

## ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE JANBU (STUDI KASUS : KAWASAN CITRALAND)

Thyac Korah

Turangan A. E., Alva N. Sarajar

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [korahthyac@yahoo.com](mailto:korahthyac@yahoo.com)

### ABSTRAK

*Citraland merupakan salah satu kawasan yang telah dan sedang membangun di wilayah perbukitan yang tentunya memiliki lereng. Kestabilan suatu lereng perlu dianalisis agar kekuatan geser dari lereng dan faktor keamanannya diketahui.*

*Analisis kestabilan lereng di kawasan Citraland menggunakan metode Janbu yang diaplikasikan pada program komputer Rocscience Slide 6.0 yang memberikan faktor keamanan terendah pada bidang keruntuhan yang kritis. Dalam perhitungan faktor keamanan, perlu diadakan pengujian di laboratorium agar sifat-sifat fisik tanah diketahui serta diperoleh parameter geser tanah seperti kohesi ( $c$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), serta berat isi tanah ( $\gamma$ ) untuk memenuhi data yang diperlukan.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi lereng di kawasan Citraland tidak stabil dimana faktor keamanannya adalah 0.006. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan pada lereng dengan membuat grafik hubungan antara Faktor keamanan dengan kemiringan lereng ( $\alpha$ ), parameter geser ( $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma$ ), serta jumlah anak tangga pada lereng ( $NS$ ). Grafik-grafik variasi desain belum memberikan hasil lereng yang aman, sehingga digunakan solusi lain untuk memperkuat lereng.*

**Kata kunci :** kestabilan lereng, janbu, faktor keamanan

### PENDAHULUAN

Citraland merupakan salah satu kawasan yang telah dan sedang membangun di wilayah perbukitan. Pemandangan yang indah merupakan salah satu daya tarik yang digunakan oleh pihak Citraland ketika membangun di area perbukitan yang memiliki lereng-lereng cukup tinggi.

Akan tetapi, jika berbicara mengenai perbukitan berarti ada juga potensi-potensi alam khususnya dalam bidang Geoteknik yang harus diperhitungkan, salah satunya yaitu longsor.

Lereng merupakan suatu bidang yang memiliki kemiringan tertentu dan berpotensi terjadi kelongsoran apabila berada dalam kondisi yang tidak stabil (Wesley dan Pranyoto, 2010).

Kondisi tersebut wajib diperhatikan karena dapat menimbulkan kerugian seperti kerusakan infrastruktur (pemukiman penduduk, jalan, jembatan, sarana pendidikan, kesehatan, dan peribadatan), area pertanian dan peternakan, serta yang lebih penting lagi yaitu dapat mengakibatkan

korban jiwa. Untuk itu kestabilan suatu lereng perlu dianalisis agar kekuatan geser dari lereng dan faktor keamanannya diketahui.

Berdasarkan apa yang telah dikemukakan sebelumnya, maka peneliti melakukan analisis kestabilan lereng di kawasan Citraland.

Ada beberapa pengembangan metode yang dapat digunakan seperti analisis umum, metode Fellenius, metode Spencer, metode Janbu dan Bishop (Anderson dan Richards, 1987).

Pada penelitian ini, analisis kestabilan lereng dilakukan di kawasan Citraland dengan metode Janbu. Metode ini mengasumsikan bidang kelongsoran yang berbentuk *circular* dan *non-circular* yang telah dibagi-bagi menjadi beberapa bagian/irisan.

### Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui angka faktor keamanan dari lereng yang akan

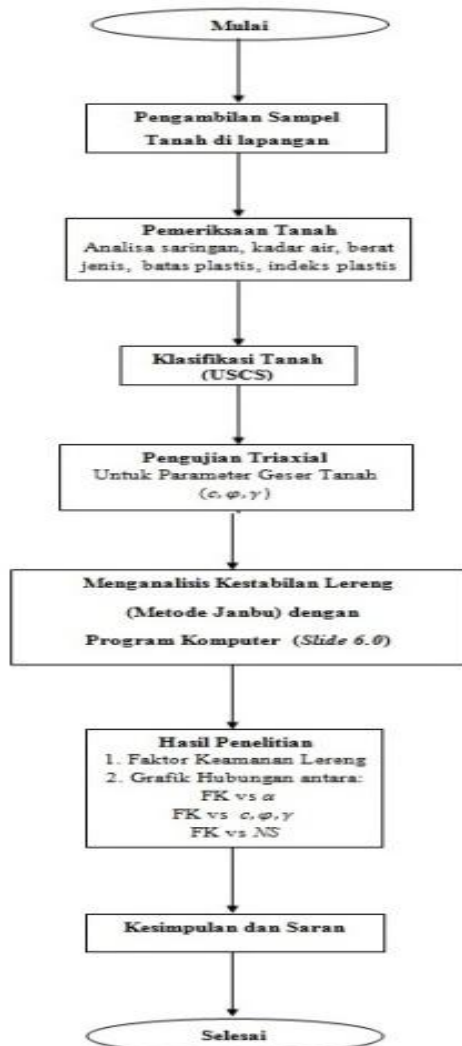
ditinjau sehingga dapat diketahui tingkat keamanannya.

- Mendapatkan grafik hubungan antara faktor keamanan dengan:
  - parameter geser tanah
  - jumlah anak tangga dari lereng yang ditinjau (*number of slope*)
  - kemiringan lereng
- Mencari solusi yang tepat untuk meningkatkan kestabilan lereng.

### Manfaat Penelitian

- Sebagai bahan masukan bagi pengembang dibidang Geoteknik mengenai kestabilan lereng di area yang ditinjau.
- Sebagai bahan masukan bagi perencana dalam membangun di daerah lereng.

### Bagan Alir Penelitian



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

## LANDASAN TEORI

### Tinjauan umum

Lereng adalah suatu permukaan yang menghubungkan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Ada tiga macam lereng yang perlu mendapat perhatian dari ahli-ahli geoteknik, yaitu:

1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk akibat kegiatan alam, seperti erosi, gerakan tektonik dan sebagainya.
2. Lereng yang dibuat manusia, akibat penggalian atau pemotongan pada tanah asli untuk pembuatan jalan atau keperluan irigasi.
3. Lereng timbunan tanah, seperti urugan untuk jalan raya atau bendungan tanah.

Dalam setiap kasus tanah yang tidak datar akan menghasilkan komponen gravitasi dari berat yang cenderung menggerakkan massa tanah dari elevasi yang lebih tinggi ke elevasi yang lebih rendah.

Suatu analisis stabilitas terdiri dari perkiraan model keruntuhan dan kuat geser tanah dan batuan. Peramalan model keruntuhan untuk Bishop berbentuk lingkaran, sedangkan untuk metode Janbu, model keruntuhannya dapat berbentuk busur lingkaran (*circular*) atau tidak berbentuk busur lingkaran (*non circular*) (Wesley dan Pranyoto, 2010; Zakaria, 2009).

### Cara menstabilkan lereng

Pada prinsipnya, cara yang dipakai untuk menjadikan lereng supaya stabil dapat dibagi dalam 2 (dua) golongan yaitu (Wesley dan Pranyoto, 2010):

1. Memperkecil gaya penggerak atau momen penggerak dengan cara mengubah bentuk lereng yang bersangkutan, seperti :
  - a. Mengubah lereng lebih datar atau mengurangi sudut kemiringan.
  - b. Memperkecil ketinggian lereng.
  - c. Mengubah lereng menjadi lereng bertingkat (*multi slope*).
2. Memperbesar gaya melawan atau momen melawan :
  - a. Dengan memakai “counterweight”, yaitu tanah timbunan pada kaki lereng
  - b. Dengan mengurangi tekanan air pori didalam lereng

- c. Dengan cara mekanis, yaitu dengan memasang tiang atau membuat dinding penahan

**Faktor keamanan**

Umumnya faktor keamanan didefinisikan sebagai (Anderson dan Richards, 1987):

$$F = \frac{\textit{shear strength available}}{\textit{shear strength required for stability}}$$

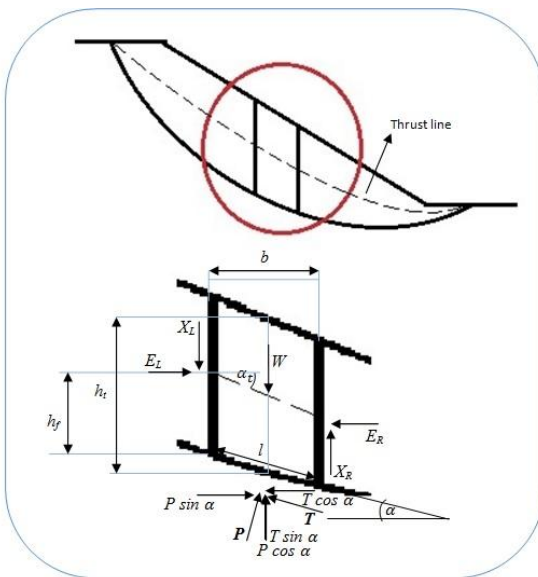
Atau juga definisi yang digunakan untuk faktor keamanan berupa perbandingan antara gaya penahan longsor dengan gaya penyebab longsor.

$$F = \frac{\textit{gaya penahan longsor}}{\textit{gaya penyebab longsor}}$$

Nilai-nilai kestabilan suatu lereng dapat ditunjukkan sebagai berikut :

- $F > 1,5$  : Massa tanah pada lereng stabil
- $F < 1,5$  : Massa tanah pada lereng tidak stabil
- $F = 1,5$  : Massa tanah pada lereng diambang kelongsoran.

**Rumus dasar metode Janbu**



Gambar 1 Lereng serta gaya-gaya yang bekerja untuk Metode Janbu

Notasi :

- $W$  = Berat total pada irisan
- $E_L$  = Gaya antar irisan yang bekerja secara horisontal pada penampang kiri
- $E_R$  = Gaya antar irisan yang bekerja secara horisontal pada penampang kanan
- $X_L$  = Gaya antar irisan yang bekerja secara vertikal pada penampang kiri

- $X_R$  = Gaya antar irisan yang bekerja secara vertikal pada penampang kanan
- $P$  = Gaya normal total pada irisan
- $T$  = Gaya geser pada dasar irisan
- $h_t$  = Tinggi rata-rata dari irisan
- $h_f$  = Asumsi letak *thrust line*
- $b$  = Lebar dari irisan
- $l$  = Panjang dari irisan
- $\alpha$  = Kemiringan lereng
- $\alpha_t$  = Sudut *thrust line*

Pada tahun 1954 Janbu membuat suatu metode analisa yang dapat digunakan pada permukaan longsor yang berbentuk *circular* dan *non circular*.

Rumus-rumus dasar telah dikembangkan untuk menganalisa daya dukung dan masalah tekanan tanah oleh Janbu 1957. Ini merupakan metode irisan (*slice*) pertama dimana seluruh keseimbangan gaya dan keseimbangan momen dipenuhi.

Janbu merumuskan persamaan umum keseimbangan dengan menyelesaikan secara vertikal dan sejajar pada dasar tiap-tiap irisan. Dengan memperhitungkan seluruh keseimbangan gaya maka rumus untuk faktor keamanan  $F_f$  diperoleh sebagai berikut (Anderson dan Richards, 1987):

$$F_f = \frac{\sum(c'l + (P - ul) \tan \phi') \sec \alpha}{\sum(W - (X_R - X_L)) \tan \alpha} \quad (1)$$

**Program komputer (Rocscience Slide 6.0)**

Secara umum langkah analisis kestabilan lereng dengan *Rocscience Slide 6.0* adalah pemodelan, identifikasi metode dan parameter perhitungan, identifikasi material, penentuan bidang gelincir, *running/kalkulasi*, dan interpretasi nilai FK dengan perangkat lunak komplemen *Slide* bernama *Slide Interpret*.

Dalam program ini terdapat beberapa metode, akan tetapi yang digunakan dalam perhitungan adalah *Janbu Corrected Method* (Curran, 1996).

Berikut ini merupakan rumus tambahan yang digunakan, selain rumus dari metode Janbu yang telah dijelaskan sebelumnya:

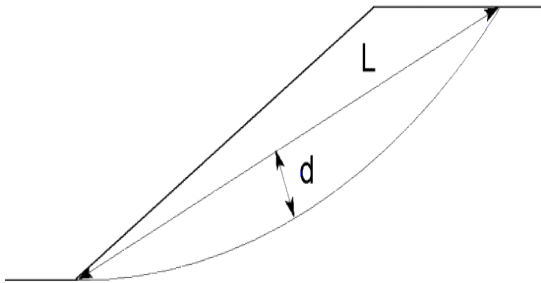
$$JCM = f_0 \times F_f \quad (2)$$

$$f_0 = 1.0 + b_1 \left[ \frac{d}{L} - 1.4 \left( \frac{d}{L} \right)^2 \right] \quad (3)$$

Dimana nilai dari  $b_1$  bervariasi sesuai dengan jenis tanah, seperti berikut ini (Curran, 1996):

- Jika hanya  $c > 0$  :  $b_1 = 0.69$
- Jika hanya  $\phi > 0$  :  $b_1 = 0.31$
- Jika  $c$  dan  $\phi > 0$  :  $b_1 = 0.50$

Definisi L dan d :



Gambar 2 Definisi dari L dan d untuk *Janbu Corrected Method (Rocscience)*

### PROSEDUR PENGUJIAN LABORATORIUM

#### Penyelidikan laboratorium

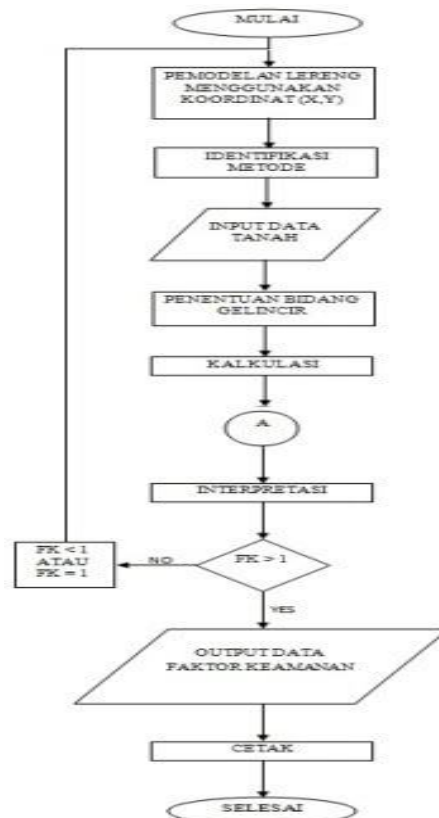
1. Penentuan gradasi butiran
2. Berat volume, kadar air dan berat spesifik
3. Pengujian *Triaxial*  
 Dalam penelitian ini tanah pada kondisi UU (*unconsolidated undrained*)

Tabel 1 Ukuran-ukuran ayakan

NO. AYAKAN	UKURAN BUTIRAN
#	(mm)
8	2,38
10	2
12	1.60
16	1.19
18	1
30	0.59
40	0.420
50	0.297
80	0.177
100	0.149
200	0.074

(Sumber : Das, 1985)

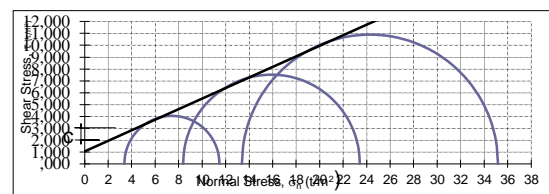
#### Flowchart program



Gambar 3 Flowchart program

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tanah diklasifikasikan dengan simbol SP-SM, yakni tanah yang memiliki pasir berkerkil, sedikit mengandung butiran halus atau tidak, serta memiliki campuran lanau atau pasir berlanau (ASTM D2487-11; Das, 1985)



Gambar 4 Diagram Mohr, hasil Pengujian Triaxial-UU

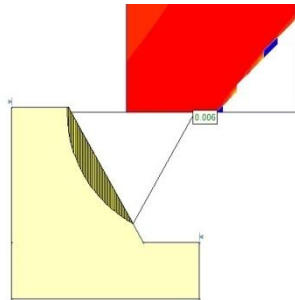
Tabel 2 Resume Hasil Penelitian

Analisa Ayakan	$C_u = 8,636$ $C_c = 0,750$
Batas-batas konsistensi tanah (Atterberg)	LL = 49,783 PL = 36,219 PI = 13,565
Triaxial UU	$c' = 1,050 \text{ t/m}^2$ ; $\phi' = 24^\circ$ ; $\gamma' = 1,353 \text{ t/m}^3$

Menganalisis kestabilan lereng kawasan Citraland memerlukan data pelengkap sebagai berikut :

- Kemiringan lereng = 61°
- Tinggi lereng = 95,78 m

Data yang ada, dimasukan ke Program dan lereng yang ditinjau berdasarkan kondisi lapangan memberikan hasil yang belum aman dengan faktor keamanan 0.006.



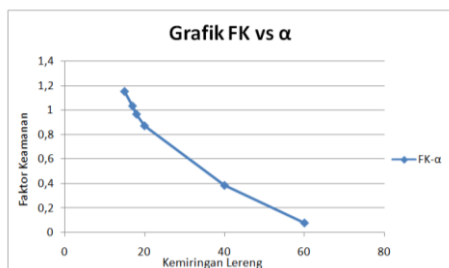
Gambar 4. Faktor Keamanan dan Lereng di lapangan (Sumber: Rocscience Slide 6.0)

Berikut ini merupakan hasil analisis variasi desain lereng.

Tabel 3. Hubungan antara faktor keamanan dengan kemiringan ( $\alpha$ )

NO	$\alpha$	FK
1	61	0.006
2	40	0.217
3	30	0.403
4	20	0.700
5	16	0.883

Sumber: Hasil Analisis

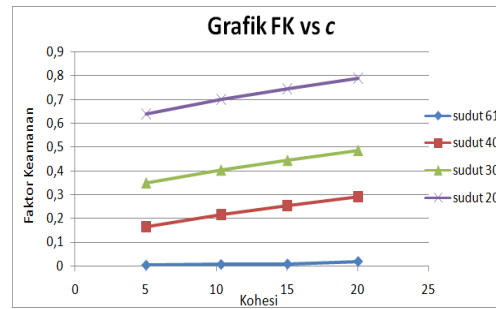


Grafik 1. FK vs  $\alpha$

Tabel 4. Hubungan antara faktor keamanan dengan kohesi ( $c$ )

NO	$c$ (KN/m <sup>2</sup> )	61°	40°	30°	20°
1	5	0.003	0.164	0.348	0.639
2	10.3005	0.006	0.217	0.403	0.700
3	15	0.008	0.254	0.444	0.746
4	20	0.019	0.291	0.486	0.790

Sumber: Hasil Analisis

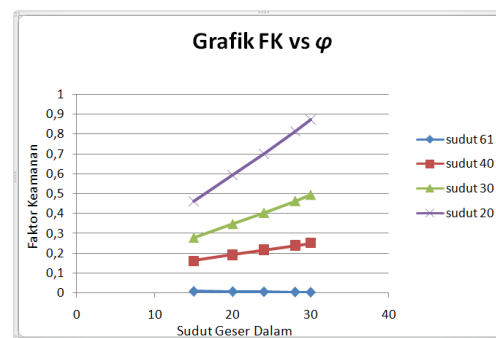


Grafik 2. FK vs  $c$

Tabel 5. Hubungan antara faktor keamanan dengan sudut geser dalam ( $\phi$ )

NO	$\phi$	61°	40°	30°	20°
1	15	0.008	0.162	0.278	0.460
2	20	0.007	0.192	0.347	0.591
3	24	0.006	0.217	0.403	0.700
4	28	0.005	0.238	0.462	0.813
5	30	0.004	0.250	0.493	0.872

Sumber: Hasil Analisis

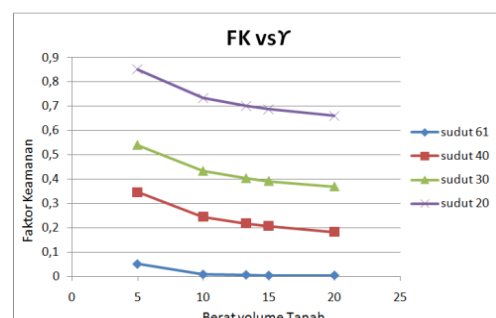


Grafik 3. FK vs  $\phi$

Tabel 6. Hubungan antara faktor keamanan dengan berat isi tanah ( $\gamma$ )

NO	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	61°	40°	30°	20°
1	5	0.051	0.346	0.540	0.851
2	10	0.008	0.244	0.433	0.733
3	13.27293	0.006	0.217	0.403	0.700
4	15	0.004	0.206	0.392	0.686
5	20	0.004	0.182	0.369	0.660

Sumber: Hasil Analisis



Grafik 4. FK vs  $\gamma$

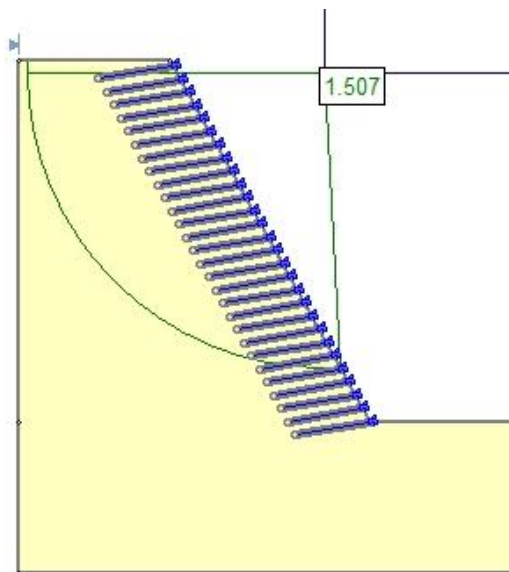
Tabel 7. Hubungan antara faktor keamanan dengan jumlah anak tangga pada lereng (NS)

NS	61°	40°	30°	20°
1	0.006	0.217	0.403	0.700
2	0.008	0.242	0.415	0.717
3	0.012	0.255	0.434	0.718
4				0.742

Sumber: Hasil Analisis

Setelah dilakukan variasi desain lereng, keadaan lereng yang aman masih belum didapat. Untuk itu, dilakukan penambahan gaya melawan terhadap lereng dengan menggunakan *Soil Nail* yang telah didesain sesuai kapasitas lereng di lapangan.

Dan pada akhirnya, profil lereng dengan kemiringan asli bisa menghasilkan  $FK > 1,5$  yaitu 1.507 dengan menambahkan *Soil Nail* masing-masing memiliki panjang 20 m, dipasang sepanjang lereng, dengan jarak antara *nail* sebesar 5m.



Gambar 4. Faktor keamanan dan lereng setelah diperbaiki (Sumber: Hasil Analisis )

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Hasil analisis kestabilan lereng kawasan Citraland menunjukkan bahwa kondisi lereng dalam keadaan tidak stabil karena faktor keamanannya adalah 0,006 ( $FK < 1,5$ ). Grafik-grafik variasi desain lereng belum memberikan hasil lereng yang aman, sehingga digunakan *Soil Nail* untuk memperkuat lereng. Dengan ditambahkan gaya melawan dengan *Soil Nail*, maka lereng menjadi aman dengan faktor keamanannya adalah 1,507.
2. Hasil grafik hubungan faktor keamanan dengan kohesi, sudut geser dalam, kemiringan, dan jumlah anak tangga pada lereng membuktikan bahwa semakin besar nilai atau jumlahnya, maka faktor keamanan juga meningkat, dan lereng lebih aman. Grafik juga membuktikan bahwa ketika berat isi tanah dari lereng bertambah tanpa disertai perubahan parameter geser lainnya, maka lereng menjadi tidak aman, kemudian memperkecil kemiringan lereng dapat meningkatkan faktor keamanan.

### Saran

Ketidakstabilan lereng pada kawasan Citraland dapat membuat kehidupan penduduk sekitar tidak nyaman. Untuk itu, perlu dilakukan perbaikan pada lereng dengan menambah gaya melawan terhadap lereng (dalam hal ini peneliti menggunakan *Soil Nail*), atau bisa dengan cara-cara yang lain. Jika lereng pada kawasan Citraland stabil, pendudukpun tak perlu khawatir untuk tinggal di area tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, M.G, Richards, K. S., 1987. *Slope Stability Geotechnical Engineering and Geomorphology*.
- Bishop, A. W., Morgenstren, N. R., 1960. *Stability Coefficient for Earth Slopes*. Geotechnic, Vol.10.
- Curran, J., 1996. *Rocscience Software Tool for Rock and Soil*  
[http://www.rocscience.com/help/dips/webhelp/tutorials/01\\_Quick\\_Start\\_Tutorial.htm](http://www.rocscience.com/help/dips/webhelp/tutorials/01_Quick_Start_Tutorial.htm), 6 September 2013



- Das, Braja M., 1985. *Principles of Geotechnical Engineering, 3rd ed*, Carbondale, Southern Illinois University, PWS Publishing Company, Boston.
- Das, Braja M. Endah Noor, Mochtar Indrasurya B., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Geoteknik, Jilid 1, 2*. Erlangga, Jakarta.
- Pemerintah Kota Manado. 2011-2013. *Website Resmi Pemerintah Kota Manado*. <http://www.manadokota.go.id/page-101-geografis.html>, 15 Maret 2013
- Santosa, B., Suprpto, H., HS, Suryadi., 1995. *Seri Diktat Kuliah Dasar Mekanika Tanah Lanjutan*, Gunadarma.
- Wesley, L. D., Pranyoto, S., 2010. *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan & Residu*, Andi, Yogyakarta.
- Zakaria, Z. 2009. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0C CgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fagung1406.files.wordpress.com%2F2009%2F11%2Fanalisislereng.pdf&ei=QVFtUs6NG8KSrgek8IBI&usg=AFQjCNGk27jUldxC3R-QleixWspIOXz8Lw&bvm=bv.55123115,d.bmk&cad=rjt>, 27 Oktober 2013