

## **ANALISIS STABILITAS LERENG JALAN PRUPUK-BUMIAYU KABUPATEN BREBES DENGAN METODE FELLINIUS DAN SLOPE/W**

*(Analysis Of Slope Stability Road Of Prupuk-Bumiayu Brebes Regency  
By Fellinius Method And Slope/W)*

**Iva Dwi Khoiroh<sup>1,2</sup>, Teguh Marhendi<sup>1,3</sup>, Amris Azizi<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Jl.Raya Dukuh Waluh PO BOX 202 Purwokerto 53182  
Telp; (0281) 636751 ext 130. Fax. (0281) 637239

<sup>2</sup>Email: [ivadwikhoirog@gmail.com](mailto:ivadwikhoirog@gmail.com)

<sup>3</sup>Email: [tmarhendi@gmail.com](mailto:tmarhendi@gmail.com)

<sup>4</sup>Email: [amris.azizi@gmail.com](mailto:amris.azizi@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*Lereng adalah kenampakan permukaan alam yang disebabkan adanya beda tinggi. Beda tinggi dua tempat tersebut dibandingkan dengan jarak lurus mendatar sehingga akan diperoleh besarnya kelerengan (slope). Pada tempat dimana dua permukaan tanah yang berbeda ketinggiannya, maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah. Disamping gaya yang mendorong ke bawah terdapat pula gaya-gaya dalam tanah yang bekerja menahan sehingga kedudukan tanah tetap stabil. Ruas jalan Prupuk–Bumiayu merupakan jalur penghubung yang vital antara jalur pantura dengan jalur selatan di wilayah barat Provinsi Jawa Tengah. Kejadian longsor pada 5 Januari 2013 karena hujan yang cukup lebat disertai gerakan tanah mengakibatkan tanah longsor pada tebing ruas jalan Prupuk–Bumiayu Km.Pkl 118+600, Kecamatan Tonjong Kabupaten Brebes. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana stabilitas lereng yang ada pada tebing ruas jalan Prupuk-Bumiayu Km.Pkl 118+600 Kecamatan Tonjong, Kabupaten Brebes. Stabilitas lereng dianalisis menggunakan metode Fellinius dan menggunakan program Slope/W. Dari hasil perhitungan metode Fellinius diperoleh nilai F untuk kondisi lereng sebelum diberi talud  $F = 1.51$ , dan setelah ada talud  $F = 9.46$ . Dengan menggunakan program Slope/W metode Ordinary diperoleh nilai F untuk kondisi lereng sebelum diberi talud  $F = 0.212$ , dan setelah ada talud  $F = 1.40$ . Kedua analisis mengabaikan pengaruh tekanan air pori.*

**Kata kunci :** *Stabilitas lereng, Metode Fellinius, Slope/W, angka aman*

### **ABSTRACT**

*Slope is natural surface appearance due to the height different between two places to a straight horizontal distance, the magnitude of the slope*

*would be obtained. At the place where there are two different land surface height, there would be a force that would push the higher ground downward and the land tends to move towards the bottom. Besides the force pushing downward, other force would hold the land position making it remain stable. Prupuk-Bumiayu road is vital connecting line between the North and South coast in the Western part of Central Java. Landslide on 5 January 2013 accompanied with a heavy rain that caused soil movement and resulted in landslides on the cliff of Prupuk-Bumiayu Km.Pkl 118+600 road, Tonjong District, Brebes Regency. This study aimed to determine how is the stability of the existing slope on the cliff road of Prupuk-Bumiayu Km.Pkl 118+600, Tonjong District, Brebes Regency. Using the Fellinius method, it obtained  $F$  value for slope conditions before the retaining wall has been given was  $F = 1.51$ , and slope condition after retaining wall has been given are  $F = 9.64$ . By using Slope/W program methos, the ordinary  $F$  value obtained for slopes condition before the retaining wall has been given was  $F = 0.212$ , and the condition of slope after retaining wall has been given is  $F = 1.40$ . Both of analysis ignore pore water pressure influence.*

**Keywords :** Slope stability, , Fellinius method, Slope/W program, safety factor

## PENDAHULUAN

Longsor terjadi pada ruas jalan Prupuk–Bumiayu, tepatnya di depan SMA Muhammadiyah Desa Tonjong, Kecamatan Tonjong, Kabupaten Brebes. Berdasarkan peninjauan lapangan oleh Balai ESDM Wilayah Serayu Utara bahwa jalur Prupuk–Bumiayu merupakan jalur vital penghubung antara jalur pantura dengan jalur selatan di wilayah barat Provinsi Jawa Tengah. Melihat kondisi daerah sekitar lokasi kejadian gerakan tanah, secara umum masih berpotensi terjadi longsor karena berbagai faktor sangat mendukung terjadinya gerakan tanah pada daerah ini. Faktor tersebut meliputi curah hujan yang tinggi dan lama pada musim penghujan, struktur batuan yang tidak kompak, aliran air sungai yang terus menggerus tebing bekas longsor, lapisan tanah yang tebal, kelerengan yang terjal, tata air yang jelek, dan perilaku masyarakat yang kurang memperhatikan daya

dukung tanah pada waktu membuat bangunan atau membuka lahan pekarangan/kebun. Dengan kondisi tersebut perlu adanya penelitian tentang Analisis Stabilitas Lereng.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung angka aman stabilitas lereng bahu jalan Prupuk-Bumiayu Km.Pkl 118+600 Kecamatan Tonjong Kabupaten Brebes. Metode analisis yang digunakan adalah metode *Fellinius* dan Program *Slope/W*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V Provinsi Jateng Kementerian Pekerjaan Umum, Dinas PPK 09 Wilayah Slawi-Bumiayu-Wangon, dan Dinas Energi Sumber Daya Mineral Kabupaten Brebes.

Dasar perhitungan batas keseimbangan adalah faktor keamanan ( $F$ ) lereng terhadap longsor yang tergantung pada angka perbandingan antara kuat geser tanah ( $S$ ) dan tegangan geser tanah

yang bekerja (m) yang dinyatakan dalam persamaan berikut ( Firmansyah, 2008 ) :

$$F = \frac{S}{m}$$

Dimana:  $F < 1,00$  ( longsor )  
 $F = 1,00$  ( kritis )  
 $F > 1,00$  ( mantap atau aman )

**Metode Fellinius**

Metode Fellinius membutuhkan data nilai kohesi ( c ), nilai sudut geser dalam tanah (  $\phi$  ), berat isi tanah (  $\gamma$  ), sudut kemiringan lereng (  $\beta$  ), tinggi lereng. Metode Fellinius membagi lereng menjadi beberapa bagian (irisan) seperti pada Gambar 1

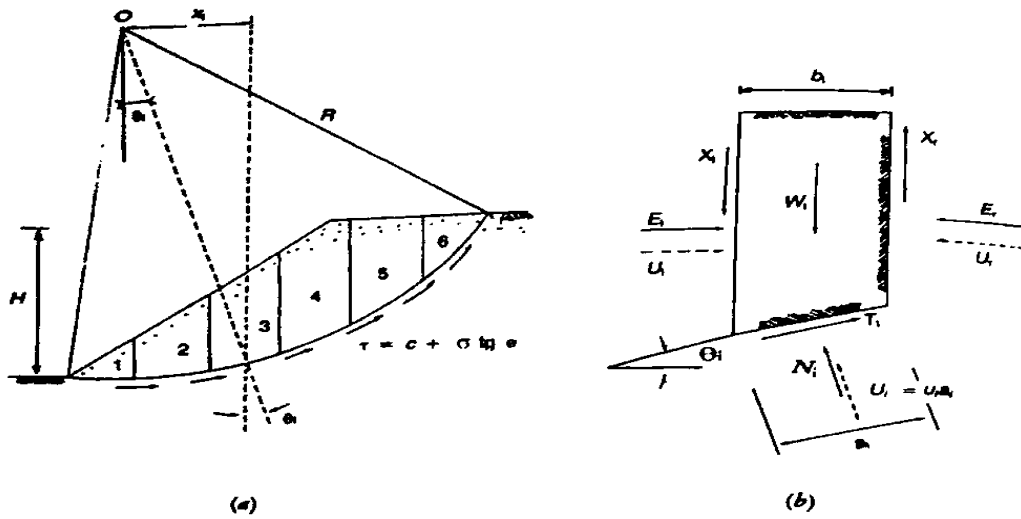
Persamaan faktor aman dengan mengabaikan tekanan air pori pada bidang longsor adalah sebagai berikut :

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (c \cdot a_i + N_i \cdot \tan \phi)}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin \theta_i}$$

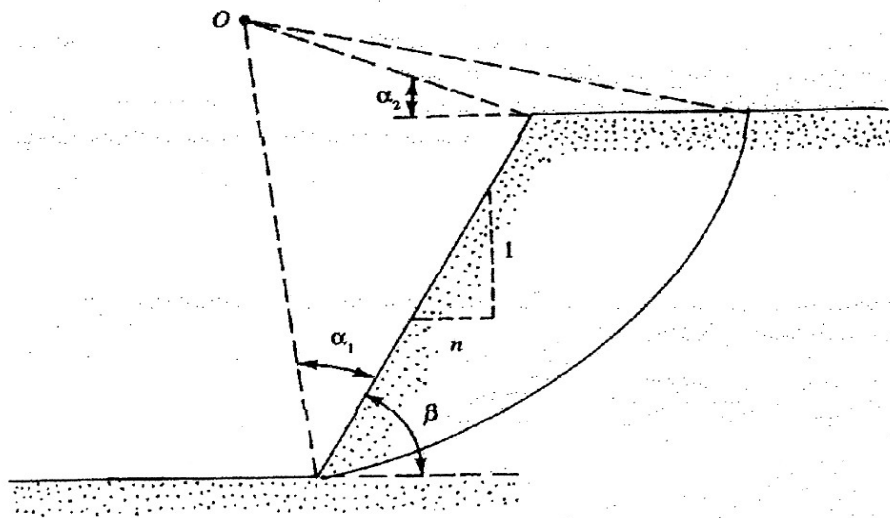
Dengan :

- $n$  = jumlah irisan
- $c$  = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)
- $a_i$  = panjang lengkung lingkaran pada irisan ke-i (m)
- $\phi$  = sudut gesek dalam tanah ( ° )
- $W_i$  = berat irisan tanah ke-i ( kN )
- $\theta_i$  = sudut yang didefinisikan pada gambar 1 ( derajat )

Untuk mencari letak titik pusat lingkaran (O) dengan (  $\beta$  ) < 53° ditentukan seperti pada Gambar 2.



**Gambar 1** Bidang longsor dibagi menjadi beberapa irisan (Sumber: Hardiyatmo, 2002)



**Gambar 2 Titik pusat lingkaran untuk (  $\beta$  ) < 53°  
(Sumber: Azizi, 2012)**

Untuk mengetahui nilai  $\alpha$  maka ditentukan sesuai nilai dari  $n$  dan  $\beta$ . Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1 Letak Titik Pusat Lingkaran Untuk (  $\beta$  ) < 53°**

n	$\beta^\circ$	$\alpha_1$	$\alpha_2$
1.0	45	28	37
1.5	33.68	26	35
2.0	26.57	25	35
3.0	18.43	25	35
5.0	11.32	25	37

Sumber : Azizi, 2012

### Pogaram Slope/W

Program Slope/W merupakan salah satu software dibidang teknik sipil untuk menganalisis stabilitas lereng. Program Slope/W

membutuhkan data nilai kohesi (c), nilai sudut gesek dalam tanah ( $\phi$ ), berat unit tanah ( $\gamma$ ), tinggi lereng ( H ).

Dalam program Geoslope Slope/W, metode Fellenius disebut dengan metode Ordinary. Angka aman dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$F = \frac{\sum [c \cdot \beta + N \cdot \tan \phi]}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

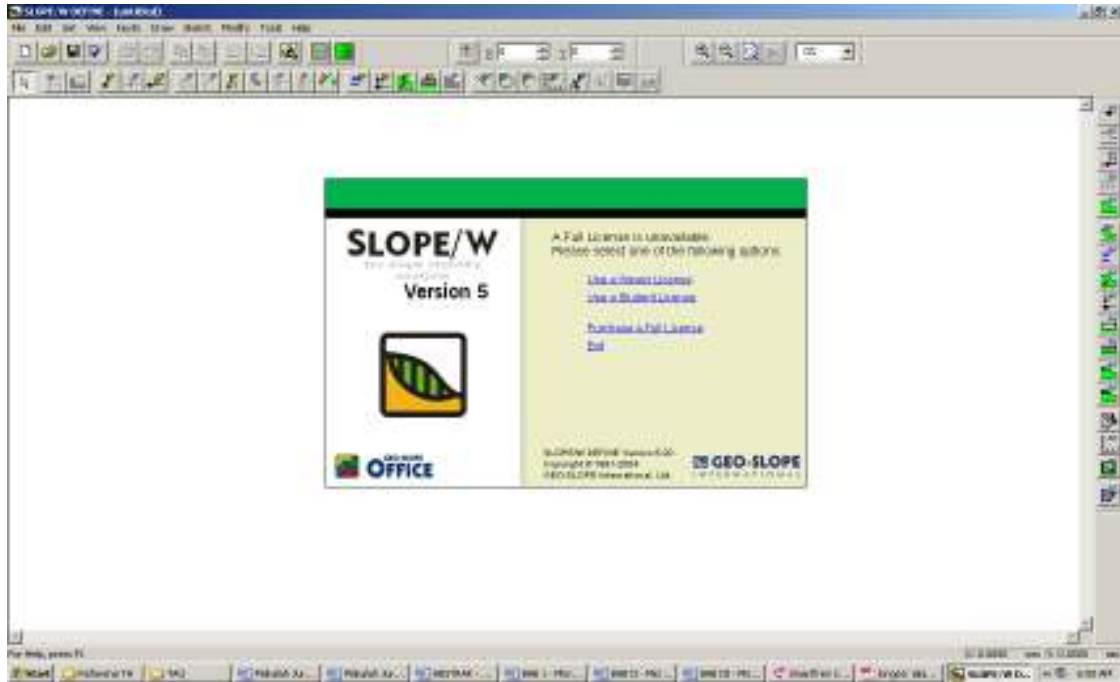
$$= \frac{\sum S_{resistance}}{\sum S_{mobilized}}$$

Dimana :

C= kohesi ( kg/cm<sup>2</sup> )  
 $\beta$ = kemiringan lereng

(°)

N= ( W cos  $\alpha$  )  
 $\Phi$ = sudut gesek dalam tanah (°)  
 W = berat irisan ( kN )  
 $\alpha$ = sudut irisan ( ° )



Gambar 3 Tampilan Area Kerja Slope/W

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Analisis sebelum diberi talud.**

Data tanah dipilih kondisi kerapatan tanah yang paling longgar dengan data sbb :

Berat isi tanah ( $\gamma$ ) =  $1.648 \text{ gr/cm}^3$

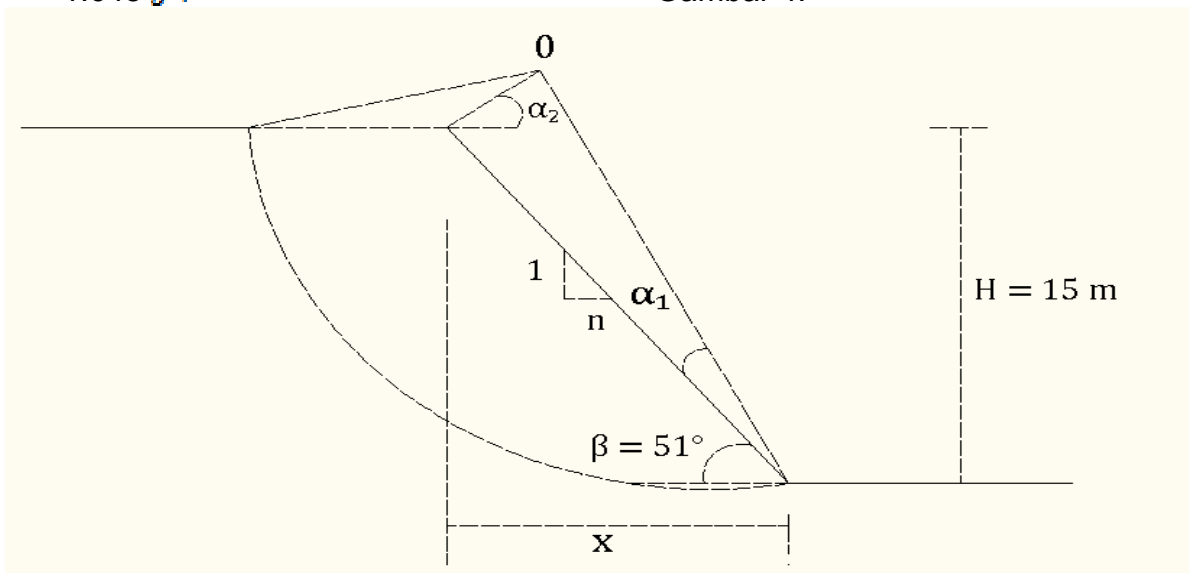
Kohesi ( $c$ ) =  $160 \text{ gr/cm}^2$

Sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) =  $14^\circ$

Sudut kemiringan lereng ( $\beta$ ) =  $51^\circ$

Tinggi lereng ( $H$ ) =  $15 \text{ m}$

Dari data di atas maka untuk sketsa lereng dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Tinggi dan kemiringan lereng sebelum diberi talud

- Mencari panjang  $x$

$$\text{Tg } \beta = \frac{15}{x}$$

$$\text{Tg } 51^\circ = \frac{15}{x} \longrightarrow x = 12.15 \text{ m}$$

- Mencari nilai n

$$\frac{1}{n} = \frac{15}{12.15} \longrightarrow n = 0.81$$

Nilai  $\alpha$  didapat dari tabel 1.

$$\alpha_1 = 28^\circ$$

$$\alpha_2 = 37^\circ$$

- Menentukan pias

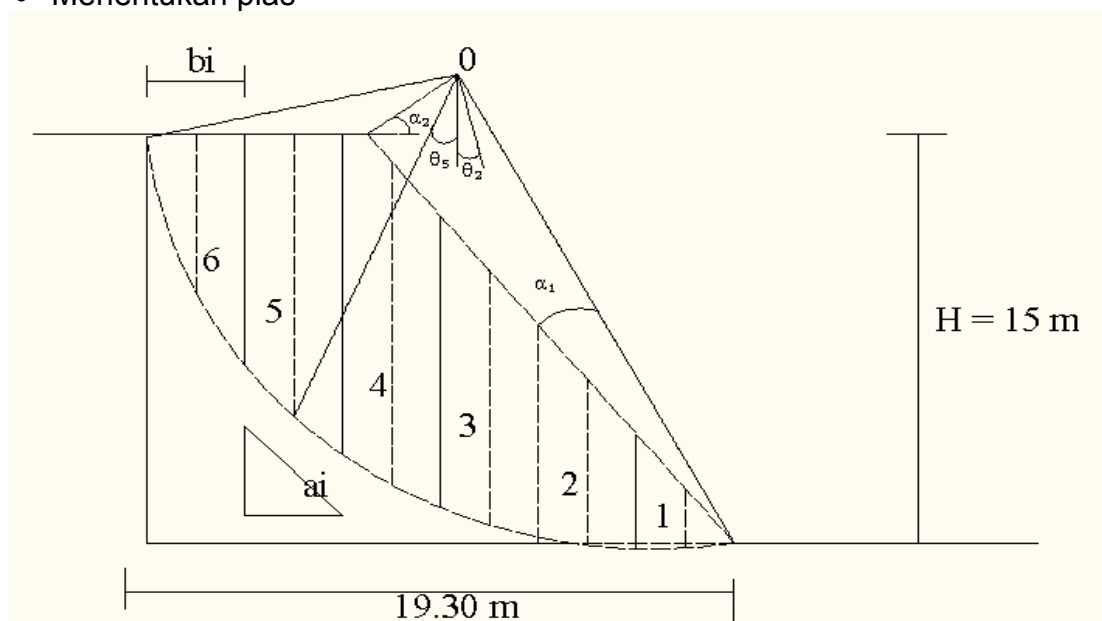
Melihat panjang Lingkaran gelincir  $\Sigma L = 19.30 \text{ m}$ , maka lingkaran longsor dibagi 6 pias (Hardiyatmo, 2002)

- Menentukan lebar pias

Lebar pias,  $b_i = 19.30/6 = 3.22 \text{ m}$

Sisi miring pias,  $a_i = b_i \cos \theta_i$

Hasil perhitungan angka keamanan (F) dapat dilihat pada Tabel 2.



**Gambar 5** Pembagian pias pada lereng sebelum diberi talud

**Tabel 2** Hasil perhitungan angka keamanan (F) sebelum diberi Talud

No irisan	Tingg i	Wi (kN)	$\theta_i$	$\text{Cos } \theta_i$	$\text{Sin } \theta_i$	$N_i = W_i \cdot \text{Cos } \theta_i$	$a_i = b_i \cdot \text{Cos } \theta_i$	$W_i \cdot \text{Sin } \theta_i$	$\text{tg } \varphi$	$N_i \cdot \text{Tg } \varphi$
1	2.18	115.90	23	0.92	-0.39	106.62	2.96	-45.20	0.25	26.55
2	5.99	318.08	14	0.97	-0.24	308.53	3.12	-76.34	0.25	76.82
3	9.34	495.47	4	0.99	-0.06	490.51	3.19	-29.73	0.25	122.14
4	11.85	628.73	8	0.99	0.13	622.44	3.19	81.74	0.25	154.99
5	10.36	549.60	23	0.92	0.39	505.63	2.96	214.34	0.25	125.90
6	5.85	310.30	47	0.68	0.73	211.00	2.19	226.52	0.25	52.54
<b><math>\Sigma =</math></b>							17.61	371.33		558.94

Dari hasil perhitungan di atas maka dapat diperoleh nilai angka keamanan sebagai berikut :

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot a_i + N_i \cdot \tan \phi_i)}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot \sin \theta_i}$$

$$F = ((0.16 \times 17.61) + (558.94)) / (371.33)$$

$$F = 1.51 > \longleftrightarrow$$

**kondisi lereng**

**stabil**

### Analisis setelah ada Talud

Data tanah dipilih kondisi kerapatan tanah yang paling padat dengan data sbb :

Berat jenis agregat halus ( $\gamma$ ) = 26.41  $kg/cm^3$

Kohesi (c) paling kecil = 0.00  $kg/cm^2$

Sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) = >35° ditentukan 45°

Sudut kemiringan lereng ( $\beta$ ) = 33°  
Tinggi lereng (H) = 15 m

Dari data di atas, sketsa lereng dapat dilihat pada Gambar 6.

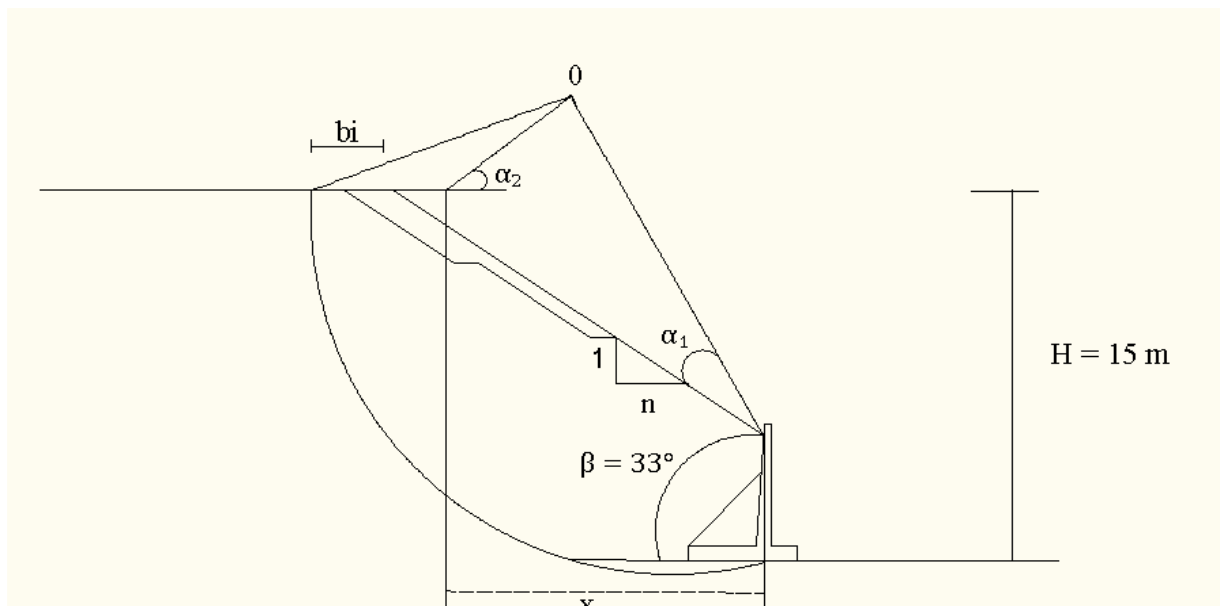
- Mencari nilai x  
 $Tg \beta = \frac{15}{x}$   
 $Tg 33^\circ = \frac{15}{x} \longrightarrow x = 23.09 \text{ m}$
- Menacri nilai n  
 $\frac{1}{n} = \frac{15}{23.09} \longrightarrow n = 0.64$

Nilai  $\alpha$  dari Tabel 1 didapat :

$$\alpha_1 = 28^\circ$$

$$\alpha_2 = 37^\circ$$

- Menentukan pias  
 Dengan panjang Lingkaran gelincir  $\Sigma L = 18.36 \text{ m}$ , maka untuk lingkaran longsor dibagi 6 pias (Hardiyatmo, 2002)



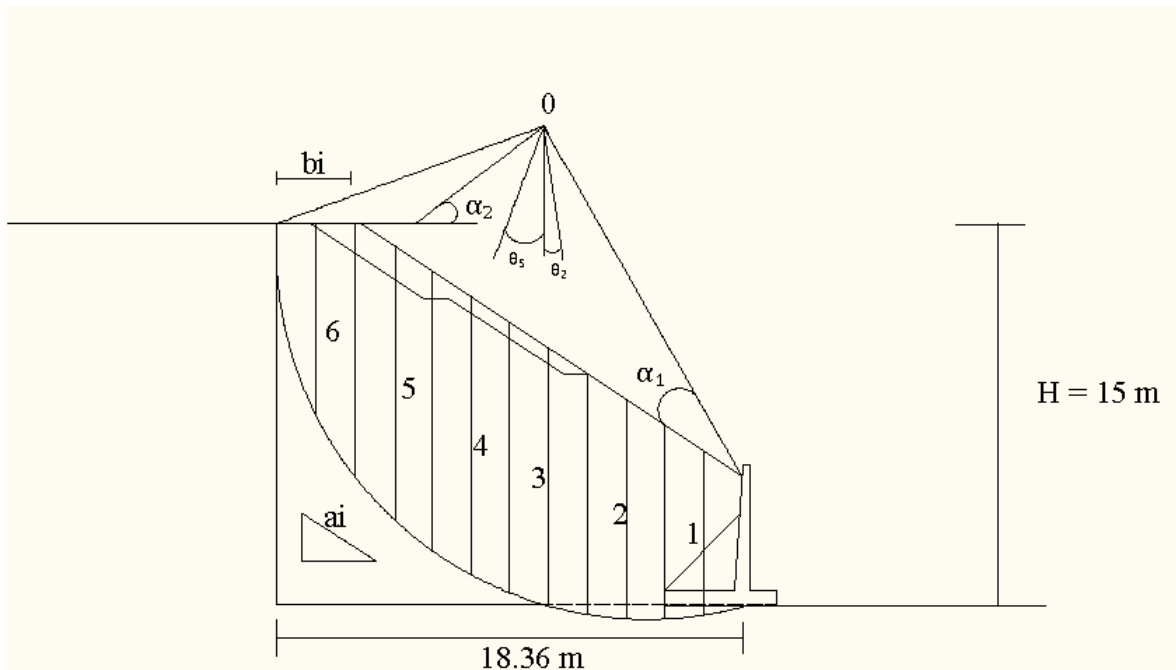
**Gambar 6 Tinggi dan kemiringan lereng setelah ada Talud**

- Menentukan lebar pias  
Lebar pias,  $b_i = 18.36/6$   
 $= 3.06 \text{ m}$

$$a_i = b_i \cos \theta_i$$

Dari data di atas maka sketsa pembagian pias dapat dilihat pada Gambar 7.

Hasil perhitungan Angka Keamanan (F) dapat dilihat pada tabel 3



G

Gambar 7 Pembagian pias pada lereng setelah ada Talud

Tabel 3 Hasil perhitungan angka keamanan (F) setelah ada Talud

No irisan	tinggi	Wi (kN)	$\theta_i$	$\cos \theta_i$	$\sin \theta_i$	$N_i = \frac{W_i}{\cos \theta_i}$	$a_i = b_i \cdot \cos \theta_i$	$W_i \cdot \sin \theta_i$	$\text{tg } \varphi$	$N_i \cdot \text{Tg } \varphi$
1	6.50	525.29	-16	0.96	-0.27	504.28	6.00	-141.83	1	504.28
2	8.68	701.47	-8	0.99	-0.13	694.46	6.19	-91.19	1	694.46
3	10.21	825.12	-1	0.99	-0.17	816.87	6.19	-140.27	1	816.87
4	11.02	890.58	9	0.98	0.15	872.77	6.13	133.59	1	872.77
5	10.87	878.45	20	0.93	0.34	816.96	5.81	298.67	1	816.96
6	7.61	615.00	38	0.78	0.61	479.70	4.88	375.15	1	479.70
$\Sigma$							35.19	434.12		4185.03



Dari hasil perhitungan di atas maka dapat diperoleh nilai angka keamanan sebagai berikut:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (c + N_i \tan \phi)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i}$$

$$F = \frac{(0.00 \times 35.19) + 4185.03}{434.12}$$

F = 9.64 > 1 → **kondisi lereng stabil**

### Analisis dengan Program Slope/W

#### Analisis sebelum diberi Talud

Data tanah dipilih kondisi kerapatan tanah yang paling longgar dan data timbunan tanah sbb :

Berat isi tanah ( $\gamma$ ) = 16.48 Kg/cm<sup>3</sup>

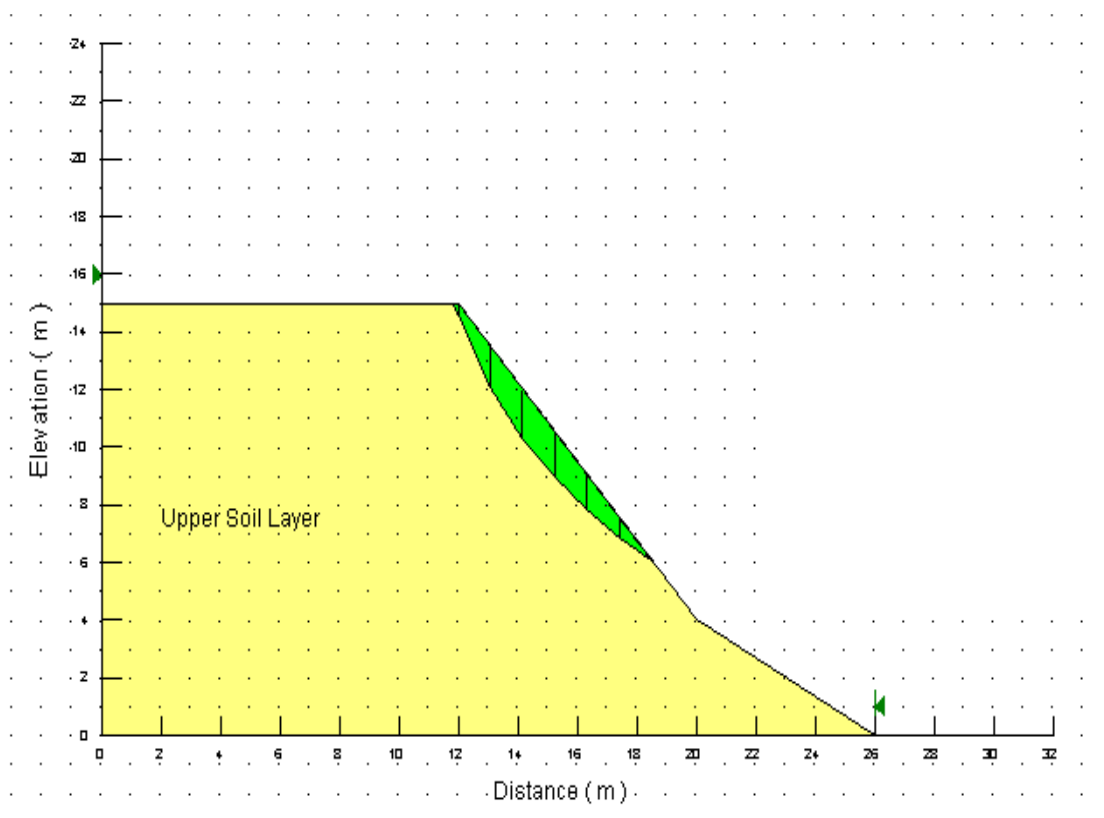
Kohesi (c) = 0.16 Kg/cm<sup>2</sup>

Sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) = 14°

Sudut kemiringan lereng ( $\beta$ ) = 51°

Tinggi lereng = 15 m

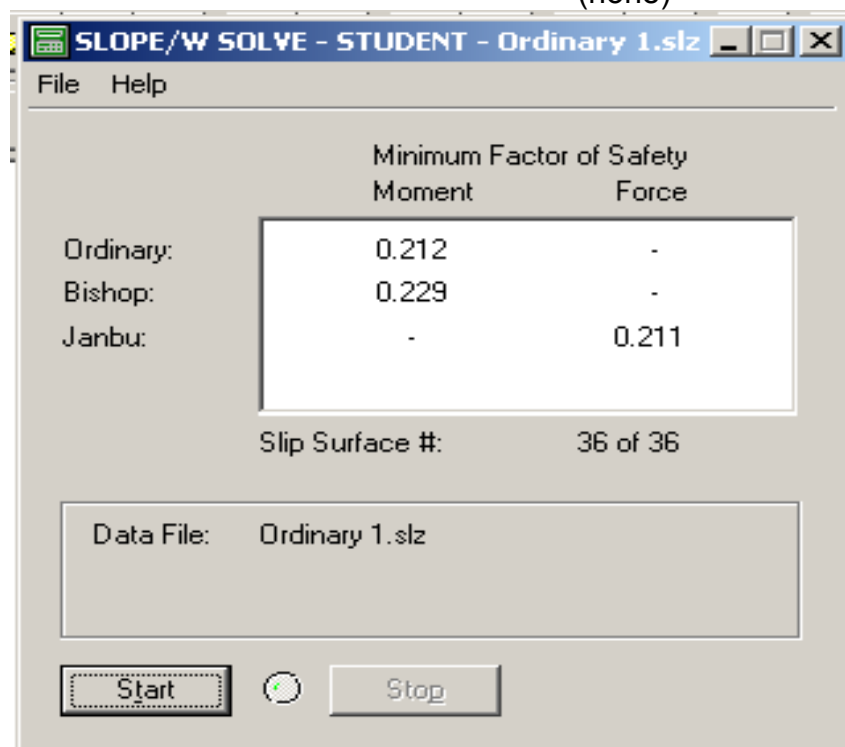
Hasil perhitungan angka keamanan (F) dengan Geoslope "Slope/W" dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8 Hasil Analisis Ordinary dari Program Slope/W sebelum diberi Talud**

Data input Project Id

SLOPE/W Landslide Problem		Direction of Slip Movement: Left to Right
Landslide Condition		Slip Surface Option: Grid and Radius
File Name :	Ordinary	P.W.P. Option; Piezometric Lines / Ru
1.slz		Tension Crack Option: (none)
Last Saved Date	3/13/2014	Seismic Coefficient : (none)
Last Saved Time	11:27:00 AM	
Analysis Method	Bishop (with Ordinary & Janbu)	



**Gambar 9 Tampilan Slope/W Solve**

Dari hasil pengolahan program Slope/W maka diperoleh hasil sebagai berikut :

$F = 0.212 < 1 \rightarrow$  **kondisi lereng tidak stabil**

#### Analisis setelah ada Talud

Data tanah dipilih kondisi kerapatan tanah yang paling padat dengan data sbb :

Berat jenis agregrat halus ( $\gamma$ ) = 26.41  $Kg/cm^3$

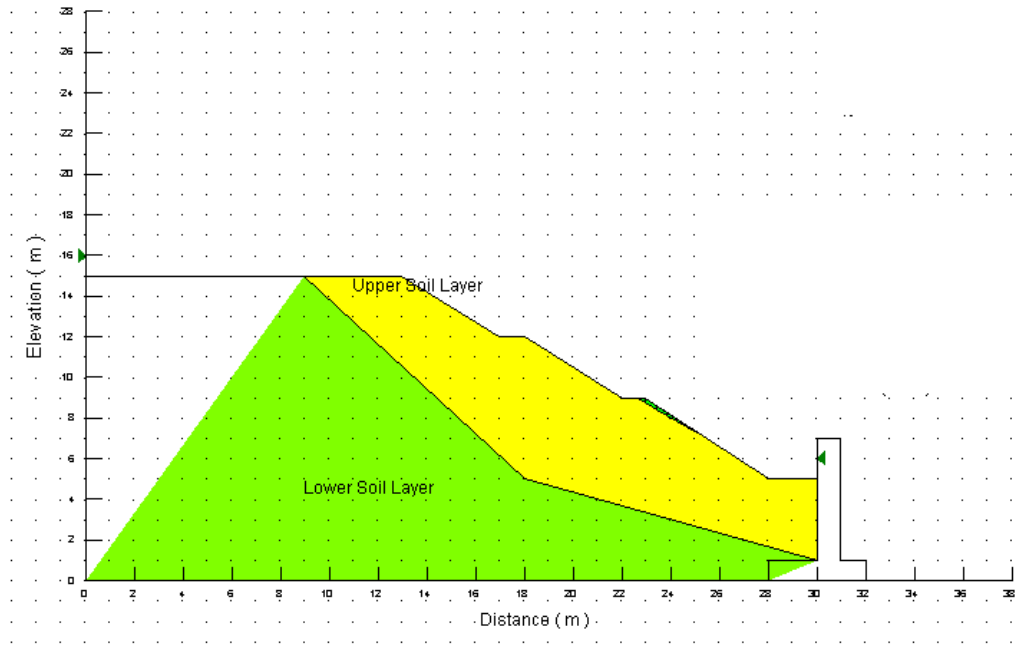
Kohesi (c) yg terkecil = 0.00  $kg/cm^2$

Sudut geser tanah ( $\phi$ ) > 35° = ditentukan 45°

Sudut kemiringan lereng ( $\beta$ ) = 33°

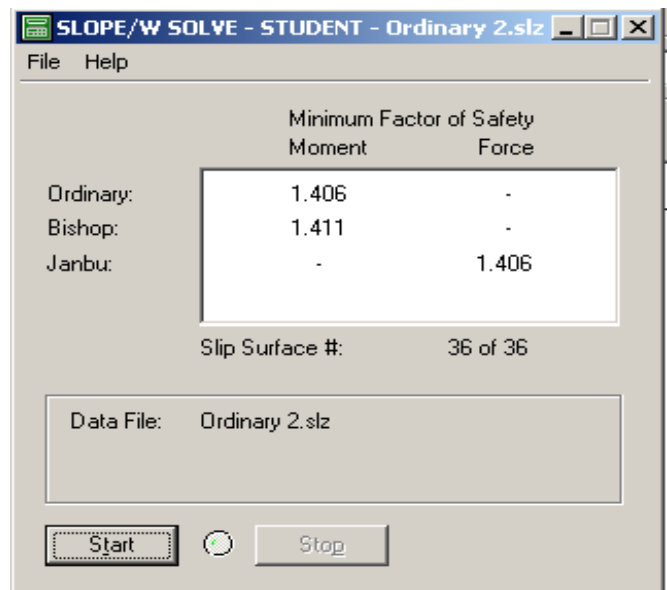
Tinggi lereng = 15 m

Hasil perhitungan angka keamanan (F) dengan Geoslope "Slope/W" dapat dilihat pada gambar 10.



**Gambar 10. Hasil Analisis Ordinary dari Program Slope/W setelah ada Talud**

Data input Project Id  
 SLOPE/W Landslide  
 There is Talud Condition  
 File Name : Ordinary  
 2.slz  
 Last Saved Date  
 3/13/2014  
 Last Saved Time 1  
 1:40:35 AM  
 Analysis Method Bishop (with  
 Ordinary & Janbu)  
 Direction of Slip Movement Left  
 to Right  
 Slip Surface Option : Grid and  
 Radius  
 P.W.P. Option: Piezometric Lines  
 / Ru  
 Tension Crack Option: (none)  
 Seismic Coefficient :  
 (none)



**Gambar 11 Tampilan Slope/W Solve**

Dari pengolahan program Slope/W diperoleh hasil sebagai berikut :

$$F = 1.40 > 4 \longrightarrow \text{kondisi lereng stabil}$$

## KESIMPULAN

Hasil analisis stabilitas lereng dengan parameter angka aman (F) dengan mengabaikan tekanan air pori, didapat angka aman (F) dengan Metode Fellinius: kondisi sebelum diberi talud  $F = 1.51$ , setelah ada talud  $F = 9.64$  kondisi lereng stabil.

Dengan menggunakan program Geoslope "Slope/W" kondisi sebelum diberi talud  $F = 0.212$  kondisi lereng tidak stabil, dan kondisi setelah ada talud  $F = 1.40$  kondisi lereng stabil.

## UCAPAN TERIMAKASIH

- Kepala Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V Prov. Jateng, Mbak Retno beserta staf yang telah menyediakan data untuk penelitian ini
- Kepala PPK10 Bpk. Agus Setiyono, S.T., Bpk. Ibnu Dian serta staf yang telah menyediakan data untuk penelitian ini.
- Dinas ESDM Kabupaten Brebes, Kepala Bidang Geologi yang telah menyediakan data untuk penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M., Widodo, A. (2008) Analisa Balik Kelongsoran: Studi Kasus di Jember, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi, Surabaya.
- Azizi, A., *et al.* (2012) Analisis Kestabilan Lereng Kawasan Bencana Tanah Longsor Desa Binangun Kecamatan Banyumas, *Laporan Penelitian Hibah Program Studi*, LPPM Universitas Muhammadiyah, Purwokerto.
- Craig, R.F. (1989) *Mekanika Tanah* (4<sup>th</sup> ed), Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M. (1996) *Meknika Tanah Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Firmansyah, S. (2008) Perencanaan Penanggulangan Longsoran

Pada Proyek Jalan di Lokasi Bayah, Provinsi Banten Pada STA 2 +920 s.d STA 3 + 920, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Gunadarma, Bandung

Hardiyatmo, H.C. (2002) *Mekanika Tanah 1*, edisi ke-2, Beta Offset, Yogyakarta.

Hardiyatmo, H.C. (2002) *Mekanika Tanah 2*, edisi ke-2, Beta Offset, Yogyakarta.

Putra, T.G.S, Made Dhodiek dan Made Aryati ( 2010) Analisis Stabilitas Lereng Pada Badan Jalan Dan Perencanaan Perkuatan Dinding Penahan Tanah, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil Udayana, Bali.

Hidayah, S., dan Gratia, Y.R. (2007) Program Analisis Stabilitas Lereng Slope Stability Analysis Program, *Laporan Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.

KH, Sunggono (1982) *Mekanika Tanah*, Nova, Bandung.

<http://w2.civil.uwa.edu.au/download/fahey/SlopeW/Slpman.pdf>

<http://www.geo-slope.com/V5.20>

<http://www.pu-net.go.id/peta>

<http://binamarga.jatengprov.go.id/DataPokok/InformasiJalan/InformasiJalan.php>

<https://www.google.com/search?tbm=isch&q=longsortonjong2013>