

# ANALISIS STABILITAS LERENG BERDASARKAN KONSEP INTERVAL KEPERCAYAAN DI BUKIT GANOMAN KECAMATAN MATESIH KABUPATEN KARANGANYAR

Nyco Maulana Wicaksono<sup>1)</sup> R. Harya Dananjaya H.I<sup>2)</sup> Niken Silmi S<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 : [nycomaulana21@gmail.com](mailto:nycomaulana21@gmail.com)

## Abstract

*The topography of the hilly Karanganyar district has an average height of 511 M above sea, this region has resulted the very high landslide-prone locations. Landslides occurred due to the force of gravity acting on a mass (soil and rock). The greater the slope, the greater the probability of a mass movement.*

*This research was conducted on the slopes of Mount Ganoman, District Matesih, Karanganyar District. Primary and secondary data were obtained from soil testing in laboratory and ASTER GDEM data Karanganyar district. The secondary data is used to determine the geometry of the slope. Both of these data are used for slope stability analysis using Software Geo Slope with Morgenstern-Price method. Then performed statistical analysis with the concept of the confidence interval to get scores Safety Factor (SF) at each level of confidence or risk of avalanches. So as to produce a graph of SF with slope at any level of confidence.*

*The results of the graph shows that, the higher level of confidence the lower SF value. Conversely, if the lower level of confidence the higher value of SF.*

*Keywords: Slope, ASTER GDEM, Safety Factor, Level of Confidence*

## Abstrak

Kondisi topografi Kabupaten Karanganyar yang berbukit memiliki rata-rata ketinggian 511 M Dpl, mengakibatkan wilayah ini memiliki lokasi rawan longsor cukup tinggi. Tanah longsor terjadi disebabkan adanya gaya gravitasi yang bekerja pada suatu massa (tanah dan batuan). Semakin besar kemiringan lereng, akan semakin besar kemungkinan terjadinya gerakan massa.

Penelitian ini dilakukan di lereng Bukit Ganoman, Kecamatan Matesih, Kabupaten Karanganyar. Data primer dan sekunder diperoleh dari pengujian tanah di Laboratorium dan data *ASTER GDEM* Kabupaten Karanganyar. data sekunder ini digunakan untuk menentukan geometri lereng. Kedua data ini digunakan untuk analisis stabilitas lereng menggunakan *Software Geo Slope* dengan metode *Morgenstern-Price*. Kemudian dilakukan analisis statistik dengan konsep interval kepercayaan untuk mendapatkan nilai *Safety Factor (SF)* pada setiap tingkat keyakinan atau resiko terjadinya longsor. Sehingga menghasilkan grafik hubungan antara *SF* dengan kemiringan lereng pada setiap tingkat keyakinan.

Hasil grafik menunjukkan bahwa, semakin tinggi tingkat keyakinannya semakin rendah nilai *SF*. Sebaliknya, jika semakin rendah tingkat keyakinannya maka semakin tinggi nilai *SF*.

Kata kunci: Lereng, *ASTER GDEM*, *Safety Factor*, Tingkat Keyakinan

## PENDAHULUAN

Pada dasarnya sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan daerah perbukitan atau pegunungan yang membentuk lahan miring. Hal ini yang mendasari salah satu penyebab terjadinya longsor, seperti yang terjadi pada lereng Bukit Ganoman Desa Koripan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. Dengan kondisi topografinya berupa perbukitan dan lereng, membuat wilayah ini rawan terhadap longsor. Semakin curam sudut lereng, semakin besar resiko terjadi longsor.

Setiap lereng yang memiliki sudut, mempunyai angka keamanan yang merupakan suatu hasil dari analisis stabilitas lereng. Salah satunya yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Morgenstern-Price* yang dianalisis menggunakan *Software Geo Slope*. Nilai angka keamanan ini yang menjadi patokan dalam analisis statistik menggunakan konsep interval kepercayaan ( $n < 30$ ), untuk menentukan tingkat kepercayaan atau resiko ter-

jadinya longsor. Grafik yang diperoleh menunjukkan perbedaan angka keamanan pada setiap tingkat keyakinan yang bervariasi. Dengan melihat grafik ini, orang dapat mengetahui tingkat signifikansi perubahan *Safety Factor* (*SF*) terhadap tingkat keyakinan.

## TINJAUAN PUSTAKA

Oscar Fithrah (2007) melakukan penelitian untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng yang berada di sekitar perkantoran Walikota Bukittinggi dengan menggunakan metode potongan (*slice*), setelah itu dilakukan pembuatan peta resiko longsor untuk lokasi di sekitar perkantoran Walikota Bukittinggi, yang menggambarkan daerah yang mempunyai resiko tinggi, resiko menengah, resiko rendah dan tidak beresiko.

Fakhlove Wardhani (2014) melakukan penelitian tentang pemetaan gerakan tanah dan analisis kestabilan lereng di Desa Gondanglegi, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif yang berupa survei lapangan untuk mengetahui fenomena-fenomena yang ada di lapangan dan metode analisis yang meliputi pemetaan geoteknik, pemboran, uji laboratorium dan analisis kestabilan lereng. Hasil dari penelitian ini berupa nilai faktor keamanan pada garis penampang, di 11 titik longsor.

## Kelongsoran Lereng

Menurut Hardiyatmo, (2010) permukaan tanah yang tidak horizontal, mengakibatkan gerakan tanah cenderung ke bawah karena gaya gravitasi. Jika gaya gravitasi semakin besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas lereng pada permukaan tanah yang miring ini, disebut analisis stabilitas lereng.

## ASTER GDEM

ASTER adalah sensor dari satelit TERRA, yang diluncurkan pada Desember 1999, merupakan bagian dari NASA *Earth Observing System* (EOS) yang bekerja sama dengan Jepang. ASTER GDEM (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model*) merupakan data ketinggian wilayah yang biasa disebut *Digital Elevation Model* (DEM) dan merupakan data raster dari perekaman satelit. Resolusi horizontal yang dimiliki lumayan tajam, yakni 30 meter dan wilayahnya mencakup seluruh muka bumi. Penelitian ini menggunakan data ASTER GDEM Kabupaten Karanganyar, yang akan ditampilkan pada Gambar 1.

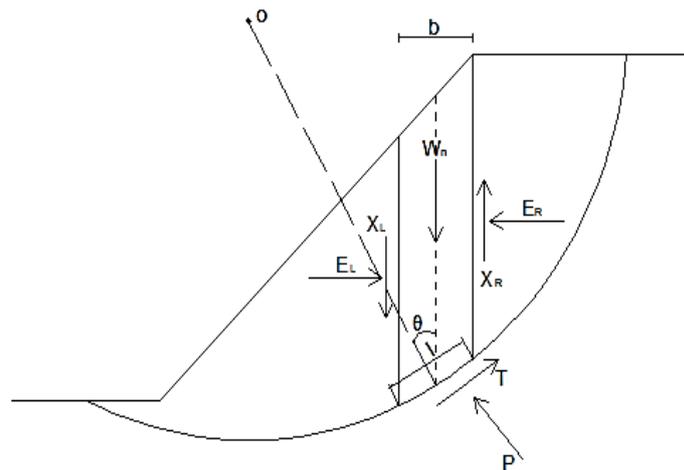


Gambar 1. Data ASTER GDEM Kabupaten Karanganyar  
(Sumber: <http://earthexplorer.usgs.gov/>)

## Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng pada penelitian ini menggunakan *Software Geo Slope*, yang merupakan paket aplikasi untuk pemodelan geoteknik yang digunakan untuk menghitung faktor keamanan tanah dan keiringan batuan. Hasil analisis stabilitas lereng ini, menggunakan metode *Morgenstern-Price* yang didasarkan pada konsep keseimbangan plastis batas (*limit plastic equilibrium*), maksudnya untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial (Hardiyatmo, 2010). Metode ini dapat digunakan untuk semua bentuk bidang runtuh, dan dalam perhitungannya

faktor keamanan dilakukan dengan menggunakan kondisi kesetimbangan gaya dan momen setiap irisan. Gaya-gaya yang bekerja pada setiap irisan ini akan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Gaya yang Bekerja pada Irisan Metode *Morgenstern-Price*

**Konsep Interval Kepercayaan (*Confidene Interval*)**

Dalam ilmu statistika, selang atau interval kepercayaan adalah sebuah interval antara dua angka, di mana dipercaya nilai parameter sebuah populasi terletak di dalam interval tersebut. Interval kepercayaan biasanya digunakan untuk menggambarkan tingkat presisi dan ketidakpastian yang berhubungan dengan metode penarikan sampel tertentu. Hasil pendugaan interval ini memberikan nilai parameter dalam suatu interval dan bukan nilai tunggal (Sugiyono, 2010). Dalam menghitung tingkat kepercayaan atau tingkat keyakinan, peneliti menggunakan rumus sampel kecil ( $n < 30$ ) dimana nilai  $\mu$  dengan  $s$  tidak diketahui dengan populasi tidak terbatas, yang akan ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$\bar{x} - t_{(\alpha/2)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{(\alpha/2)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots [1]$$

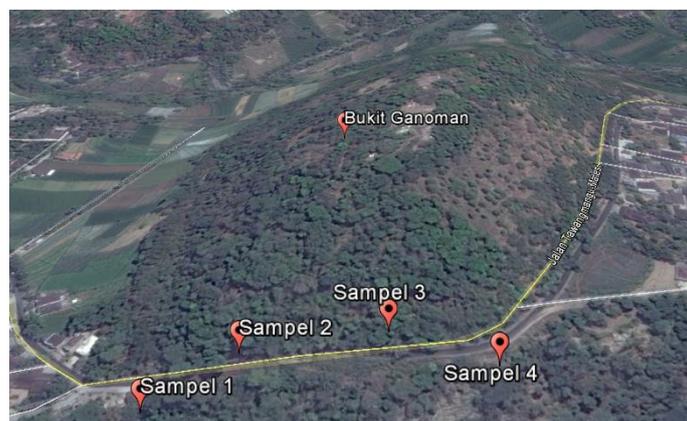
Dengan:

- $\bar{x}$  = Rata-rata sampel
- $s$  = Standar deviasi sampel
- $n$  = Jumlah sampel
- $t$  = Koefisien yang sesuai dengan interval keyakinan yang dipergunakan dalam pendugaan interval dan nilainya di peroleh dalam tabel  $t$  luas kurva normal.
- $\alpha$  = Taraf signifikansi

Karena penelitian ini menggunakan perhitungan batas kiri (-) saja, maka rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\bar{x} - t_{(\alpha)} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu \dots\dots\dots [2]$$

**METODOLOGI PENELITIAN**



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini melingkupi data primer yaitu pengambilan sampel tanah pada lokasi penelitian, di lereng Bukit Ganoman Desa Koripan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. Sampel tanah diambil secara acak dengan jumlah 4 sampel, yang diambil pada permukaan tanah dengan menggunakan tabung silinder diameter 10 cm dan panjang 45 cm. Sampel tanah ini dimasukkan ke Laboratorium Mektan UNS untuk dilakukan pengujian Indeks Properties ( $\gamma_b$ ,  $w_n$ ,  $G_s$ , *Grainsize* dan hidrometer) dan *Direct Shear* ( $c$  dan  $\phi$ ).

Data sekundernya menggunakan data *ASTER GDEM* Kabupaten Karanganyar yang diolah menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), kemudian di ambil pada daerah penelitian untuk mendapatkan peta kontur pada Bukit Ganoman. Peta kontur ini digunakan untuk membuat model potongan melintang geometri lereng. Hasil pengujian indeks properties dan gemoteri lereng, digunakan dalam analisis stabilitas lereng menggunakan *Software Geo Slope* dengan metode *Morgenstern-Price*. Dalam analisis stabilitas lereng, peneliti menggunakan data parameter tanah hanya pada sampel 1 sampai 4, karena letak potongan lereng terletak diantara sampel tersebut.

Setelah mendapat nilai *Safety Factor* ( $SF$ ) dari keempat sampel tersebut, kemudian dilakukan analisis statistik menggunakan konsep interval kepercayaan ( $CI$ ) untuk mendapatkan nilai tingkat keyakinan data pada prosentase 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65% dan 60%. Hasil analisis ini dibuat grafik untuk menunjukkan perbandingan pada setiap tingkat keyakinan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Primer

Setelah dilakukan pengujian dilaboratorium Mekanika Tanah UNS, didapatkan parameter tanah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Indeks Properties

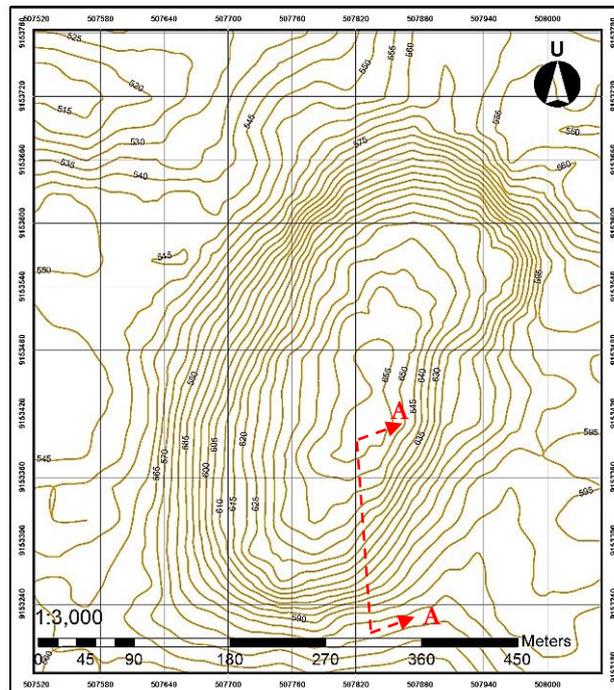
No	Indeks Properties	Simbol	Satuan	Nilai
1	<i>Bulk Density</i>	$\gamma_b$	kN/m <sup>3</sup>	16,447
2	<i>Water Content</i>	$w_n$	%	54,837
3	<i>Specific of Gravity</i>	$G_s$	-	2,117
4	Derajat Kejenuhan	$S_r$	%	97,808
5	<i>Grainsize</i> & Hidrometer			
	<i>Gravel</i>	G	%	0,410
	<i>Sand</i>	S	%	64,613
	<i>Silt + Clay</i>	M+C	%	34,973
6	Klasifikasi Tanah	-	-	SM

Tabel 2. Hasil Pengujian *Direct Shear*

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

## Data Sekunder

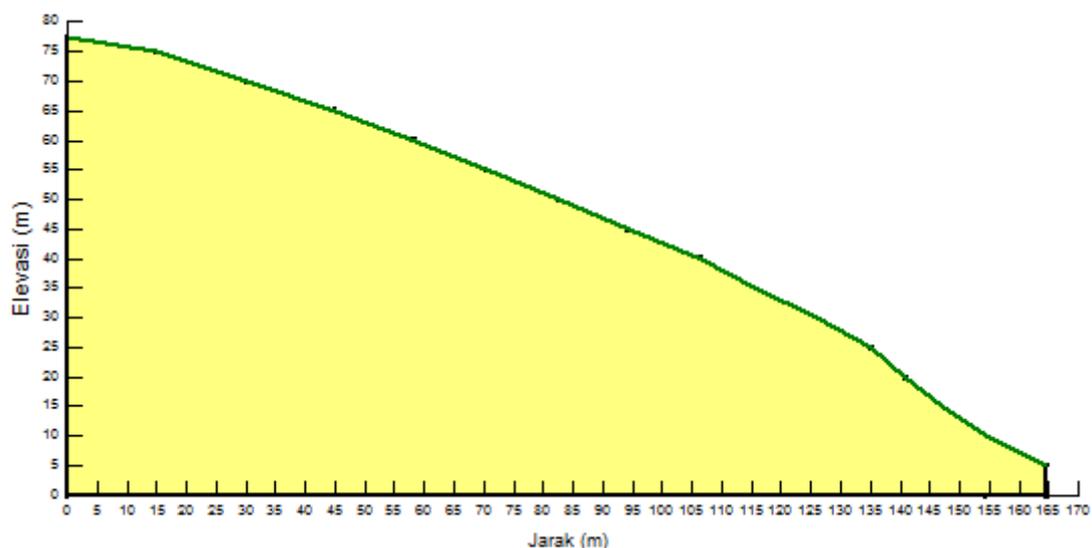
Data *ASTER GDEM* Kabupaten Karanganyar yang di *export* kedalam Sistem Informasi Geografis (SIG), digunakan untuk membuat peta kontur Bukit Ganoman dengan skala 1:3.000, yang akan ditampilkan pada Gambar 4. Peta kontur ini digunakan untuk membuat potongan melintang lereng (potongan A-A).



Gambar 4. Peta Kontur Bukit Ganoman

## Analisis Stabilitas Lereng

Geometri lereng dimodelkan dengan salah satu potongan melintang lereng, seperti yang ditunjukkan pada garis putus-putus warna merah dalam Gambar 3. Data parameter tanah pada sampel 1 sampai 4, digunakan dalam analisis *Software Geo Slope* metode *Morgenstern-Price*, untuk mendapatkan nilai *Safety Factor (SF)* pada setiap sampel tanah. Dalam penelitian ini, metode *Grid* dan *Radius* digunakan dalam menentukan bidang gelincir lereng, yang dimodelkan pada daerah miring. Potongan melintang lereng (potongan A-A) ini ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Model Potongan Melintang Lereng (Potongan A-A)

Analisis stabilitas lereng metode *Morgenstern-Price* menghasilkan nilai *SF* pada keempat sampel, yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai *Safety Factor* (*SF*)

Sampel	<i>SF</i>
1	1,119
2	1,181
3	1,422
4	1,139

Berdasarkan teori (Bowles, 1989) nilai *SF* pada sampel 1, 2 dan 4 menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi kritis dan nilai *SF* pada sampel 3 menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi stabil.

### Analisis Statistik

Penentuan resiko terjadinya longsor atau tingkat keyakinan 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65% dan 60% dari nilai *Safety Factor* (*SF*), peneliti menggunakan konsep interval kepercayaan (*confidence interval*) dengan sampel kecil ( $n < 30$ ). Jenis parameter yang dipakai yaitu  $\mu$  dan  $s$  tidak diketahui dengan populasi tidak terbatas.

Langkah yang pertama yaitu menentukan rata-rata ( $\bar{x}$ ) nilai *Safety Factor* (*SF*) pada keempat sampel. Hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) sebesar 1,22. Kemudian menentukan nilai standar deviasi sampel ( $s$ ), diperoleh hasil sebesar 0,14.

Langkah kedua yaitu menentukan nilai interval kepercayaan. Terlebih dahulu mencari nilai *t-tabel* pada tabel distribusi *t*, dengan memasukkan nilai derajat kebebasan ( $df$ ) =  $n - 1 = 3$ . Dimana  $n$  adalah jumlah sampel = 4. Dengan variasi tingkat keyakinan 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65% dan 60%. Nilai *t-tabel* ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai *t-tabel*

<i>df</i>	<i>CI</i>	$\alpha = (1 - CI)$	<i>t-tabel</i>
3	95%	0,05	2,354
3	90%	0,10	1,638
3	85%	0,15	1,250
3	80%	0,20	0,979
3	75%	0,25	0,765
3	70%	0,30	0,584
3	65%	0,35	0,424
3	60%	0,40	0,277

Selanjutnya menghitung nilai interval kepercayaan, dengan contoh perhitungan interval kepercayaan atau tingkat keyakinan 95% menggunakan batas kiri (-).

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

$$1,22 - t_{(0,05)} \frac{0,14}{\sqrt{4}} < \mu$$

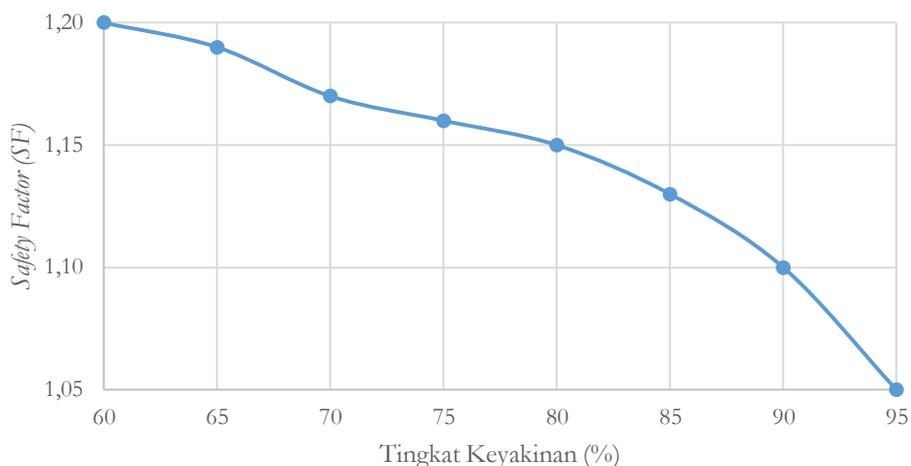
$$1,05 < \mu = 1,22$$

Jadi, hasil perhitungan konsep interval kepercayaan pada keempat sampel, nilai *Safety Factor* (*SF*) pada tingkat kepercayaan 95%, terletak pada  $1,05 < \mu = 1,22$ . Maksudnya bahwa nilai *SF* tersebut, terletak pada batas kiri (-) 1,05. Penelitian ini menggunakan hasil perhitungan tingkat keyakinan pada batas kiri (-) karena dianggap nilai yang paling kritis atau menjauhi nilai rata-rata *SF* pada interval keyakinan. Hasil perhitungan pada tingkat kepercayaan yang lain akan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Interval Kepercayaan Batas Kiri (-)

<i>CI</i>	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%
<i>SF</i>	1,05	1,10	1,13	1,15	1,16	1,17	1,19	1,20

Hasil dari perhitungan interval keyakinan, dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara *Safety Factor* (*SF*) dengan tingkat keyakinan (%) terhadap resiko longsor. selain itu juga digunakan sebagai perbandingan pada setiap variasi tingkat keyakinan. Pada pembuatan grafik ini, dipakai analisis nilai *SF* menggunakan batas kiri (-).



Gambar 6. Grafik Hubungan *SF* dengan Tingkat Keyakinan

### Pembahasan

Gambar 6. Dapat disimpulkan bahwa semakin rendah tingkat keyakinannya semakin besar nilai *Safety Factor* (*SF*), sebaliknya jika semakin besar tingkat keyakinannya maka semakin rendah nilai *SF*. Jika menganut pada teori (Bowles, 1989) maka model potongan kemiringan lereng ini, pada tingkat keyakinan 60% - 95% lereng dalam kondisi kritis karena nilai *SF* terletak diantara 1,07 - 1,25.

### KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Stabilitas lereng pada lereng Bukit Ganoman, Kecamatan Matesih, Kabupaten Karanganyar yang ditinjau dari model potongan lereng dan menghasilkan nilai *Safety Factor* (*SF*) pada keempat sampel, yaitu sebesar 1,119; 1,181; 1,422 dan 1,139. Berdasarkan teori (Bowles, 1989) nilai *SF* pada sampel 1, 2 dan 4 menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi kritis dan nilai *SF* pada sampel 3 menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi stabil.
2. Berdasarkan hasil perhitungan batas kiri (-), dalam analisis konsep interval keyakinan pada tingkat keyakinan 95%, 90%, 85%, 80%, 75%, 70%, 65% dan 60%, nilai *SF* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.
3. Grafik hubungan *SF* dengan tingkat keyakinan menunjukkan bahwa semakin rendah tingkat keyakinannya semakin besar nilai *Safety Factor* (*SF*), sebaliknya jika semakin besar tingkat keyakinannya maka semakin rendah nilai *SF*.

### UCAPAN TERIMAKASIH

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

### REFERENSI

- Fakhlove Wardhani. 2014. *Pemetaan Gerakan Tanah dan Analisis Kestabilan Lereng Desa Gondanglegi, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah*. Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hardiyatmo, 2010. *Mekanika Tanah I*. Edisi Kelima. Bulaksumur, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, 2010. *Mekanika Tanah II*. Edisi Kelima. Bulaksumur, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Oscar Fitrah 2007. *Analisis Resiko Kelongsoran Pada Lokasi di Sekitar Perkantoran Walikota Bukittinggi*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Padang.
- Sugiyono, 2010, "Statistika Untuk Penelitian", PT. Alfabeta, Bandung.
- <http://komunitas-atlas.blogspot.co.id/2010/12/digital-elevation-model-dem.html>