

## ANALISIS STABILITAS LERENG METODE FELLENIUS PADA PROYEK JLS LOT 6 TRENGGALEK – TULUNGAGNG STA 0+300

Nabilah Ismiradiana<sup>1</sup>, Moch. Sholeh<sup>2</sup>, Akhmad Suryadi<sup>3</sup>

Mahasiswa Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>  
Email: [ismiradiana@gmail.com](mailto:ismiradiana@gmail.com)<sup>1</sup> [moch.sholeh@polinema.ac.id](mailto:moch.sholeh@polinema.ac.id)<sup>2</sup> [akhmad.suryadi@polinema.ac.id](mailto:akhmad.suryadi@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Lereng di STA 0+300 proyek JLS Lot 6 termasuk lereng tidak stabil karena sering terjadi longsor. Perlu dilakukan analisis stabilitas lereng menggunakan metode fellenius untuk menentukan faktor keamanan dengan menghitung besar kekuatan geser yang menyebabkan kelongsoran. Data yang dibutuhkan adalah nilai kohesi ( $c$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), berat isi tanah ( $\gamma$ ) serta koefisien gempa ( $k_h$ ). Lereng di redesign dengan variasi kemiringan dan ketinggian, untuk mencari lereng yang aman dan hemat biaya. Hasil yang digunakan yaitu kemiringan lereng 1:1 dengan nilai Geostudio Slope/W adalah FK (1,638) dan FKbgempa (1,137) sedangkan perhitungan manual nilai FK (1,630) dan FKbgempa (1, 181). Kemudian lereng ditanami rumput vetiver untuk memperkuat lereng, dengan parameter tanah diperoleh dari perbandingan data jurnal. Hasil perhitungan Geostudio Slope/W nilai FK (1,765) dan FKbgempa (1,231) sedangkan perhitungan manual nilai FK (1,800) dan FKbgempa (1,250). Hasil perhitungan RAB lereng yang sudah direncanakan ulang dan ditambah rumput vetiver yaitu Rp.48.050.638,-

**Kata kunci** : Stabilitas lereng; Fellenius; Geostudio

### ABSTRACT

*The slope at STA 0+300 JLS Lot 6 Project is an unstable slope due to frequent landslides. It is necessary to analyze the stability of the slope using the fellenius method to determine the safety factor by calculating the shear strength that causes the slide. The data needed are cohesion ( $c$ ), internal friction angle ( $\phi$ ), unit weight of soil ( $\gamma$ ) also coefficient of earthquake ( $k_h$ ). The slopes are redesigned with variations in slope and height, to find slopes that are safe and cost-effective. The results used are 1:1 slope, with Geostudio Slope/W values are SF (1,638) and SFearthquake (1,137) while manual calculations are SF values (1,630) and SFearthquake (1, 181). Then the slopes are planted with vetiver plant to strengthen the slopes, with soil parameters obtained from comparison of journal data. The results of the Geostudio Slope/W calculations are SF (1,765) and SFearthquake (1,231) while the manual calculation is SF (1,800) and SFearthquake (1,250). The results of the calculation of the RAB for the slopes that have been re-planned and added with vetiver plant are Rp.48.050.638,-*

**Keywords** : Slope Stability; Fellenius; Geostudio

### 1. PENDAHULUAN

Pada lokasi proyek Jalur Lintas Selatan LOT 6 STA 0+300 kondisi lereng tidak stabil dan sering terjadi longsor. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu dilakukan analisa terhadap stabilitas lereng dengan mengubah *design* kemiringan lereng.

Analisis stabilitas lereng di STA 0+300 ini menggunakan metode *Fellenius*, metode ini menganggap gaya – gaya yang bekerja pada sisi kanan kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang

longsor. Perhitungan metode Fellenius ini menggunakan cara manual dan menggunakan Program Geostudio.

Pada Proyek Jalur Lintas Selatan LOT 6 ini juga menggunakan rumput vetiver sebagai media untuk menstabilkan lereng, rumput vetiver dipilih untuk menstabilkan lereng karena biayanya yang relatif murah dan ramah lingkungan serta berkelanjutan dan dapat mengurangi terjadinya longsor.

Tujuan dari jurnal skripsi ini adalah :

- Menganalisis stabilitas lereng dengan metode Fellenius di lokasi proyek JLS LOT 6 Trenggalek – Tulungagung sta 0+300 dengan kemiringan lereng 1:1
- Menganalisis stabilitas lereng dengan metode Fellenius di lokasi proyek JLS LOT 6 Trenggalek – Tulungagung sta 0+300 dengan kemiringan lereng yang sudah di redesign dan di tambahkan dengan rumput vetiver.
- Menghitung Rencana Anggaran Biaya dari lereng yang sudah di redesign dengan penambahan rumput vetiver (sesudah redesign).

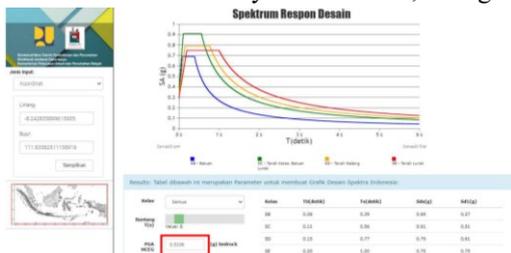
**2. METODE**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Menghitung beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019 (Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung) dan SNI 8460:2017 (Persyaratan perancangan geoteknik)
- Menghitung stabilitas lereng menggunakan metode fellenius dengan *Software* Geostudio Slope / W dan dengan perhitungan manual.
- Untuk analisis stabilitas lereng dengan metode fellenius dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:
  - Tanpa beban gempa
$$FK = \frac{\sum[(c'l + \{W \cos \alpha - u.l\} \tan \varphi)]}{\sum W \sin \alpha} \quad (1)$$
  - Dengan beban gempa
$$FK_{bgempa} = \frac{\sum[(c'l + \{W \cos \alpha - u.l + Ne\} \tan \varphi)]}{(\sum W \sin \alpha + Te)} \quad (2)$$
- Menanam rumput vetiver sebagai perkuatan lereng
- Membuat metode pelaksanaan pada area longsor yang diamati.
- Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada area longsor yang diamati.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada aplikasi spektrum respons desain Indonesia 2019, yang mengacu pada SNI 1726:2019 di dapatkan nilai PGA pada JLS LOT 6 STA 0+300 yaitu sebesar 0,5106 g.



**Gambar 1.** Nilai PGA Pada Lokasi Proyek

Kelas situs tanah pada proyek JLS LOT 6 STA 0+300 termasuk tanah keras (SC). Maka didapatkan nilai  $F_{PGA}$  yaitu sebesar 1,0

**Tabel 1.** Faktor Amplifikasi untuk PGA

Kelas Situs	PGA ≤ 0,1 Ss ≤ 0,25	PGA = 0,2 Ss = 0,5	PGA = 0,3 Ss = 0,75	PGA = 0,4 Ss = 1,0	PGA ≥ 0,5 Ss ≥ 1,25
Batuan (SB)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan keras (SA)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah keras (SC)	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
Tanah Sedang (SD)	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
Tanah lunak (SE)	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

(sumber: SNI 8460:2017)

Perhitungan koefisien seismik horizontal ( $k_h$ ) dapat dihitung berdasarkan SNI 8460:2017 (Persyaratan perancangan geoteknik) dengan perhitungan berikut ini:

- Mencari nilai  $PGA_M$ 

$$PGA_M = F_{PGA} \times PGA$$

$$= 1,0 \times 0,5106$$

$$= 0,5106 \text{ g}$$
- Mencari nilai  $k_h$  (koefisien horizontal)
 
$$k_h = 0,5 \times \frac{PGA_M}{g}$$

$$= 0,5 \times \frac{0,45 \text{ g}}{g}$$

$$= 0,225$$

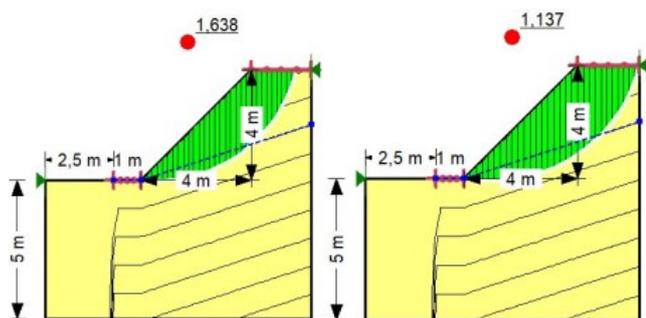
Selanjutnya yaitu menghitung stabilitas lereng dengan menggunakan data parameter tanah yang sebelumnya sudah didapatkan dari pengujian laboratorium, berikut adalah data parameter tanah di lokasi proyek JLS LOT 6 STA 0+300

**Tabel 2.** Data Parameter tanah JLS LOT 6 STA 0+300

Parameter	Nilai	Satuan
Kohesi Efektif ( $c'$ )	10,787	kPa
Sudut Geser dalam Efektif ( $\varphi'$ )	23°	derajat
Berat Isi Tanah ( $\gamma$ )	17,260	kN/m <sup>3</sup>

**Stabilitas Lereng 1:1**

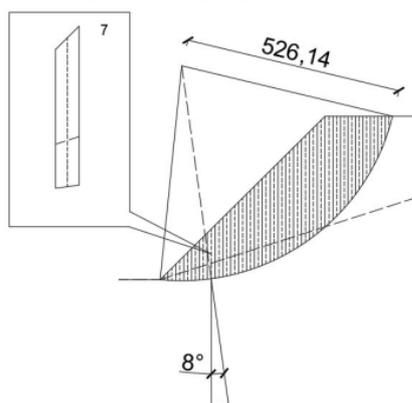
Menghitung stabilitas lereng kemiringan 1:1 (setelah redesign) menggunakan *Software* Geoslope dengan memasukkan data parameter tanah dan koefisien horizontal (jika menggunakan beban gempa). Nilai faktor keamanan lereng 1:1 tanpa beban gempa dan dengan beban gempa yaitu :



Gambar 2. Nilai FK Lereng 1:1

Jika menggunakan perhitungan manual, maka nilai faktor keamanan lereng 1:1 dihitung dengan cara :

- Membuat gambar pada autocad dengan jari – jari bidang longsor sebesar 526,14 cm (tanpa gempa) dan 539,39 cm (dengan gempa). Kemudian membagi bidang longsor 30 irisan.
- Menghitung berat irisan yang merupakan hasil kali dari luas tiap irisan (A) dan berat isi tanah ( $\gamma$ ). Dengan contoh irisan ke – 7 (tanpa beban gempa).



Gambar 3. Bidang Longsor Lereng 1:1

$$\begin{aligned}
 W &= A \cdot \gamma \\
 &= 0,2314 \cdot 17,26 \\
 &= 3,994 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

- Menentukan sudut bidang longsor dengan arah gaya berat masing masing irisan ( $\alpha$ ). Sudut dari irisan 7 =  $8^\circ$
- Menghitung beban berat komponen tangensial dan vertikal bidang longsor, yaitu dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 T &= W \cdot \sin \alpha \\
 &= 3,994 \cdot 0,139 \\
 &= 0,556 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= W \cdot \cos \alpha \\
 &= 3,994 \cdot 0,990 \\
 &= 3,995 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Menghitung gaya akibat tekanan air pori (U) yang merupakan hasil kali dari tekanan air pori (u) dan panjang garis longsor (l) yang panjangnya yaitu 19,227 cm atau 0,19227 m

$$\begin{aligned}
 u &= \gamma_w \cdot h_w \\
 &= 9,81 \times 0,37791 \\
 &= 3,7072971 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U &= u \cdot l \\
 &= 3,7072971 \times 0,19227 \\
 &= 0,713 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

- Nilai  $N_e$  dan  $T_e$  untuk beban gempa dihitung :

$$\begin{aligned}
 N_e &= k_h \cdot W_{\text{total}} \sin \alpha \\
 &= 0,2553 \cdot 91,818 \\
 &= 23,441 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_e &= k_h \cdot W_{\text{total}} \cos \alpha \\
 &= 0,2553 \cdot 169,7803 \\
 &= 43,345 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Sehingga didapatkan nilai faktor keamanan lereng 1:1 adalah :

$$FK = \frac{\Sigma[(c'l + \{W \cos \alpha - u \cdot l\} \tan \phi)]}{\Sigma W \sin \alpha} = \frac{132,092}{81,0321} = 1,630$$

$$\begin{aligned}
 FK_{\text{bgempa}} &= \frac{\Sigma[(c'l + \{W \cos \alpha - u \cdot l + N_e\} \tan \phi)]}{(\Sigma W \sin \alpha + T_e)} \\
 &= \frac{159,628}{135,1628} = 1,181
 \end{aligned}$$

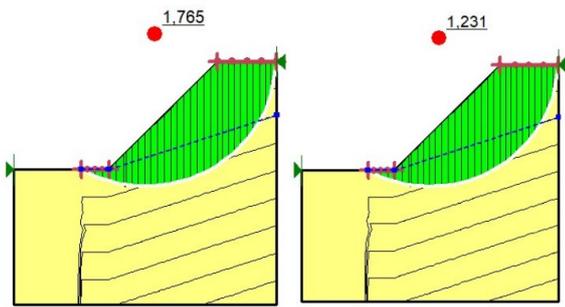
### Stabilitas Lereng 1:1 + Rumput Vetiver

Selanjutnya yaitu menghitung stabilitas lereng dengan menggunakan data parameter tanah yang sebelumnya sudah didapatkan dari pengujian laboratorium, berikut adalah data parameter tanah di lokasi proyek JLS LOT 6 STA 0+300

Tabel 3. Data Parameter dengan Perkuatan Vetiver

Data Perhitungan Fellenius	Nilai
Kohesi eff tanah asli ( $c'$ )	10,787 kPa
Kohesi eff rumput vetiver 50 cm ( $c_v'$ )	131,174 kPa
Panjang bidang longsor total (l)	9,83848 m
Panjang bidang longsor vetiver ( $l_v$ )	0,09245 m
$l_{\text{tanah asli}} = l - l_v$	9,746 m
$W \cos \alpha$	228,2682 kN
$W \sin \alpha$	109,0975 kN
$u \cdot l$	41,874 kN
$\tan \phi$	0,424
$N_e$	27,853 kN
$T_e$	58,277 kN

Menghitung stabilitas lereng kemiringan 1:1 (setelah redesign) ditambahkan dengan perkuatan rumput vetiver menggunakan *Software* Geoslope dengan memasukkan data parameter tanah dan koefisien horizontal ( jika menggunakan beban gempa). Nilai faktor keamanan lereng 1:1 + Rumput vetiver tanpa beban gempa dan dengan beban gempa yaitu :



Gambar 4. Nilai FK Lereng 1:1 + Rumput Vetiver

Jika menggunakan perhitungan manual, maka nilai faktor keamanan lereng 1:1 + Rumput vetiver dihitung dengan cara memasukkan nilai parameter tanah yang sudah ditanami rumput vetiver pada rumus, dan di dapatkan hasil:

$$FK = \frac{\Sigma[(c'l_{tanah\ asli}) + (c'_v l_v) + \{W \cos \alpha - u.l\} \tan \phi]}{\Sigma W \sin \alpha}$$

$$= \frac{196,380}{109,098} = 1,800$$

$$FK_{bgempa} = \frac{\Sigma[(c'l_{tanah\ asli}) + (c'_v l_v) + \{W \cos \alpha - u.l + Ne\} \tan \phi]}{(\Sigma W \sin \alpha + Te)}$$

$$= \frac{209,200}{167,374} = 1,250$$

#### Metode Pelaksanaan

Untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya, maka sebelumnya harus menyusun metode pelaksanaan pekerjaan stabilitas lereng ini, berikut adalah metode pelaksanaan

pekerjaan stabilitas lereng dengan penanaman rumput vetiver:

- Pekerjaan ini mencakup pekerjaan pembersihan tanah yang longsor, Melakukan survey penentuan titik ROW dan pekerjaan pengukuran batas tanah yang akan digali.
- Pekerjaan galian dilakukan sesuai volume yang akan digali sesuai gambar lereng yang sudah ada. Tahapan pekerjaan galian adalah sebagai berikut :
  - Melakukan pekerjaan penggalian tanah menggunakan excavator, kemudian di loading ke dumptruck kemudian dibuang di disposal area.
  - Galian dilakukan per layer untuk mengurangi resiko longsor.
  - Setelah galian selesai dilakukan pemadatan tanah
- Penanaman rumput vetiver dilakukan setelah lereng sudah di hitung faktor keamanannya kemudian permukaan lereng tersebut sudah rata. Tahapan pekerjaan Stabilisasi dengan rumput vetiver adalah sebagai berikut:
  - Persiapan Tempat
  - Penanaman rumput, penimbunan dengan tanah liat kepasiran dan pemupukan
  - Pemeliharaan (penyiraman) menggunakan tangki air sehari sekali selama 2 minggu, selanjutnya 2 hari sekali selama 2 minggu dan 2 kali seminggu selama 8 minggu.

#### Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Untuk menentukan besarnya biaya yang diperlukan adalah volume pekerjaan yang direncanakan dan harga satuan pekerjaan.

Tabel 4. Rencana Anggaran Biaya

No.	Jenis Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Harga satuan	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Galian	526,2138	m <sup>3</sup>	Rp 49.045	Rp 25.808.128
2	Stabilisasi dengan rumput Vetiver	282,8427	m <sup>2</sup>	Rp 78.639	Rp 26.178.466
Jumlah					Rp 48.050.638

Sumber: Hasil Perhitungan Rencana Anggaran Biaya, 2021

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan harus ditulis berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan temuan yang telah ditulis pada sebelumnya dan sesuai dengan tujuan penelitian, ditulis singkat dan jelas dengan urutan sesuai dengan tujuan penelitian.

- Setelah lereng di *redesign* dengan kemiringan lereng 1:1 maka nilai FK dari analisis stabilitas lereng tersebut adalah:
  - Program Geoslope/W = 1,638 (tanpa beban gempa) dan 1,137 (dengan beban gempa).

- Perhitungan manual = 1,630 (tanpa beban gempa) dan 1,181 (dengan beban gempa).
- b. Apabila sudah ditanami rumput vetiver maka didapatkan nilai FK yaitu :
  - Program Geoslope / W = 1,765 (tanpa beban gempa) dan 1,231 (dengan beban gempa).
  - Perhitungan manual = 1,800 (tanpa beban gempa) dan 1,250 (dengan beban gempa).
- c. Biaya yang didapatkan dari pekerjaan redesign lereng dari kemiringan 2:1 menjadi kemiringan 1:1 dan

penanaman rumput vetiver adalah sebesar Rp.48.050.638 dengan volume galian 526,2138 m<sup>3</sup> dan penanaman rumput vetiver seluas 282,8527 m<sup>2</sup>

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Craig, R. F., S., Budi Susilo., 1989. Mekanika Tanah, Edisi 4, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [2] Das, Braja M., 1993, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- [3] Das, Braja M., 1995, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- [4] Hardiyatmo, H.C., 2003. Mekanika Tanah II. Edisi Ketiga, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. [5] Bappeda Kotamadya Surabaya, "Surabaya Drainage Master Plan 2018," Surabaya, 2000.
- [6] Hardiyatmo, H.C., 2002. Mekanika Tanah I. Edisi Ketiga, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- [7] Natalia, M. & Hardjasaputra, H., 2010, 'Pengaruh Akar Tumbuhan (Vetiveria Zizanioides) Terhadap Parameter Geser Tanah Dan Stabilitas Lereng', *Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4)* Sanur-Bali, 2-3 Juni 2010.
- [8] SNI 1726-2019. 2019. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [9] SNI 8460-2017. 2017. Persyaratan perancangan geoteknik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.