ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN *SOIL NAILING* MENGGUNAKAN METODE PERHITUNGAN *FELLENIUS* DAN *TAYLOR* SERTA PROGRAM *GEOSLOPE*

(*ANALISYS OF SLOPE STABILITY REINFORCED WITH SOIL NAILING USING FELLENIUS AND TAYLOR METODS AND GEOSLOPE PROGRAM*)

Loga Mauludvi Rahmanta[1], Hanindya Kusuma Artati[2]
[1] Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: 13511287@students.uii.ac.id
[2] Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: hanindya_artati@yahoo.com

Abstract: *Slope stability analysis is carried out to find out the level of safety of a slope. Improvement of the stability of slopes can be done in several ways, one of which is using soil nailing retaining. Soil nailing is a natural method of soil improvement by way of plugging the steel rods, bamboo, and mini pile. Research this theoretical ddimodelkan using program geoslope. Analysis of the using of the program will be compared with the calculation geoslope manual Fellenius method and method of Taylor on the slopes without retaining. While on the slopes with retaining soil nailing, using analysis programs will be compared with the calculation geoslope manual methods of wedge (wedge). Later in the calculation of internal stability analysis is also done against breaking up the reinforcement and unplug reinforcement, while the external stability analysis against panning. The results obtained in this study is the analysis of the use of manual calculation method produces the value SF Fellenius of 0.76, 1.5 for the method < Taylor yields the value sebsesar SF 0.88 for the program and 1.5 < geoslope of 0.86. For slope reinforcement analysis using geoslope program yields SF value of 1.6. While SF values for slope reinforcement using the wedge method resulted in SF values of global collapse of 1.8, SF values with shear force of 2.2*

Keywords: *Analysis of slope stability, Slope reinforcement, Soil nailing, Fellenius, Taylor, Wedge method (wedge)*

1. PENDAHULUAN

Tingkat keamanan suatu lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah faktor kemiringan dan beban yang bekerja diatasnya. Oleh karenanya perkuatan terhadap tanah sangat perlu dilakukan untuk menjaga kestabilan tanah di suatu lereng agar dapat meminimalisis bencana longsor atau bahkan agar tidak terjadi kelongsoran. Pembangunan perkuatan tanah harus berdasarkan perhitungan kestabilan dan faktor keselamatan. Karena diharapkan desain perkuatan tanah yang akan dibangun dapat berfungsi secara maksimal, sehingga dapat

mengurangi dampak bencana seperti tanah longsor pada lereng, salah satunya seperti di daerah Kabupaten Bantul.

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan diatas maka perlu dilakukan penelitian terhadap perkuatan tanah di daerah rawan longsor seperti di Desa Srimartani, agar dapat mencegah terjadinya kelongsoran didaerah tersebut. Untuk mempermudah dalam menganalisis pola keruntuhan pada suatu lereng, penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Geoslope*. Selanjutnya akan dilakukan analisis, sehingga dapat mengetahui pada bagian manakah yang berpotensi terjadinya kelongsoran dan dapat mencegah terjadinya longsor pada lereng, dengan merencanakan perkuatan tanah pada lereng.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai faktor keamanan lereng alami berdasarkan analisis Metode Perhitungan *Fellenius* dan *Taylor*, mengetahui nilai faktor keamanan lereng alami berdasarkan analisis kelongsoran menggunakan Program *Geoslope*, mengetahui nilai faktor keamanan perkuatan *soil nailing* berdasarkan analisis kelongsoran meggunakan Program *Geoslope*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang analisis stabilitas lereng telah banyak dilakukan seperti yang dilakukan Apri dkk (2014) dan Violleta (2014)
Penelitian oleh Apri dkk (2014) yang berjudul Analisis Stabilitas Lereng dan Alternatif Penanganannya : Studi Kasus Longsoran Pada Ruas Jalan Pringsurat Km MGL 22+631 - 22+655 Kabupaten Temanggung" bertujuan untuk mengevaluasi kelongsoran yang terjadi pada lereng, dan memperoleh penanganan yang tepat terhadap kelongsoran yang terjadi pada lereng. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah angka keamanan pada ruas jalan sebesar 0,8262 lebih kecil dibandingkan sf minimal yang disyaratkan yaitu 1,4 sehingga lereng dalam keadaan tidak aman. Untuk mengatasi kelongsoran tanah yang terjadi diberikan 2 (dua) alternatif penanganan yaitu dengan memberikan perkuatan *Geotextile* jenis BW250, dan perkuatan *Bored Pile* kombinasi dengan timbunan tanah

Penelitian ini dilakukan oleh Violleta (2014) dengan studi kasus Citraland. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kestabilan lereng berdasarkan perhitungan faktor keamanan dengan menggunakan metode *Fellenius*. Hasil yang didapat dari analisis yaitu nilai faktor keamanan diperoleh sebesar 0,193 yang menunjukan bahwa keadaan lereng tidak stabil.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Analisis Stabilitas lereng

Konsep umum keseimbangan batas (*General Limit Equilibrium*) merupakan dasar untuk melakukan analisis stabilitas lereng. Untuk menghitung faktor keamanan (SF) yang melawan gaya runtuh pada stabilitas lereng tersebut. dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$SF = \frac{\tau}{\tau d} \quad (1)$$

Dengan SF = nilai factor keamanan terhadap kekuatan tanah, T = kekuatan geser rata-rata dari tanah (kN/m^2), dan τd = tegangan geser rata-rata yang bekerja sepanjang bidang longsor kN/m^2)

3.2 Metode *Fellenius*

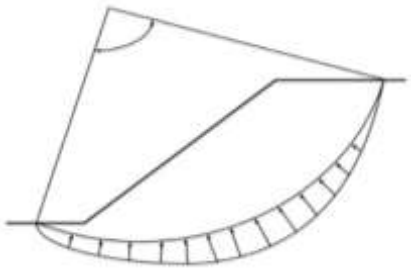
Dalam analisis tegangan efektif rumus faktor keamanan menurut Fellenius(1927, 1936) seperti berikut:

$$Fk = \frac{\Sigma\,[c'l + (W\cos\alpha - ul)\tan\theta\prime]}{\Sigma\, W\sin\alpha} \quad (2)$$

Dengan c' = kohesi tanah dalam kondisi tegangan efektif, l = panjang busur segmen, W = berat segmen tanah, u = tegangan air pori, θ= sudut geser dalam tanah, dan α = sudut antara garis vertikal dan jari-jari R.

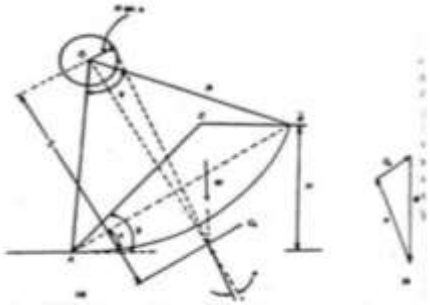
3.3 Metode *Taylor*

Pada tanah kohesif, tegangan normal yang bekerja di sepanjang bidang longsor tidak mempengaruhi tahanan geser pada bidang longsor tersebut. Jadi, dengan mengambil momen terhadap pusat lingkaran dapat di evaluasi stabilitasnya. Akan tetapi distribusi gaya normal dapat mempengaruhi distribusi tahanan gesernya, jika tanah memiliki komponen gesekan (φ). Pada bidang longsor tegangan normal yang bekerja tidak merata sama, akan tetapi merupakan fungsi dari besarnya sudut pusat lingkaran (θ), seperti yang terlihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 1 Distribusi Tegangan Normal pada Bidang Longsor
(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

Suatu lereng tanah homogen, dengan kohesi c dan sudut gesek dalam φ, ditunjukkan dalam Gambar 3.3. Bidang longsor yang dicoba lewat kaki lereng adalah bagian lingkaran AB. Lingkaran bidang longsor tersebut berjari-jari R dan berpusat di titik O.



Gambar 2 Analisis Stabilitas Lereng dengan φ > 0
(Sumber : Hardiyatmo, 2002)

Gaya-gaya yang bekerja pada massa tanah yang akan longsor permeter tegang lurus bidang longsor yaitu :

1. Gaya berat W = luas (ABC) x γ x 1 (3)
2. Kohesi sepanjang bidang longsor adalah Cd = cd x (panjang garis lurus AB) (4)
   Cd tahanan geser dari komponen kohesi, resultan gaya Cd sejajar garis AB dan berjarak z dari O.
   Tinjau Cd = cd x panjang lengkung AB x R
   Lengan momen z dinyatakan oleh,
   z = (cd x panjang lengkung AB) R/Cd
   $$= R\ x \frac{panjang\ lengkung\ AB}{panjang\ garis\ lurus\ AB} \quad (5)$$
3. Resultan gaya normal dan gaya gesek sepanjang lengkung AB, sebesar P dan membuat sudut φ terhadap arah garis normal pada lengkung AB. Untuk keseimbangan gaya P harus lewat titik dimana W dan Cd berpotongan diperoleh dari poligon gaya tersebut, kohesi yang dikerahkan untuk keseimbangan dapat diperoleh dengan persamaan dibawah ini.
   $$cd = \frac{Cd}{panjang\ garis\ AB} \quad (6)$$

   Untuk menentukan cd maksimum (kondisi kritis lereng) harus dilakukan percobaan. Kohesi yang dikerahkan sepanjang bidang longsor untuk keseimbangan adalah :
   $$cd = \gamma\ H\ [f\ (\alpha, \beta, \theta, \varphi)] \quad (7)$$

   Pada kondisi kritis F = 1, H = Hc dan c = cd dan persamaan menjadi :
   $$cd = \gamma\ Hc\ [f\ (\alpha, \beta, \theta, \varphi)] \quad (8)$$

   Bila dinyatakan dalam nilai banding angka stabilitas :
   $$\frac{c}{\gamma\ Hc} = f\ (\alpha, \beta, \theta, \varphi) \quad (9)$$

3.4 *Soil Nailing*

3.4.1 Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan *Soil Nailing*

1. Analisis Stabilitas Lereng Eksternal

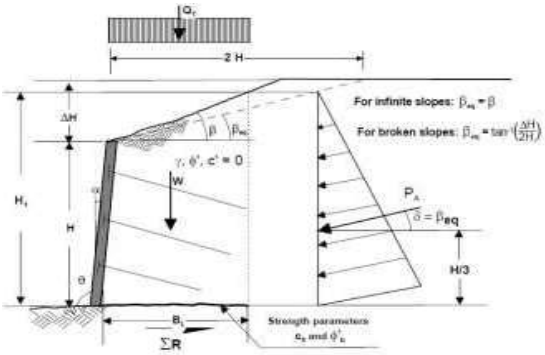
a. Faktor aman terhadap keruntuhan global (*global stability failure*)

$$FS = \frac{c.Lf + W\cos\alpha.\tan\alpha + (\Sigma Ti\sin(\alpha+i) - \Sigma Vi\cos(\alpha+i))tan\varphi}{W\sin\alpha - \Sigma Ti\cos(\alpha+i) - \Sigma Vi\cos(\alpha+i)} \quad (10)$$

dengan FS = faktor aman, c = kohesi tanah (kN/m^2), φ = sudut gesek dalam tanah (°), α = sudut kemiringan bidang longsor garis horizontal, W = berat irisan tanah ke-n (kN/m), Q = beban mati diatas lereng (kN/m), Lf = panjang lengkung lingkaran pada irisan ke-n (m), Le = panjang *nail bar* di belakang bidang longsor (m), β = kemiringan lereng (°), i = kemiringan pemasangan sudut *nail* (°), Σ*Ti* = jumlah daya dukung terhadap gaya tarik (kN/m), dan Σ*Vi* = jumlah daya dukung gaya geser (kN/m).

b. Faktor aman terhadap gaya geser

Gaya geser dan gaya tarik dari sebuah *nail bar* untuk menghitung stabilitas lereng terhadap perkuatan secara global, yang dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan berikut ini :



Gambar 3 Stabilitas terhadap Penggulingan pada Perkuatan *Soil Nailing*
(Sumber : Kumalasari, 2012)

Faktor aman terhadap penggulingan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$FS = \frac{cb.BL + (W + Q + Pa\sin\varphi)\ tan\varphi}{Pa\ cos\varphi} \quad (11)$$

dengan FS = faktor aman, Cb= kohesi tanah (kN/m²), BL= lebar struktur, W= berat irisan tanah (kN/m), Q = beban mati diatas lereng (kN/m), φ = sudut gesek dalam tanah, H = tinggi dinding tanah (m), γ = berat isi tanah (kN/m), dan δ = sudut gesek antara tanah fondasi dan dasar struktur (fondasi dianggap sangat kasar terbuat dari beton tgδ = tg δ.

2. Analisis Stabilitas Lereng Internal

a. Faktor aman terhadap putus tulangan

Faktor aman (SF) terhadap putus tulangan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Fr = \frac{\left(\frac{0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2 x\ fy}{1000}\right)}{\sigma h\ x\ Sv\ x\ Sh} \quad (12)$$

dengan Sv= jarak tulangan arah vertical (m), Sh = jarak tulangan arah horizontal (m), Fy = daya dukung tulangan (MPa), d= diameter tulangan (mm), σh = tekanan horizontal tanah pada kedalaman yang ditinjau (kN/m²), γ= berat isi tanah (kN/m³), z = kedalaman yang ditinjau (m), dan Ka = koefisien tekanan aktif lateral.

b. Faktor aman terhadap cabut tulangan

Faktor aman (SF) terhadap cabut tulangan menggunakan persamaan berikut ini.

$$Fp = \frac{\pi\ x\ qu\ x\ Ddh\ x\ Lp}{\sigma h\ x\ Sv\ x\ Sh} \quad (13)$$

dengan Sv = jarak tulangan vertical (m), qu = *ultimate bond strength* (kN/m²), σh = tekanan horizontal tanah pada kedalaman yang ditinjau (kN/m²), Lp = panjang tulangan yang berada di zona pasif (m), Φ= sudut gesek internal tanah (°), dan Ddh = diameter lubang bor (m).

3.5 Program *Geoslope*

Slope w adalah program yang menggunakan teori kesetimbangan batas untuk menghitung faktor kemanan lereng. Program *slope w* menggunakan metode *Ordinary* (atau *Fellenius*), metode Bishop dsederhanakan, metode Janbu yang disederhanakan, metode

Spenser, metode *Morgenstern-Price*, metode *Corps of Engineers*, metode *Lowe-Karafiath*, metode *Genealized Equilibrium*. Untuk menghitung faktor keamanan, slope w menggunakan teori kesetimbangan batas dari gaya dan momen.

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 diuraikan sebagai berikut ini:

1. studi literatur, yaitu tahapan mempelajari dan mencari literatur atau refrensi 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. merumuskan permasalahan terkait faktor aman lereng alami dan lereng yang diperkuat *soil nailing*
4. menentukan parameter yang akan digunakan pada program *geoslope*
5. memodelkan lereng dengan program *geoslope*
6. melakukan analisis kestabilan lereng dengan program *geoslope* untuk mengetahui bidang longsor dan menentukan panjang *nail*
7. melakukan analisis kestabilan lereng dengan program *geoslope*
8. hasil analisis program *geoslope*
9. simpulan dan saran.

5. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

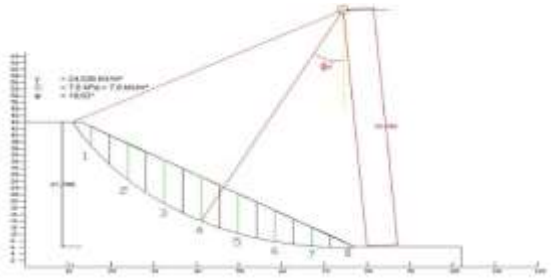
5.1 Data Parameter Analisis Perhitungan

Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah data indeks properties. Data tersebut diperoleh dari uji langsung yang dilakukan di laboratorium. Data hail pengujian ysng didspatkan adalah sebagai berikut:

γ = 16,534 kN/m³, φ = 19,63°, dan C = 7,8 kPa

5.2 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan

5.2.1 Analisis Lereng dengan Metode *Fellenius*



Gambar 4 Pemodelan Lereng dengan Metode *Fellenius*

Tabel 1 Perhitungan Metode *Fellenius*

No	Panjang Irisan	Luas Irisan	Sudut tiap Irisan	Radian	Sin	Cos	Berat Irisan (Wt) (Luas*ϒ)	Wt*sin	Wt*cos
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	15,404	46,40	55	0,9594	0,818	0,573	767,334	628,34	440,43
2	12,164	93,61	44	0,7675	0,694	0,719	1547,9	1074,8	1113,89
3	10,616	112,7	35	0,6105	0,573	0,819	1864,6	1069,1	1527,78
4	9,721	114,6	27	0,471	0,453	0,891	1895,99	860,357	1689,54
5	9,171	103,4	30	0,5233	0,499	0,866	1710,74	854,976	1481,77
6	8,838	81,33	13	0,2267	0,224	0,974	1344,64	302,33	1310,22
7	8,673	49,42	6	0,1046	0,104	0,994	817,103	85,36	812,632
8	8,627	10,97	-1	-0,017	-0,017	0,999	181,39	-3,164	181,368
Σ	83,218	612,6							8557,6

Nilai Faktor Keamanan :

$$FS = \frac{\Sigma(c.L + \tan\theta \times W \cos\alpha)}{\Sigma W \sin\alpha}$$

$$= \frac{7{,}8x83{,}2183 + 0{,}3570\ x\ 8557{,}635}{4872{,}107}$$

$$= 0{,}76$$

Lereng asli menggunakan metode *Fellenius* didapatkan nilai *Safety Factor* sebesar 0,76 < 1,5 (tidak aman).

5.2.2 Analisis Lereng dengan Metode Taylor (1948) dengan ϕ > 0

1. Perhitungan manual dengan metode Taylor
   a. Mencari nilai $\frac{cd}{\gamma H}$ pada Gambar 3.5 dengan nilai β = 30° dan φ = 19,63, maka didapatkan nilai sebesar 0,25
      1) Menghitung nilai Cd

      $$Cd = \frac{cd}{\gamma H} \times \gamma \times H$$

      $$= 0{,}025 \times 16{,}354 \times 37$$

      $$= 15{,}127\ kN/m^2$$

      1) Menghitung nilai Fϕ

      $$F\phi = \frac{tan\phi}{tan\phi d}$$

      $$= \frac{\tan(19{,}63)}{\tan(19{,}63)}$$

      $$= 1$$

      2) Menghitung nilai Fc

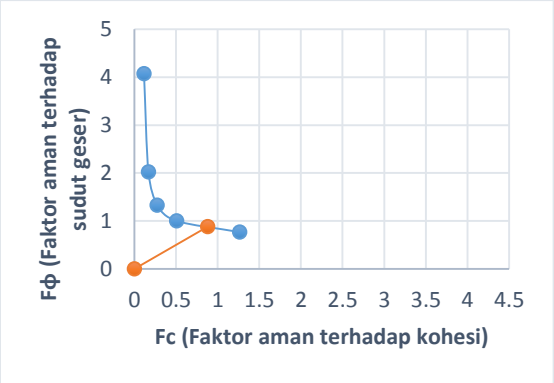
      $$Fc = \frac{C}{Cd}$$

      $$= \frac{7{,}8}{15{,}127}$$

      $$= 0{,}5156$$

Untuk menentukan faktor aman terhadap kuat geser, nilai faktor aman yang sama harus diberikan pada kedua komponen kohesi dan gesekan. Nilai faktor keamanan hasil perhitungan (Fc = 0,5156) berbeda dengan nilai Fϕ, maka dengan cara *trial*, faktor aman terhadap kuat geser diperoleh pada saat Fϕ = Fc. Hal ini dapat ditentukan dengan menggambarkan hubungan Fϕ terhadap Fc dan kemudian menggambarkan garis 45°. Satu titik kurva Fϕ = Fc telah dihitung, yaitu Fc = 0,5156 dan Fϕ = 1. Dibutuhkan beberapa titik lagi untuk menggambarkan kurvanya. Pada penelitian ini proses *trial* dilakukan sebanyak 5 titik untuk menggambarkan kurvanya.

Berikut adalah kurva yang ditarik melalui kelima titik-titik tersebut (Gambar 4). Dari garis 45° yang dtarik dari titik 0, diperoleh faktor aman terhadap kuat gesernya, yaitu F = 0,88 hasil tersebut menunjukkan bahwa lereng tersebut tidak aman.



Gambar 5 Diagram 45°

5.2.3 Analisis Lereng dengan Program *Geoslope*

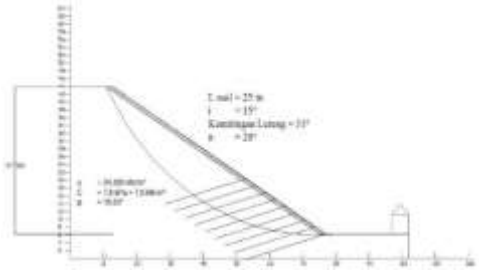
Gambar 6 Output *SLOPE/W* 2012 Tanpa Perkuatan

Dari hasil perhitungan dengan *SLOPE/W* 2012 didapatkan bentuk bidang longsor pada lereng dengan kemiringan 30°, yang kemudian titik koordinat dari bidang longsor tersebut dijadikan acuan untuk menentukan

titik *entry and exit* pada perhitungan selanjutnya. Nilai faktor keamanan yang diperoleh sebesar F = 0,860 yang nilainya tidak berbeda jauh dengan menggunakan metode *Fellenius* dan metode Taylor. Dari ketiga perhitungan tersebut berdasarkan faktor keamanan kondisi lereng tidak stabil dimana nilai F kurang dari 1 sehingga diperlukan kembali perencanaan perkuatan kestabilan lereng.

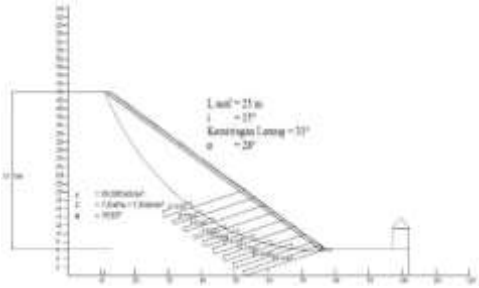
5.3 Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan

5.3.1 Analisis Stabilitas Terhadap Keruntuhan Global



Gambar 7 Sketsa Lereng dengan Perkuatan terhadap Keruntuhan Global, Kemiringan *Nail* 15°, dan jarak antar *Nail* 2 m

Menghitung panjang Le



Gambar 8 Menghitung Panjang Le

Misal perhitungan untuk *nail* ke-1

FS = faktor keamanan, untuk perhitungan pertama diasumsikan faktor keamanan = 2,0, kemudian dicoba dengan *trial and error* sampai nilai *safety factor* yang di asumsikan dengan hasil hitungan sama.

W = berat bidang longsor

= 2449,6 kN

Fmax = 100

T1 $= \frac{\pi D Lefmax}{SF}$

$= \frac{3{,}14\ x\ 0{,}043\ x\ 8{,}7232\ x\ 100}{2}$

= 73,613 kN

Untuk *nail bar* ke-2 sampai 7 dapat dilihat dalam Tabel dibawah ini

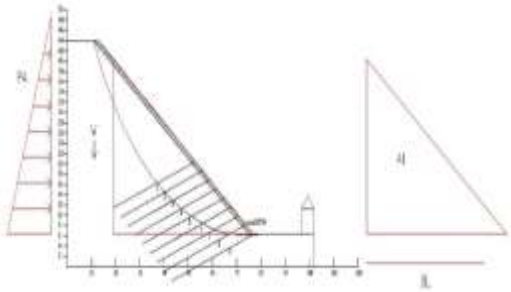
Tabel 2 Perhitungan Manual Le, T dan V

No. *Nail*	Hi (m)	Le (m)	T (kN)	V (kN)
1	14,1601	8,7232	73,613	1,2990
2	12,3900	8,799	74,253	1,2990
3	10,600	9,1526	77,237	1,2990
4	8,8600	10,8881	82,827	1,2990
5	7,0800	12,4722	91,882	1,2990
6	5,330	14,7903	105,25	1,2990
7	3,5600	14,7903	14,81	1,2990
8	1,800	18,2285	153,83	1,2990
9	0	24,1432	203,74	1,2990
TOTAL			987,44	11,6914

Berdasarkan rumus (10) diatas didapatkan nilai Fs = 1,6.

Hasil perhitungan analisis lereng perkuatan menggunakan metode Baji (*wedge*) menghasilkan *Safety Factor* sebesar 1,6 > 1,5 (Aman)

5.3.2 Analisis Stabilitas Terhadap Gaya Geser



Gambar 9 Pemodelan Lereng Terhadap Gaya Geser

$$FS = \frac{7{,}8\ x\ 48 + (11306 + 0 + 5840{,}45 \sin 19{,}63) \tan 19{,}63}{5840{,}45\ cos 19{,}63}$$

= 2,2508

Hasil analisis lereng perkuatan menggunakan metode Baji (*wedge*) menghasilkan nilai SF terhadap gaya geser sebesar 2,2508 > 1,5 (Aman)

5.3.3. Analisis Stabilitas Internal Terhadap Putus Tulangan dan Cabut Tulangan Pada perkuatan pertama *nail* no.1

Panjang *nail* = 25 m
Jarak vertikal antar *nail* = 2 m

Menghitung angka keamanan terhadap putus tulangan

$$Fr = \frac{\frac{(0{,}25 x \pi x 0{,}43^2 x 520}{1000}}{235{,}56 \text{ x } 2 \text{ x } 1}$$
$$= 1{,}6021$$

Menghitung angka keamanan terhadap cabut tulangan

$$Fp = \frac{\pi \; x \; 100 \; x \; 0{,}3 \; x \; 8{,}7232}{235{,}56 \; x \; 2 \; x \; 1}$$
$$= 2{,}4419$$

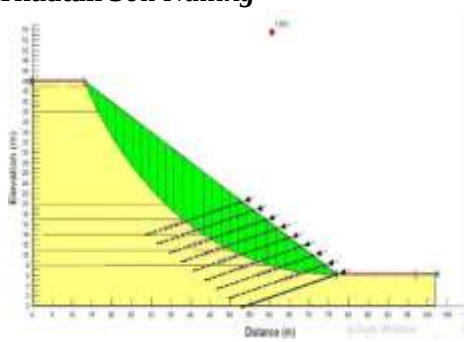
Untuk lebih jelasnya perhitungan stabilitas terhadap putus tulangan dan cabut tulangan pada lereng dapat dilihat pada Tabel 5.2

Safety Factor terhadap putus tulangan dan cabut tulangan untuk nomor nail ke-1 menghasilkan 1,6 (Aman) akan tetapi pada nail ke 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 nilai Safety Factor terhadap putus tulangan kritis. Sedangkan nilai *Safety Factor* terhadap cabut tulangan pada nail ke-1 sebesar 2,4 > (Aman).

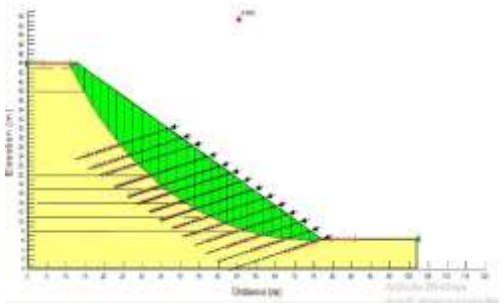
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan Stabilitas Internal

No Kedalaman	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ka	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Le	8.72	8.79	9.15	9.81	10.88	12.47	14.79	18.22	24.14
σh	235.55	243.77	264.89	279.11	293.90	307.88	321.85	336.64	350.61
Fr	1.60	1.54	1.42	1.35	1.28	1.22	1.17	1.12	1.07
Fp	1.74	1.70	1.74	1.65	1.74	1.90	2.16	2.55	3.24

5.4 Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Program *Geoslope* dengan Perkuatan *Soil Nailing*



Gambar 10 *Output* SLOPE/W 2012 Dengan Perkuatan



Gambar 11 *Output* SLOPE/W 2012 Dengan Perkuatan akibat beban gempa

Dari hasil analisa kestabilan lereng yang telah diperkuat *soil nailing*, diperoleh nilai angka 1,655 dan 2,002 akibat beban gempa, terdapat perbedaan pemasangan jumlah *nail* karena dengan pemasangan *nail* sebelumnya nilai SF tidak dapat mencapai angka aman yang direncanakan maka dilakukan penambahan *nail* pada perkuatan. Lereng sebelum diperkuat konstruksi tersebut sebelumnya hanya senilai 0,76 , 0,88 , dan 0,860 dengan analisa menggunakan metode *Fellenius*, *Taylor*, dan *Geoslope*. Angka tersebut menunjukan lereng telah stabil dengan ditinjau dari faktor keamanan (F) yang dihubungkan dari intensitas kelongsorannya (Bowles, 1989).

Nilai SF dari perhitungan menggunakan metode Baji (*wedge*) dengan hasil analisis program *Geoslope* terdapat perbedaan analisis nilai *Safety Factor*, penyebab dari perbedaan nilai *Safety Factor* ini yaitu perbedaan perhitungan bidang gelincir sehingga dalam penentuan bidang gelincir yang berbeda akan berpengaruh terhadapp panjang *nail* yang terpasang pada lereng perkuatan. Penentuan bidang longsor planar menggunakan cara coba-coba dengan memperhitungkan nilai *Safety Factor* yang dihasilkan 1,6 > 1,5 sehingga *Safety Factor* pada lereng tersebut dikatakan aman

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil studi kasus dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan adalah sebagai berikut. Dari hasil analisis stabilitas lereng alami menggunakan perhitungan manual, metode *Fellenius* didapatkan nilai faktor keamanan 0,76 dan metode *Taylor* didapatkan nilai faktor keamanan 0,88, nilai faktor keamanan kurang dari 1,5 yang berarti lereng dalam keadaan rawan terhadap longsor jika tidak ada perkuatan.
2. Hasil analisis stabilitas lereng alami menggunakan program *Geoslope* didapatkan nilai faktor keamanan 0,86 dan setelah dilakukan pemodelan dengan *Counter Weight* didapatkan nilai faktor keamanan 0,953.
3. Nilai SF pada lereng perkuatan dengan metode *soil nailing* menggunakan perhitungan manual menghasilkan nilai SF sebesar 1,6> 1,5 dan menggunakan program *Geoslope* menghasilkan nilai SF sebesar 1,6 > 1,5.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil studi kasus dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, penulis memberikan saran adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya diperlukan dengan variasi yang lebih banyak lagi terkait sudut pemasangan *nail*, jarak antar nail, panjang *nail* yang terpasang.
2. Dalam memperbesar nilai faktor keamanan terhadap putus tulangan dapat dilakukan dengan cara memperkecil jarak vertikal *nail* dan merubah sudut pemasangan *nail*.
3. Perlu dilakukan penelitian tentang variasi sudut lereng, kemiringan *nail* dan jarak antar *nail* agar perencanaan *soil nailing* lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul dan Rizki 2011. *Studi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Ruas Jalan Silaing Padang-Bukit Tinggi Km 64+500*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil. Volume 7 No 1 Februari 2011 ISSN : 1858-2133. Padang : Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas.

Anderson, Richard. 1987. *Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology*. John Wiley and Sons.

Apri L., dkk 2014. *Analisis Stabilitas Lereng dan Alternatif Penanganannya : Studi Kasus Longsoran Pada Ruas Jalan Pringsurat Km. MGL 22+631 – 22+655 Kabupaten Temanggung. Jurnal Karya Teknik Sipil. Volume 3 No 4 (861-889).* Semarang : Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.

Hardiyatmo. 2002. *Mekanika Tanah II Edisi Kedua*. Yogyakarta : Beta Offset.

Kumalasari., 2012, Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Geoslope (Studi Kasus Pada Lereng Desa Bantas, Kecamatan Selemandeg Timur, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali). Tugas Akhir, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Nuryanto dan Sri Wulandari. *Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Kesetimbangan Batas (Limit Equilibrium) dan Elemen Hingga (Finite Element).* Jurnal Sipil. Depok : Universitas Gunadarma.

Violleta G.M. 2014. *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius* (Studi Kasus : Kawasan Citraland). Jurnal Sipil Statik. Volume 2 No 1 Januari 2014 (37-46) ISSN : 2337-6732. Manado : Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.