

STUDI ANALISIS STABILITAS LERENG (STUDI KASUS LERENG BUKIT CIKIRAI CIKONENG CIAMIS)

*Dede Dani Aripin¹, Novi Asniar², Agi Rivi Hendardi³

1Fakultas Teknik, Universitas Perjuangan, Kota Tasikmalaya, Indonesia

*)Penulis korespondensi: Dede Dani Aripin (dani.aripin2014@gmail.com)

Received: 30 Juni 2022, Revised: 19 Agustus 2022, Accepted: 31 Oktober 2022

Abstract— *Landslides are natural disasters that often occur in Indonesia, one example is the landslide that occurred on the slopes of the Cikirai hill. The cause of landslides on Cikirai Hill was triggered by the continuous rain that flushed the area, causing landslides. The purpose of research on the object is to determine the stability of the slopes and the carrying capacity of the soil owned by the land around the Cikirai Hill. In this study, geotechnical software developed by Finite Element Method (FEM) was used. As the basis for the calculation, a soil parameter data, failure model, and soil property data are needed. From the results of research using auxiliary software, the value of the Safety Factor is 2.66 to the first point and 2.16 to the second point, using the Mohr Couloum collapse model.*

Keywords — *Landslides, geotechnical software, slope stability analysis.*

Abstrak— *Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, salah satu contoh longsor yang terjadi pada lereng Bukit Cikirai. Penyebab terjadinya longsor pada Bukit Cikirai dipacu akibat hujan yang terus menerus mengguyur daerah tersebut sehingga menyebabkan longsor. Tujuan penelitian pada objek tersebut untuk mengetahui kestabilan lereng disekitar Bukit Cikirai. Pada penelitian ini digunakan software bantu geoteknik yang dikembangkan oleh Finite Element Method (FEM). Sebagai dasar perhitungan diperlukan sebuah data parameter tanah, model keruntuhan, dan data property tanah. Dari hasil penelitian menggunakan software bantu diperoleh nilai Faktor Keamanan sebesar 2,66 terhadap titik pertama dan 2,16 terhadap titik kedua, dengan menggunakan model keruntuhan Mohr Couloum.*

Kata kunci — *Longsor, software geoteknik, analisis stabilitas lereng.*

1. PENDAHULUAN

Tanah adalah kumpulan tubuh alam yang menduduki sebagian besar daratan planet bumi. Tanah diawali dari pelapukan sebuah batuan, baik pelapukan secara fisik maupun pelapukan secara kimia. Dari pelapukan ini batuan akan menjadi lunak dan berubah komposisinya. Faktor pendorong lain yang berperan dalam pembentukan tanah adalah curah hujan dan sinar matahari (iklim). Maka dari itu iklim adalah salah satu faktor pembentukan sebuah tanah. (Haryadi et al., 2019). Kestabilan sebuah tanah dapat terganggu akibat alam, iklim dan aktivitas manusia sendiri. Sehingga tidak jarang banyak terjadi sebuah longsor-anlongsor, seperti pada konstruksi jalan, lereng tanggul dan bendungan. Yang menjadi problem dikarenakan banyak faktor. Salah satu faktor yang harus ditinjau dan diselidiki sebelumnya yaitu membuat perhitungan stabilitas sebuah lereng guna memeriksa keamanan suatu kondisi tanah yang akan dibangun. Dalam pemeriksaan tersebut ialah menghitung membandingkan tegangan geser dari tanah tersebut. Selain itu dikarenakan Indonesia terletak pada daerah tropis dimana musim kemarau dan musim penghujan cukup lama, hal tersebut dapat mengakibatkan retakan-retakan terutama pada tanah lempungan (Paada er al., n.d.). Terjadinya retakan yang cukup dalam dan panjang yang terjadi pada lereng atau bukit dapat mengakibatkan longsornya lereng tersebut. Hal ini dapat disebabkan pula karena hujan yang sangat lebat, sehingga keadaan tanahnya jenuh dan rekahan terisi air yang akan menimbulkan tekanan kearah horizontal sehingga dapat mengurangi stabilitas lereng. (Ninla Elmawati Falabiba, 2019). Salah satu contoh dari kejadian tersebut yaitu longsor-an dari lereng bukit cikirai yang berbatasan langsung dengan pemukiman warga dan terletak didaerah Kecamatan Cikoneng Kabupaten Ciamis. Penyebab terjadinya longsor pada lereng Bukit Cikirai ini dipengaruhi oleh curah hujan yang cukup tinggi sehingga kadar air meningkat dan menyebabkan tekanan air pada tanah bertambah seiring dengan genangan air diatas permukaan ataupun didalam massa tanah itu sendiri. Sebelum diguyur hujan daerah tersebut dilanda kemarau yang cukup panjang sehingga menimbulkan tanah menjadi kering dan kuat

geser pada tanah tersebut menjadi cukup tinggi selain itu kemarau tersebut menyebabkan timbulnya rekahan rekahan pada permukaan lereng Bukit Cikirai. Dengan kondisi yang terjadi pada Bukit Cikirai maka penulis ingin menganalisis lereng tersebut dengan menggunakan metode perhitungan analisis kestabilan lereng guna mengetahui nilai faktor aman pada lereng tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan studi mengenai penentuan faktor keamanan lereng menggunakan *Metode Fellenius* dan Software Geoteknik.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan analisis kestabilan lereng pada tanah disekitaran Bukit Cikirai untuk diteliti dan diperoleh nilai sebagai berikut:

1. Jenis tanah apa yang ada disekitar lereng Bukit Cikirai?
2. Berapakah nilai faktor keamanan yang diperoleh setelah dilakukan pengujian?
3. Sebagai bentuk antisipasi terhadap terjadinya longsor susulan, langkah dan penanganan apa yang tepat terhadap lereng Bukit Cikirai?

1.2 Pengertian Tanah Longsor

Gerakan tanah atau longoran adalah perpindahan massa tanah atau batuan pada arah tegak mendatar atau miring dari kedudukan semula. Dalam definisi ini termasuk juga deformasi lambat atau jangka panjang dari suatu lereng yang biasa disebut rayapan (*creep*). (Petunjuk et al., n.d.).

1.3 Macam-Macam Lereng

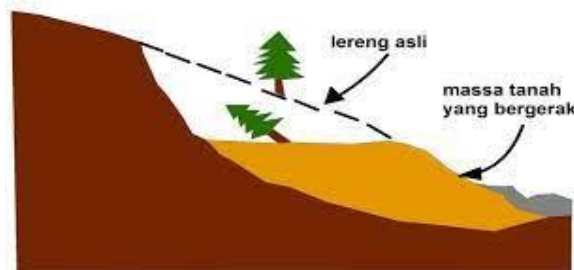
Menurut (Haryadi et al., 2019) ada dua macam jenis lereng diantaranya adalah lereng alam dan lereng buatan, yang mana lereng alam merupakan sebuah lereng yang terbentuk karena proses alam sebagai contoh dari lereng alam adalah bukit dan gunung. Sedangkan lereng buatan ialah sebuah lereng yang terbentuk oleh sentuhan tangan manusia seperti pemotongan bukit yang digunakan untuk pembukaan jalan penggalian dan pekerjaan penimbunan.

1.4 Macam-Macam Bentuk Longoran

Pada setiap macam lereng selalu ada kemungkinan akan terjadi longoran. Karena itu pada setiap pekerjaan konstruksi yang berhubungan dengan lereng, perbukitan dan lain-lainnya harus dilakukan pemeriksaan akan kestabilan, kekuatan dan daya dukungnya. Tanah yang longsor biasanya bergerak diatas suatu bidang tertentu, bidang longsor tersebut sering disebut dengan bidang gelincir. Bidang gelincir pada sebuah longoran biasanya tidaklah selalu sama ada beberapa macam bidang gelincir diantaranya adalah:

a. Longoran rotasi (*rotational slide*)

Longsor rotasi ini akan bergerak menurut bidang gelincir yang mempunyai bentuk busur lingkaran. Longoran tipe ini biasanya terjadi paada daerah dimana lapisan yang lebih kedap air didapati cukup dalam. Material longoran berupa tanah pelapukan kadang-kadang juga batuan yang masih agak segar. Longoran tipe ini sering juga terjadi pada tanah timbunan yang cukup tinggi yang terletak diatas lapisan lembek yang cukup tebal. (Surendro, 2015).



Gambar 1. Bentuk Longoran Tipe Rotasi
Sumber: Dokumen Pribadi

b. Longsor type tranlasi (*Translational Slide*)

Longsor pada tipe ini biasanya akan bergerak menurut bidang gelincir yang berbentuk bidang rata atau sejajar. Longsor ini sering terjadi pada daerah-daerah yang lerengnya cukup curam dan lapisan pelapukan tidak begitu tebal. Bidang gelincir merupakan bidang batas antara tanah dan batuan yang masih segar yang letaknya sejajar dengan permukaan.



Gambar 2. Tipe Longsoran Translasi
Sumber: Dokumen Pribadi

c. Debris slide

Longsoran tipe ini biasanya terjadi dimana bentuk bidang gelincirnya tidak menentu kadang-kadang mendekati bentuk rotasi dan kadang-kadang berbentuk translasi. Longsoran ini terjadi pada lereng alam atau lereng dalam galian yaitu terlepasnya sebagian tanah pada lereng tersebut.

1.5 Parameter Tanah

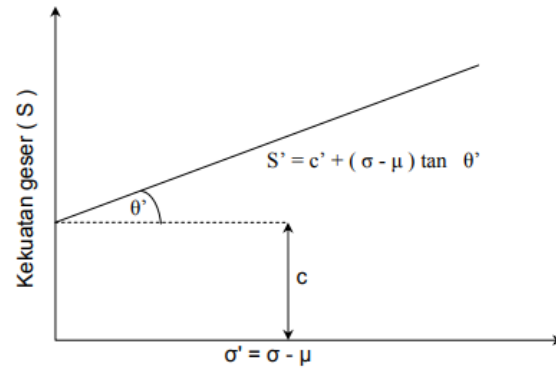
Nilai parameter pada suatu tanah meliputi nilai kohesi (c'), dan nilai sudut geser tanah (ϕ'). dinama nilai kohesi (c') merupakan gaya tarik menarik antara partikel tanah dengan sudut geser tanah selain itu nilai kohesi menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang bekerja pada tanah, deformasi terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Nilai kohesi diperoleh dari hasil pengujian laboratorium yaitu uji geser langsung (*direct shear test*) uji triaksial (*triaxial test*). Sedangkan sudut geser tanah (ϕ') merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser didalam material tanah atau batuan. Semakin besar nilai sudut geser pada suatu material maka material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan dari luar. Dari masing-masing nilai parameter tersebut akan diperoleh nilai kekuatan geser (τ') pada tanah dan nilai tegangan normal (σ'). Dimana untuk mendapatkan suatu nilai kekuatan geser tanah dan tegangan normal dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$(\tau') = c' + (\sigma - \mu)tg \phi' \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

S	=	Kekuatan Geser efektif (kN/m ²)
c	=	Kohesi (kN/m ²)
μ	=	Tegangan air pori (kN/m ²)
σ	=	Tegangan Normal (Pa)
θ	=	Sudut Geser Dalam (°)

Dari hasil perhitungan menurut rumus diatas dapat diperoleh persamaan sebagai berikut:



Gambar 3. Acuan Kuat Geser Menurut Mohr Coloum

Sumber: Dokumen Pribadi

1.6 Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dan berat butir padat dari volume tanah yang diselidiki. Pemeriksaan kadar air dapat dilakukan dengan pengujian soil test laboratorium dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

1.7 Berat Isi Tanah

Berat isi tanah dibedakan menjadi berat isi asli berat isi jenuh berat isi terendam air yang penggunaannya tergantung kondisi dilapangan untuk menentukan berat isi tanah perlu diketahui terlebih dahulu nilai berat tanah sampel dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_s = w_1 - w_2 \dots\dots\dots (3)$$

Setelah peroleh nilai berat tanah selanjutnya dihitung nilai bobot tanah dengan rumus:

$$\gamma = \frac{W_s}{v} \dots\dots\dots (4)$$

1.8 Batas-Batas Atterberg

Batas-batas Atterberg umumnya dinyatakan sebagai indeks konsistensi atau batasan kadar air yaitu batas susut (*Shrinkage Limit*) batas plastis (*Plastic Limit*) dan batas cair (*Liquid Limit*). Batas Plastis (PL) adalah kadar air terendah dimana tanah mulai bersifat plastis. Sifat plastis ditentukan berdasarkan kondisi dimana tanah yang digulung dengan telapak tangan mulai retak setelah mencapai diameter ± 3mm. Batas Cair (LL) adalah kadar air tertentu di mana perilaku tanah berubah dari kondisi plastis ke cair. Pada kadar air tersebut tanah mempunyai kuat geser terendah. (budijanto widjaja, 2016). Dikutip dari (Badan Standardisasi Nasional, 1967-2008). ada beberapa rumus yang digunakan dalam perhitungan Batas-Batas Atterberg diantaranya adalah:

$$PL = w_1 + w_2 / 2 \dots\dots\dots (5)$$

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (6)$$

1.9 Diameter Ukuran Butir Tanah

Untuk mengetahui diameter ukuran butir tanah diperlukan dua percobaan pengujian diantaranya dengan pengujian analisis uji saringan dan uji hydrometer. Dimana uji saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no 200 dan untuk menentukan pembangian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar. Untuk mengetahui nilai dari ukuran butir tanah terhadap pengujian saringan dipergunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ tertahan} = \frac{W_t}{W} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

Sedangkan uji hydrometer adalah metode untuk menghitung distribusi ukuran butir tanah dengan cara pengendapan (sedimentasi) tanah dalam air. Untuk pengujian digunakan sampel tanah yang lolos saringan no 200. Berikut beberapa rumus yang digunakan untuk perhitungan uji hydrometer ialah sebagai berikut:

$$R_{cp} = (R + F_t - F_z) \dots\dots\dots (8)$$

$$\% \text{ butir halus} = \frac{aR_{cp}}{w} \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

$$R_{c1} = (R + F_m) \dots\dots\dots (10)$$

$$D = \sqrt{\frac{L}{T} \times K} \dots\dots\dots (11)$$

1.9 Faktor Aman

Mengingat lereng terbentuk oleh material yang sangat beragam dan banyaknya faktor ketidakpastian, maka dalam mendesain suatu penanggulangan harus dilakukan penyederhanaan dengan berbagai asumsi. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan kriteria faktor aman adalah resiko yang dihadapi kondisi beban dan parameter yang digunakan dalam melakukan analisis kemandapan lereng. Berikut nilai tabel nilai faktor aman terhadap suatu lereng.

Tabel 1. Nilai Faktor Keamanan Terhadap Lereng

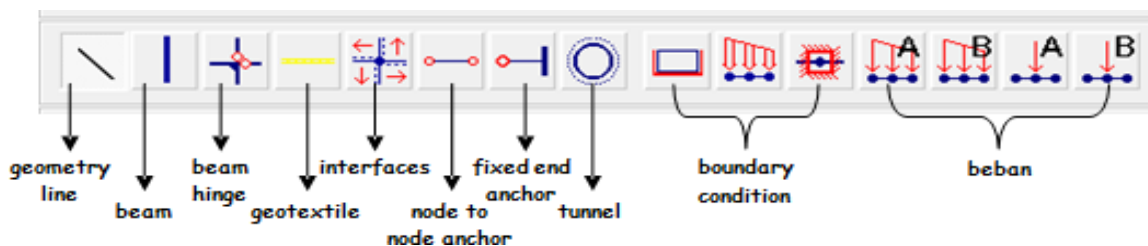
Risiko	Kondisi Beban	Parameter Kekuatan Geser			
		Maksimum		Sisa	
		Teliti	Kurang Teliti	Teliti	Turang Teliti
Tinggi	Dengan Gempa	1.50	1.77	1.35	1.50
	Tanpa Gempa	1.80	2.00	1.60	1.80
Menengah	Dengan Gempa	1.30	1.60	1.20	1.40
	Tanpa Gempa	1.50	1.80	1.35	1.50
Rendah	Dengan Gempa	1.10	1.25	1.00	1.10
	Tanpa Gempa	1.25	1.40	1.10	1.20

Sumber: Dokumen Pribadi

2. METODE

2.1 Software Geoteknik

Software geoteknik merupakan program dengan basis metode elemen hingga yang diperuntukan untuk analisis deformasi dan stabilitas pada bidang geoteknik. Dengan menginputkan model sederhana memungkinkan program ini untuk memberikan elemen yang kompleks, sehingga dapat memberikan hasil perhitungan yang teliti. Beberapa tahapan untuk menginput sebuah data diantaranya mengenal jenis toolbar:



Gambar 4. Tolbar Untuk Memodelkan Geometri

Sumber: Dokumen Pribadi

Selain mengenal toolbar hal yang perlu dilakukan adalah input material properties untuk tanah dan struktur. Input data tersebut mencakup.

2.2 Material Properties

Inputnya dilakukan dengan menggunakan pilihan *material data sets* yang terdiri atas:

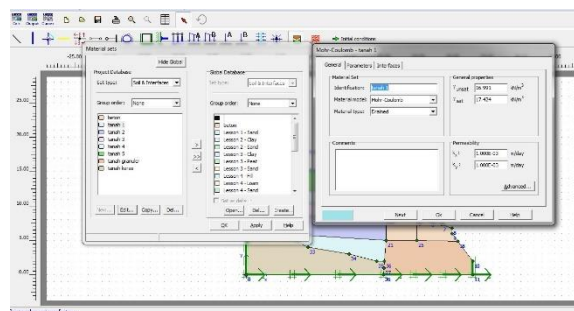
1. *Soil and interfaces*, pemodelannya dalam pada PLAXIS meliputi :

Material model, material model digunakan untuk mensimulasikan model tanah berdasarkan karakteristik regangan-regangan. Terdapat lima tipe material model, yaitu :

- *Linear elastic*, yaitu untuk memodelkan material yang bersifat *linear elastic* (hukum Hooke). Input parameter meliputi Modulus Young (E) dan Poisson's ratio (ν). Tipe ini biasanya digunakan untuk memodelkan struktur masif seperti *gravity wall*.
- *Mohr-Coulomb*, yaitu pemodelan tanah yang paling umum digunakan. Perilakunya mengikuti *Mohr-Coulomb* kriteria. Terdapat 5 input parameter, yaitu Modulus Young (E), Poisson's ratio (ν), cohesion (c), *friction angle* (f), dan *dilatancy angle* (ψ).
- *Hardening soil*, yaitu untuk memodelkan perilaku tanah yang memiliki *friction hardening plasticity*. Model ini dapat digunakan untuk mensimulasikan perilaku gravel dan *overconsolidated clay*
- *Soft soil*, merupakan model *Cam Clay* yang digunakan untuk memodelkan perilaku tanah lunak seperti *normally consolidated clay* dan gambut (*peat*).
- *Soft soil creep*, yaitu untuk memodelkan perilaku rangkai (*creep*) dan *time dependent* pada tanah lunak.

A. *Material type*, digunakan untuk mensimulasikan interaksi air-tanah. Terdapat tiga tipe perilaku yaitu :

- *Drained behaviour*, model ini mensimulasikan kondisi dimana tidak terjadi *excess pore pressure*. Contohnya pada kasus tanah kering (*dry soil*) dan full drainage karena permeabilitas yang tinggi (pasir) atau kecepatan pembebanan yang rendah. Option ini dapat juga digunakan untuk mensimulasikan kondisi long term.
 - *Undrained behaviour*, model ini untuk mensimulasikan kondisi dimana terjadi *excess pore pressure*. Contohnya pada kasus no drainage karena permeabilitas yang rendah (*clay*) atau kecepatan pembebanan yang tinggi.
 - *Non porous behaviour* model ini untuk mensimulasikan kondisi dimana initial pore pressure dan *excess pore pressure* tidak diperhitungkan. Option ini biasanya digunakan untuk pemodelan struktur beton atau batu.
2. Properties dan parameter, digunakan untuk mendefinisikan berbagai properti dan parameter dari tanah.
 3. *Interfaces*, digunakan untuk mensimulasikan interaksi antara tanah dan struktur. Input meliputi strength dan permeabilitas di interfaces.
 4. *Beams*.
 5. *Geotextiles*.
 6. *Anchors*.

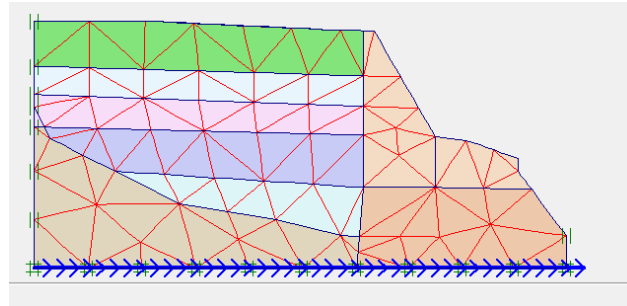


Gambar 5. Tampilan input material properties tiap lapisan

Sumber: Dokumen Pribadi

2.3 Mesh Generation

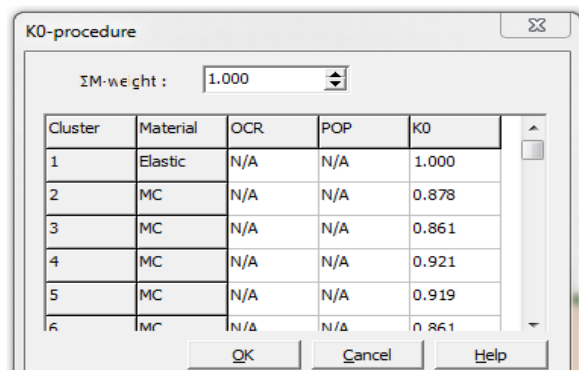
Mesh dibentuk secara otomatis oleh PLAXIS. Jumlah mesh atau kehalusan dapat ditentukan melalui *option global coarsenes*. Semakin halus mesh, perhitungan akan semakin akurat tetapi akan membutuhkan memori yang lebih besar dan waktu yang lebih lama. Gambar 7 memperlihatkan tampilan *mesh generation*.



Gambar 6. Tampilan Input Material Properties Tiap Lapisan
Sumber: Dokumen Pribadi

2.4 Initial Condition

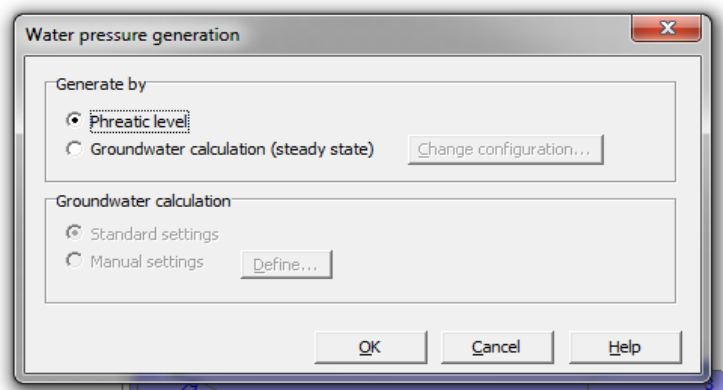
Initial Condition digunakan untuk memodelkan kondisi *initial effective stress* dan *initial geometry configuration*. *Initial effective stress* ditentukan menggunakan Ko-procedure (lateral coefficient at rest). Untuk memodelkan fase konstruksi option *deactivating geometry components* dapat dipilih. Contoh kasus timbunan badan jalan, dimana pada kondisi initial timbunan belum ada, maka model *geometry* timbunan dapat dinonaktifkan dengan option ini.



Gambar 7. Tampilan Inisialcondition
Sumber: Dokumen Pribadi

2.5 Water Condition

Water Condition digunakan untuk memodelkan kondisi initial active pore pressure. Pemodelan dapat dilakukan dengan dua option, *phreatic line* dan *ground water flow*. *Phreatic line* digunakan untuk memodelkan kondisi hidrostatis. Sedangkan *ground water flow* digunakan untuk memodelkan aliran air. Gambartampilannya dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 8. Tampilan Water Pressure Conditions

Sumber: Dokumen Pribadi

2.6 Calculation

Bagian-bagian yang perlu diperhatikan dalam kalkulasi antara lain:

General Calculation Setting.

Calculation Control Parameter.

Load Multiplier.

Staged Construction.

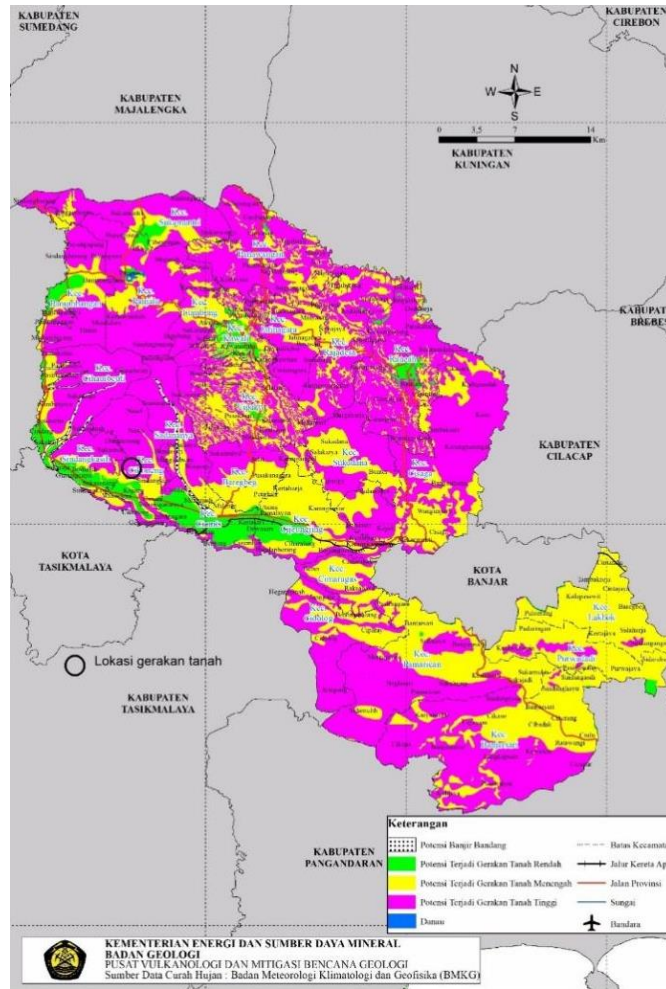
Phi-c Reduction (SF).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir dari penelitian ini adalah diperoleh nilai faktor aman dari lereng dengan perhitungan menggunakan metode fellenius dan perhitungan menggunakan software.

3.1 Struktur geologi

Pada peta kerentanan pergeseran tanah wilayah Kecamatan Cikoneng yang didapat dari pusat vulkanologi dan mitigasi bencana geologi Kementerian energi dan sumber daya mineral, lokasi Bukit Cikirai memasuki wilayah zona kerentanan pergeseran tinggi. (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi, 2018).



Gambar 9. Peta Geologi Kecamatan Cikoneng
Sumber: Dokumen Pribadi

3.2 Uji Berat Jenis Sampel Tanah Lereng Bukit Cikirai

Pada uji berat jenis ini dapat ditentukan perbandingan antara titik pertama dan kedua dengan membandingkan antara berat butir tanah dengan berat air suling dengan volume yang sama temperaturnya. Selanjutnya hasil uji berat jenis ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku tanah dan sifat tanah. Berikut nilai hasil uji berat jenis pada sampel lereng Bukit Cikirai.

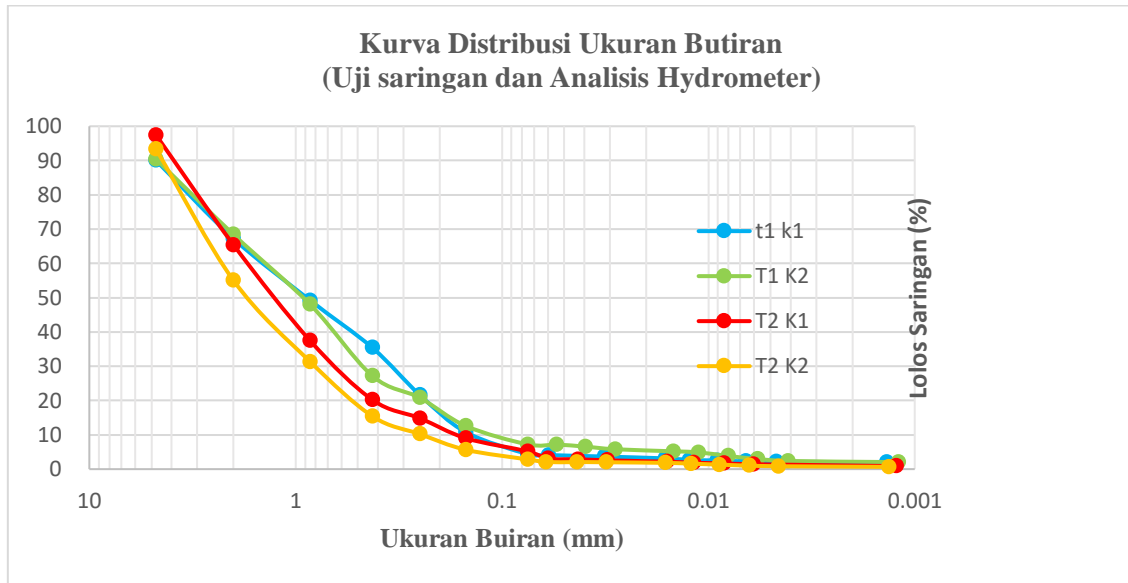
Tabel 2. Nilai Berat Jenis (G_s) Masing-Masing Titik

Titik ke	Kedalaman (m)	Nilai G_s	Rata-nilai G_s Pertitik
1	1	2,63	2,55
	2	2,47	
2	1	2,761	2,65
	2	2,540	

Sumber: Dokumen Pribadi

3.3 Hasil Klasifikasi Sampel Tanah Lereng Bukit Cikirai

Menurut aturan sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS) menyimpulkan bahwa tanah dapat digolongkan sebagai tanah berbutir halus apabila lebih dari 50% terhadap berat sampel tanah lolos saringan no.200 dan apabila jika 50% dari sampel tanah tertahan diayakan no.200 jenis tanah tersebut digolongkan menjadi tanah berbutir kasar. Dari hasil analisa saringan pada titik kesatu dan titik kedua tanah Bukit Cikirai menunjukkan lebih dari 50% terhadap sampel tanah tertahan, menunjukkan bahwa tanah pada titik kesatu pada lereng Bukit Cikirai digolongkan sebagai tanah berbutir kasar.



Gambar 10 Grafik Gabungan Uji Saringan dan Hydrometer

Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan hasil pemeriksaan ukuran butir tanah maka dapat disimpulkan jenis tanah pada lereng Bukit Cikirai. Yang mana dari hasil pengklasifikasian tanah menurut USCS tanah pada lereng Bukit Cikirai berjenis dan pasir berlanau (SM), berikut akan disajikan Tabel pengklasifikasian jenis tanah terhadap butiran tanah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Klasifikasi Ukuran Butir Tanah Pada Lereng Bukit Cikirai.

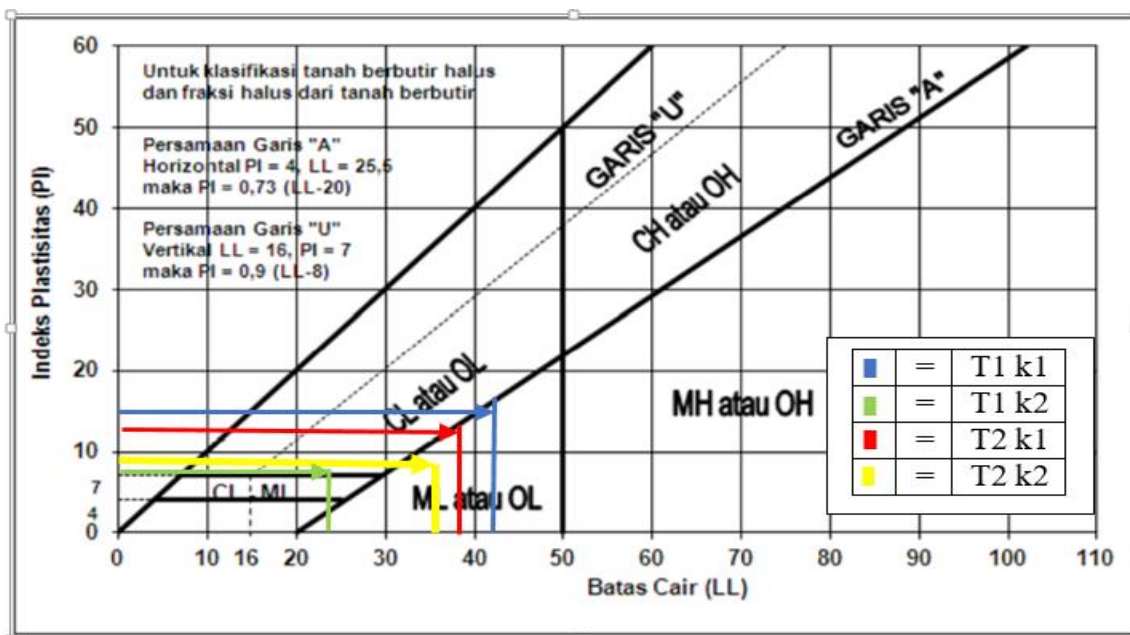
PENGLASIFIKASIAN TANAH MENURUT USCS										
Titik Sampel	Kedalaman	% Dari Butiran	Nilai	Koefisien Keseragaman (Cu)	Koefisien Gradasi (Cc)	Syarat	Persentase Lolos Saringan	Jenis Tanah	Simbol Kelompok	Nama Kelompok
Pertama	1	D10	0,16	6.437	1,34	gravel (>#4)	9%	Dominasi pasir	SW	Pasir Bergradasi Baik Dengan Lanaan
		D30	0,47			sand (<#4>#200)	86%			
		D60	1,03			finer (<#200)	5%			
	2	D10	0,11	8.181	1,167	gravel (>#4)	2,60%	Dominasi pasir		
		D30	0,34			sand (<#4>#200)	87,80%			
		D60	0,9			finer (<#200)	9,60%			
Kedua	1	D10	0,15	6.055	2,153	gravel (>#4)	2,58%	Dominasi pasir		
		D30	0,65			sand (<#4>#200)	92,90%			
		D60	1,9			finer (<#200)	4,52%			
	2	D10	0,16	631	0,386	gravel (>#4)	4,57%	Dominasi pasir		
		D30	0,43			sand (<#4>#200)	90,21%			
		D60	1,03			finer (<#200)	5,22%			

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 4. Nilai Hasil Uji Atterberg Limits

titik sampel tanah	kedalaman	Batas cair	batas plastis	indeks plastis
1	1	41	26	15
	2	21,2	14	7,2
2	1	39,32	26	13,32
	2	37,75	28	9,75

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 11. Klasifikasi Tanah dari Uji Batas Atterberg Limit

Sumber: Dokumen Pribadi

3.4 Nilai parameter tanah

Dari hasil pengujian laboratorium diperoleh nilai parameter tanah sebagai dasar acuan untuk perhitungan stabilitas lereng.

Tabel 5 Nilai Parameter Tanah Terhadap Titik Pertama Lereng Bukit Cikirai

Jenis Pengujian	Satuan	Titik Sampel Bor	
		Pertama	
		0-1m	1-2m
Kadar Air	%	54,76	44,74
Berat Jenis		2,63	2,47
Berat Volume Basah	KN/m ³	16,2	12,7
Berat Volume Kering	KN/m ³	12,2	7,6
Kohesi	KN/m ³	2,35	1,17
Sudut Geser Dalam	°	40,91	35,08

Sumber: Dokumen Pribadi

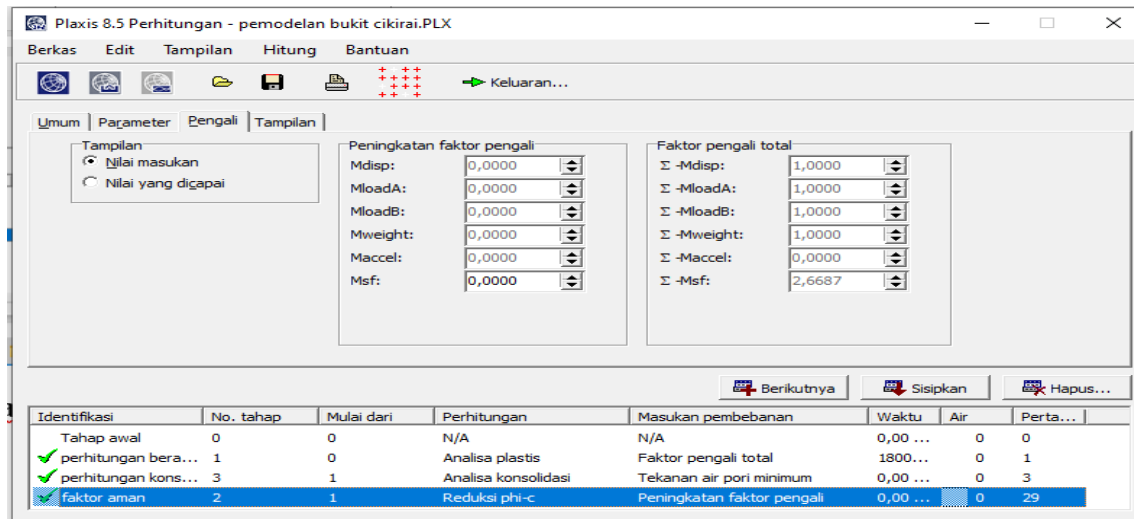
Tabel 6 Nilai Parameter Tanah Terhadap Titik Kedua Lereng Bukit Cikirai

Jenis Pengujian	Satuan	Titik Sampel Bor	
		Kedua	
		0-1m	1-2m
Kadar Air	%	35,42	52,17
Berat Jenis	KN/m ³	2,76	2,54
Berat Volume Basah	KN/m ³	15,9	14,8
Berat Volume Kering	KN/m ³	7,6	12,2
Kohesi	KN/m ³	3,22	5,23
Sudut Geser Dalam	°	30,96	28,07

Sumber: Dokumen Pribadi

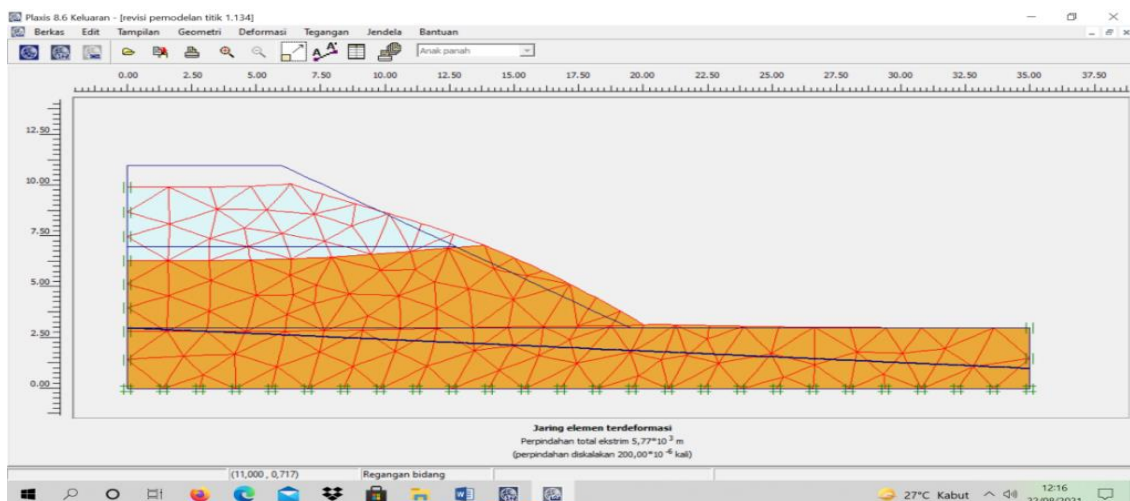
3.5 Hasil perhitungan nilai faktor aman dengan bantuan software

Dari hasil perhitungan software geoteknik diperoleh nilai f_k sebesar 2,6 sehingga nilai factor aman tersebut memenuhi, dan bias dikatakan aman.



Gambar 12. Nilai Factor Aman Dengan Bantuan Software

Sumber: Dokumen Pribadi

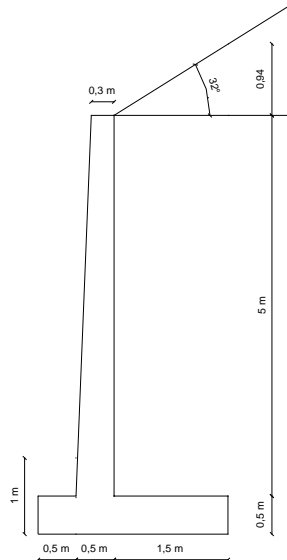


Gambar 13. Deformasi Pada Lereng Bukit Cikirai

Sumber: Dokumen Pribadi

3.6 Perencanaan Pencegahan Terjadinya Longsor Susulan

Perencanaan untuk pencegahan longsornya tebing lereng Bukit Cikirai dipilih dengan menggunakan dinding penahan tanah dengan tipe kantilever dimana penanggulangan dengan menggunakan dinding penahan tanah ini cukuplah ekonomis dan relative aman. Berikut ukuran dan perencanaan dinding penahan tanah yang dikerjakan untuk penanggulangan longsoran pada lereng Bukit Cikirai akan disajikan dibawah ini:



Gambar 14. Dimensi Rencana Dinding Penahan Tanah
Sumber: Dokumen Pribadi

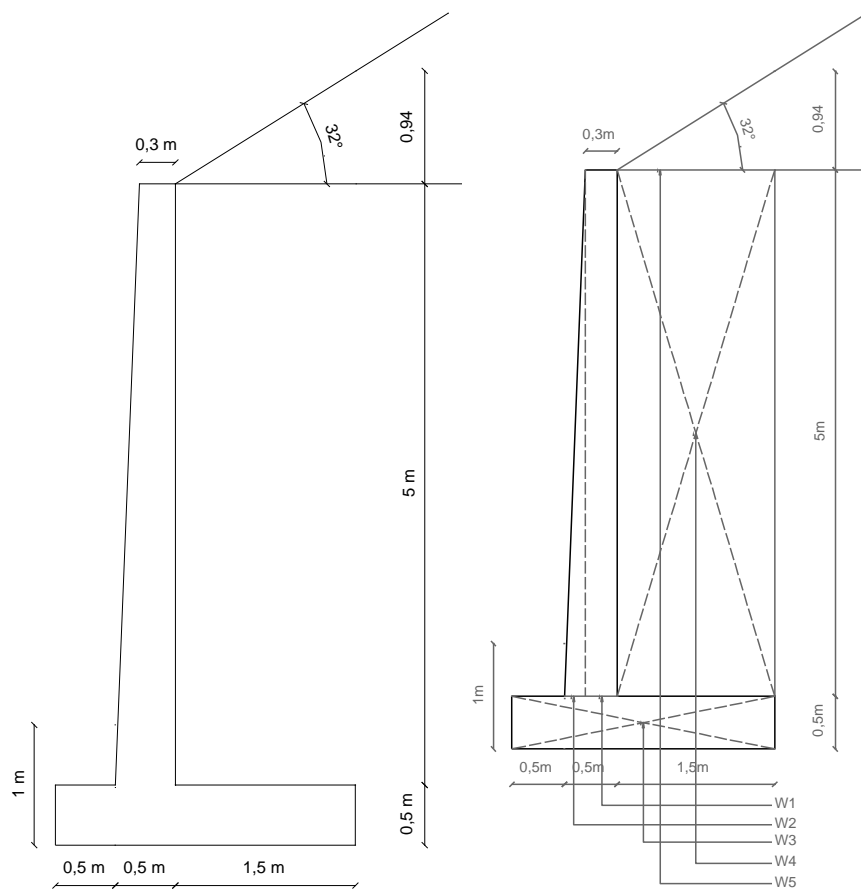
Berikut dimensi ukuran pada perencanaan dinding penahan tanah yang akan digunakan, dengan tinggi tembok penahan tanah arah vertikal (H') = 5,76 meter, lebar tapa katas (a') = 0,30 meter, lebar kaki depan bawah (a_1') = 0,50 meter, lebar kaki tengah bawah (a_2') = 0,50 meter, dan lebar kaki tumit belakang (a_3') = 1,50 meter, tinggi alas kaki (T') = 0,50 meter, dan kedalaman tanah pasif (D') = 1 meter.

Dan dengan data parameter tanah sebagai berikut: kohesi (c_1') = 23,6 kN/m, sudut geser dalam (ϕ_1') = 40,91°, berat volume tanah (γ_1) = 16,7 kN/m, dan untuk data parameter tanah dengan kedalaman dibawahnya adalah kohesi (c_2') = 11,7 kN/m, sudut geser dalam (ϕ_2') = 35,08°, berat volume tanah (γ_2) = 12,7 kN/m, dan berat volume beton (γ_{beton}) = 24 kN.

Dari nilai-nilai dimensi ukuran terhadap dinding penahan tanah dan nilai parameter tanah itu sendiri maka dapat diperoleh nilai pembebanan terhadap tanah itu sendiri diantaranya adalah:

H'	=	$H_1 + H_2 + H_3$	M_o	=	$P_h \cdot \frac{H'}{3}$
	=	0,26 + 5 + 0,5		=	$46,99x \frac{5,76}{3}$
	=	5,76		=	90,22
P_a	=	$0,5 \cdot \gamma_1 \cdot H'^2$	K_p	=	$\text{Tan}^2(45 + \alpha)$
	=	$0,5 \times 16,7 \times 5,76 \times 0,20$		=	$\text{Tan}^2(45 + 32^\circ)$
	=	55,41		=	18,76

$$\begin{aligned}
 P_v &= P_a \cdot \sin \alpha & PP &= 0,5 \cdot K_p \cdot \gamma^2 \cdot D^2 \\
 & & &+ 2 C_2 \sqrt{K_p \cdot D} \\
 &= 55,41 \times \sin 32^\circ & &= 0,5 \times 18,76 \times 12,7 \times 12 \\
 & & &+ 2 \times 11,7 \sqrt{18,76 \cdot 1} \\
 &= 29,36 & &= 220,48 \\
 P_h &= P_a \cdot \cos \alpha \\
 &= 55,41 \times \cos 32^\circ \\
 &= 46,99
 \end{aligned}$$



Gambar 15 Pembagian Momen Terhadap Masing-Masing Titik

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 7. Nilai momen yang bekerja pada masing-masing titik

No	Area	Weight	Momen area C	Momen
1	$6 \times 0,3 = 1,8$	42,44	0,65	27,59
2	$0,5 \times 0,2 \times 5 = 0,5$	11,79	0,6	7,07
3	$1,25 \times 0,5 = 0,63$	14,86	1	14,86
4	$5 \times 1,5 = 7,5$	95,25	1,75	166,69
5	$0,5 \times 1,5 \times 0,26 = 0,20$	2,5	1,36	3,4
	Pv	9,62	2	19,24
	Σv	176,46		238,85

Sumber: Dokumen Pribadi

 1. Cek *Overtuning* (Guling)

$$FS \text{ overturning} = \frac{\Sigma MR}{MO}$$

$$FS \text{ overturning} = \frac{238,85}{90,22}$$

$$FS \text{ overturning} = 2,65 > 2 \text{ ok}$$

 2. Cek *Sliding* (Geser)

$$FS \text{ sliding} = \frac{\Sigma V \tan(K1 \cdot \phi_2) + B K2 \cdot c_2 + Pp}{Pa \cos \alpha}$$

$$FS \text{ sliding} = \frac{176,46 \times \tan(0,67 \times 35,08) + 2,5 \times 0,67 \times 11,7 + 5,72}{55,41 \times \cos 32^\circ}$$

$$FS \text{ sliding} = 2,17 > 1,5 \text{ ok}$$

 3. Cek *Bearing Capacity* (Daya Dukung Tanah)

$$FS \text{ bearing capacity} = \frac{qu}{q_{max}}$$

$$FS \text{ bearing capacity} = \frac{1262,65}{111,24}$$

$$FS \text{ bearing capacity} = 11,35 > 3 \text{ ok}$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap lereng Bukit Cikirai tanah pada sekitar lokasi adalah pasir berlanau, dan nilai parameter tanah yang diperoleh cukup bagus dengan nilai sudut geser (ϕ') dari masing-masing titik rata-rata sebesar 33,75 dan nilai kohesi (c') sebesar 2,99 Sehingga dari hasil perhitungan terhadap kestabilannya, lereng Bukit Cikirai memiliki nilai faktor aman melebihi dari nilai faktor aman yang disyaratkan, nilai faktor aman rata-rata yang diperoleh dari masing-masing titik sebesar 2,66 dengan antisipasi untuk penanganan menggunakan dinding penahan tanah.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji penentuan batas cair tanah. *Sni 1967:2008*, 25.
- budijanto widjaja, priscillia sundaya. (2016). *ALTERNATIF PENENTUAN BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS DENGAN TIGA VARIASI BERAT KONUS*. 14(1), 62–67.
- Haryadi, D., Mawardi, M., & Razali, M. R. (2019). Analisis Lereng Terasering Dalam Upaya Penanggulangan Longsor Metode Fellenius Dengan Program Geostudio Slope. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 53–60. <https://doi.org/10.33369/ijts.10.2.53-60>
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi. (2018). *Laporan Singkat Pemeriksaan Gerakan Tanah Di Kecamatan Cikoneng, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat*. <https://vsi.esdm.go.id/index.php/gerakan-tanah/kejadian-gerakan-tanah/2145-laporan-singkat-pemeriksaan-gerakan-tanah-di-kecamatan-cikoneng-kabupaten-ciamis-jawa-barat>
- Petunjuk, B., Perencanaan, T., Longsoran, D. A. N. P., Jenderal, D., & Marga, B. (n.d.). *Direktorat bina teknik*.
- Surendro, B. (2015). *MEKANIKA TANAH Teori, Soal, dan Penyelesaian*. yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.