), σ_h = tekanan horizontal tanah (kN/m^2), z = kedalaman yang ditinjau (m), K_a = koefisien tekanan tanah lateral.

2. Faktor aman terhadap cabut tulangan

$$F_p = \frac{(\pi q_u D d h L_p)}{(\sigma_h S_v S_h)} \quad (6)$$

Dimana:

q_u = ultimate bond strength (kN/m^2), L_p = panjang tulangan di zona pasif (m), $D d h$ = diameter lubang bor (m).

3.5 Program Geoslope

Geostudio adalah sebuah paket aplikasi untuk pemodelan geoteknik dan geo lingkungan. *Software* ini melingkupi *slope/w*, *seep/w*, *sigma/w*, *quake/w*, *temp/w* dan *ctran/w*. aplikasi ini bersifat terintegrasi sehingga memungkinkan untuk menggunakan hasil dari satu produk ke dalam produk yang lain. Pada penelitian ini digunakan *software* dengan kategori *slope/w* karena sesuai dengan kebutuhan penelitian. *Slope/w* merupakan produk perangkat lunak untuk membuat pemodelan lereng, menghitung factor keamanan tanah dan kemiringan batuan. Hasil analisis adalah menampilkan grafi seluruh bidang longsor yang berbentuk lingkaran dengan seluruh bidang longsor potensial hingga yang paling kritis.

4. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang terlebih dahulu harus dilewati untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Studi literature, yaitu tahapan mempelajari dan mencari literature atau referensi yang berkaitan dengan penelitian ini.
2. Pengumpulan data, yaitu tahapan yang dilakukan untuk mendukung analisis pada penelitian ini berupa data primer ataupun data sekunder.
3. Pengujian tanah di laboratorium, bertujuan untuk mendapatkan data tanah lereng.
4. Pemodelan lereng dengan program *geoslope* dan autocad.
5. Analisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode manual (*fellenius* dan Bishop) pada lereng tanpa perkuatan.
6. Analisis kestabilan lereng dengan program *geoslope* pada lereng tanpa perkuatan.

7. Analisis kestabilan lereng dengan perkuatan *soil nailing* menggunakan metode manual baji (*wedge*) dan program *geoslope*.
8. Hasil analisis metode manual dan *geoslope*.
9. Simpulan dan saran.

5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Penelitian

Pada penelitian diperlukan data yang digunakan untuk melakukan analisis stabilitas lereng, adapun data yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada table 1 berikut ini.

Tabel 1 Data Parameter Tanah

Lapisan Tanah (dari atas)	Properti Tanah			Parameter Geser	
	Model Tanah	Material Type	Berat Volume Isi Tanah (γ) (kN/m^3)	c (kN/m^2)	ϕ (derajat)
Lapis 1 (0 – 10) m	Mohr Coulomb	Undrained	16,4671	0,175	35
Lapis 2 (10 – 18) m	Mohr Coulomb	Undrained	16,5954	0,275	31

2. Data Beban Bangunan di Atas Lereng

Beban yang terdapat di atas lereng adalah rumah tinggal 1 lantai seperti terdapat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Beban Bangunan Rumah 1 Lantai

No.	Volume (m^3)	Berat Jenis (kN/m^3)	Berat (kN)	
1.	Fondasi	11,2000	22,00	246,4000
2.	Sloof	1,2000	23,5440	28,2528
3.	Pelat Lantai	9,0000	23,5440	211,8960
4.	Kolom	2,8800	23,5440	67,8067
5.	Dinding	11,2860	17,1680	193,7580
6.	Balok	1,9200	23,5440	45,2045
7.	Pelat Atap	9,0000	23,5440	211,8960
Total			1005,2140	
Berat bangunan per m^3			21,6240	

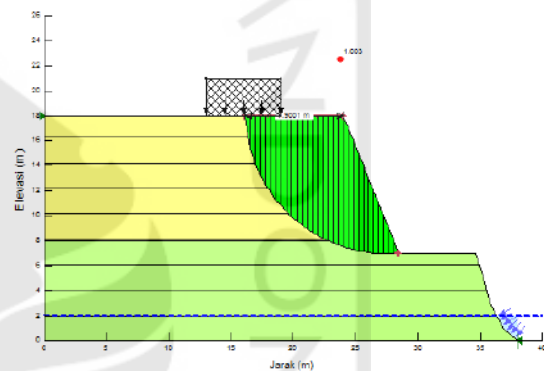
Berat bangunan akibat berat sendiri per m^2 adalah = berat / (B x L) = 1005,2140 / (6 x 10) = 16,7536 m^2 . Karena bangunan rumah 1 lantai, beban hidup berdasar SNI adalah 200 kg/m^2 atau 1,9613 kN/m^2 .

Agar perkuatan lebih aman, maka digunakan combo beban yaitu 1 Qd + 1 Ql sehingga total berat bangunan menjadi = (1 x 16,7536) + (1 x 1,9613) = 18,7149 kN/m^2 .

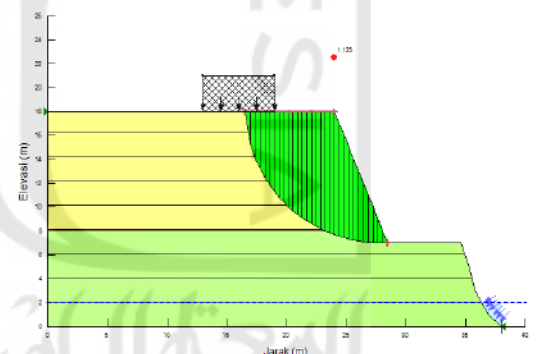
5.2 Analisis Lereng Tanpa Perkuatan

5.2.1 Metode *Fellenius* dan Bishop dalam program *Geoslope*

Pada Gambar 5 dan 6 adalah hasil analisis tanpa perkuatan dengan metode *fellenius* dan Bishop menggunakan program *geoslope*.



Gambar 5 Output Analisis Metode *fellenius*



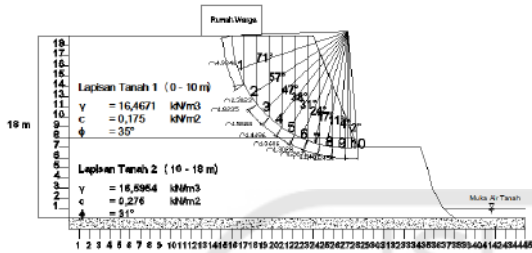
Gambar 6 Output Analisis Metode Bishop

Berdasarkan hasil analisis pada *geoslope* tanpa perkuatan metode *fellenius* didapatkan SF sebesar 1,003 dan Bishop didapatkan SF sebesar 1,196. Karena nilai SF < 1,3 maka lereng berada dalam kondisi tidak aman dan harus dilakukan perkuatan.

5.2.2 Metode *Fellenius* dan Bishop Secara Perhitungan Manual

Ilustrasi untuk gambar perhitungan manual pada lereng tanpa perkuatan dengan metode

fellenius dan Bishop dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8 berikut ini.



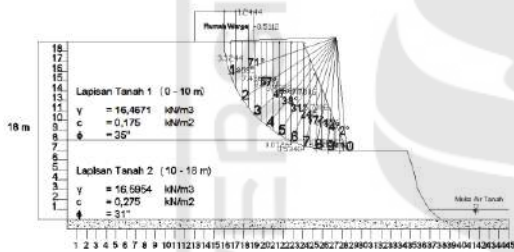
Gambar 7 Lereng tanpa perkuatan manual metode *fellenius*

Nilai SF yang didapat adalah.

$$SF = ((c L + \tan \theta W \cos a) / (W \sin a))$$

$$= ((0,175 \cdot 18,5736 + 0,6494 \cdot 1184,0596) / (708,5632))$$

$$= 1,0898$$



Gambar 8 Lereng tanpa perkuatan manual metode Bishop

$$SF_2 = ((F / (W \text{ total } \sin \theta))$$

$$= (699,9255 / 585,0255)$$

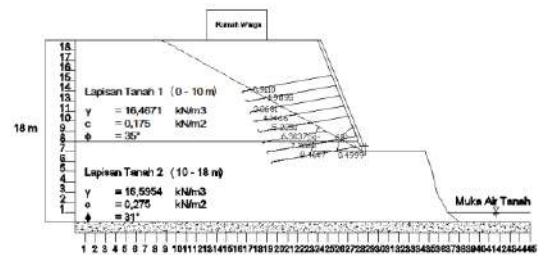
$$= 1,1964$$

Nilai angka keamanan yang diperoleh dari hasil analisis lereng alami tanpa perkuatan manual metode *fellenius* dan Bishop adalah sebesar 1,0898 dan 1,1964, dimana nilai SF ini tidak dipengaruhi beban gempa.

Tabel 3 Rekapitulasi nilai SF Lereng Alami

Metode	Manual		Geoslope	
	<i>Fellenius</i> tanpa beban gempa	Bishop tanpa beban gempa	<i>Fellenius</i> tanpa beban gempa	Bishop tanpa beban gempa
Safety Factor	1,0898	1,1964	1,003	1,196

5.3 Analisis Lereng Dengan Metode Baji dengan Perkuatan *Soil Nailing* Sudut Pemasangan *Nail* 10°



Gambar 9 Pemasangan *Nail* Sudut 10°

FS = factor keamanan untuk perhitungan pertama diasumsikan = 1,5410, kemudian dicoba dengan *trial and error* sampai nilai *safety factor* yang di asumsikan dengan hasil hitungan sama.

$$F_{max} = 100 \text{ kN/m}^2$$

$$T1 = ((\pi D L e f_{max}) / SF)$$

$$T1 = ((\pi \cdot 0,043 \cdot 0,9110 \cdot 100) / 1,5410)$$

$$= 7,9888 \text{ kN} < T_{max} \text{ (Aman)}$$

Tabel 4 Perhitungan Manual L_e , T dan V

No. <i>Nail</i>	h_i (m)	l_e (m)	T (kN)	V (kN)
1	7,50	0,9110	7,9888	2,2000
2	6,50	1,9895	17,4464	2,2000
3	5,50	3,0681	26,9049	2,2000
4	4,50	4,1466	36,3626	2,2000
5	3,50	5,2251	45,8202	2,2000
6	2,50	6,3037	55,2787	2,2000
7	1,50	7,3822	64,7363	2,2000
8	0,50	8,4607	74,1940	2,2000
Total			328,7319	17,6003

$$FS = ((c L_f + W \cos \alpha \tan \alpha + (\sum T_i \sin (\alpha + i) - \sum V_i \cos (\alpha + i) \tan \theta) / (W \sin \alpha - \sum T_i \cos (\alpha + i) - \sum V_i \cos (\alpha + i))$$

$$= ((0,175 \cdot 22,6810 + 2186,6515 \cos 29 \tan 29 + (328,7319 \sin (29 + 10) - 17,6003 \cos (29 + 10) \tan 35) / (2186,6515 \sin 29 - 328,7319 \cos (29 + 10) - 17,6003 \cos (29 + 10))$$

$$= 1,5411 > 1,3 \text{ maka Aman}$$

Nilai faktor keamanan yang didapatkan adalah sebesar 1,5411, karena nilai yang didapatkan sesuai asumsi awal maka asumsi dianggap benar. Nilai SF sebesar 1,5411

lebih besar daripada 1,3 sehingga dianggap aman.

5.3.1 Analisis Stabilitas Terhadap Gaya Geser

$$FS = \frac{((cb BL + (W + Q + Pa \sin \theta) \tan \theta) / (Pa \cos \theta))}{(0,175 \cdot 10,0696 + (1066,4594 + 18,7149 + 867,8911 \sin 35) \tan 35) / (867,8911 \cos 35)}$$

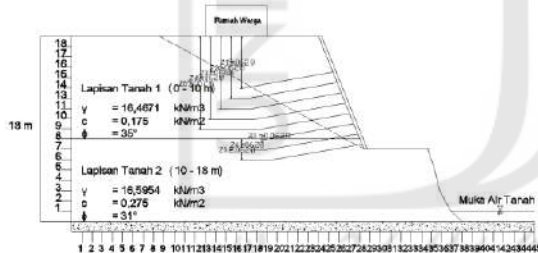
$$= 1,6330 > 1,3 \text{ maka Aman.}$$

Analisis lereng perkuatan menggunakan metode baji (*wedge*) menghasilkan nilai SF terhadap gaya geser sebesar 1,6330 > 1,3 (aman).

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Stabilitas Eksternal

Sudut Nail	SF Terhadap Keruntuhan Global	SF Terhadap Geser
10	1,5411	1,6330
20	1,5988	1,6289
30	1,6072	1,6289

5.3.2 Analisis Stabilitas Terhadap Putus dan Cabut Tulangan



Gambar 10 Putus dan Cabut Tulangan

Tabel 6 Hasil Perhitungan Stabilitas Internal pada Lereng Kemiringan 10°

Nail	oh (kN/m ²)	Fr	Fp	Keterangan
1	27,4955	22,1916	1,8744	Aman
2	31,9621	19,0904	3,5213	Aman
3	36,4288	16,7497	4,7646	Aman
4	40,8954	14,9203	5,7361	Aman
5	45,3620	13,4511	6,5163	Aman
6	58,7666	10,3829	6,0682	Aman
7	64,0839	9,5214	6,5168	Aman
8	69,4012	8,7919	6,8966	Aman

Tabel 7 Hasil Perhitungan Stabilitas Internal pada Lereng Kemiringan 20°

Nail	oh (kN/m ²)	Fr	Fp	Keterangan
1	36,2406	16,8366	3,5200	Aman
2	40,7073	14,9892	4,3837	Aman
3	45,1739	13,5071	5,0765	Aman
4	49,6405	12,2918	5,6447	Aman
5	63,8417	9,5575	5,1859	Aman
6	69,1590	8,8227	5,5228	Aman
7	74,4764	8,1928	5,8117	Aman
8	79,7937	7,6468	6,0620	Aman

Tabel 8 Hasil Perhitungan Stabilitas Internal pada Lereng Kemiringan 30°

Nail	oh (kN/m ²)	Fr	Fp	Keterangan
1	42,5908	14,3263	4,0660	Aman
2	47,0575	12,9665	4,6320	Aman
3	51,5241	11,8424	5,0999	Aman
4	66,0840	9,2332	4,6541	Aman
5	71,4014	8,5456	4,9349	Aman
6	76,7187	7,9533	5,1768	Aman
7	82,0360	7,4378	5,3872	Aman
8	87,3533	6,9851	5,5722	Aman

5.4 Analisis Menggunakan Program Geoslope dengan Perkuatan Soil Nailing

Analisis menggunakan program *geoslope* adalah untuk membandingkan antara perhitungan hasil analisis *geoslope* dengan hasil perhitungan manual menggunakan metode baji (*wedge*).

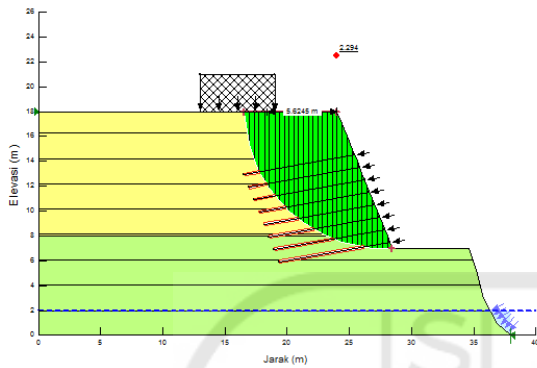
1. Data Spesifikasi Nail

Data spesifikasi *nail* yang digunakan untuk analisis bisa dilihat pada Tabel 9 berikut.

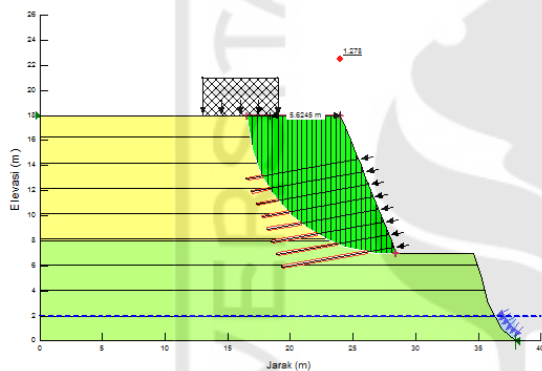
Tabel 9 Data Spesifikasi Nail

L nail (m)	Fy nail (MPa)	E baja (MPa)	Diameter Nail (m)	Diameter Lubang bor untuk nail (m)	T nail (m)	Jarak antar nail (m)	Ultimate Bond strength (qa) (kN/m ²)
9	420	210 x 10 ⁶	0,0043	0.1	0.5	1	100

5.4.1 Analisis Menggunakan Program Geoslope dengan Perkuatan Soil Nailing dengan Sudut Pemasangan Nail 10°



Gambar 11 Hasil Analisis Lereng Menggunakan Program Geoslope dengan Sudut Pemasangan Nail 10° Tanpa Beban Gempa



Gambar 12 Hasil Analisis Lereng Menggunakan Program Geoslope dengan Sudut Pemasangan Nail 10° Dengan Beban Gempa

Dari hasil analisis menggunakan program *geoslope* untuk kemiringan *nail* 10° didapatkan nilai SF tanpa beban gempa sebesar 2,294 > 1,3 (aman) dan dengan beban gempa sebesar 1,278 > 1,1 (aman).

Tabel 10 Rekapitulasi Perkuatan Lereng Geoslope

Sudut Pemasangan Nail (°)	Panjang Nail (m)	SF Tanpa Beban Gempa	SF Dengan Beban Gempa
10	9	2,237	1,257
20	9	2,965	1,496
30	9	3,408	1,656

5.5 Hasil Analisis dan Pembahasan

Analisis perhitungan SF terhadap lereng pada Sungai Code daerah Gemawang,

Sinduadi, Mlati, Sleman Yogyakarta yang telah longsor menggunakan dua cara perhitungan yaitu manual dan analisis dengan program *geoslope*. Adapun kedua perhitungan dilakukan karena ingin membandingkan hasil antara perhitungan manual dan analisis menggunakan program *geoslope*. Perhitungan lereng asli manual menggunakan metode *fellenius* dan Bishop yang disederhanakan dengan program *geoslope*. Perhitungan metode manual *fellenius* didapatkan SF sebesar 1,0898 < 1,3 (tidak aman), untuk analisis dengan program *geoslope* didapatkan SF sebesar 1,003 < 1,3 (tidak aman). Dan untuk perhitungan metode manual Bishop yang disederhanakan didapatkan SF sebesar 1,1964 (tidak aman), untuk analisis dengan program *geoslope* didapatkan SF sebesar 1,196 < 1,3 (tidak aman). Karena nilai SF dari perhitungan tersebut di atas < 1,3 (tidak aman), maka perlu adanya perkuatan pada kondisi lereng asli menggunakan metode *soil nailing*.

Lereng perkuatan dengan metode *soil nailing* menggunakan variasi sudut pemasangan *nail* diantaranya adalah 10°, 20° dan 30°, dengan panjang *nail* 9 meter dan jarak antar *nail* vertical maupun horizontal adalah 1 meter. Lereng perkuatan dianalisis menggunakan metode Baji (*wedge*) dan analisis dengan program *geoslope*.

Hasil perhitungan analisis lereng perkuatan menggunakan metode Baji (*wedge*) untuk sudut 10° menghasilkan SF sebesar 1,5411 > 1,3 (aman) dan analisis dengan program *geoslope* menghasilkan nilai SF sebesar 2,237 tanpa beban gempa dan SF sebesar 1,257 dengan beban gempa. Terdapat perbedaan hasil nilai SF dari kedua metode tersebut, penyebab dari perbedaan nilai SF ini ada dua, diantaranya karena pada perhitungan manual menggunakan metode Baji (*wedge*) memperhitungkan bidang gelincir lereng berbentuk planar dan program analisis *geoslope* menganalisis lereng dengan bidang gelincir berbentuk lingkaran, sehingga penentuan bidang gelincir yang berbeda akan berpengaruh terhadap panjang *nail* yang terpasang pada lereng perkuatan. Penentuan bidang longsor planar

menggunakan cara coba-coba dengan memperhitungkan nilai SF yang dihasilkan $1,2656 > 1,25$, sehingga SF pada lereng tersebut dikatakan aman dengan sudut planar kelongsoran 29° . dan yang kedua adalah pengaruh dari pemasangan dinding *non-structural* yang dimodelkan pada *geoslope* untuk menahan ujung *nail* sehingga tidak terlepas ketika ada tekanan dari tanah sekitar dan akibat beban berlebih dari luar.

Hasil analisis dengan perkuatan menggunakan metode baji (*wedge*) menghasilkan nilai SF terhadap gaya geser sebesar $1,6330 > 1,3$ (aman) dan SF terhadap putus tulangan untuk nomor *nail* ke-1 menghasilkan nilai sebesar $22,1916 > 1,3$ (aman) dan cabut tulangan menghasilkan nilai sebesar $1,8744 > 1,3$ (aman).

Rekapitulasi nilai SF pada lereng alami dengan perkuatan *soil nailing* bisa dilihat pada Tabel 11 berikut.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai SF Lereng

Sudut Pemasangan <i>Nail</i> (derajat)	Panjang <i>Nail</i> (meter)	SF (<i>safety factor</i>)		
		<i>Geoslope</i> tanpa Beban Gempa	<i>Geoslope</i> dengan Beban Gempa	Baji (<i>Wedge</i>)
10	9	2,237	1,257	1,5411
20	9	2,965	1,496	1,5988
30	9	3,408	1,656	1,6072

6. KESIMPULAN

Berdasarkan studi kasus dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis perhitungan lereng eksisting menggunakan perhitungan manual metode *fellenius* didapatkan nilai SF sebesar 1,0898 dan metode Bishop yang disederhanakan didapatkan nilai SF sebesar 1,1964. Karena nilai $SF < 1,3$ maka lereng tidak aman dan rawan longsor jika tidak ada perkuatan.
2. Hasil analisis lereng eksisting menggunakan program *geslope* untuk metode *fellenius* didapatkan nilai SF sebesar 1,003 dan metode Bishop yang disederhanakan didapatkan nilai SF sebesar 1,196, karena nilai $SF < 1,3$ maka

lereng tidak aman dan rawan longsor jika tidak ada perkuatan.

3. Hasil analisis perhitungan manual dengan metode Baji (*wedge*) untuk *nail* menggunakan bidang longsor planar dan *geoslope* menggunakan bidang longsor lingkaran. SF dengan sudut pemasangan *nail* 10° untuk bidang longsor planar didapatkan sebesar 1,5411 dan SF program *geoslope* tanpa dan dengan beban gempa adalah sebesar 2,237 dan 1,257. SF dengan sudut pemasangan *nail* 20° untuk bidang longsor planar didapatkan sebesar 1,5988 dan SF program *geoslope* tanpa dan dengan beban gempa adalah sebesar 2,965 dan 1,496. SF dengan sudut pemasangan *nail* 30° untuk bidang longsor planar didapatkan sebesar 1,6072 dan SF program *geoslope* tanpa dan dengan beban gempa adalah sebesar 3,408 dan 1,656. Nilai SF naik dipengaruhi oleh pemasangan panjang *nail* yang telah melewati bidang gelincir lereng.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, F.Z. 2016. Analisis Stabilitas lereng di Desa Sukamakmur, Kabupaten Bogor, Menggunakan Metode Fellenius Melalui Aplikasi Geostudio Slope/W. *Tugas Akhir*, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Famungkas, F. dkk. 2016. Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Software Geoslope. *Tugas Akhir*. Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur.
- Hardiyatmo, H.C. 2006. *Mekanika Tanah I*. Edisi keempat, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kumalasari, V. 2012. Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan *Soil Nailing* Menggunakan Program *Geoslope* (Studi Kasus: Lereng Desa Bantas, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan, Bali). *Tugas Akhir*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Prasasti, Y. D. J. dkk. 2014. Pengaruh Variasi Panjang Lapisan dan Jarak

Vertikal Antar Geotekstil Terhadap Daya Dukung Pondasi Menerus Pada Pemodelan Lereng Pasir Kepadatan 74%. *Tugas Akhir*. Universitas Brawijaya. Malang.

Sagita, E.F. 2017. Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Bronjong Menggunakan Metode Bishop yang Disederhanakan. *Tugas Akhir*. Universitas Sebelas Maret. Solo.

