

# ANALISIS STABILITAS LERENG MENGUNAKAN SOFTWARE GEO STUDIO 2007 DENGAN VARIASI KEMIRINGAN (STUDI KASUS: BUKIT GANOMAN KAB KARANGANYAR)

Meilani Adriyati<sup>1)</sup> R.Harya Dananjaya<sup>2)</sup> Niken Silmi Surjandari<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

<sup>2),3)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email : [meilani.adriyati@yahoo.com](mailto:meilani.adriyati@yahoo.com)

## Abstract

*Each region has diverse soil conditions, in terms of soil type, bearing capacity, and other parameters. Certainly, it may cause bearing capacity and soil parameters change at all times. The soil parameters include soil friction angle and soil cohesion.*

*This study is conducted to analyze the slope stability by primary data property testing and direct shear testing. In addition, statistical analysis is accomplished by calculating the percentages of the confidence level 5%, 10%, 15%, and 20% or confidence level of Safety Factor (SF) by using ( $n < 30$ ) interval.*

*The confidence level values of 95%, 90%, 85%, and 80% result correlation chart of Safety Factor with slope angles of 36.69 °, 36.87 °, and 42.51 °. The unstable slope condition is proved by the average values that draw close Safety Factor of 1.07 which approach the slope limit. The value of 95% is a level of confidence value that closely occur landslides in Gonaman Hill caused 5% value which the data analysis percentage decline. It can be concluded that according has critical condition with the slope angle of  $\beta > 55^\circ$ .*

*Keywords: slope stability, percentage level of confidence, Geostudio 2007*

## Abstrak

Setiap daerah memiliki keadaan tanah yang beragam, baik dari segi jenis tanah, daya dukung, maupun parameter lainnya dari tanah. Tentu saja hal tersebut dapat mengakibatkan daya dukung dan parameter tanah selalu berubah. Parameter tanah tersebut mencakup sudut geser tanah dan kohesi tanah.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis stabilitas lereng dengan data primer yaitu uji properties dan pengujian geser langsung. Untuk analisis statistik, dilakukan perhitungan presentase tingkat kepercayaan 95%, 90%, 85%, dan 80% atau tingkat keyakinan dari nilai *Safety Factor (SF)* dengan menggunakan *interval* ( $n < 30$ ).

Nilai tingkat kepercayaan 95%, 90%, 85%, dan 80% menghasilkan grafik hubungan *Safety Factor* dengan kemiringan 36,69°, 36,87°, dan 42,51° dengan kondisi lereng yang sangat labil, dibuktikan dengan nilai rata-rata mendekati *SF* 1,07 yang hampir mendekati batas longsor. Nilai 95% adalah nilai tingkat keyakinan yang paling mendekati terjadinya kejadian keruntuhan lereng wilayah Bukit Gonaman, pada nilai 5% adalah presentase data yang meleset dari analisis. Kesimpulan bahwa lereng dengan kemiringan  $\beta > 55^\circ$  merupakan lereng dengan kondisi kritis.

Kata kunci: Stabilitas Lereng, Prosentase tingkat keyakinan, Geo Studio 2007

## PENDAHULUAN

Bencana alam yang banyak terjadi di Indonesia salah satu jenisnya adalah gerakan masa tanah pada lereng-lereng alam. Fenomena tersebut berpotensi menjadi bencana geologis berupa pergerakan tanah yang tidak terkontrol yang berpotensi membahayakan manusia.

Bencana alam longsor tanah yang banyak terjadi di Indonesia merupakan salah satu jenis gerakan masa tanah (*soil mass movement*) pada lereng-lereng alam. Apabila massa yang bergerak ini didominasi oleh massa tanah dan gerakannya melalui suatu bidang pada lereng, baik berupa bidang miring ataupun lengkung, maka proses pergerakan tersebut disebut sebagai longsor tanah.

Desa Koripan, Kecamatan Matesih, Kabupaten Karanganyar yang terletak di provinsi Jawa Tengah adalah daerah yang kondisi alamnya berupa perbukitan dan lereng batuan yang terjal. Daerah tersebut berpotensi besar mengalami kelongsoran. Banyak ditemukan titik-titik kelongsoran terutama setelah terjadi hujan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan agar dapat menjadi bahan pertimbangan dan acuan dalam mitigasi bencana longsor.

## TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Masagus Ahmad dkk. (2011) melakukan penelitian di lokasi Curug Pangkul (TAL Selatan) PTBA Tanjung Enim. Menganalisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode Probabilistik dimana cara menentukan nilai faktor keamanan suatu sistem rekayasa dengan memperlakukan nilai masukan sebagai variabel acak, pada proses ini nilai parameter di masukan dan faktor keamanan akan dikarakterisasi distribusi nilai masing-masing. Hasil penelitian menunjukkan distribusi fungsi kohesi dan sudut gesek dalam adalah seragam, distribusi fungsi

densitas adalah  $\beta$ , serta distribusi fungsi factor keamanan adalah seragam.

### Analisis Stabilitas Lereng

Menurut Hardiyatmo (2007) Analisis stabilitas lereng terdapat mempunyai banyak faktor yang mempengaruhi hasil hitungan. Faktor-faktor tersebut misalnya kondisi tanah yang berlapis-lapis, kuat geser tanah yang anisotropis, aliran rembesan air dalam tanah dan lain-lain. Dalam praktek, analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan plastis batas. Adapun maksud analisis stabilitas adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Faktor aman didefinisikan dengan memperhatikan tegangan geser rata-rata sepanjang bidang longsor potensial, dan kuat geser tanah rata-rata sepanjang permukaan longsor. Nilai angka keamanan didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan, rumus *Safety Factor* dapat dilihat pada persamaan 1.

$$SF = \frac{\tau}{\tau_d} \dots\dots\dots [1]$$

dengan:

- $\tau$  = tahanan geser maksimum yang dapat dikerahkan oleh tanah (kN/m<sup>2</sup>)
- $\tau_d$  = tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor (kN/m<sup>2</sup>)
- $SF$  = *Safety Factor*

Menurut teori Mohr-Coulomb, tahanan geser ( $\tau$ ) yang dapat dikerahkan tanah sepanjang bidang longornya dapat dilihat pada persamaan 2.

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi \dots\dots\dots [2]$$

dengan:

- $c$  = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)
- $\sigma$  = tegangan normal (kN/m<sup>2</sup>)
- $\varphi$  = sudut gesek tanah (derajat)

Dengan cara yang sama, persamaan tegangan geser yang terjadi akibat beban tanah dan beban lain pada bidang longornya dapat dilihat pada persamaan 3.

$$\tau_d = c_d + \sigma_d \tan \varphi_d \dots\dots\dots [3]$$

dengan :

- $c_d$  = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)
- $\varphi_d$  = sudut gesek yang bekerja sepanjang bidang longsor (derajat)

Umumnya faktor aman untuk stabilitas lereng atau factor aman terhadap kuat geser tanah diambil lebih besar atau sama dengan nilai *Safety Factor* 1,2 – 1,5. Menurut Bowles (1989) nilai dari faktor keamanan intensitas longsorannya seperti tabel 1.

Tabel 1. Hubungan Faktor Keamanan Dan Kejadian Longsor (Bowles, 1989).

Nilai Faktor Keamanan	Intensitas atau Kejadian Longsor
$SF < 1,07$	Longsor bisa terjadi/sering (lereng labil)
$1,07 < SF < 1,25$	Longsor pernah terjadi (lereng kritis)
$SF > 1,25$	Longsor jarang terjadi (lereng relatif stabil)

Penelitian ini di lakukan untuk mengetahui pemetaan nilai Safety Factor dan tingkat kepercayaan longsor pada suatu lereng dengan banyaknya kebutuhan konsumen atau masyarakat yang akan merencanakan sebuah konstruksi sipil di wilayah perbukitan, pastinya akan membutuhkan banyak data mengenai karakteristik tanah, kondisi lahan, topografi dan tingkat kepercayaan longsor. Maka penelitian ini dibuat agar dapat dimanfaatkan sebagai acuan untuk merencanakan sebuah konstruksi pada wilayah perbukitan.

### Statistika dan Probabilitas

Menurut Barus (1999) Ilmu statistik adalah ilmu yang membahas tentang pengumpulan, penyusunan, analisa, interpretasi dan penyajian data. Analisis Probabilitas adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat ter-

jadinya suatu kejadian yang acak. Probabilitas dalam statistik adalah Memperkirakan terjadinya peluang yang dihubungkan dengan terjadinya peristiwa tersebut dalam keadaan tertentu. Salah satu bahasan statistik adalah tingkat kepercayaan (*confidence level*) sering digunakan. Tingkat signifikansi menunjukkan probabilitas atau peluang kesalahan yang ditetapkan peneliti dalam mengambil keputusan untuk menolak atau mendukung hipotesis nol atau dapat diartikan juga sebagai tingkat kesalahan atau tingkat kekeliruan yang ditolerir oleh peneliti, yang diakibatkan oleh kemungkinan adanya kesalahan dalam pengambilan sampel (*sampling error*).

## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Lokasi pengambilan sampel tanah dilihat pada Gambar 1 yaitu Bukit Ganoman Desa Koripan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar diambil secara acak dengan jumlah 12 sampel. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode studi kasus berupa pengambilan sampel lapangan yang setelah itu melakukan pengujian properties untuk mengetahui nilai berat isi tanah ( $V_{\rho_s}$ ), pengujian kadar air ( $w_n$ ), pengujian berat jenis tanah ( $G_s$ ), pengujian hidrometer dan analisis saringan. Serta pengujian Geser Langsung untuk mengetahui nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek tanah ( $\phi$ ) setelah itu dianalisis menggunakan *software Geo Studio 2007* pada tahapan input data parameter  $V_{\rho_s}$ ,  $c$  dan  $\phi$  dimensi yang digunakan adalah kemiringan variasi dengan lebar maksimum yang digunakan adalah 60 m untuk mendapatkan nilai *Safety Factor* untuk mengetahui tingkat keyakinan data yang meleset di perlukan analisis statistik interval keyakinan data. Tahap akhir yaitu tahap output membahas tentang grafik hubungan antara nilai *Safety Factor* dengan variasi kemiringan lereng dengan metode interval keyakinan setelah itu dapat ditarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa besar kemungkinan dari tingkat kepercayaan data yang diperoleh 80%, 85%, 90% dan 95% nilai yang paling mendekati terjadinya kejadian keruntuhan lereng yaitu 95% artinya semakin tinggi tingkat kepercayaan semakin tinggi kemungkinan keruntuhan lereng dan artinya nilai 5% adalah prosentase melesetnya data.

### Analisis Lereng

Hasil dari pengujian data primer didapat nilai *Properties* dan hasil uji berupa parameter tanah dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Hasil pengujian berupa *Indeks Properties*

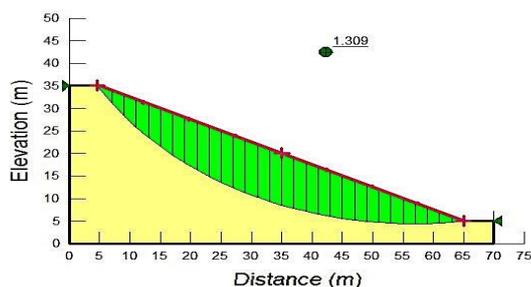
Properties	Simbol	Satuan	Nilai
<i>Bulk Density</i>	$\gamma_b$	$\text{kN/m}^3$	16,45
<i>Water Content</i>	$w_n$	%	48,86
<i>Specific of Gravity</i>	$G_s$	-	1.88
<i>Grainsize</i>			
<i>Gravel</i>	$G$	%	0,41
<i>Sand</i>	$S$	%	64,61
<i>Silt+clay</i>	-	%	34,97

Klasifikasi Tanah	-	-	Sand
-------------------	---	---	------

Tabel 3. Hasil pengujian berupa Parameter Geser

No Sampel	$c$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
1	14,94	23,83
2	6,41	29,29
3	15,39	30,88
4	0,26	31,97
5	11,28	33,07
6	0,64	28,06
7	30,78	23,93
8	5,13	33,30
9	5,77	30,62
10	38,66	23,87
11	2,56	33,49
12	23,72	35,05

Tabel 4 hasil nilai *Safety Factor* (*SF*) pada penelitian ini menggunakan program *Geo Studio 2007 (Slope/W)* dengan metode Bishop (1995). Setelah memodelkan variasi kemiringan lereng dengan ( $\beta$ ) 4,76°, 9,46°, 14,03°, 18,43°, 22,62°, 26,56°, 30,25°, 33,69°, 36,87°, dan 42,51° dan lebar lereng ( $b$ ) 60 m. Kemudian memasukan nilai pengujian *properties* dan parameter geser tanah yang meliputi  $\gamma_E$ ,  $c$  dan  $\phi$  dan terakhir dilakukan *running program* dengan contoh pada Gambar 2, maka di dapat *output* hasil *SF*.



Gambar 2. Hasil *output* data tanah dari Sampel 0 ( $\beta$ ) 26,56° ( $b$ ) 60 m

Tabel 4. Hasil nilai *SF* metode Bishop (1995).

$b$ (m)	$\beta$	<i>SF</i>											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	4.764	8.27	8.46	10.41	7.73	10.44	6.94	10.86	9.53	8.77	12.47	9.18	13.13
	9.462	4.16	4.22	5.22	3.87	5.22	3.48	5.35	4.74	4.37	5.84	4.55	6.61
	14.036	2.82	2.81	3.52	2.59	3.50	2.34	3.47	3.15	2.91	3.78	3.01	4.48
	18.435	2.10	2.12	2.68	1.94	2.65	1.74	2.60	2.36	2.19	2.84	2.25	3.34
	22.62	1.67	1.70	2.14	1.56	2.14	1.39	2.09	1.89	1.75	2.95	1.80	2.66
	26.565	1.31	1.42	1.77	1.30	1.79	1.15	1.75	1.58	1.47	1.92	1.50	2.21
	30.256	1.20	1.24	1.52	1.12	1.55	0.99	1.53	1.36	1.27	1.66	1.28	1.90
	33.69	1.05	1.09	1.33	0.98	1.35	0.86	1.34	1.20	1.12	1.44	1.13	1.67
	36.87	0.94	0.98	1.19	0.88	1.20	0.77	1.19	1.08	1.00	1.29	1.01	1.50
	42.51	0.79	0.80	0.99	0.72	0.98	0.63	0.98	0.98	0.83	1.07	0.83	1.25

### Analisis Statistik

analisis statistik untuk menentukan prosentase tingkat kepercayaan terjadinya keruntuhan lereng 95%, 90%, 85% dan 80 %, setelah mengetahui nilai *Safety Factor* (*SF*) dengan menggunakan *interval* ( $n < 30$ ).

$$\bar{x} = \mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \dots\dots\dots [4]$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}} \dots \dots \dots [5]$$

$$\bar{x} - t_{(\alpha)} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu \dots \dots \dots [6]$$

dengan:

- $\mu$  = Parameter rata-rata untuk distribusi
- $t$  = Tabel *Distribution Critical Values*
- $\alpha$  = Tingkat signifikan data

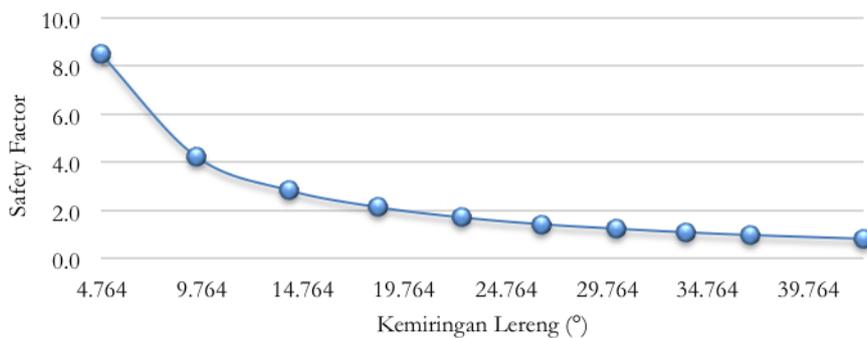
Setelah menghitung nilai rata-rata data menggunakan rumus pada Persamaan 1 lalu melanjutkan dengan mencari nilai standart deviasi dengan rumus Persamaan 2 dan step akhirnya yaitu menghitung interval kepercayaan dengan Persamaan 3, untuk rekapitulasi data dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Rata-Rata Nilai *Safety Factor* (*SF*).

No Sampel	$\bar{x}$	CI			
		95%	90%	85%	80%
1	4.764	8.72	8.95	9.10	9.21
2	9.462	4.34	4.45	4.52	4.58
3	14.036	2.89	2.97	3.01	3.05
4	18.435	2.17	2.23	2.26	2.29
5	22.62	1.74	1.80	1.84	1.86
6	26.565	1.44	1.48	1.50	1.52
7	30.256	1.25	1.28	1.30	1.32
8	33.69	1.10	1.12	1.14	1.16
9	36.87	0.98	1.01	1.02	1.03
10	42.51	0.82	0.84	0.85	0.86

Berdasarkan hasil rekapitulasi analisis nilai interval kepercayaan bahwa semakin besar nilai tingkat keyakinannya maka nilai *SF* yang diperoleh semakin menjauhi nilai rata-rata. Sebaliknya jika semakin rendah nilai tingkat keyakinan, maka nilai *SF* yang diperoleh semakin mendekati nilai rata-rata. Hal ini ditunjukkan pada perhitungan interval kepercayaan 90% pada salah satu contoh analisis pada kemiringan 22,62°, diperoleh nilai  $1,86 < \mu = 1,978$  Sedangkan pada interval kepercayaan 80%, diperoleh nilai  $SF 1,86 < \mu = 1,978$

Untuk mengetahui hubungan antara kemiringan dan nilai *SF* maka di buat grafik prosentase tingkat kepercayaan yang menunjukkan hubungan antara *Safety Factor* (*SF*) dengan kemiringan lereng ( $\beta$ ). Pada pembuatan grafik di Gambar 3 dipakai nilai *SF* batas kiri (-) dengan tingkat kepercayaan 95%, 90%, 85% dan 80%, yang berarti semakin tinggi tingkat kepercayaan maka semakin kecil prosentase melesetnya prediksi.



Gambar 3. Hubungan *Safety Factor* dengan Kemiringan Lereng ( $\beta$ ).

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian berupa *indeks properties* di laboratorium mekanika tanah universitas sebelas maret memberi keterangan bahwa klasifikasi tanah menunjukan 64,61% tanah mengandung pasir sedangkan lempung dan lanau hanya mengandung 34,97 % .

2. Analisis stabilitas lereng menggunakan *Geo Studio 2007* ditinjau menurut teori Bowles 1989, dengan kemiringan lereng  $> 36,69^\circ$  kondisi lereng yang sangat labil dibuktikan dengan nilai rata-rata mendekati *safety factor* 1,07 yang hampir mendekati batas longsor dan kategori longsor kemiringan lereng  $< 30,25^\circ$  termasuk dalam kategori jarang terjadi (lereng relatif stabil).
3. Nilai *Safety Factor* pada presentase pada tingkat keyakinan 95 % - 80 % menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan terlalu signifikan.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Bapak R. Harya Dananjaya ST, M.Eng dan Dr. Niken Silmi Surjandari, ST, MT yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

### REFERENSI

- Barus, B., 1999. *Pemetaan Bahaya Longsoran Berdasarkan Klasifikasi Statistik Peubah Tunggal Menggunakan SIG Studi Kasus Daerah Ciawi-Puncak- Pacet Jawa Barat*. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 2:7-16 Jurusan Ilmu Tanah, In Press (April 1999).
- Hardiyatmo, C. H., 2010. *Mekanika Tanah 1*. Edisi Kelima. Bulaksumur, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, C. H., 2010. *Mekanika Tanah II*. Edisi Kelima. Bulaksumur, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Masagus, Ahmad dkk., 2011. *Karakterisasi Parameter Masukan Untuk Analisis Kestabilan Lereng Tunggal (Studi Kasus di PT. Tambang Batu Bara Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan)*, Jurusan Teknik Pertambangan, FTKE Universitas Trisakti dan Jurusan Teknik, Pertambangan FT universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.