

ANALISIS KESTABILAN LERENG METODE BISHOP/TRIANGLE (STUDI KASUS : KAWASAN MANADO BYPASS)

Rony Palebangan, Arens E. Turangan, Lanny D. K. Manaroinsong
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Analisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode Bishop simplified dan Bishop/triangle untuk mencari nilai faktor keamanan dari lereng tersebut dengan menggunakan program SLIDE 6.0 dan program MARTES. Data yang digunakan merupakan hasil pengujian geser langsung yang sudah pernah dilakukan di lokasi. Hasil dari perhitungan didapatkan bahwa kondisi lereng yang berada di Manado Bypass, tepatnya di bawah patung Yesus Memberkati, berada dalam kondisi kritis yaitu, $FK = 0,986$ untuk metode Bishop simplified dan $FK = 1.007$ untuk metode Bishop/triangle. Kondisi tersebut sangat rentan terjadi kelongsoran jika nilai $Ru = >0$. Faktor –faktor seperti sudut kemiringan, jumlah anak tangga, dan parameter geser merupakan faktor kunci dari nilai FK yang didapat. Kenaikan nilai FK terjadi pada grafik FK vs α seiring dengan diturunkannya nilai α . Dari grafik FK vs Ru terjadi penurunan mengikuti persamaan $FK = -1.6194Ru + 1.0442$ seiring dengan ditambahkannya nilai Ru . Dari grafik FK vs Ns , terjadi kenaikan nilai FK dengan ditambahkannya jumlah anak tangga menjadi 2 buah, Namun, terjadi penurunan FK seiring ditambahkannya anak tangga >2 buah. Dari grafik FK vs Φ , terjadi penurunan dengan dikurangnya nilai Φ , mengikuti persamaan $FK(63) = 0.0278\Phi - 0.0254$ untuk variasi $\alpha = 63^\circ$, $FK(50) = 0.0278\Phi - 0.0254$ untuk variasi $\alpha = 50$, dan $FK(42) = 0.0325\Phi - 0.0078$ untuk variasi $\alpha = 42$. Dari grafik FK vs c , terjadi penurunan dengan dikurangnya nilai c , mengikuti persamaan $FK(42) = 0.0401c + 1.0933$ untuk variasi $\alpha = 63^\circ$, $FK(50) = 0.0289c + 0.9459$ untuk $\alpha = 50$, dan $FK(42) = 0.0178c + 0.9742$ untuk variasi $\alpha = 42$.

Kata kunci : Bishop/triangle, modified Bishop, simplified Bishop

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Tanah merupakan suatu elemen penting yang menjadi dasar dari semua konstruksi, baik itu jalan, bangunan gedung, jembatan, bendungan, dan lain-lain. Untuk menentukan apakah tanah itu layak untuk didirikan konstruksi di atasnya, tidak bisa dilakukan hanya dengan melihat secara kasar keadaan tanah itu, namun diperlukan beberapa pengujian, baik itu pengujian langsung di lapangan, maupun pengujian di laboratorium. Sering kita temui di lapangan terdapat tanah yang cenderung mempunyai elevasi yang landai di beberapa bagiannya, atau yang biasa kita sebut dengan lereng. Membangun sebuah konstruksi pada lereng tidaklah sama dengan membangun konstruksi di atas tanah yang datar, karena perilaku tanah di lereng berbeda dengan tanah yang datar. Tanah pada lereng cenderung lebih dinamis jika dibandingkan dengan tanah yang datar. Perilaku tanah inilah yang membuat penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut. Lokasi yang akan dianalisis adalah lereng di bawah monumen 'Yesus Memeberkati' di kawasan Manado Bypass. Lokasinya yang berupa lereng dan berada di ruas jalan bypass kota Manado ini memang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan metode yang berbeda, sebagai pembanding dengan penelitian-

penelitian sebelumnya yang telah dilakukan di sekitaran lokasi ini. Pada penelitian sebelumnya, metode yang telah digunakan yaitu, metode Bishop. Metode yang akan digunakan adalah metode *modified* Bishop (Triangle). Di musim penghujan intensitas air hujan akan menambah beban pada lereng tersebut akan memicu terjadinya longsor dan membahayakan ruas jalan di bawahnya. Untuk itu, dengan melihat tinjauan-tinjauan di atas, maka penelitian ini perlu dilakukan.

Rumusan Masalah

Memperoleh nilai faktor keamanan, mengetahui hubungan antara faktor keamanan dengan variasi sudut kemiringan lereng, variasi parameter geser dan variasi jumlah anak tangga (pembuatan terasering), serta hubungan antara faktor keamanan dan koefisien rasio tegangan air pori.

Tujuan Penelitian

- Menentukan pengaruh parameter geser tanah terhadap FK pada lereng di bawah monumen 'Yesus Memberkati'.
- Menentukan grafik hubungan antara FK dengan kemiringan lereng di bawah monumen 'Yesus Memberkati'.

- Menentukan grafik hubungan FK dengan rasio tegangan air pori.
- Menentukan grafik hubungan jumlah anak tangga terasering terhadap FK pada lokasi penelitian.
- Membandingkan hasil yang didapat dengan menggunakan metode Bishop/Triangle dengan hasil yang didapat dengan menggunakan metode Bishop Simplified (SLIDE 6.0).

Batasan Masalah

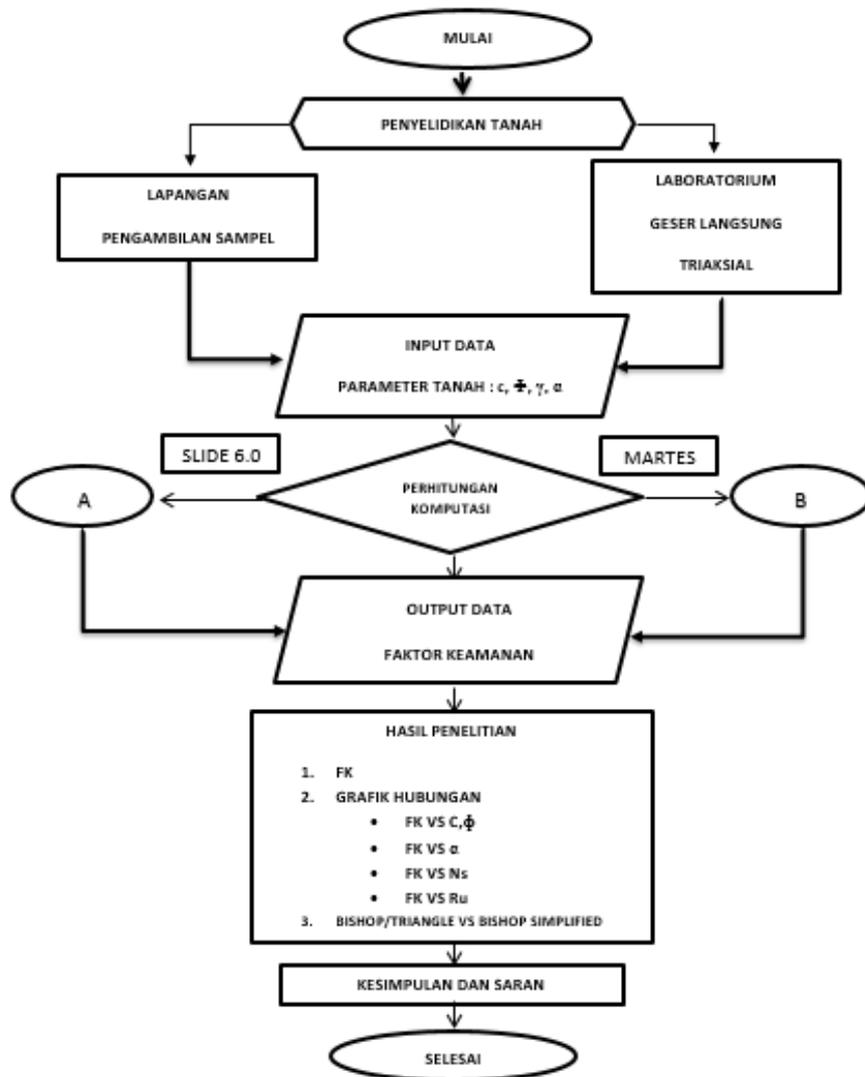
- Tanah diambil dari kawasan Citraland (monumen 'Yesus Memberkati).
- Penelitian ini tidak memperhitungkan pengaruh gempa.
- Analisis yang dipakai adalah metode irisan.

Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat berguna untuk sebagai bahan masukan dalam mendesain lereng di kawasan Citraland yang dilalui oleh jalan bypass manado dan mengaplikasikan program komputasi dalam menganalisis kestabilan lereng, serta dengan penelitian ini bisa dijadikan bahan pertimbangan untuk dikembangkannya program MARTES. Selain itu hasil penelitian ini dapat memberi sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang geoteknik terutama dalam hal kestabilan lereng.

2. Metode Penelitian

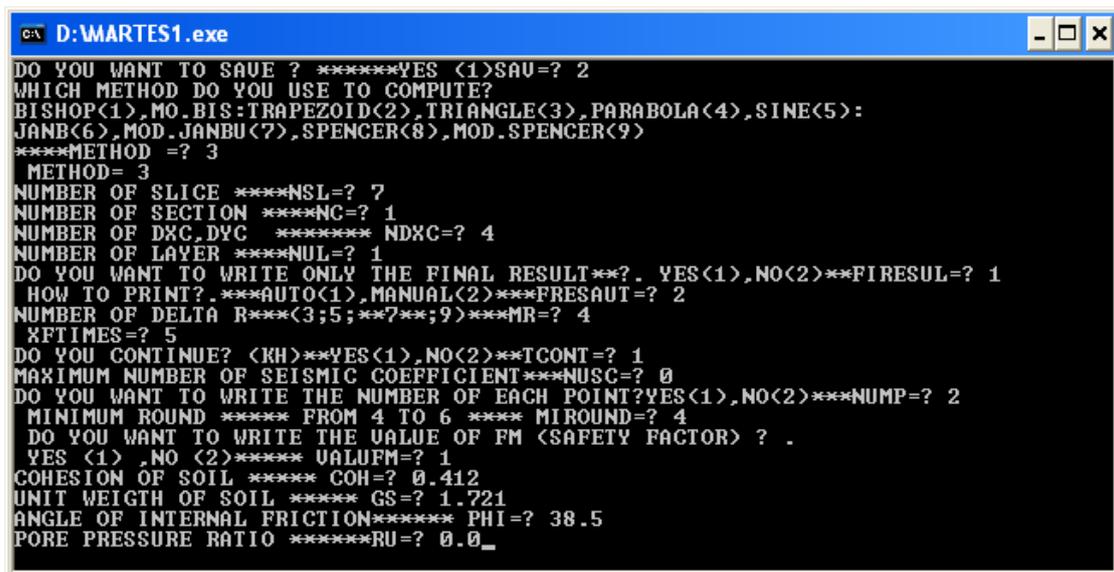
Tahapan pelaksanaan penelitian mengikuti diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Studi

Untuk memvalidasi perhitungan manual yang dilakukan, digunakan program MARTES. Langkah-langkah perhitungan dengan program MARTES adalah sebagai berikut :

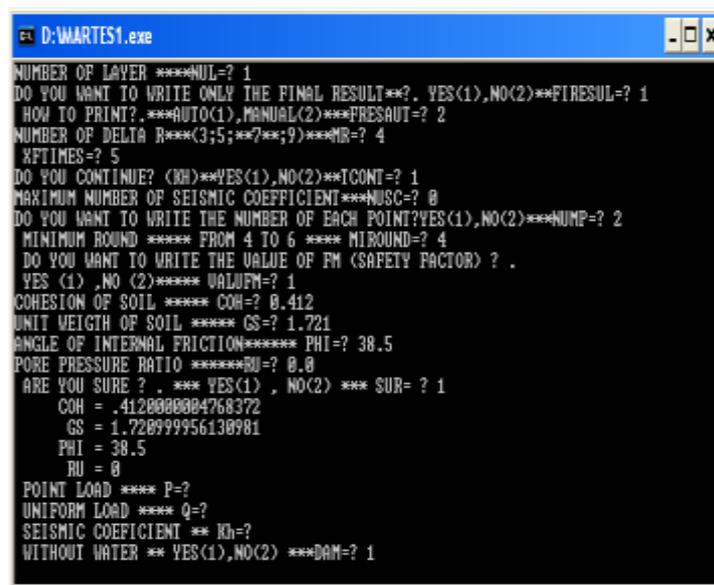
1. Pilihan untuk menyimpan. Pilih (2) untuk NO. Disarankan untuk melakukan pencatatan manual.
2. Pilihan metode. Pilih (3) untuk metode Modified Bishop
3. Masukkan jumlah irisan (slide) sesuai perhitungan. Di perhitungan ini jumlah irisan yang digunakan adalah 7 irisan.
4. Masukkan jumlah anak tangga (section). Di perhitungan ini jumlah anak tangga yang digunakan adalah 1 anak tangga.
5. Masukkan jumlah koordinat untuk titik busur. Pilih (4).
6. Masukkan jumlah lapisan. Di sini jumlah lapisan yang digunakan adalah 1 lapisan.
7. Pilih (1) untuk output data hanya berupa hasil akhir dari perhitungan.
8. Pilih (2) untuk mencetak hasil secara manual.
9. Masukkan parameter lainnya untuk perhitungan.
10. Masukkan data tanah.
11. Masukkan data beban. Di perhitungan ini tidak terdapat beban.
12. Masukkan sudut dan tinggi lereng.
13. Masukkan koordinat titik terendah lereng.
14. Masukkan koordinat grid untuk titik pusat rotasi.



```

D:\MARTES1.exe
DO YOU WANT TO SAVE ? *****YES (1)SAU=? 2
WHICH METHOD DO YOU USE TO COMPUTE?
BISHOP(1),MO.BIS:TRAPEZOID(2),TRIANGLE(3),PARABOLA(4),SINE(5):
JANB(6),MOD.JANBU(7),SPENCER(8),MOD.SPENCER(9)
*****METHOD=? 3
METHOD= 3
NUMBER OF SLICE *****NSL=? 7
NUMBER OF SECTION *****NC=? 1
NUMBER OF DXC,DYC ***** NDXC=? 4
NUMBER OF LAYER *****NUL=? 1
DO YOU WANT TO WRITE ONLY THE FINAL RESULT**?. YES(1),NO(2)**FIRESUL=? 1
HOW TO PRINT? ****AUTO(1),MANUAL(2)***PRESAUT=? 2
NUMBER OF DELTA R***<3;5;***7***;9)***MR=? 4
XFTIMES=? 5
DO YOU CONTINUE? <KH)***YES(1),NO(2)**TCONT=? 1
MAXIMUM NUMBER OF SEISMIC COEFFICIENT *****NUSC=? 0
DO YOU WANT TO WRITE THE NUMBER OF EACH POINT?YES(1),NO(2)***NUMP=? 2
MINIMUM ROUND ***** FROM 4 TO 6 ***** MIROUND=? 4
DO YOU WANT TO WRITE THE VALUE OF FM (SAFETY FACTOR) ? .
YES (1) ,NO (2)***** VALUFM=? 1
COHESION OF SOIL ***** COH=? 0.412
UNIT WEIGHT OF SOIL ***** GS=? 1.721
ANGLE OF INTERNAL FRICTION***** PHI=? 38.5
PORE PRESSURE RATIO *****RU=? 0.0_
    
```

Gambar 2. Tampilan Program MARTES



```

D:\MARTES1.exe
NUMBER OF LAYER *****NUL=? 1
DO YOU WANT TO WRITE ONLY THE FINAL RESULT**?. YES(1),NO(2)**FIRESUL=? 1
HOW TO PRINT? ****AUTO(1),MANUAL(2)***PRESAUT=? 2
NUMBER OF DELTA R***<3;5;***7***;9)***MR=? 4
XFTIMES=? 5
DO YOU CONTINUE? <KH)***YES(1),NO(2)**TCONT=? 1
MAXIMUM NUMBER OF SEISMIC COEFFICIENT *****NUSC=? 0
DO YOU WANT TO WRITE THE NUMBER OF EACH POINT?YES(1),NO(2)***NUMP=? 2
MINIMUM ROUND ***** FROM 4 TO 6 ***** MIROUND=? 4
DO YOU WANT TO WRITE THE VALUE OF FM (SAFETY FACTOR) ? .
YES (1) ,NO (2)***** VALUFM=? 1
COHESION OF SOIL ***** COH=? 0.412
UNIT WEIGHT OF SOIL ***** GS=? 1.721
ANGLE OF INTERNAL FRICTION***** PHI=? 38.5
PORE PRESSURE RATIO *****RU=? 0.0
ARE YOU SURE ? , *** YES(1) , NO(2) *** SUR=? 1
COH = .4120000004768372
GS = 1.720999956130981
PHI = 38.5
RU = 0
POINT LOAD ***** P=?
UNIFORM LOAD ***** Q=?
SEISMIC COEFFICIENT ** Kh=?
WITHOUT WATER ** YES(1),NO(2) ***DAM=? 1
    
```

Gambar 3. Input Data Pada Program MARTES

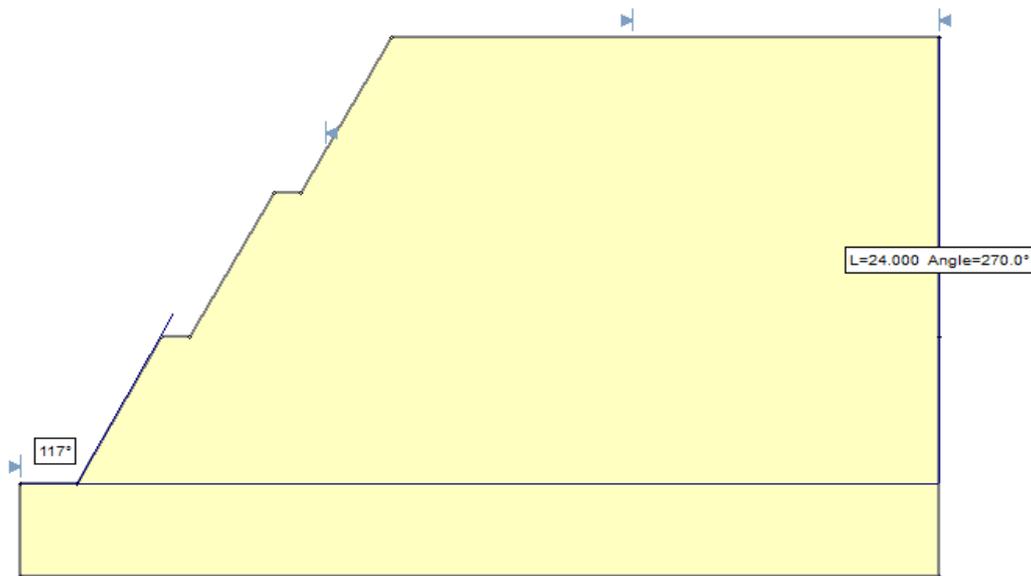
3. Hasil Penelitian

Hasil Perhitungan Faktor Keamanan

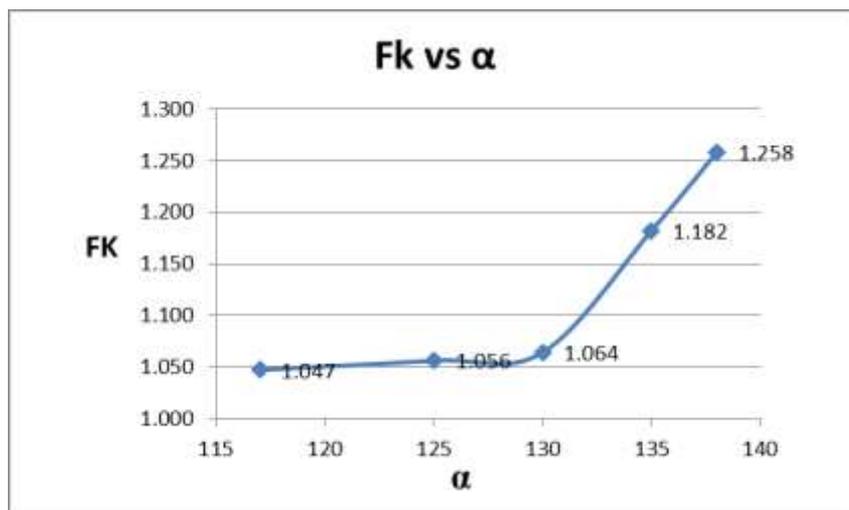
Setelah dilakukan perhitungan komputasi dengan program SLIDE 6.0 maupun dengan menggunakan cara *hand calculation* dari data-data yang ada, maka telah didapatkan faktor keamanan yaitu sebesar 1,047. Dari faktor keamanan yang didapatkan, sudah dipastikan bahwa keadaan lereng pada kondisi awal berada dalam kondisi yang kritis. Oleh karena itu, diperlukan variasi desain lereng yang tepat agar didapat faktor keamanan yang lebih besar dari 1,00 (> 1).

Perhitungan faktor keamanan dilakukan terhadap beberapa kondisi, yakni : variasi kemiringan lereng, rasio tekanan air pori dan muka air tanah, variasi jumlah anak tangga, sudut geser dalam dan kohesi tanah. Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara faktor keamanan dengan kondisi-kondisi yang ditinjau tersebut.

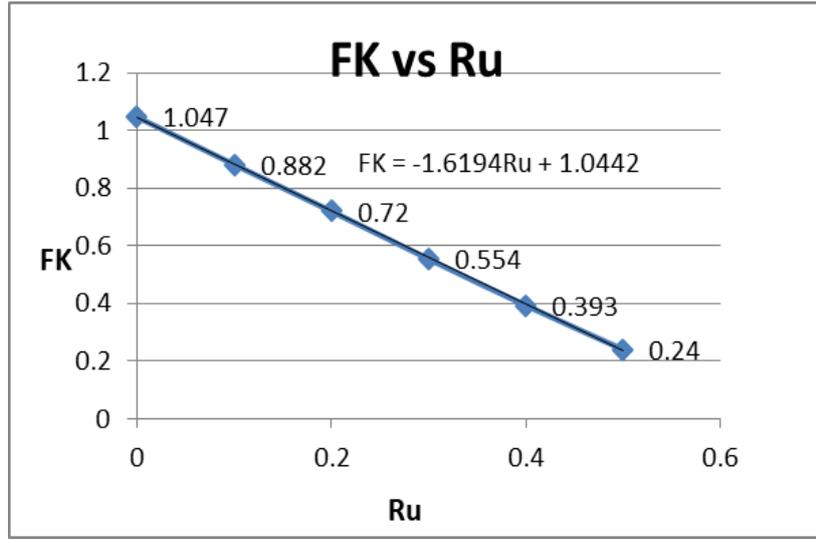
Hasil perhitungan kestabilan lereng metode Bishop/Triangle (menggunakan program MARTES) dibandingkan dengan hasil perhitungan kestabilan lereng metode Bishop Simplified (menggunakan program SLIDE 6.0), yang ditunjukkan oleh Gambar 11.



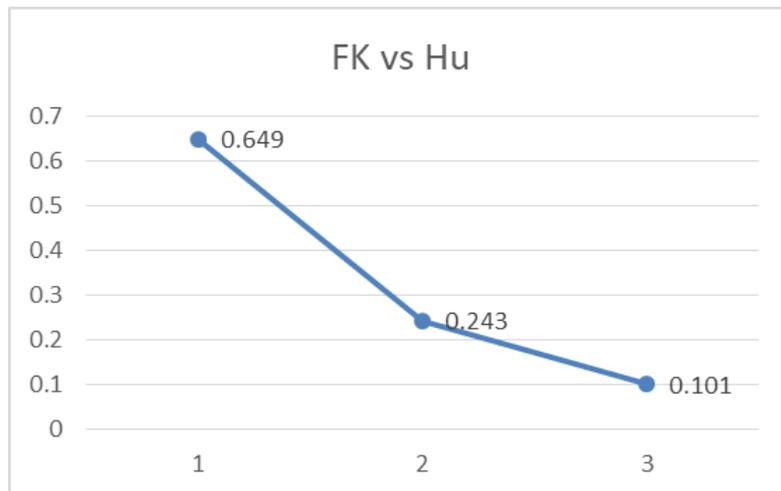
Gambar 4. Pemodelan Awal Lereng



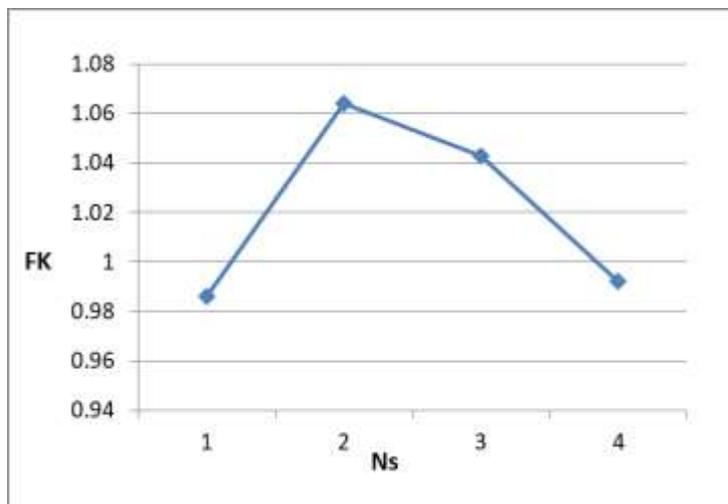
Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Faktor Keamanan Dengan Kemiringan Lereng (α)



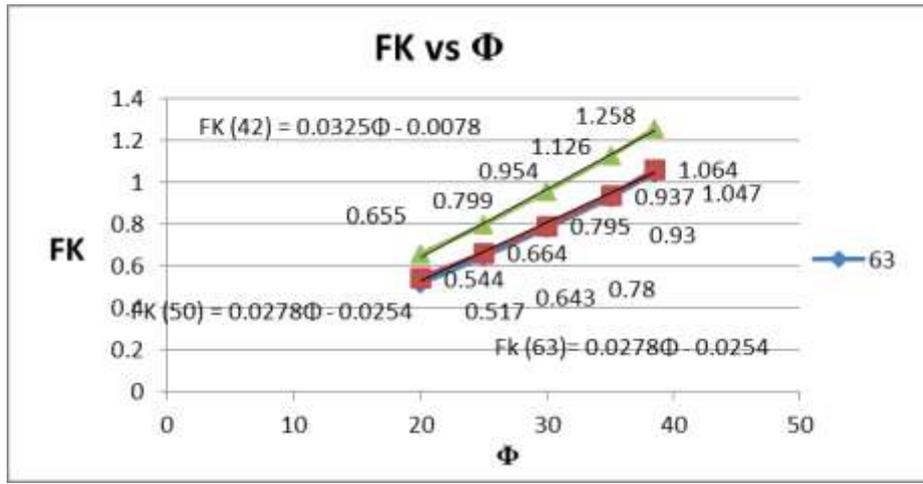
Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Faktor Keamanan Dengan Rasio Tekanan Air Pori (Ru)



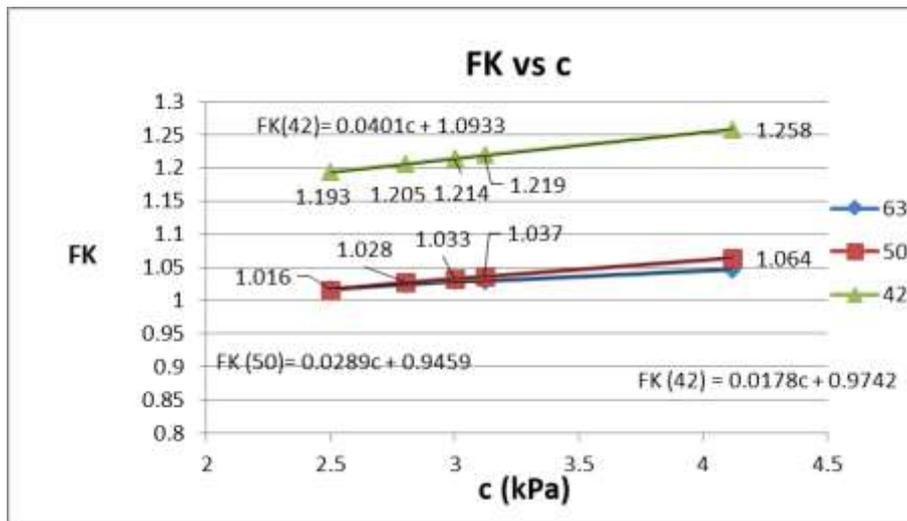
Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Faktor Keamanan Dengan Muka Air Tanah (Hu)



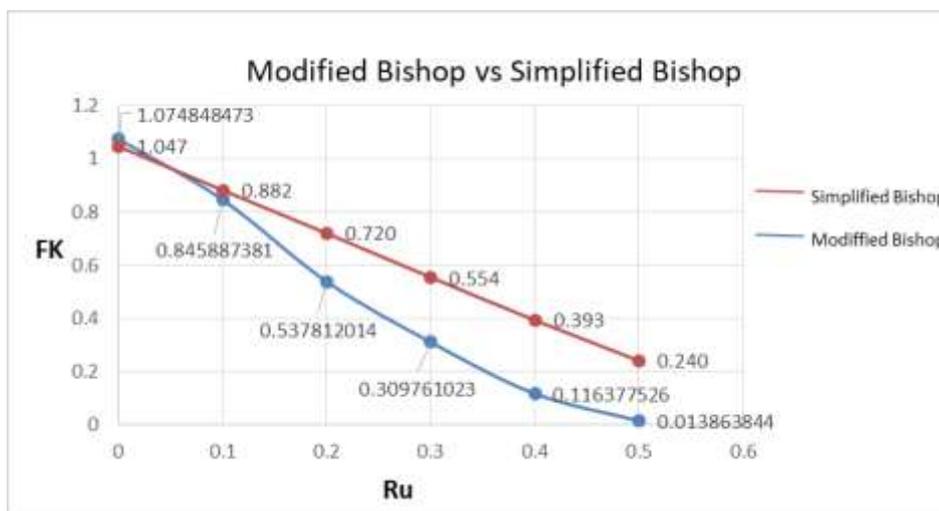
Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Faktor Keamanan Dengan Jumlah Anak Tangga (Ns)



Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Faktor Keamanan Dengan Sudut Geser Dalam (ϕ)



Gambar 10. Grafik Hubungan Antara Faktor Keamanan Dengan Kohesi Tanah (c)



Gambar 11. Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan FK Terhadap Rasio Tekanan Air Pori Dengan Metode Modified Bishop Dan Metode Simplified Bishop

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Kenaikan nilai FK terjadi pada grafik FK vs α seiring dengan diturunkannya nilai α , jadi dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai α maka semakin besar nilai FK yang diperoleh.
2. Dari grafik FK vs Ru terjadi penurunan mengikuti persamaan $FK = -1.6194Ru + 1.0442$ seiring dengan ditambahkannya nilai Ru. Kesimpulannya semakin besar nilai Ru maka semakin kecil nilai FK yang diperoleh.
3. Dari grafik FK vs Ns, terjadi kenaikan nilai FK dengan ditambahkannya jumlah anak tangga menjadi 2 buah, Namun, terjadi penurunan FK seiring ditambahkannya anak tangga >2 buah. Jadi, dapat disimpulkan bahwa variasi terbaik untuk jumlah anak tangga adalah 2 buah.
4. Dari grafik FK vs Φ , terjadi penurunan dengan dikurangnya nilai Φ , mengikuti persamaan $Fk(63) = 0.0278\Phi - 0.0254$ untuk variasi $\alpha = 63^\circ$, $FK(50) = 0.0278\Phi - 0.0254$ untuk variasi $\alpha = 50$, dan $FK(42) = 0.0325\Phi - 0.0078$ untuk variasi $\alpha = 42$.
5. Dari grafik FK vs c, terjadi penurunan dengan dikurangnya nilai c, mengikuti persamaan $FK(42) = 0.0401c + 1.0933$ untuk variasi $\alpha = 63^\circ$,

$FK(50) = 0.0289c + 0.9459$ untuk $\alpha = 50$, dan $FK(42) = 0.0178c + 0.9742$ untuk variasi $\alpha = 42$.

Saran

1. Parameter tanah sangat mempengaruhi kualitas dari tanah itu sendiri. Oleh sebab itu, desain dari sebuah lereng harus dirancang sedemikian rupa agar memenuhi standar keamanan. Dimaksudkan dalam hal ini yaitu, sudut kemiringan lereng dan jumlah anak tangga.
2. Disarankan untuk menambah perlindungan pada lereng jika untuk desain sudut kemiringan dan jumlah anak tangga tidak dapat diterapkan di lapangan. Contohnya dengan memasang *End Anchored* atau *retaining wall*.
3. Penggunaan metode-metode lain sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan faktor keamanan juga disarankan. Mengingat bahwa lebih baik menggunakan faktor keamanan sebagai acuan dalam mendesain lereng.
4. Disarankan agar lebih dikembangkan lagi program-program komputasi seperti MARTES yang memuat beberapa variasi dari metode-metode yang sudah ada pada program SLIDE 6.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, M.G., Richard K.S., 1987. *Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology*, John Wiley and Son
- Anonim.2009. Panduan Praktikum Mekanika Tanah, Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik UNSRAT. Manado.
- Bishop, A.W., 1955. *The Use of Slip Surface The Stability of Analysis, Geotechnique*, Vol. 5. London.
- Bowles, J. E., 1984. *Physical and Geotechnical Properties of Soils*, McGraw-Hill Book Company, USA.
- Das Braja M., 1985. *Principles of Geotechnical Engineering, 3rd ed*, Carbondale, Southern Illinois University, PWS Publishing Company, Boston.
- Das Braja M., 1995. M. Endah Noor. Mochtar Indrasurya B. *Mekanika Tanah prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis jiid 1,2*. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo. H.C., 2007. *Mekanika Tanah 2*, Yogyakarta: UGM.
- Rajagukguk Octovian, 2014. Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop Contoh Kasus : Kawasan Citraland.Skripsi. UNSRAT, Manado.
- Sutarman E., 2013. Konsep dan Aplikasi Pengantar Teknik Sipil. ANDI. Bandung.
- Wesley, L.D. 1977. Mekanika Tanah, Badan Penerbit