

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI MUKA AIR TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG DI DUDUSUN CAOK PURWOREJO

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Novi Arman

20140110272

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novi Arman
NIM : 2014 011 0272
Judul : Pengaruh Variasi Muka Air Tanah Terhadap Stabilitas
Lereng di Dusun Caok, Purworejo

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 01 Juni 2018

Yang membuat pernyataan



Novi Arman

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada:

1. Allah Subhanallahuwata'ala yang telah memberikan nikmat dan rahmat, serta fikiran yang sehat kepada hambanya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Allahumma amiiinnn.
2. Untuk kedua orang tuaku yang senantiasa memberikan doa untuk saya, yang telah memberikan dukungan materi, yang telah mempercayakan seluruh keputusan yang saya ambil, yang senantiasa menyayangi saya tanpa henti-hentinya yang tidak bisa saya balas dengan apapun.
3. Untuk dosen pembimbing saya Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D yang telah memberikan ilmu kepada saya, bukan hanya sekedar ilmu, tapi mendidik akhlak saya, yang peduli dengan kehidupan saya, yang telah mengajari bagaimana berperilaku dengan baik, dan tidak pernah bosan bosannya menasehati saya, Terimakasih Prof Agus.
4. Da gadang, Uni adang, Ni Tangah, Da Imal, Ni Kaciak, Ni Sesfi, Ni Dia, Da Idon, dan Cera yang menjadi motivasi saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini, Terkhusus untuk Ni Sefi yang separuh kehidupan saya ditanggung olehnya, terimakasih Uni.
5. dr. Mardoni Efrijon yang telah sabar mendidik saya dan yang paling sabar menghadapi tingkah laku saya ketika saya tidak benar. Terimakasih uda sayang.
6. Cera adik saya satu-satunya yang telah memberi semangat sehingga skripsi ini selesai. Terimakasih adik sayang.
7. Teman seperjuangan dilaboratorium, Faisol, Rifqi, Fina, Itsna, Novia, Ipeh, Oja, Ijal, Desi, Dio, Nadya, Farid, Tria, Rosi, yang telah memberi semangat mengerjakan tugas akhir ini, spesial buat Itsna, Dio, Farid, Novia, Ipeh, Dio, oja, Tria, yang telah memberi saran sehingga skripsi ini jadi, terkhusus Farid teman partner tugas akhir saya yang sangat baik dan selalu tau dan kuat bagaimana cara menghadapi tingka laku saya.

PRAKATA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui nilai faktor aman pada lereng didusun caok, Purworejo.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Agus Setyo Muntohar, S. T., M. Eng. Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan serta koreksi bagi Tugas Akhir ini.
2. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S. T., M. T., Ph. D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Wilis Diana, S.T., M.T. selaku Dosen penguji,
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu yang telah diberikan dan bermanfaat bagi penyusun.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	2
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Penelitian Terdahulu.....	3
2.2. Pemodelan Numerik Menggunakan <i>SLOPE/W</i>	11
2.5. Metode Keseimbangan Batas	13
2.6. Metode Morgenstern-Price	14
2.7. Kekuatan Geser Tanah (<i>Shear Strength</i>)	15
2.7.1. Teori Keruntuhan Mohr-Coloumb	15
2.8. Pengujian Triaksial	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1. Tahapan Penelitian.....	22
3.2. Lokasi dan Waktu	24
3.3. Alat dan Bahan.....	25
3.4. Prosedur penelitian.....	27
3.4.1 Pengambilan tanah.....	27
3.4.2. Pengujian <i>Triaxial</i> Metode CU	27

3.5. Pemodelan <i>SLOPE/W</i>	28
3.5.2. Analisis Stabilitas Lereng.....	30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Hasil.....	33
4.2. Pembahasan	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai kohesi, sudut gesek, dan berat volume tanah kering (γ_d).	22
Tabel 3.2 Hasil pengujian sifat-sifat geoteknik dan hidraulika tanah.....	Error!
Bookmark not defined.	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik perbandingan nilai FS dan kemiringan lereng	4
Gambar 2.2	Pemodelan Lereng.....	5
Gambar 2.3	Tampilan <i>Deformed Mesh</i>	6
Gambar 2.4	Profil lereng.....	7
Gambar 2.5	Pemodelan lereng untuk analisis infiltrasi dan rembesan	9
Gambar 2.6	Grafik Hubungan antara Faktor Keamanan dengan c	10
Gambar 2.7	Grafik hubungan antara faktor keamanan dengan sudut α	11
Gambar 2.8	Model lereng untuk studi parametrik	12
Gambar 2.9	Variasi nilai angka aman lereng.....	12
Gambar 2.10	Gaya-gaya yang bekerja pada irisan Morgenstern-Price.....	15
Gambar 2.11	Lingkaran Mohr (Hardiyatmo, 2012).....	17
Gambar 2.12	Kurva hubungan p-q.....	18
Gambar 2.13	Pengujian triaksial.....	19
Gambar 2.14	Kondisi pengujian CU, (b) Tahap pembebanan aksial.....	20
Gambar 2.15	Selubung keruntuhan uji triaksial <i>Consolidated-Undrained</i>	21
Gambar 3.1	Potongan melintang lereng.....	22
Gambar 3.2	Bagan alir penelitian.....	23
Gambar 3.3	Lokasi penelitian pada peta <i>Google Earth</i>	24
Gambar 3.4	Potongan melintang kemiringan lereng di Purworejo.....	24
Gambar 3.5	Tabung sampel tanah tidak terusik.....	25
Gambar 3.6	Alat Gerlink-Triaksial.....	26
Gambar 3.7	Memasukkan angka <i>point</i>	29
Gambar 3.8	Hasil pemodelan potongan lereng.....	29
Gambar 3.9	Pembuatan regions.....	30
Gambar 3.10	Memilih analisis yang digunakan dalam pemodelan.....	30
Gambar 3.11	<i>Fully specified slip surface</i>	31
Gambar 3.12	Memasukkan kedalaman muka air tanah.....	31
Gambar 3.13	Memasukkan material kuat geser tanah.....	32
Gambar 3.14	<i>Solve manager</i>	32
Gambar 4.1	Hubungan antara angka aman dan kedalaman lereng.....	33
Gambar 2	Analisis <i>SLOPE/W</i> pada kedalaman muka air tanah 18 meter.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Analisis Slope/W.....	38
--	----

ABSTRAK

Stabilitas lereng berkaitan dengan kelongsoran yang merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Kestabilan lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jarak muka air tanah, sudut kemiringan lereng, nilai kuat geser tanah dan jenis tanah lapisan penyusunnya yang memiliki nilai kohesi dan sudut gesek yang berbeda. Pada penelitian ini muka air tanah divariasikan dengan kedalaman 2 meter, 4 meter, 6 meter, 8 meter, 10 meter, 12 meter, 14 meter, 16 meter, 18 meter, 20 meter. Nilai angka aman diperoleh dari hasil analisis perangkat lunak SLOPE/W gesoslope 2012. Dari hasil analisis geoslope menunjukkan bahwa angka aman terkecil terdapat pada kedalaman 2 meter dan angka aman terbesar terdapat pada kedalaman 20 meter. Dengan demikian, semakin dalam muka air tanah, maka semakin besar nilai angka aman lereng.

Kata-kata kunci : Angka aman, muka air tanah, stabilitas lereng.

ABSTRACT

The stability of the slope is related to the sliding, which is the process of moving the natural mass of the soil from a high place to a lower place. It is influenced by several factors, such as the distance of the ground water level, the slope angle, the shear strength value and the soil type of the constituent layer having different values of cohesion and friction angle. In this study, the groundwater level is varied with a depth of 2 meters, 4 meters, 6 meters, 8 meters, 10 meters, 12 meters, 14 meters, 16 meters, 18 meters, 20 meters. Secure value is obtained from the analysis of SLOPE / W gesoslope 2012 software. The results show that the smallest secure number is at a depth of 2 meters and the largest safe rate is at a depth of 20 meters. Thus, the deeper the groundwater level, the greater the value of the safety factor.

Keywords : Groundwater table, safety factor, slope stability.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana hidrometeorologi seperti banjir dan tanah longor. Bencana-bencana tersebut hampir setiap tahunnya melanda Indonesia. Salah satu dari banyaknya penyebab tanah longsor yaitu karena tingginya intensitas curah hujan pada suatu kawasan tertentu (Muntohar, 2015).

Pada umumnya peristiwa longsor terjadi pada musim penghujan. Hujan secara terus menerus sangat berpengaruh terlebih ketika pada sebuah lereng yang memiliki jenis tanah dengan tingkat permeabilitas tinggi. Untuk tanah yang memiliki permeabilitas rendah akan lebih lama dalam proses saturasi dibandingkan dengan tanah yang permeabilitasnya lebih tinggi, sehingga ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi tanah mudah mengalami peningkatan tekanan air pori (Muntohar dkk., 2013). Kondisi inilah memicu terjadinya ketidakstabilan pada tanah sehingga berakibat pada terjadinya pergerakan tanah. Namun demikian masih banyak pula faktor-faktor lainnya diantaranya yaitu faktor geologi, geomorfologi, faktor vegetasi (penutup lahan), dan lain-lain. (Muntohar dkk., 2013).

Karakteristik aliran air, dan kekuatan geser tanah juga merupakan faktor utama yang terlibat dalam mekanisme kegagalan lereng (Takahasi, 2014). Pada penelitian ini akan mengkaji pengaruh variasi muka air tanah terhadap stabilitas lereng dengan kedalaman muka air tanah di dusun Caok, Purworejo menggunakan aplikasi *SLOPE/W* Geostudio 2012.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi muka muka air tanah terhadap stabilitas lereng di dusun caok?
2. Bagaimana pengaruh variasi muka air tanah terhadap nilai parameter tanah di Dusun Caok, Purworejo.

1.3. Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian dimaksudkan untuk memberikan fokus dalam penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Analisis stabilitas lereng menggunakan aplikasi perangkat lunak SLOPE/W (Geoslope 2012).
2. Data parameter kuat geser tanah dan hidraulika tanah yang digunakan berdasarkan data uji laboratorium.
3. Analisis stabilitas lereng dihitung dengan metode Morgenstern – Price (MP) dengan bidang keruntuhannya ditentukan (*fully-specified slip surface*).
4. Lokasi penelitian berada di Dusun Caok, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa tengah.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kedalaman muka air tanah terhadap stabilitas lereng.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat diunakan untuk :

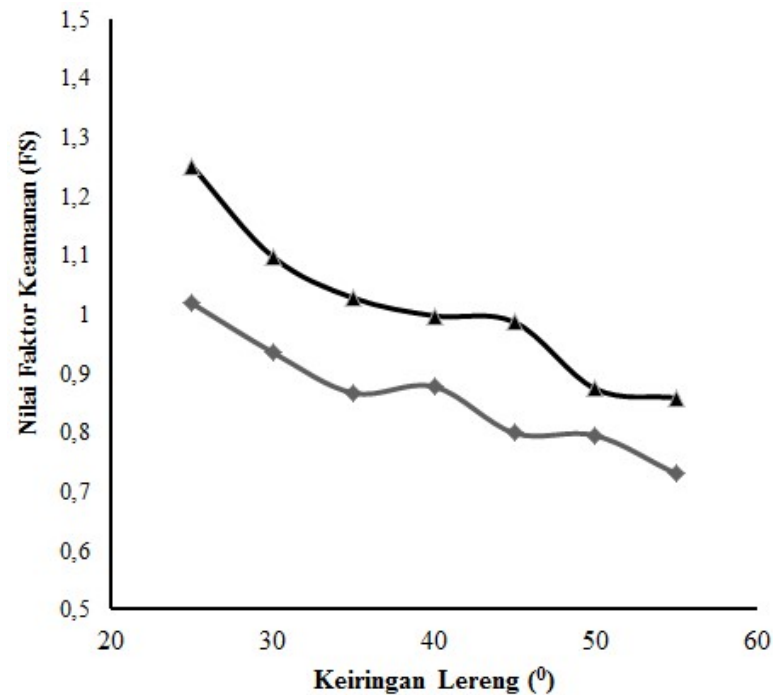
1. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memberikan informasi untuk upaya pencegahan bencana tanah longsor di wilayah di Dusun Caok, Purworejo.
2. Menambah ilmu pengetahuan dan wawasan serta bahan dalam metode penelitian dalam bidang geoteknik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

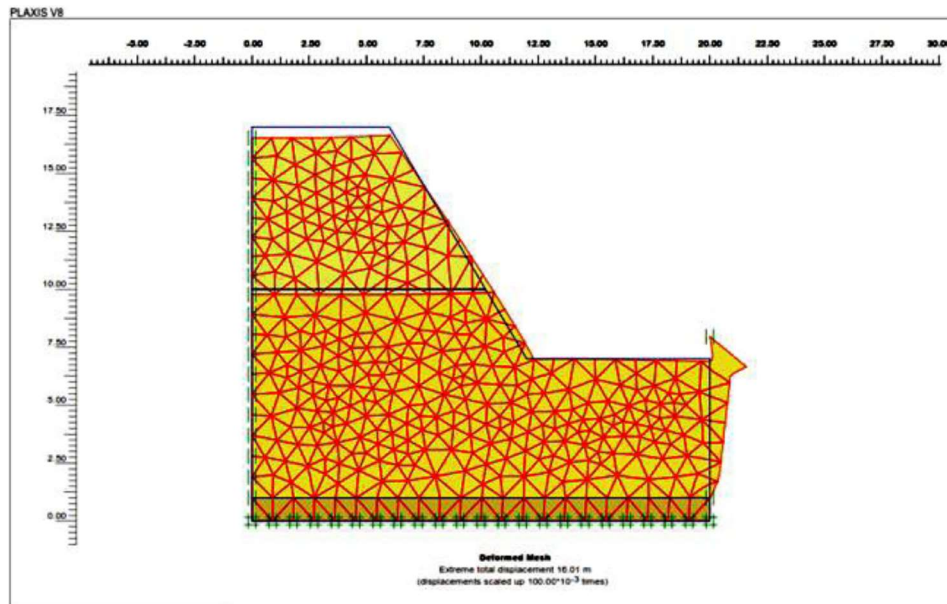
2.1. Penelitian Terdahulu

Nurhidayat dkk. (2016) melakukan analisis pengaruh tinggi muka air tanah terhadap faktor kestabilan lereng menggunakan aplikasi *SLOPE/W*. Penelitian ini dilakukan di Provinsi Sumatera Selatan di daerah Tambang Batu Bara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel tanah dengan pengeboran geoteknik, dan pengujian sampel tanah dilakukan di laboratorium untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik dari tanah dalam kondisi gempa dan dalam kondisi muka air tanah alami maupun kondisi *dewatering*. Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah di laboratorium dimana tanah didapat dari hasil pengeboran dilapangan, litologi pada daerah penelitian didominasi oleh batu lempung dan batu pasir. Analisis kestabilan lereng dibuat dengan kondisi gempa (*seismic load*). Analisis kestabilan lereng ini berdasarkan pada keadaan muka air tanah dengan kedalaman 5 meter dan kondisi *dewatering* dengan kedalaman muka air tanah 1/3 dari tinggi lereng. Nilai RMR pada daerah penelitian berkisar dari 27-58 (*poor rock-fair rock*). Hasil dari analisis kestabilan lereng *highwall* dengan tinggi lereng *pit* 100 meter dengan kondisi muka air tanah alami diperoleh nilai faktor aman (FS) dari 0,729 sampai 1,018 yang artinya lereng berada pada kondisi labil pada semua kemiringan lereng (Gambar 2.1). Pada kondisi penurunan muka air tanah (*dewatering*) diperoleh faktor keamanan (FS) dari 0,858 sampai 1,250. Lereng ini berada pada kondisi kritis pada kemiringan lereng 25⁰-30⁰. Namun lereng berada dalam kondisi labil pada kemiringan lereng 30⁰-50⁰.



Gambar 2.1 Grafik perbandingan nilai FS dan kemiringan lereng
(Modifikasi Nurhidayat dkk., 2016)

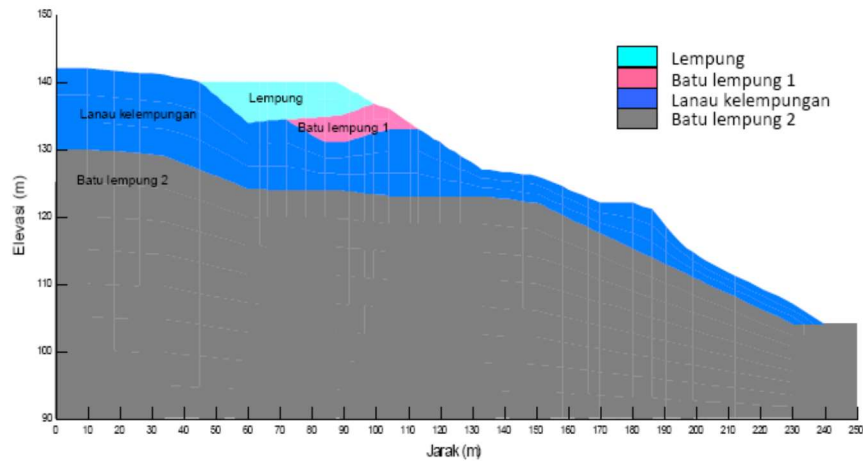
Analisis stabilitas lereng akibat hujan deras yang melanda di tepi ruas jalan Liwa -Simpang Gunung Kemala STA.263+650 Lampung telah dianalisis oleh Setyanto dkk. (2016) menggunakan Plaxis V.8.2. Ruas jalan Liwa – Simpang Gunung Kemala terletak di wilayah TNBBS Lampung yang memiliki kondisi geografis yang terdiri dari perbukitan serta terdapat lereng dan jurang yang cukup tinggi, curam yang rawan mengalami kelongsoran akibat hujan deras. Model lereng yang dianalisis ditunjukkan pada Gambar 2.2. Metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan guna untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas pada lereng. Program ini merupakan metode antarmuka grafis yang mudah digunakan sehingga dapat dengan cepat membuat model geometri dan jaringan elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi lereng yang akan dianalisis (Plaxis, 2012). Pada penelitian ini didapat hasil running dari plaxis seperti pada Gambar 2.8. Pada potongan lereng Gambar 2.3 deformasi yang terjadi sebesar 1601×10^{-3} m, semakin besar nilai deformasi maka kemungkinan terjadi kelongsoran semakin besar akibat deformasi tanah yang terjadi pada lereng



Gambar 2.3 Tampilan *Deformed Mesh*

(Setyanto dkk., 2016)

Perubahan tekanan air pori akibat hujan yang menyebabkan terjadinya longsor telah dianalisis oleh Subiyanti dkk. (2011) di saluran Induk Kalibawang khususnya di KM 15+9 dengan menggunakan aplikasi *SEEP/W* dan *SLOPE/W*. Gambar 2.2 menunjukkan profil lereng yang terdiri empat lapisan yang berbeda. Pemodelan dianalisis pada dua kondisi, yaitu : analisis *steady state* dan analisis *transient*. Kondisi *steady state* digunakan sebagai kondisi awal sedangkan analisis stabilitas lereng menggunakan nilai output dari *SEEP/W* dan dimasukkan kedalam *SLOPE/W* dengan ditambah parameter-parameter tanah hasil uji dari laboratorium. Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa hujan normal berdurasi panjang lebih berpengaruh terhadap perubahan tekanan air pori daripada hujan deras berdurasi pendek. Angka aman lereng sebelum hujan 1,444; angka aman akibat hujan 114 mm selama 4 jam sebesar 1,418; angka aman lereng akibat hujan 25 mm dan 40 mm sebesar 1,208; angka aman lereng akibat hujan 20 mm sebesar 0,982; angka aman lereng akibat hujan deras diikuti hujan normal sebesar 1,397; dan angka aman lereng akibat hujan normal diikuti hujan deras sebesar 1,402. Dari penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa kondisi yang berpengaruh terhadap stabilitas lereng di lokasi penelitian tersebut adalah hujan normal dengan besar 20 mm dan berdurasi panjang.



Gambar 2.4 Profil lereng
(Subiyanti dkk., 2011)

Ward dkk. (1976) juga meneliti faktor pemicu terjadinya longsor pada suatu lereng. Faktor pemicu ini digunakan dalam menentukan penyebab terjadinya longsor. Hasil dari penelitiannya adalah tanah akan mengalami perubahan/pergerakan yang disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah faktor vegetasi tanaman dan faktor hujan. Setelah mengetahui beberapa asumsi faktor penyebab terjadinya longsor, Ward dkk. (1979) membuat sebuah penelitian dengan meneliti sebuah lereng dan mempertimbangkan faktor vegetasi tanaman dan faktor hujan tersebut. Metode untuk membuat sebuah pemodelan longsor adalah dengan pendekatan geoteknik, yaitu mempertimbangkan keadaan alamiah dari sebuah lereng seperti kedalaman tanah, kedalaman muka air tanah, sudut gesek internal efektif tanah, kohesi efektif tanah, dan intensitas hujan. Hasil dari penelitian tersebut adalah ketika nilai faktor aman kecil dari 1,2, maka kemungkinan terjadinya longsor mencapai 60%. Tabel 2.1 menunjukkan klasifikasi nilai faktor aman terhadap kemungkinan terjadinya longsor

Tabel 2.1 Klasifikasi nilai faktor aman terhadap kemungkinan terjadinya longsor
(Ward dkk., 1979)

Klasifikasi	Potensi Longsor FS	Probabilitas
Tinggi	<1,2	>60%
Menengah	1,2 – 1,7	30% - 60%
Rendah	>1,7	< 30%

Hal yang tidak terlalu sama, tapi sedikit berbeda dengan nilai faktor aman terhadap kemungkinan terjadinya longsor Ward dkk. (1979) dalam buku Bowles (1984) apabila harga FS suatu lereng $> 1,25$, yang berarti gaya penahan lebih besar daripada gaya penggerak, maka lereng tersebut berada dalam keadaan stabil. Tetapi, jika nilai kestabilan lerengnya $1,07 < FS < 1,25$, maka lereng tersebut berada dalam keadaan kritis. Namun, bila nilai $FS < 1,07$, yang artinya gaya Penahan lebih kecil daripada gaya penggerak, maka lereng tersebut berada dalam keadaan tidak stabil dan rawan terjadi longsor (Tabel 2.2).

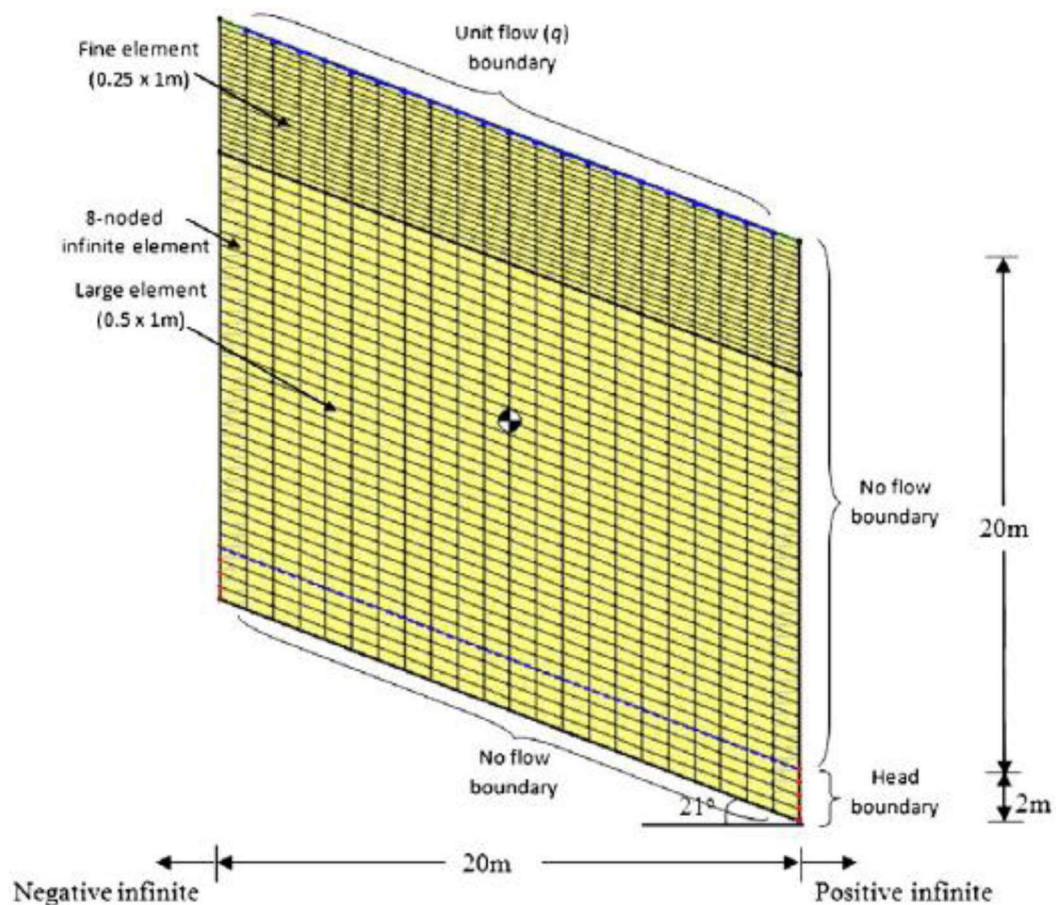
Tabel 2.2. Klasifikasi faktor keamanan (Bowles, 1984)

FS	Kondisi
$FS < 1,07$	Labil (Longsor biasa terjadi)
$1,07 < FS < 1,25$	Kritis (Longsor pernah terjadi)
$FS > 1,25$	Stabil (Longsor jarang terjadi)

Saputro (2014) telah melakukan penelitian tentang mekanisme pergerakan tanah akibat rembesan air hujan pada lereng di Kendugrong, Kalibawang, Kulon Progo menggunakan perangkat lunak *SEEP/W* Version 2007. Pada kasus ini tinggi permukaan air dimodelkan dengan kedalaman yang berbeda beda, tinggi permukaan air dianalisis pada kedalaman 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, dan 5 m. Penelitian ini menghasilkan tinggi permukaan air yang dianalisis pada kedalaman 1 meter lebih cepat jenuh dan berkurangnya nilai suction serta nilai kuat geser tanah juga berkurang karena terisinya pori-pori tanah oleh air. Dari penelitian ini juga diketahui bahwa kuat geser residu tanah lebih sesuai digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng daripada menggunakan parameter kuat geser puncak tanah, dan pemodelan dengan kedalaman muka air tanah $H_{w(\text{init})} = 1$ m menyebabkan tekanan air pori negatif berkurang sehingga terjadi penurunan tegangan geser.

Analisis stabilitas lereng akibat infiltrasi air hujan telah diteliti oleh Lee dkk. (2009). Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan model sederhana sebagai evaluasi awal keruntuhan pada lereng akibat curah hujan dengan bantuan aplikasi *SEEP/W*. Secara umum air hujan dapat meresap kedalam tanah dalam kondisi tidak jenuh, dan berlaku sebaliknya, jika tanah dalam kondisi jenuh/ *saturated* maka air tidak dapat meresap lagi. Gambar 2.3 menunjukkan kondisi lereng dan kondisi batas pada lereng yang dianalisis. Muka air tanah pada lereng berada pada

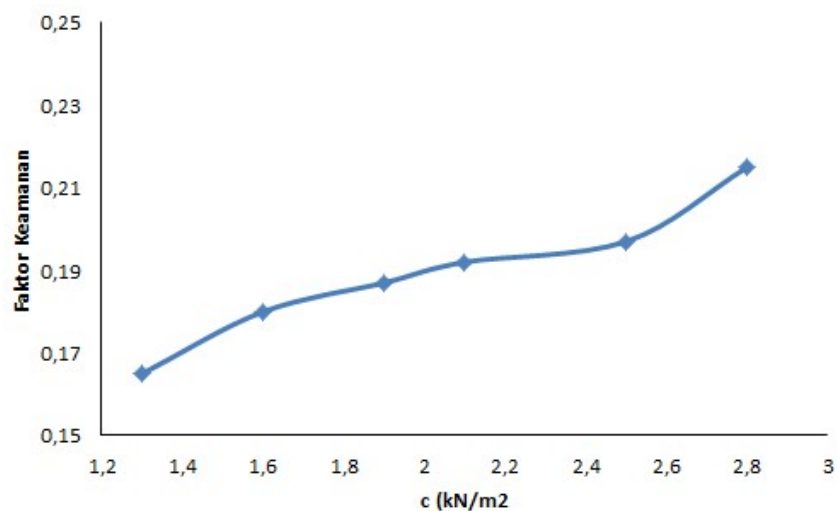
kedalaman 20 m. Lereng penelitian dimodelkan sebagai lereng tak-hingga dengan empat variasi tanah yang dievaluasi, yaitu : kerikil-berpasir, kerikil-berlanau, lanau-berpasir, dan lanau. Masing-masing jenis tanah ini memiliki koefisien permeabilitas jenuh yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini, tekanan air pori negative awal pada lereng dibatasi 10 kPa, 23 kPa, 30 kPa, dan 50 kPa. Masing-masing untuk kerikil-berpasir, kerikil-berlanau, lanau-berpasir, dan lanau. Pembatasan dilakukan karena jika menggunakan kondisi tekanan hidrostatik dari muka air tanah, kondisi awal tekanan air pori negatif mencapai 196,2 kPa.



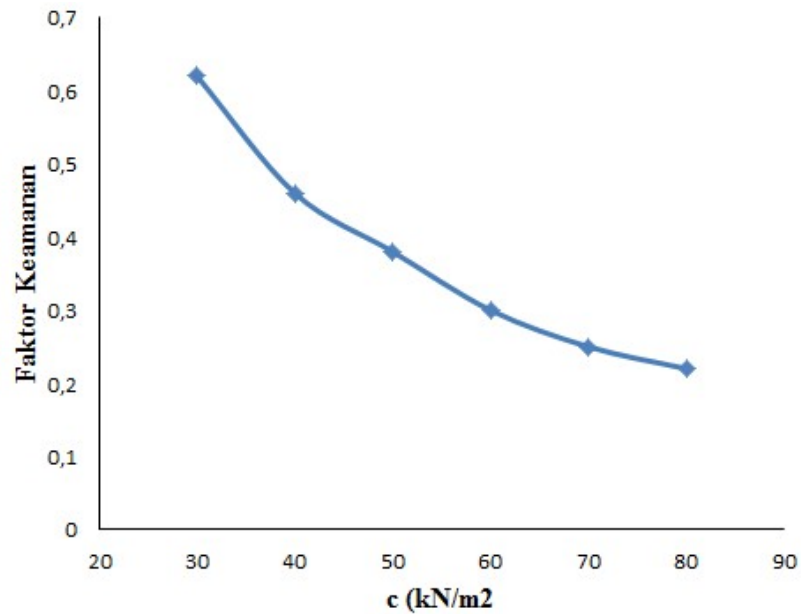
Gambar 2.5 Pemodelan lereng untuk analisis infiltrasi dan rembesan
(Lee dkk., 2009)

Kajian terhadap kestabilan lereng yang tidak stabil di Kawasan Citraland Manado telah dianalisis oleh Violetta dkk. (2016) menggunakan metode Fellenius. Kajian ini membahas tentang keamanan suatu lereng. Analisis kestabilan lereng dilakukan untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial, yaitu dengan menghitung besarnya kekuatan geser untuk

mempertahankan kestabilan lereng dan menghitung kekuatan geser yang menyebabkan kelongsoran kemudian keduanya dibandingkan. Dari perbandingan yang ada didapat nilai Faktor Keamanan yang merupakan nilai kestabilan lereng yang dinyatakan dalam angka. Dari penelitian ini didapatkan nilai hubungan antara nilai kohesi dan nilai faktor keamanan (Gambar 2.2) serta hubungan antara kemiringan lereng dengan nilai faktor aman lereng seperti pada Gambar 2.3. Dari analisis yang dilakukan di Kawasan Citraland Manado didapat nilai Faktor Keamanan yaitu 0,193 yang menunjukkan bahwa keadaan lereng tersebut tidak stabil. Kemudian dilakukan perbaikan dengan menggunakan soil nail. Soil nail adalah salah satu cara perbaikan lereng dengan cara memperkecil gaya penggerak atau momen penyebab longsor. Sehingga dapat diperoleh nilai Faktor Keamanan 1,926 yang menunjukkan kondisi lereng dalam keadaan stabil.



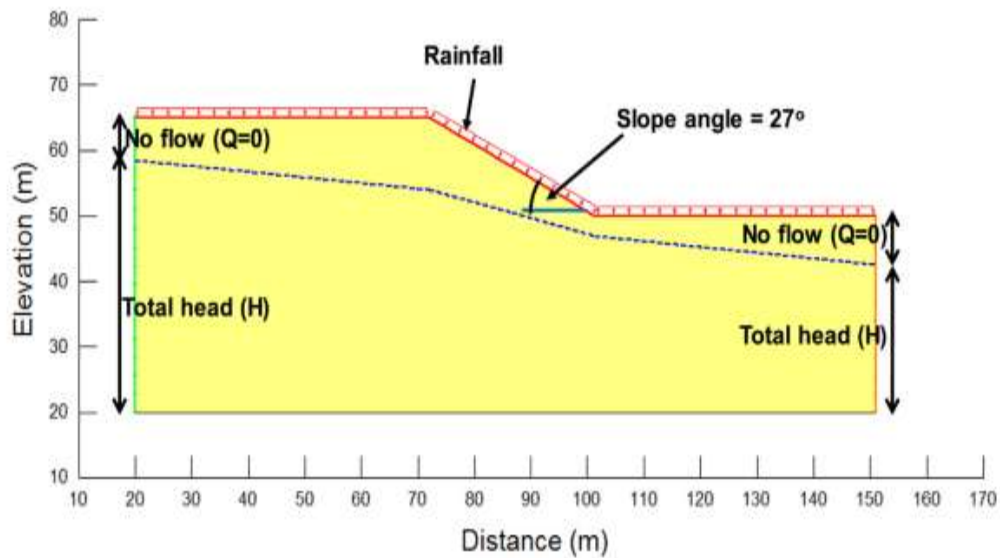
Gambar 2.6 Grafik Hubungan antara Faktor Keamanan dengan c
(Violetta dkk., 2016)



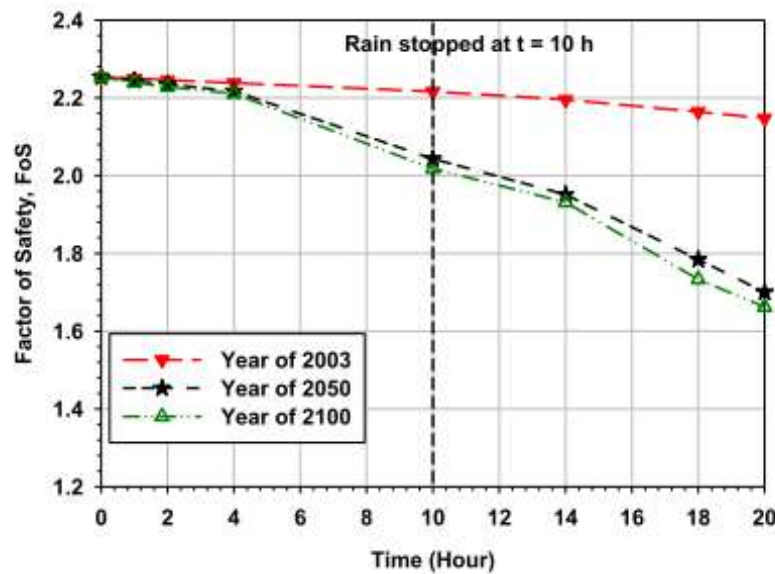
Gambar 2.7 Grafik hubungan antara faktor keamanan dengan sudut α
(Violetta dkk., 2016)

2.2. Pemodelan Numerik Menggunakan *SLOPE/W*

Geostudio merupakan perangkat lunak di bidang geoteknik yang dikembangkan dari Kanada. Rahardjo dkk. (2010) menggunakan *SLOPE/W* untuk membandingkan pengaruh posisi muka air tanah dengan analisis numerik pada kondisi yang berbeda, yaitu pada kondisi basah, setengah basah, dan kering dengan intensitas hujan yang berbeda-beda. Model lereng dan kondisi batasnya disajikan dalam gambar 2.4. Variasi faktor keamanan lereng dengan variasi kedalaman muka air tanah seperti disajikan pada gambar 2.5. Terjadi perbedaan variasi yang lebih besar antara periode basah dan kering akibat perubahan elevasi muka air tanah, tetapi perubahan faktor keamanan saat curah hujan tidak terpengaruh secara signifikan oleh muka air tanah dekat dengan permukaan tanah karena perubahan suction relatif lebih kecil. *Suction* yang relatif kecil karena tanah telah mencapai kapasitasnya untuk menerima *infiltrasi* air hujan dengan intensitas hujan yang lebih tinggi dari 22 mm/jam.



Gambar 2.8 Model lereng untuk studi parametrik
(Rahardjo dkk., 2010)



Gambar 2.9 Variasi nilai angka aman lereng
(Rahardjo dkk., 2010)

Penelitian terhadap parameter-parameter yang mempengaruhi stabilitas lereng tak jenuh air selama hujan telah dianalisis oleh Tsaparas dkk. (2002) dengan menggunakan aplikasi Geoslope. Dalam penelitian ini analisis infiltrasi dilakukan dengan berbagai kondisi hidrologi dengan menggunakan perangkat lunak *SEEP/W*. Sedangkan analisis stabilitas lereng dimodelkan dengan