

STUDI EKSPERIMEN DENGAN PENGARUH VARIASI BEBAN DINAMIS DAN VARIASI DERAJAT KEJENUHAN TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG

Irenius Richelle Bimo Pale¹, Eding Iskak Imananto², Vega Aditama³

¹²³⁾ Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang

Email : 1821157.ireniusrichelle@gmail.com¹

ABSTRACT

The slopes are one of the topographic forms commonly found, especially in areas with mountainous geographical conditions. The stability of the slope is one of the main factors to be taken into account, which is influenced by the degree of soil saturation. The degree of soil saturation can cause changes in soil sliding strength parameters, such as sliding angles and cohesion. In addition, dynamic loads such as earthquakes can also be the cause of slope instability. The objective of this study was to determine the physical properties of the soil and the safety figures of the slope by analyzing the stability of slopes using the Bishop method, on soil samples with dynamic load variations of 1Hz, 2Hz, and 3Hz as well as variations in saturation degrees of 20%, 40%, 60%, 80%, and 100%. The results showed that the greater the percentage of the saturation degree with the given dynamic charge, the higher the safety figure of the Slope becomes low and very susceptible to fractures, with the safety numbers of 0.302; 0.234; and 0.216 at 20% saturation Degrees with frequencies of 1 Hz, 2 Hz and 3 Hz, in succession.

Keywords : *Slope Stability, Degree of Saturation, Dynamic Load.*

ABSTRAK

Lereng merupakan salah satu bentuk topografi yang umum dijumpai, terutama di daerah dengan kondisi geografis berbukit dan pegunungan. Stabilitas lereng merupakan salah satu faktor utama yang harus diperhitungkan, yang dipengaruhi oleh derajat kejenuhan tanah. Derajat kejenuhan tanah dapat menyebabkan perubahan pada parameter kekuatan geser tanah, seperti sudut geser dan kohesi. Selain itu, beban dinamis seperti gempa bumi juga dapat menjadi penyebab terjadinya ketidakstabilan lereng. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah dan angka keamanan lereng dengan analisis stabilitas lereng menggunakan metode Bishop, pada sampel tanah dengan variasi beban dinamis 1Hz, 2Hz, dan 3Hz serta variasi derajat kejenuhan 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar persentase derajat kejenuhan dengan beban dinamis yang diberikan, maka angka keamanan lereng menjadi rendah dan sangat mudah terjadi kelongsoran, dengan angka keamanan 0,302; 0,234; dan 0,216 pada derajat kejenuhan 20% dengan frekuensi 1 Hz, 2 Hz, dan 3 Hz, secara berturut-turut.

Kata kunci : *Stabilitas Lereng, Derajat Kejenuhan, Beban Dinamis, Displacement.*

1. PENDAHULUAN

Lereng memiliki peran penting dalam berbagai aspek pembangunan, namun stabilitas lereng perlu diperhatikan dengan saksama. Faktor-faktor yang memengaruhi stabilitas lereng, seperti derajat kejenuhan tanah dan beban dinamis, sangat penting untuk dipelajari. Berbagai metode pengujian dan analisis, termasuk eksperimental dan numerik, telah dikembangkan untuk memahami pengaruh derajat kejenuhan tanah dan beban dinamis terhadap stabilitas lereng. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperdalam pemahaman mengenai interaksi antara derajat kejenuhan tanah dan beban

dinamis, serta mengintegrasikan pendekatan eksperimental dan analisis numerik untuk memperoleh hasil yang akurat dan representatif. Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan studi eksperimental permodelan lereng dengan pengaruh variasi beban dinamis dan derajat kejenuhan tanah, menggunakan program bantu Rocscience Slide v6.0, untuk memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai perilaku stabilitas lereng dengan kondisi yang kompleks.

2. DASAR TEORI

Tanah

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain, serta bahan organik yang telah melapuk,

dengan rongga-rongga yang terisi oleh cairan dan gas. Ukuran partikel tanah sangat beragam, mulai dari kerikil, pasir, lanau, hingga lempung, dengan batasan ukuran yang berbeda-beda menurut berbagai sistem klasifikasi. Tanah dapat terbentuk secara fisik melalui proses pelapukan batuan akibat pengaruh alam seperti erosi, angin, air, dan suhu, serta dapat terbagi menjadi tanah residual (yang masih berada di tempat asalnya) dan tanah terangkut (yang telah berpindah tempat).

Tabel 1. Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama golongan	Kerikil	Ukuran butiran (mm)		
		Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 – 0,06	0,06 – 0,002	<0,002
U. S. Department of Agriculture (USIDA)	>2	2 – 0,05	0,05 – 0,002	<0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 – 2	2 – 0,075	0,075 – 0,002	<0,002
Unified Soil Classification System (U. S. Army Corps of Engineers, U. S. Bureau of Reclamation)	76,2 – 4,75	4,75 – 0,075	Halus (yaitu lanau dan lempung) < 0,0075.	

Sumber : Buku Mekanika Tanah Jilid 1, Braja M. Das,
1995

Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah bertujuan untuk mengelompokkan tanah berdasarkan kesamaan sifat-sifatnya, sehingga tanah dapat digunakan dengan tepat sesuai karakteristiknya. Terdapat beberapa sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan, dengan memanfaatkan temuan-temuan empiris sebelumnya. Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan antara lain:

1. Sistem USCS (*Unified Soil Classification System*).

Sistem klasifikasi tanah yang paling banyak digunakan, berdasarkan pada ukuran butiran dan sifat-sifat plastisitas tanah.

Mengklasifikasikan tanah menjadi kelompok utama berdasarkan sifat-sifat indeks seperti batas cair, indeks plastisitas, dan ukuran butiran.

Tabel 3. Sistem Klasifikasi Berdasarkan USCS

Prosedur Klasifikasi		Symbol	Nama Jenis	Identifikasi Lab
Tanah Berair Keras (lembi dari 50% terapan pada skala No. 20) (2 0.075 mm)	Kele (lembi dari 50% terapan pada skala No. 4) (0.425 mm)	GW	Keleli bergradasi baik, keleli bercampur sedikit pasir tanpa / tak ada butiran halus	CU = D60/D10 = 1 - 4 CC = D30/D10 = 1-3
		GP	Keleli bergradasi buruk, keleli bercampur pasir mengandung sedikit butira halus	Tidak memenuhi syarat GW maupun CC untuk GW
	Keleli Berbutir Halus (Terdapat sejumlah butiran halus)	GM	Keleli beranau, keleli mengandung mengandung pasir – lanau bergradasi buruk	Indek Plastistas kurang dari 7
		GC	Keleli berlempong, keleli mengandung pasir dan lempung bergradasi buruk	Indek Plastistas lebih dari 7
	Pasir Berbutir Halus (Terdapat sejumlah butiran halus)	SW	Pasir bergradasi baik, Pasir dengan sedikit pasir tanpa butiran halus	CU = D60/D10 ≥ 6 CC = D30/D10 = 1-3
		SP	Pasir bergradasi buruk, dengan sedikit butiran halus	Tidak memenuhi syarat CU maupun CC SW
	Pasir Berbutir Halus (Terdapat sejumlah butiran halus)	SM	Pasir berlanau, pasir bercampur lanau lanau bergradasi buruk	Indek Plastistas lebih dari 7 Ratiodenok plastistas PI dan batas cair LL > 25
		SC	Pasir berlempong, pasir bercampur lempung bergradasi buruk	Indek plastistas lebih dari 7 Ratiodenok plastistas PI dan batas cair LL > 25

(Sumber: Hardiyatmo, 2002).

2. Sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)

Sistem klasifikasi tanah yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas tanah untuk perancangan konstruksi jalan dan lapangan terbang.

Mengklasifikasikan tanah berdasarkan distribusi ukuran butiran dan sifat-sifat plastisitas.

Tabel 2. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

General Classification	Granular Materials (95% or less passing 0.075 mm)							Silt-Clay Materials (More than 35% passing 0.075 mm)			
	A-1		A-2					A-7			
Group classification	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5 A-7-6
Sieve analysis, percent passing:											
2.0 mm (No. 10)	—	—	50 max.	—	—	—	—	—	—	—	—
0.425 mm (No. 40)	—	—	30 max.	50 max.	51 min.	—	—	—	—	—	—
0.075 mm (No. 200)	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Characteristics of fraction passing 0.425 mm (No. 40):											
Liquid limit	—	—	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	—
Plasticity index	6 max.	NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	—
Usual types of significant constituent materials											
	Stone fragments, gravel, and sand		Fine sand		Silty or clayey gravel and sand			Silty soils		Clayey soils	
General rating as subgrade											
Excellent to good						Fair to Poor					

*American Association of State Highway and Transportation Officials, 1978. Used by permission.

†Plasticity index of A-7-5 subgroup is equal to or less than LL minus 30. Plasticity index of A-7-6 subgroup is greater than LL minus 30 (Fig. 3.5).

(Sumber: Hardiyatmo, 2002).

Pengujian Tanah

Karakteristik tanah meliputi:

1. Kadar Air
2. Batas-batas Atterberg (LL-PL-SL-Indeks Plastisitas)

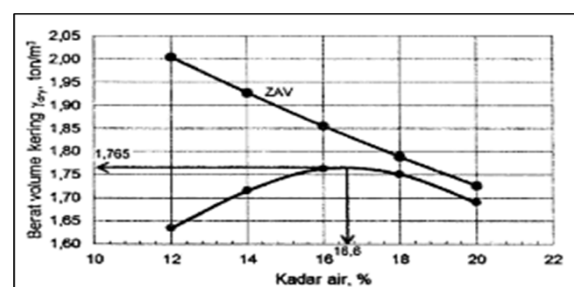
Penyebaran Butiran

1. Analisa Ayakan
2. Analisa *Hydrometer*

Pemadatan Standard

Pemadatan tanah dilakukan dengan menggunakan beban standar sesuai prosedur ASTM D-1586 (1998) dan AASHTO (1982), dan hasilnya biasanya disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara berat volume tanah kering dan kadar air, yang dapat digunakan untuk menentukan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum. Selain itu, dikenal juga konsep berat volume kering tanah dalam kondisi "Zero Air Void" (ZAV) yang merepresentasikan kepadatan maksimal tanah tanpa rongga udara, dan sering digunakan sebagai referensi dalam mengevaluasi kepadatan tanah, terutama dalam bidang geoteknik dan rekayasa sipil.

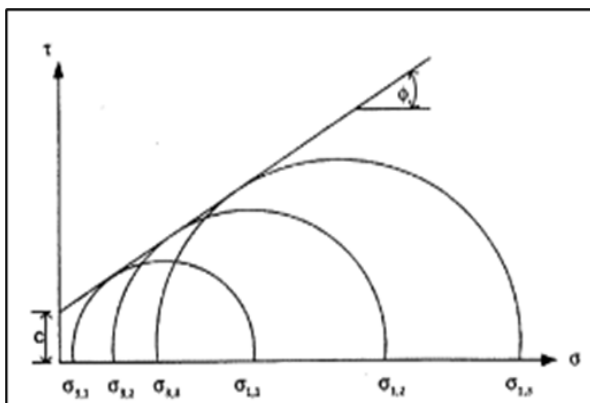
$$\gamma_{ZAV} = \frac{G_s \gamma_w}{1 + w_c G_s} = \frac{\gamma_w}{w_c + \frac{1}{G_s}}$$



Gambar 1. Hubungan antara Kadar Air dan Berat Volume Kering Sumber: Buku Pengujian Tanah di Laboratorium, Gogot Setyo Budi. 2011

Kekuatan Geser

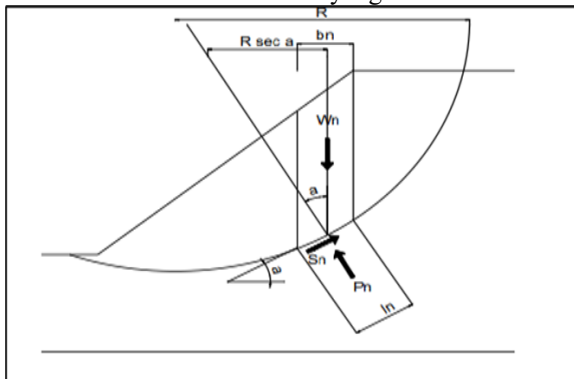
Pengujian *Triaxial* adalah salah satu cara untuk menentukan parameter kekuatan geser tanah, yakni kohesi dan sudut geser, dengan memberikan beban pada tiga sumbu (σ_1 , σ_2 , dan σ_3) untuk mensimulasikan kondisi di lapangan di mana suatu elemen tanah menerima beban tekan dari atas akibat berat tanah dan beban lainnya, serta tekanan tanah secara radial yang mengekangnya. Pengujian *Unconsolidated Undrained* dalam *Triaxial* dilakukan untuk mensimulasikan kondisi di mana penambahan beban relatif cepat sehingga lapisan tanah belum sempat terkonsolidasi, yang merepresentasikan perilaku tanah di banyak proyek konstruksi, dan hasilnya dapat digunakan untuk memperkirakan parameter kekuatan geser tanah yang diperlukan dalam desain dan analisis.



Gambar 2. Diagram lingkaran Mohr-Coulomb
Sumber: Buku Pengujian Tanah di Laboratorium, Gogot Setyo Budi. 2011

Metode Irisan Sederhana

Pada metode ini, gaya horizontal yang mendorong bidang kerja dari kedua arah diabaikan karena diasumsikan memiliki besaran yang sama.



Gambar 3. Gaya yang bekerja pada bidang kelongsoran
(Sumber: Hardiyatmo, 2002).

$$FS = \frac{\Sigma(c' \ln + \{W_n \cos \alpha - u \ln\} \tan \phi')}{\Sigma W_n \sin \alpha}$$

Dimana:

FS = Faktor Keamanan

c' = kohesi

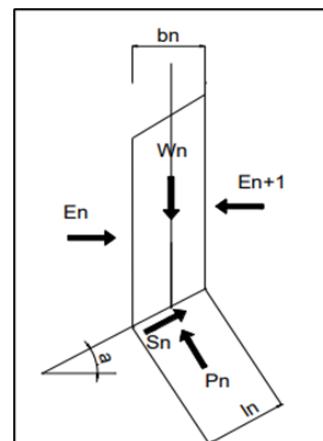
ln = panjang sisi miring irisan ke-n

Wn = gaya akibat beban tanah ke-n

α = sudut antara titik tengah bidang irisan dengan titik pusat busur

Metode Irisan Bishop

Dalam metode ini pengaruh gaya-gaya yang bekerja pada tepi irisan diperhitungkan.



Gambar 4. Gaya-gaya yang bekerja bidang irisan
(Method of Bishop)
(Sumber: Hardiyatmo, 2002).

$$FS = \frac{\Sigma[(c' b_n + \{W_n - u b_n\} \tan \phi') \frac{\sec \alpha_n}{1 + \frac{\tan \phi' \tan \alpha_n}{F}}]}{\Sigma W_n \sin \alpha}$$

FS = Faktor Keamanan

c' = kohesi

b_n = panjang horizontal bidang irisan ke-n

W_n = gaya akibat beban tanah ke-n

α = sudut antara titik tengah bidang irisan dengan titik pusat busur

φ' = sudut geser tanah (jika dalam kondisi undrained, sudut geser 0)

u = tekanan air pori

Analisa Stabilitas Lereng Dinamis

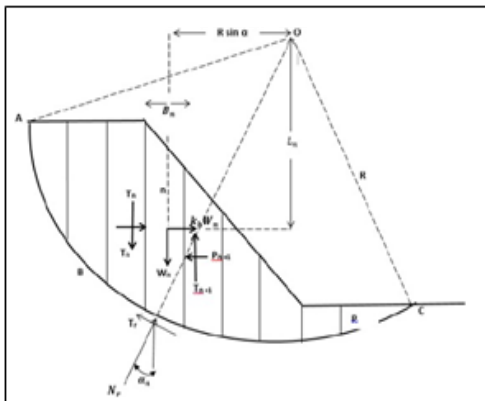
Satu tujuan dari analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor. Faktor aman dapat didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan atau,

$$FS = \frac{\Sigma \text{Gaya Penahan}}{\Sigma \text{Gaya Penggerak}}$$

Tabel 3. Klasifikasi Longsor Bowles, 1991

Nilai Faktor Keamanan	Keterangan	Kelas Lereng
$FS < 1,07$	Longsor sering terjadi	Labil
$1,07 < FS < 1,25$	Longsor pernah terjadi	Kritis
$FS > 1,25$	Longsor jarang terjadi	Stabil

(Sumber: Bowles, 1989).



Gambar 5. Kelongsoran Lereng dengan Koefisien
(Sumber: Hardiyatmo, 2002).

Rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^p (c \cdot B_n \cdot \sec \alpha + W_n \cos \alpha_n \tan \phi)}{\sum_{n=1}^p [W_n \sin \alpha_n + k_h W_n \left(\frac{L_n}{R} \right)]}$$

Dengan,

W = luas tiap irisan

c = kohesi

R = jari-jari longsor

h = tinggi rata-rata irisan

b = lebar irisan

x = jarak horizontal dari pusat massa irisan terhadap pusat momen

α = sudut kemiringan

Hubungan Frekuensi Dengan Koefisien Gempa

Hubungan antara frekuensi dan periode suatu getaran dapat dinyatakan dengan persamaan sederhana sebagai berikut.

$$F = \frac{n}{T}$$

Dengan,

F = frekuensi

n = jumlah getaran

T = periode getaran

$$ad = 2\pi^2 \times f^2 \times A$$

Dengan,

ad = percepatan gravitasi

f = frekuensi

A = amplitudo getaran

Berdasarkan buku yang berjudul *Rock Slope Engineering Civil and Mining 4th Edition (Hoek, E.*

dan Bray, J., 2004). Koefisien Gempa Horizontal dan Koefisien Gempa Vertikal sebagai berikut.

$$K_h = 0,5 \frac{ad}{gal}, K_v = 0,5 \cdot K_h;$$

Dengan,

ad = percepatan gravitasi

g = gal

K_h = koefisien gempa horizontal

K_v = koefisien gempa vertikal

3. METODE PENELITIAN

Tujuan Penelitian Secara Menyeluruh

Tujuan penelitian ini secara menyeluruh adalah untuk mengetahui parameter dan karakteristik tanah pada sampel uji dengan 5 variasi derajat kejenuhan yaitu 20%, 40%, 60%, 80%, 100% dengan 3 variasi beban dinamis dengan frekuensi 1 Hz, 2 Hz, 3 Hz. Setelah diberi beban dinamis dilihat *displacement* dengan garis grid yang sudah Digambar pada wadah pengujian. Perhitungan Analisa Stabilitas Lereng menggunakan program Rocscience Slide V6.0.

Tempat dan Waktu penelitian

a. Tempat Penelitian

- Pengujian karakteristik tanah dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
- Pembuatan benda uji dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
- Pengujian beban dinamis menggunakan meja getar dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.

b. Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan dalam proses pengerjaan penelitian dan analisis data hasil penelitian dimulai pada bulan November 2023 sampai dengan bulan Juni 2024.

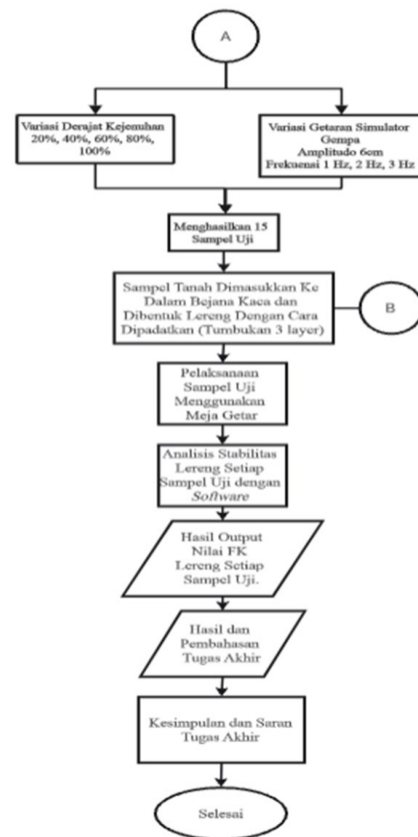
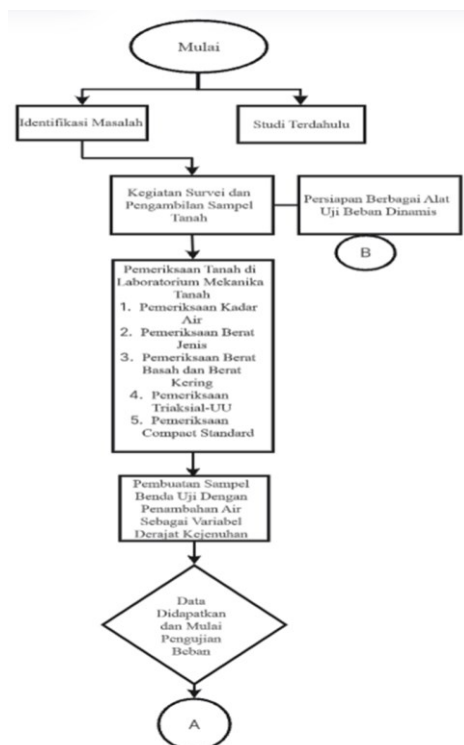
Populasi dan Sampel

Dalam penelitian ini juga ditentukan jumlah sampel uji dengan variasi derajat kejenuhan tanah dan variasi beban dinamis sebagai berikut.

Tabel 4. Variasi Derajat Kejenuhan Tanah dan Variasi Beban Dinamis

Sampel	Frekuensi dan amplitudo beban dinamis			Jumlah sampel
	1 Hz,	2 Hz,	3 Hz,	
Kejenuhan tanah	6 cm	6 cm	6 cm	
20%	1	1	1	3
40%	1	1	1	3
60%	1	1	1	3
80%	1	1	1	3
100%	1	1	1	3
Jumlah				15

Bagan Alir



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

4. PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah Sampel

Dari hasil pemeriksaan tanah, didapatkan sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Tanah Asli

No	Pengujian	Standar Acuan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	SNI 1964:2008	-	2,453	-
2	Kadar Air rata-rata (%)	SNI 1965:2019	-	12,55	-
3	Berat Isi	SNI 03-3637-1994	-	-	-
	Tanah Basah rata-rata (gr/cm ³)		-	1,79	-
	Tanah Kering rata-rata (gr/cm ³)	-	-	1,59	-
4	Batas-batas Atterberg	ASTM D-4318-00	-	-	-
	Liquid Limit (LL) %		-	48,18	-
	Plastic Limit (PL) %		-	22,86	-
	Index Plastic (IP) %		-	25,32	-
5	Analisis Hydrometer	SNI 03-3423-2008	-	-	LOAM
	Gravel (%)		-	0	
	Sand (%)		-	45,38	
	Silt (%)		-	38,62	
	Clay (%)	-	-	16	-
6	Triaxial	SNI 2455:2015	-	-	-
	Kohesi (c) kg/cm ²		-	0,29	-
	Sudut Geser (°)		-	17,32	-
7	Compaction Standard (Yd) g/cm ³	SNI 03-6371-2015	-	1,59	-

Karakteristik Sampel Uji

Dari hasil pemeriksaan tanah sampel uji dengan variasi beban derajat kejenuhan tanah, didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Tanah Uji dengan Variasi Derajat Kejenuhan

No	Derajat Kejenuhan Tanah	Kohesi (kg/cm ³)	Kohesi (kPa)	Sudut Geser (derajat)	Kadar Air (%)	γ_d (gr/cm ³)	Angka pori
1	Awal - 15,10%	0,29	28,44	17,33	12,25	1,59	0,5119
2	20%	0,33	32,36	21,5	16,68	1,53	0,5712
3	40%	0,6	58,84	7,18	33,36	1,21	0,9867
4	60%	0,49	48,05	5,82	49,9	1,09	1,2054
5	80%	0,2	19,61	3,1	66,17	0,98	1,453
6	100%	0,1	9,8	1,8	83,16	0,89	1,7011

Kadar Air Berdasarkan Variasi Derajat Kejenuhan

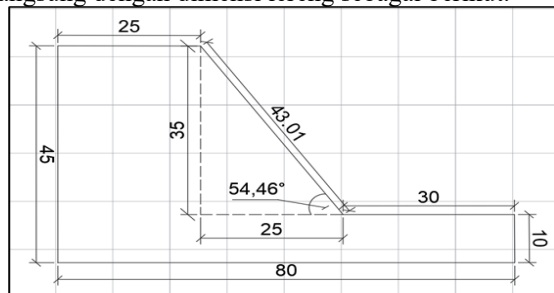
Dari hasil perhitungan kadar air berdasarkan variasi derajat kejenuhan pada tiap sampel didapat sebagai berikut.

Tabel 7. Kadar Air Terhadap Variasi Derajat Kejenuhan

No	Kondisi Sr (%)	Kadar Air (%)
1	Awal - 15,10	12,55
2	20	16,53
3	40	33,22
4	60	49,83
5	80	66,13
6	100	82,66

Pembuatan Lereng

Dalam penelitian ini juga dilakukan eksperimental langsung dengan dimensi lereng sebagai berikut.



Gambar 7. Sketsa Lereng

Berikut salah satu contoh permodelan lereng.



Gambar 8. Contoh Permodelan Lereng

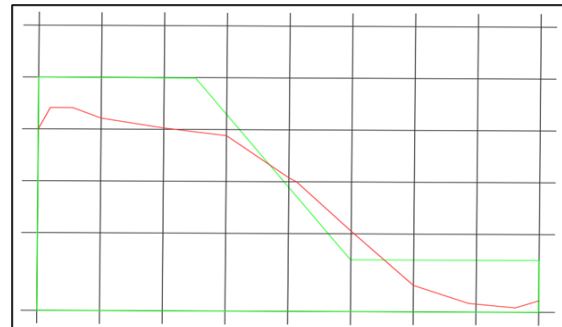


Gambar 9. Contoh Permodelan Lereng Sesudah Diberi Beban Dinamis

Displacement

Hasil dari pengamatan visual lereng dengan beban dinamis. Berikut salah satu contoh

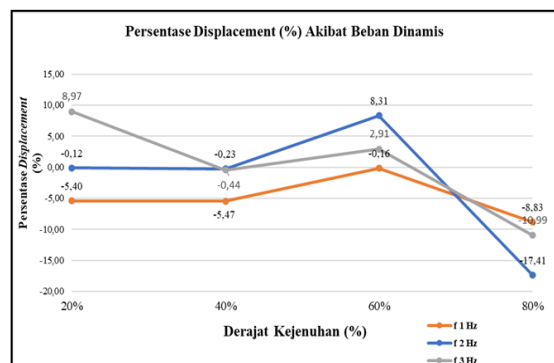
Dari hasil perhitungan kadar air berdasarkan variasi derajat kejenuhan pada tiap sampel didapat sebagai berikut.



Gambar 8. Contoh Grid Displacement

Tabel 8. Hasil Displacement Setelah Diberi Beban Dinamis

No	Derajat Kejenuhan	Persentase Displacement (%)		
		Amplitudo 6 cm / 0,06 m		
		f 1 Hz	f 2 Hz	f 3 Hz
1	20%	-5,40	-0,12	8,97
2	40%	-5,47	-0,23	-0,44
3	60%	-0,16	8,31	2,91
4	80%	-8,83	-17,41	-10,99



Gambar 9. Grafik Persentase Displacement

Dapat dilihat dari gambar dan grafik diatas menunjukkan hasil perpindahan tanah setiap sampel setelah diberi beban dinamis mengalami naik turun perentase perpindahan (displacement).

Penentuan Koefisien Gempa Horizontal dan Vertikal

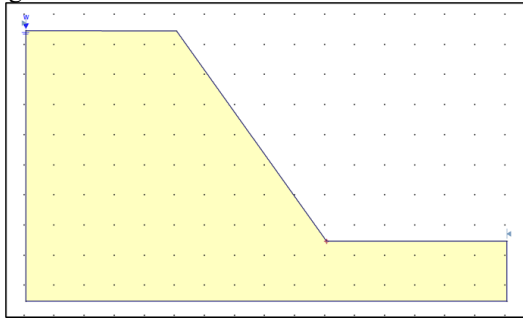
Pernitungan stabilitas lereng dibaru dengan program Rocscience Slide V6.0. Berikut Analisa dengan program tersebut.

Tabel 9. Nilai Koefisien Gempa Horizontal dan Vertikal

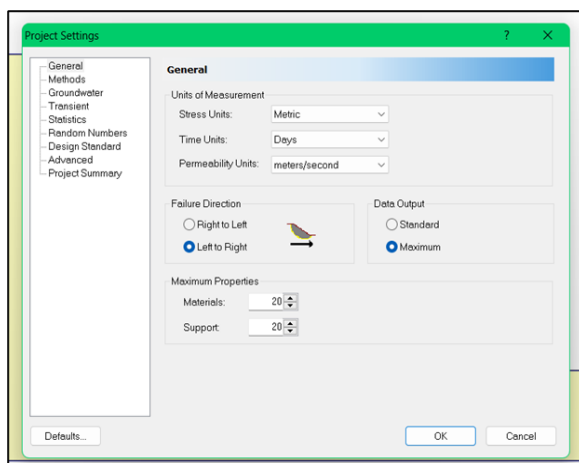
No	Frekuensi (Hz)	Amplitudo (m)	Percepatan gravitasi / ad (m/s ²)	Koefisien gempa horizontal (Kh)	Koefisien gempa vertikal (Kv)
1	1	0,06	1,1843	0,06	0,03
2	2	0,06	4,7371	0,24	0,12
3	3	0,06	10,6585	0,3	0,15

Angka Keamanan Stabilitas Lereng

Pernitungan stabilitas lereng dibuat dengan program *Rocscience Slide V6.0*. Berikut Analisa dengan program tersebut.

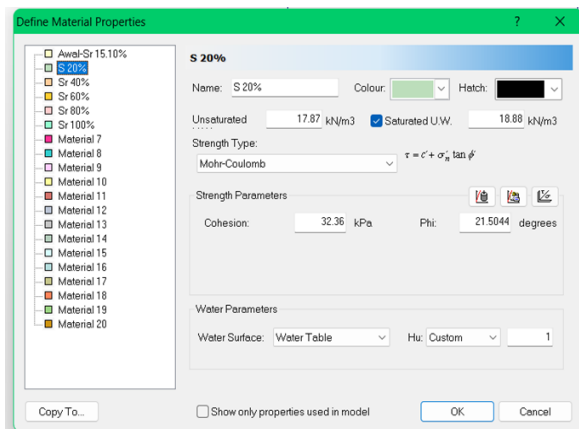


Gambar 10. Geometri *material boundary*

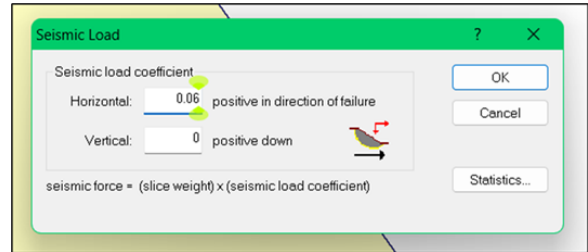


Gambar 11. Pengaturan umum dalam *Project Settings*

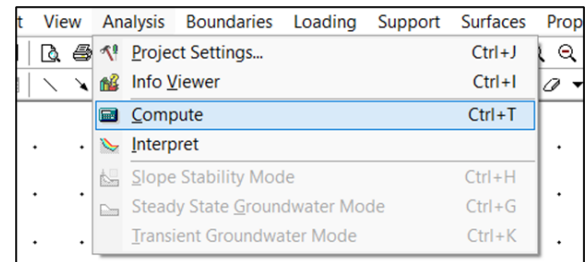
Berikut memasukkan parameter-parameter tanah yang sudah dihitung pada sebelumnya



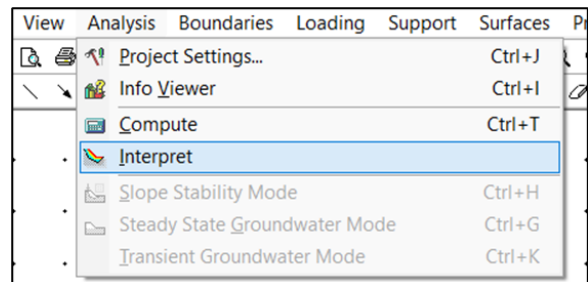
Gambar 12. *Define materials* pada kondisi awal dengan Derajat Kejenuhan 20%



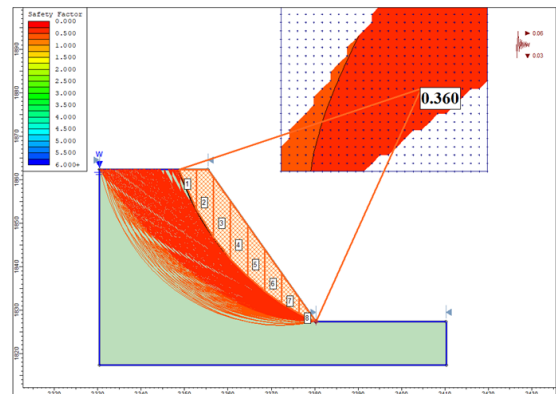
Gambar 13. *Input* Koefisien Gempa Horizontal dan Koefisien Gempa Vertikal



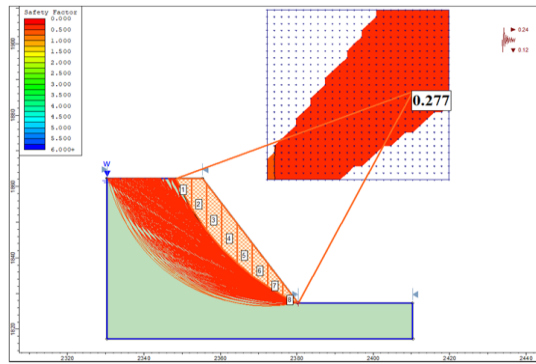
Gambar 14. *Compute* permodelan



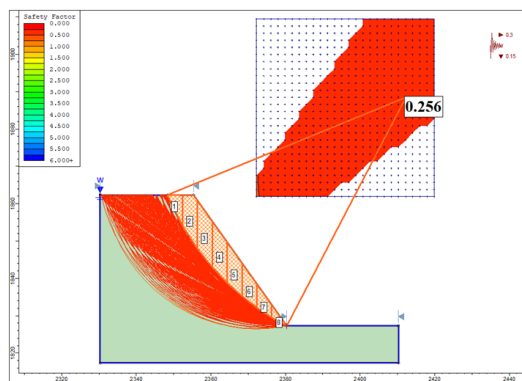
Gambar 14. *Interpret* permodelan



Gambar 15. Contoh Hasil Analisa FoS frekuensi 1 Hz



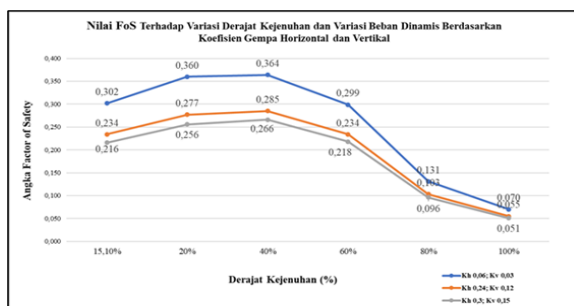
Gambar 15. Contoh Hasil Analisa FoS frekuensi 2 Hz



Gambar 16. Contoh Hasil Analisa FoS frekuensi 3 Hz

Tabel 10. Hasil *FoS* Berdasarkan Benda Uji

No	Derajat Kejenuhan	Nilai <i>FoS</i> Koefisien Gempa Horizontal dan Vertikal		
		Kh 0,06; Kv 0,03	Kh 0,24; Kv 0,12	Kh 0,3; Kv 0,15
1	15,10%	0,302	0,234	0,216
2	20%	0,360	0,277	0,256
3	40%	0,364	0,285	0,266
4	60%	0,299	0,234	0,218
5	80%	0,131	0,103	0,096
6	100%	0,070	0,055	0,051

Gambar 17. Grafik Nilai *FoS* Berdasarkan Benda Uji

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, dapat dilihat bahwa dengan penambahan variasi derajat kejenuhan dan variasi beban dinamis yang bersamaan semakin tinggi, nilai angka keamanan lerengnya juga mengalami pada setiap sampelnya. Pada sampel derajat kejenuhan 40% dengan frekuensi 1 hz ,nilai angka kemananannya dapat dianggap paling besar.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik tanah didapat Berdasarkan tabel diatas ditunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kadar air 12,55%. Batas-batas Atterberg dengan nilai LL 48,18%, PL 22,86%, dan IP 25,32%. Berat jenis 2,453. Analisis butiran Hydrometer tanah sampel mengandung 0% kerikil, pasir 45,38%, lanau 38,62%, dan lempung 16% dimana tanah tersebut tergolong tanah loam. Hasil pengujian Triaxial-UU kohesi menunjukkan 0,29 kg/cm² dan sudut geser menunjukkan 17,32°. Hasil pemeriksaan compaction standard didapat γ_d sebesar 1,59 g/cm³.
2. Didapatkan nilai kadar air pada setiap variasi derajat kejenuhan tanah 20%, 40%, 60%, 80%, 100% didapat berturut-turut 12,55%, 16,35%, 33,22%, 49,83%, 66,13%, dan 82,66%
3. Dapat dilihat bahwa dengan penambahan variasi derajat kejenuhan dan variasi beban dinamis yang bersamaan semakin tinggi, nilai angka keamanan lerengnya juga mengalami penurunan pada setiap sampelnya.
4. Dapat dilihat dari gambar dan grafik diatas menunjukkan hasil perpindahan tanah setiap sampel setelah diberi beban dinamis mengalami naik turun perentase perpindahan (displacement). Untuk sampel derajat kejenuhan tanah 100% tidak dapat diuji karena sampel sudah menjadi sangat cair dan berlumpur dan tidak valid untuk dapat dibentuk lereng.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis sangat menyadari akan adanya banyak kekurangan dalam seluruh proses penelitian ini, maka dari itu penulis memberikan beberapa saran yang nantinya dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, agar dalam penelitian selanjutnya kekurangan dari penelitian ini agar bisa diperbaiki, antara lain sebagai berikut:

1. Disarankan agar menggunakan accelerometer sebagai alat pencatat getaran otomatis.
2. Disarankan menggunakan alat meja getar sebagai beban dinamis yang masih terkalibrasi baik.
3. Penelitian ini dapat digunakan kembali dengan sudut lereng yang bervariasi lainnya, jenis tanah yang lain, bahkan jumlah tumbukan yang bervariasi.
4. Penelitian ini bisa menggunakan program bantu lainnya yang berkaitan dengan studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fedorave, Ardena Oney. 2017. *Studi Evaluasi Simpang Empat Galunggung Kota Malang*.
- Anonim, *AASHTO Designation T 90-00, Standard method of test for determining the plastic limit and plasticity index of soil*.
- Anonim, *ASTM D-2850-95 Standard Test Method for Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test On Cohesive Soils*
- Anonim, SNI 01-7269-2000 *Tanah Untuk Keperluan Bangunan*.
- Anonim, SNI 03-1966-1990, *Metode pengujian batas plastis tanah*.
- Anonim, SNI 1742:2008 *Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*.
- Anonim, SNI 1964:2008 *Cara uji berat jenis tanah*
- Anonim, SNI 1965:2019 *Metode Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah Dan Batuan Di Laboratorium*
- Anonim, SNI 4148-1:2017 *Pengambilan Sampel Tanah Berbutir Halus Dengan Tabung Berdinding Tipis Untuk Keperluan Geoteknik*
- Budi, G. S. (2011). *Pengujian Tanah Di Laboratorium*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik Jilid 2*. Penerbit Erlangga, 1–300. Jakarta.
- D. Pragustus, et al. (2019). *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Software Slide 6.0 (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado-Tomohon)*. Jurnal Sipil Statik. Manado.
- Dani, H. (2021). *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop Menggunakan Software Slide 6.0 (Studi Kasus: Area TPA, IPLT Sawangan Airmadidi*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Debataraja, S. M. T. (2019). *Analisa Kuat Geser Tanah di Lokasi Jalan Longsor Idanogawo Nias dan Pemodelan dengan Program Komputer*. Jurnal Teknik, VIII, 61–72.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Herman, S. M. (2010). II. *Kuat Geser Tanah*. Bahan Ajar Mekanika Tanah 2, 18(7–8), 1–18.
- Hidayati, A. M. (2012). *Analisa Stabilitas Lereng Pada Campuran Pasir Dan Tanah Lempung Dengan Menggunakan Permodelan Di Laboratorium Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 8(1), 1.
- <https://doi.org/10.25077/jrs.8.1.1-10.2012>
- Imbar, E. R. B. (2019). *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Slope/W Dan Geostructural*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Iii, B. A. B. (1983). Bab iii konsep pembebanan 3.1. 43–49.
- J. A, H. (2020). *Analisis Model Simulator Gempa Berupa Meja Getar (Vibration Table)*. Fakultas Teknik, Universitas Kristen Immanuel. Yogyakarta.
- Korah, T., & Turangan A. E., A. N. S. (2014). *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland)*. Jurnal Sipil Statik, 2(1), 22–28. <http://ejournal.unDERAJAT KEJENUHANat.ac.id/index.php/jss/article/view/3920>
- Luckyta, D., Negara, K., & Karna, I. (2020). *Kajian Stabilitas Lereng dan Probabilitas Kelongsoran pada Kuari B dan D di PT Indocement Tungal Prakarsa Kecamatan Palimanan , Kabupaten Cirebon , Provinsi Jawa Barat*. Prosiding Teknik Pertambangan, 6(2460–6499), 257–263.
- Nugroho, Y. C. (2020). *Memodelkan Lereng Di Laboratorium (Studi Kasus Ruas Jalan Loji) Determination Of Slope Stability Security Factors By Modeling Slope In Laboratory (Case Study Of Loji Roads)*. 2(1), 87–91.
- P. Gayuh Aji. 2016. *Pengaruh Kejenuhan Tanah Terhadap Stabilitas Lereng Di Jalan Wanayasa KM. +70.350 Banjarnegara*.
- Rekzyanti, R., Kasus, S., Manado, I., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., & Ratulangi, S. (2016). *Analisa Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus : Iain Manado)*, 14(66).
- Sartika, D. D., & Yakin, Y. A. (2016). *Analisis Stabilitas Lereng Tanah Berbutir Kasar dengan Uji Model Fisik*. Reka Racana: Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Bandung, 3(2), 1–11.
- Shobari, A. F., Mufti, I. J., Khoirullah, et al. 2019. *Hubungan Nilai Koefisien Gempa Horizontal (Kh) Dengan Nilai Safety Factor (FS) Daerah Cilengkrang, Jawa Barat*. Padjadjaran Geoscience Journal. Bandung.
- Sihotang, J. T. (2023). *Pengaruh Beban Gempa Terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Perkuatan Soil Nailing (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado Outer Ring Road III)*. Jurnal Tekno. Manado.
- Sutikno. (2002). *Sistem Informasi Penanggulangan Bencana Alam Tanah Longsor*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wyllie, D. C. & Mah, C.C. (2004). *Rock Slope Engineering Civil and Mining 4th Edition*. Spon Press. New York, USA.