

Analisis Stabilitas Lereng Dengan Metode Bishop Pada Proyek Geotechnical Investigation Kutai Kartanegara

Achmad Pahrul Rodji¹; Indriasari¹; Sahat MartuaSihombing¹; Budi Freadno¹

1. Prodi Teknik Sipil, Universitas Krisnadwipayana, Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Pondok Gede, Bekasi, 17411, Indonesia

*)Email: achmadpahrulrodji@unkris.co.id

Received: 7 September 2023 | Accepted: 8 November 2023 | Published: 15 Desember 2023

ABSTRACT

Slope is a surface shape with a certain slope that forms a certain angle to an unprotected horizontal plane. The slope and angle formed cause the slopes to have differences in surface height. Differences in slope surface height result in forces acting to push on the surface of the soil which work to support the soil thereby maintaining soil stability. Slope stability is formulated in the slope safety factor which is obtained by comparing the force that pushes it with the force that holds it down. Based on topographic data at ground investigation drilling points, it is known that there are several drill points with ground conditions in the form of slopes or hills, so there is the potential for landslides because these points will become transportation routes for loading and unloading coal materials. The aim of this research is to determine the slope safety figures, and to obtain a safe slope with the original slope conditions. In this research, the method used is the Geostudio Slope Bishop method software. The results of the analysis of the original slope conditions at the OLC-FBH-03 and OLC-FBH-06 test points showed that the slope safety value was obtained with the results of the slope being safe from landslides ($FK > 1.25$).

Keywords: Slope, Slope stability, Slope safety value, Bishop Method, Geostudio Slope

ABSTRAK

Lereng adalah bentuk permukaan dengan kemiringan tertentu yang membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal yang tidak terlindungi. Kemiringan dan sudut yang terbentuk menyebabkan lereng memiliki perbedaan tinggi permukaan. Perbedaan tinggi permukaan lereng berakibat adanya gaya-gaya yang bekerja mendorong di dalam permukaan tanah yang berkerja menahan tanah sehingga menjaga kestabilan tanah. Kestabilan lereng dirumuskan dalam pada factor angka keamanan lereng yang didapat dengan cara membandingkan antara gaya yang mendorong dengan gaya yang menahannya. Berdasarkan data topografi titik pengeboran penyelidikan tanah, diketahui terdapat beberapa titik bor dengan kondisi tanah berupa lereng atau perbukitan, sehingga berpotensi terjadinya longsor dikarenakan pada titik tersebut akan menjadi jalur transportasi bongkar muat material batubara. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui angka keamanan lereng, dan mendapatkan kemiringan lereng yang aman dengan kondisi kemiringan lereng asli. Pada penelitian ini metode yang digunakan berupa software Geostudio Slope metode Bishop. Hasil analisis kondisi lereng asli pada titik pengujian OLC-FBH-03 dan OLC-FBH-06 didapattkannilai angka keamanan lereng dengan hasil kondisi lereng aman longsor ($FK > 1,25$).

Kata kunci: Lereng, Stabilitas lereng, Angka keamanan lereng, Metode Bishop, Geostudio Slope

1. PENDAHULUAN

Bencana alam geologi merupakan bencana alam yang terjadi di permukaan bumi diakibatkan oleh serangkaian peristiwa yang di sebabkan oleh alam dapat berupa gempa bumi, tsunami dan longsor [1]. Longsor merupakan suatu jenis pergerakan masa tanah atau batuan, ataupun pencampuran keduanya, menuruni ataupun keluar dari lereng yang di akibatkan dari adanya gangguan kestabilan tanah dan batuan penyusun dari lereng tersebut [2]. Pergerakan tanah yang berbentuk longsor adalah bencana yang sangat berbahaya sekali karena longsor sering sekali timbul akibat adanya kurang stabilan permukaan tanah yang mengakibatkan pergerakan tanah pada daerah kontur lereng yang curam, dengan tingkat kelembaban yang sangat tinggi, dan kondisi tumbuhan yang gundul dan jarang serta material tanah yang kurang padat. Ada dua faktor yang menyebabkan kontur lereng rawan longsor, yaitu faktor internal yaitu dari material tubuh lereng itu sendiri ataupun faktor eksternal dari luar lereng yang di timbulkan akibat adanya gempa, vegetasi, morfologi, iklim dan curah hujan di daerah tersebut [3].

Proyek *Geotechnical Investigation* dalam penelitian ini berlokasi di Kecamatan Marangkayu, Kabupaten Kutai Kartanegara dengan jumlah titik pengeboran aktual 16 titik bor di daratan dan 2 titik bor di laut. Titik pengeboran penyelidikan tanah dikerjakan sepanjang jalur perencanaan transportasi yang akan digunakan untuk proses bongkar muat material batubara ke pelabuhan yang akan dibangun. Berdasarkan data topografi titik pengeboran penyelidikan tanah, diketahui terdapat beberapa titik bor dengan kondisi tanah berupa lereng atau perbukitan, sehinggaberpotensi terjadinya longsor dikarenakan pada titik tersebut akan menjadi jalur transportasi bongkar muat material batubara.[4]

Tingginya curah hujan di Kutai Kartanegara yang terjadi pada bulan Juni tahun 2019 menyebabkan bencana banjir yang mengakibatkan 5.386 Kepala Keluarga atau 16.385 orang berdampak banjir. Tingkat curah hujan yang cukup tinggi adalah salah satu factor eksternal yang menyebabkan suatu lereng menjadi lereng rawan longsor. Hal tersebut secara tidak langsung berdampak pada perhitungan stabilitas lereng yang terdapat pada lokasi proyek, dengan demikian diperlukan analisis stabilitas lereng agar didapat angka keamanan lereng yang cukup aman dari terjadinya kelongsoran [5]. Analisis stabilitas lereng dengan *GeoStudio Slope* dapat menghemat waktu dan efektif dalam proses analisa. Metode Bishop dalam *GeoStudio Slope* digunakan karena mudah dan sederhana dalam perhitungannya, serta cepat dan mempunyai tingkat ketelitian yang cukup tinggi dalam menghitung faktor keamanannya. Metode Bishop juga dapat digunakan untuk mencari factor keamanan minimum secara otomatis dari bidang runtuh kritis yang berbentuk busur lingkaran [6].

2. METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Dimana metode kuantitatif merupakan suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data dalam bentuk angka sebagai alat untuk menganalisis kerengan dari apa yang ingin diketahui [7]. Metode kuantitatif dalam penelitian ini diterapkan untuk mencari data berupa angka keamanan yang memenuhi persyaratan angka keamanan stabilitas lereng dengan menggunakan *software* Geostudio, kemudian angka tersebut akan dianalisis lebih lanjut di dalam analisis data [8]. Data primer pada penelitian ini didapat dari hasil penyelidikan tanah oleh kontraktor pelaksana dalam bentuk hasil penyelidikan tanah langsung di lapangan yaitu laporan hasil pengeboran (*boring log*) dan uji SPT, dan hasil penyelidikan tanah di laboratorium yaitu indeks propertis dan uji kuat geser, sedangkan untuk data sekundernya berupa data topografi kontur tanah di lokasi penelitian yang diperoleh dari *software* Global Mapper, Peta Geologi Kota Samarinda, dan data Parameter *Engineering*. [9]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik tanah daerah Kutai Kartanegara dan titik penelitian dapat dilihat dalam peta Geologi daerah Samarinda pada gambar 1. sebagai berikut:



Gambar 1. Gradasi Peta Geologi Titik Penelitian

Dari gambar 1 diketahui bahwa titik-titik penelitian yang dianalisis berada pada formasi Balikpapan (Tmbp). Formasi Balikpapan merupakan pergantian batu pasir dan tanah liat yang diselingi dengan lanau, serpih, batu kapur dan batubara. Formasi Kampung Baru merupakan batu pasir lepas dengan tanah liat, lanau, lignit lunak.[10]

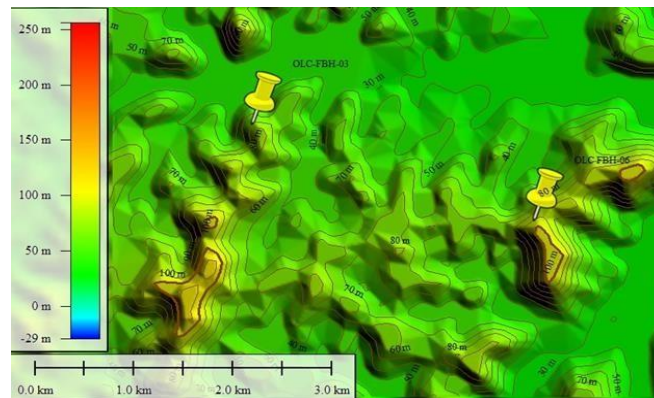
Pemetaan topografi dalam penelitian ini tidak dilakukan oleh tim survey pemetaan, sehingga data yang diperoleh hanya berupa data koordinat dan elevasi berdasarkan alat GPS dengan ketelitian ± 10 m. [11]

Elevasi dan koordinat titik uji dapat dilihat pada tabel 1, berikut ini:

Tabel 1. Koordinat Titik Penelitian

Titik Pengujian	Koordinat		Elevasi
	Easting (X)	Northing (Y)	
OLC-FBH-03	536307.5296	9986919.1654	+70,45 m
OLC-FBH-06	539153.8299	9985878.7339	+87,30 m

Dengan bantuan program aplikasi Google Earth, *software* Global Mappers, dan Autocad, titik penelitian, kontur tanah, jarak dan sudut lereng dapat digambarkan sebagai berikut:



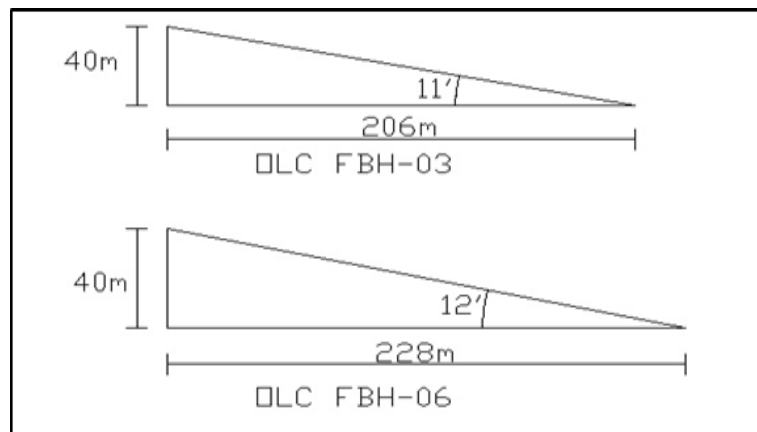
Gambar 2. Kontur Tanah Titik Penelitian

Diperoleh data tinggi dan jarak lereng yang terdapat pada tabel 2, berikut ini:

Tabel 2. Tinggi Dan Jarak Lereng

Titik Pengujian	Elevasi Lereng		Tinggi Lereng	Jarak Lereng
	Atas	Bawah		
OLC-FBH-03	70 m	30 m	40 m	206 m
OLC-FBH-06	90 m	40 m	50 m	228 m

Sudut kemiringan lereng diperoleh berdasarkan data pada Tabel 2. sebagai berikut:



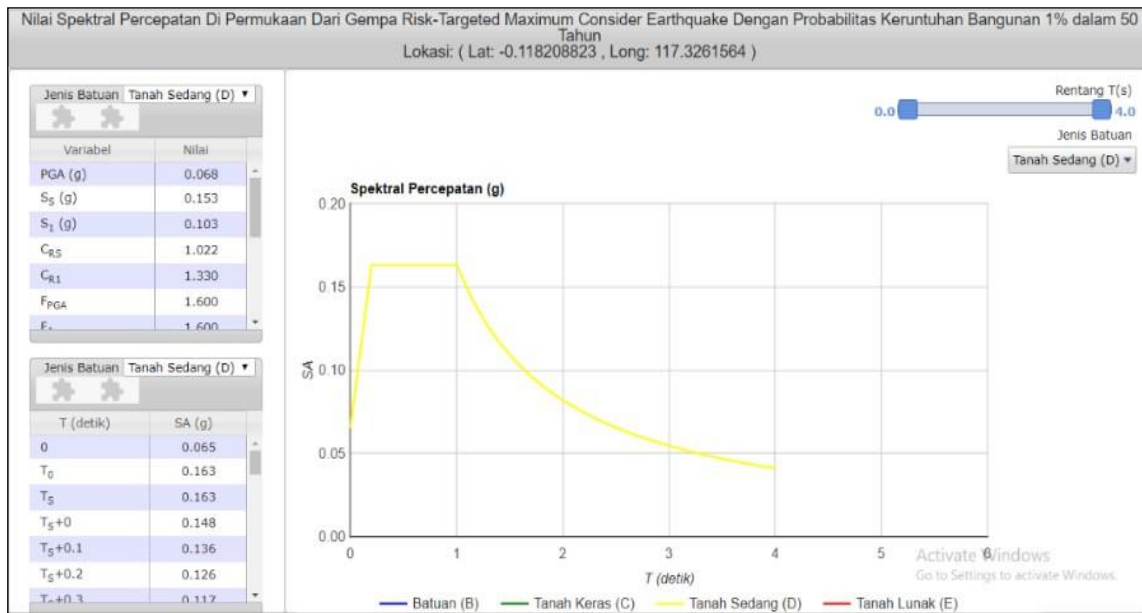
Gambar 3. Sudut Kemiringan Lereng Titik Pengujian

Profile tanah untuk tinjauan kegempaan berdasarkan SNI: 1726-2019 terbagi menjadi 4 (empat) kelas situs. Adapun kelas-kelas situs tersebut antara lain; SA (Batuan Keras) dan SB (Batuan) dengan nilai SPT Value N N/A, SD (Tanah Sedang) dengan nilai SPT Value N 15 – 50, dan SE (Tanah Lunak) dengan nilai SPT Value N <15.[12] Hasil pengujian dilapangan dengan menggunakan alat Standart Penetration Test (SPT) terhadap titik test yang dianalisis, diperoleh nilai N SPT rata-rata sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai NSPT Rata-Rata Titik Uji

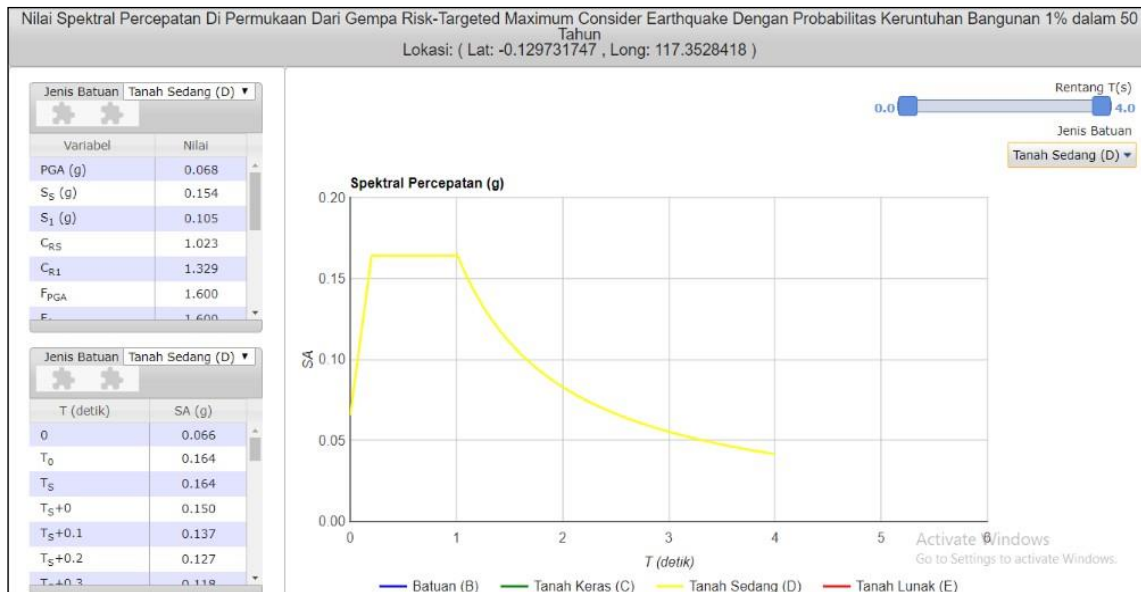
Titik Uji	Nilai NSPT-Rata-rata	Kelas Situs
OLC-FBH-03	25,767	SD (Tanah Sedang)
OLC-FBH-06	18,889	SD (Tanah Sedang)

Penentuan respons spektral dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil data respons spektral dari laman *website* puskim.pu.go.id. Data respons spektral untuk situs tanah sedang (SD) titik uji OLC-FBH-03 terlihat pada gambar 4, berikut ini:



Gambar 4. Nilai Spektral Percepatan OLC-FBH-03

Adapun data respons spektral untuk situs tanah sedang (SD) titik uji OLC-FBH-06 terlihat pada gambar 5, berikut ini:



Gambar 5. Nilai Spektral Percepatan OLC-FBH-06

Berdasarkan gambar 4 dan gambar 5, diketahui nilai percepatan tanah puncak (PGA) senilai 0,068. Nilai tersebut digunakan untuk inputasi nilai koefisien percepatan horisontal gempa (K_h) dalam *define* Geostudio. Rumus yang digunakan adalah $K_h = PGA \times I$, dimana nilai I adalah nilai faktor keutamaan gempa. Faktor keutamaan gempa dapat terlihat pada tabel 4, berikut ini:

Tabel 4. Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa
I atau II	1,00
III	1,25
IV	1,50

Data Penyelidikan Tanah

Berdasarkan data pada *Borelog* tersebut maka dapat disimpulkan lapisan tanah pada titik pengujian OLC-FBH-03 adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Lapisan Tanah OLC-FBH-03

Layer No	Depth (m)	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 4.5	Sandy CLAY	light brown, medium stiff to stiff, low plasticity, moist	6-9
2	4.5 - 9.5	Clayey SAND	light brown, medium density, non plastic, moist	15-18
3	9.5 - 15.5	SAND	light grey to light brown, very dense density, non plastic, moist	>50
4	15.5 - 18.5	Silty CLAY	grey, hard, medium plasticity, moist	41-45
5	18.5 - 25.0	Silty CLAY-Clayey SILT	dark to light grey, very hard, medium plasticity, moist	>50
6	25.0 - 27.0	SAND	dark brown, very dense density, non plastic, moist	>50
7	27.0 - 29.0	Silty CLAY	brown, hard, medium plasticity, moist	43
8	29.0 - 32.0	SAND	dark brown, very dense density, non plastic, moist	>50
9	32.0 - 41.0	Silty CLAY	grey, very hard, medium plasticity, moist	>50
10	41.0 - 45.5	SAND	brown, very dense density, non plastic, moist	>50

Kesimpulan lapisan tanah berdasarkan data *Borelog* pada titik pengujian OLC-FBH-06 adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Lapisan Tanah OLC-FBH-06

BOREHOLE			PHYSICAL PROPERTIES															
Borehole	Soil Type	Depth (m)	INDEX PROPERTIES							ATTEBERG LIMIT				GRAIN SIZE				
			Specific Gravity	Water Content (%)	Bulk Density (g/cm ³)	Dry Density (g/cm ³)	Void Ratio	Porosity	Degree of Saturation	Liquid Limit (%)	Plastic Limit (%)	Plasticity Index (%)	USCS Classification	% Gravel	% Sand	% Silt	% Clay	% Fines
			G _s	w _c	γ _s	γ _d	e	n	S _r	LL	PL	PI		-	-	-	-	-
OLC-FBH03	Sandy CLAY, light brown	2.5-3.0 DS 1	2.646	33.518	1.992	1.491	0.776	0.437	100.000	36.698	14.918	21.780	CL	0.000	45.133	26.690	28.177	54.867
OLC-FBH03	Silty SAND, light brown	5.5-6.0 DS 2	2.503	29.863	2.006	1.545	0.620	0.383	100.000	NON PLASTIC				0.000	94.700	4.972	0.328	5.300
OLC-FBH03	Silty CLAY, grey	16.0-16.5 DS 3	2.581	34.639	2.209	1.641	0.572	0.364	100.000	36.277	17.262	19.014	CL	0.000	22.783	37.031	40.186	77.217
OLC-FBH03	Silty CLAY, brown	27.5-28.0 DS 4	2.583	24.438	2.216	1.784	0.448	0.309	100.000	38.073	17.374	20.699	CL	0.367	15.900	39.449	44.285	83.733
OLC-FBH03	Silty CLAY, grey	32.5-33.0 DS 5	2.634	20.563	2.238	1.856	0.420	0.296	100.000	45.592	21.594	23.998	CL	0.000	1.067	48.852	50.081	98.933
OLC-FBH03	Silty CLAY, grey	34.0-34.5 DS 6	2.633	27.782	2.226	1.742	0.512	0.339	100.000	49.028	27.519	21.509	CL	0.000	1.750	45.468	52.782	98.250
OLC-FBH03	Silty CLAY, grey	40.0-40.5 DS 7	2.635	24.034	2.246	1.811	0.454	0.312	100.000	46.317	24.689	21.629	CL	0.000	2.350	43.345	54.305	97.650
OLC-FBH06	Sandy SILT, light brown	2.5-3.0 UDS 1	2.666	19.843	2.020	1.687	0.581	0.368	90.978	31.946	25.294	6.652	ML	0.000	40.233	40.858	18.909	59.767
OLC-FBH06	CLAY with SAND, light brown	5.0-5.5 UDS 2	2.658	32.423	2.014	1.523	0.746	0.427	100.000	42.297	22.318	19.979	CL	0.000	15.283	46.730	43.986	84.717
OLC-FBH06	Sandy CLAY, light brown	5.5-6.0 DS 1	2.601	31.215	2.197	1.675	0.551	0.355	100.000	39.386	16.849	22.537	CL	0.750	17.783	37.135	44.331	81.467
OLC-FBH06	Sandy CLAY, light brown	13.0-13.5 DS 2	2.603	27.851	2.210	1.729	0.507	0.336	100.000	36.543	21.727	14.816	CL	0.317	14.750	39.468	45.465	84.933
OLC-FBH06	Silty CLAY, brown	20.5-21.0 DS 3	2.558	31.198	2.251	1.716	0.491	0.329	100.000	48.434	22.881	25.553	CL	4.200	7.783	42.173	45.844	88.017
OLC-FBH06	Silty CLAY, grey	39.5-40.0 DS 4	2.549	24.835	2.207	1.772	0.439	0.305	100.000	45.894	20.941	24.953	CL	0.000	0.450	33.809	65.741	99.550
OLC-FBH06	SILT with SAND, grey	41.5-42.0 DS 5	2.603	13.163	2.105	1.861	0.400	0.286	85.599	41.036	26.408	14.628	ML	0.000	23.933	58.247	17.820	76.067

Data Pengujian Laboratorium

Data *index properties* hasil pengujian sample tanah di laboratorium dapat terlihat pada tabel 7, berikut ini:

Tabel 7. Parameter Engineering OLC-FBH-03

Layer No	Depth (m)	Layer Name	Soil Type	N-SPT
1	0.0 - 10.0	Silty CLAY	light brown to brown, stiff, medium plasticity, moist	8-12
2	10.0 - 12.0	Silty SAND	light brown, medium density, non plastic, moist	11
3	12.0 - 13.5	Silty CLAY	light brown, stiff, medium plasticity, moist	13
4	13.5 - 14.5	Silty SAND	light brown, dense density, non plastic, moist	34
5	14.5 - 15.5	Silty SAND	light brown, medium density, non plastic, moist	17
6	15.5 - 24.5	Silty CLAY-Sandy CLAY	grey-brown, very hard, medium plasticity, moist	>50
7	24.5 - 26.5	Clayey SAND	brown, very dense density, non plastic, moist	>50
8	26.5 - 33.5	Silty CLAY-Clayey SILT	dark grey to brown, very hard, medium to low plasticity, moist	>50
9	33.5 - 38.5	Silty SAND	light brown, very dense density, non plastic, moist	>50
10	38.5 - 40.5	Silty CLAY	grey, hard, medium plasticity, moist	>50
11	40.5 - 42.5	Clayey SILT	brown, very stiff to hard, low plasticity, moist	29-34
12	42.5 - 47.0	Silty CLAY	grey, very hard, medium plasticity, moist	>50

Data *Mechanical properties* hasil pengujian sample tanah di laboratorium dapat terlihat pada tabel 8, berikut ini:

Tabel 8. Parameter Engineering OLC-FBH-06

BOREHOLE				MECHANICAL PROPERTIES								
Borehole	Soil Type	Depth (m)	DS	DIRECT SHEAR		TRIAxIAL CU		TRIAxIAL CU		Consolidation		
				Friction Angle	Undrained Shear Strength	Friction Angle	Undrained Shear Strength	Friction Angle	Undrained Shear Strength	Coefficient of Compression	Coefficient of Consolidation	Pressure of Consolidation
				ϕ	c	ϕ	c	ϕ'	c'	Cc	Cv	Po
				Degree	(kg/cm ²)	Degree	(kg/cm ²)	Degree	(kg/cm ²)	-	cm ² /sec	(kg/cm ²)
OLC-FBH03	Sandy CLAY, light brown	2,5-3,0	DS 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH03	Silty SAND, light brown	5,5-6,0	DS 2	39.289	0.125	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH03	Silty CLAY, grey	16,0-16,5	DS 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH03	Silty CLAY, brown	27,5-28,0	DS 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH03	Silty CLAY, grey	32,5-33,0	DS 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH03	Silty CLAY, grey	34,0-34,5	DS 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH03	Silty CLAY, grey	40,0-40,5	DS 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH06	Sandy SILT, light brown	2,5-3,0	UDS 1	-	-	17.000	0.163	28.000	0.116	0.152	4.28E-03	1.000
OLC-FBH06	CLAY with SAND, light brown	5,0-5,5	UDS 2	-	-	26.200	0.224	26.100	0.143	0.300	4.53E-03	1.650
OLC-FBH06	Sandy CLAY, light brown	5,5-6,0	DS 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH06	Sandy CLAY, light brown	13,0-13,5	DS 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH06	Silty CLAY, brown	20,5-21,0	DS 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH06	Silty CLAY, grey	39,5-40,0	DS 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OLC-FBH06	SILT with SAND, grey	41,5-42,0	DS 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Data parameter engineering SPT OLC-FBH-03 dapat dilihat pada tabel 9, berikut ini:

Tabel 9. Parameter Engineering SPT OLC-FBH-03

Layer No	Depth	Layer Name	Parameter Justification	NSPT VALUE	Unit Weight (g/cm ³)	Undrained Shear Str.		Effective Friction Angle
						Su (kPa)		φ
1	0 - 4.5	Sandy CLAY	TAKEN	7,5	1,980		33,750	
			SPT Average			Stroud & Butler (1975)	33,750	
			ASSUMED		1,980			
2	4.5 - 9.5	Clayey SAND	TAKEN	16,5	2,050			40,745
			SPT Average			Stroud & Butler (1975)		32,234
			ASSUMED		2,050			
3	9.5 - 15.5	SAND	TAKEN	50	2,250			45,000
			SPT Average			Stroud & Butler (1975)		45,000
			ASSUMED		2,250			
4	15.5 - 18.5	Silty CLAY	TAKEN	43	2,150		430,000	
			SPT Average			Sowers	430,000	
			ASSUMED		2,150			
5	18.5 - 25.0	Silty CLAY-Clayey	TAKEN	50	2,250		500,000	
			SPT Average			Sowers	500,000	
			ASSUMED		2,250			

Data parameter engineering SPT OLC-FBH-06 dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini:

Tabel 10. Parameter Engineering SPT OLC-FBH-06

Layer No	Depth	Layer Name	Parameter Justification	NSPT VALUE	Unit Weight (g/cm ³)	Undrained Shear Str.		Effective Friction Angle
						Su (kPa)		φ
1	0.0 - 10.0	Silty CLAY	TAKEN	10	2,011		38,745	
			SPT Average			Sowers	45,000	
			UDS 1		2,020		61,978	
			UDS 2		2,014		56,192	
							34,078	
			CORRELATION		2,000		50,000	
2	10.0 - 12.0	Silty SAND	TAKEN	11	2,020			29,071
			SPT Average			Stroud & Butler (1975)		29,071
			ASSUMED		2,020			
3	12.0 - 13.5	Silty CLAY	TAKEN	13	2,020		130,000	
			SPT Average			Sowers	130,000	
			ASSUMED		2,020			
4	13.5 - 14.5	Silty SAND	TAKEN	34	2,120			39,739
			SPT Average			Stroud & Butler (1975)		39,739
			ASSUMED		2,120			

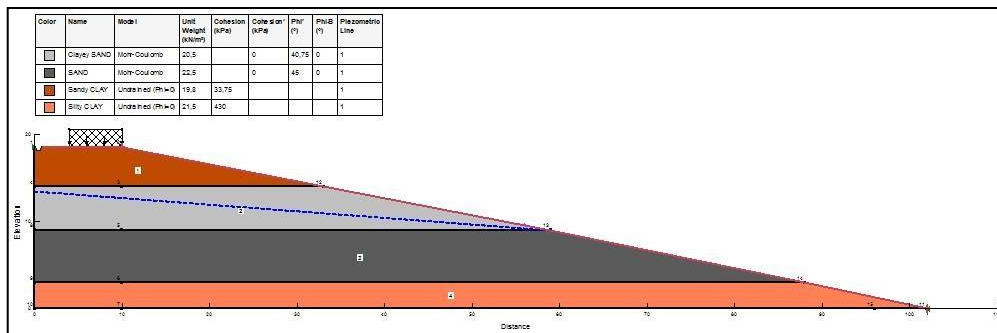
Analisis Angka Keamanan Lereng OLC-FBH-03

Analisis kondisi lereng asli dilakukan pada lapisan tanah dengan N-SPT<50, [13] sehingga didapatkan data kemiringan lereng, lapisan tanah, muka air tanah, data parameter tanah, data faktor kegempaan, dan faktor beban truk untuk kondisi lereng asli adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Parameter Kondisi Lereng Asli OLC-FBH-03

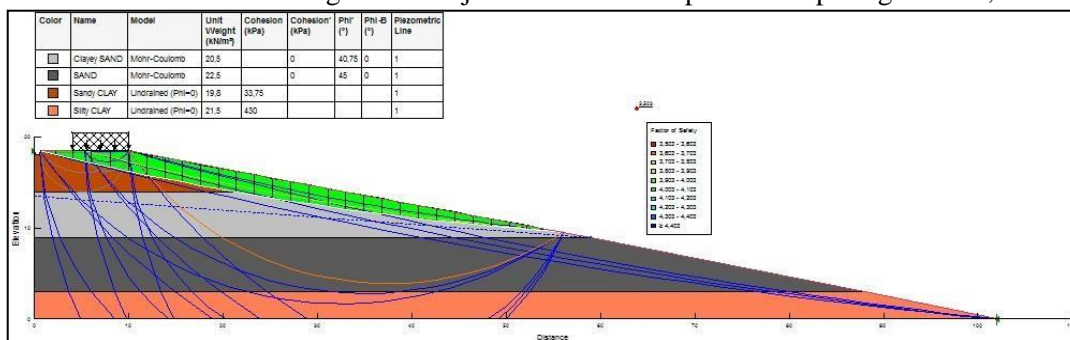
Titik Pengujian	Data Lereng			Lapisan Tanah Lunak (N<50)			Parameter Tanah				Faktor Kegempaan		Faktor Beban Truk		
	Tinggi (m)	Jarak (m)	Sudut (°)	Nama Lapisan	Ke dalam (m)	N-SPT	γ (g _r /cm ³)	S_u (kPa)	ϕ (°)	GWL (m)	Kh	Kv	Berat Max Truk	Panjang	Tinggi
OLC-FBH-03	18.50	92.00	11.00	Sandy CLAY	0.00 - 4.50	7.5	1.980	33.75	-	4.91	0.068	0.045	15 Ton	7.00 m	2.50 m
				Clayey SAND	4.50 - 9.50	16.5	2.050	-	40.75						
				SAND	9.50 - 15.50	50.0	2.250	-	45.00						
				Silty CLAY	15.50 - 18.50	43.0	2.150	430.00	-						

Proses selanjutnya yaitu dengan mengikuti langkah-langkah analisis perhitungan angka keamanan stabilitas lereng dengan menggunakan *software* Geostudio-Slope dan memodelkan kondisi lereng asli sebagai berikut:



Gambar 6. Pemodelan Kondisi Lereng Asli OLC-FBH-03

Hasil Solve kondisi lereng asli titik uji OLC-FBH-03 dapat terlihat pada gambar 7, berikut ini:



Gambar 7. Hasil Analisis Kondisi Lereng Asli OLC-FBH-03

Dari gambar 7, diketahui hasil analisis perhitungan angka keamanan kondisi lereng asli dengan menggunakan *software* Geostudio-Slope didapatkan nilai angka keamanan lereng (FK) sebesar 3,503, nilai tersebut lebih besar daripada nilai angka keamanan lereng yang disyaratkan sebesar 1,25 (FK>1,25), [14] sehingga dapat disimpulkan lereng dalam kondisi aman terhadap longsor.

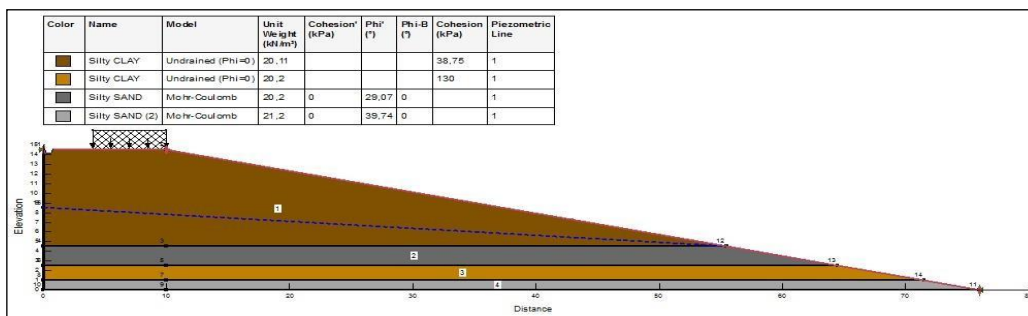
Analisis Angka Keamanan Lereng OLC-FBH-06

Analisis kondisi lereng asli dilakukan pada lapisan tanah dengan N-SPT < 50, [15] sehingga didapatkan data kemiringan lereng, lapisan tanah, muka air tanah, data parameter tanah, data faktor kegempaan, dan faktor beban truk untuk kondisi lereng asli adalah sebagai berikut:

Tabel 12. Parameter Kondisi Lereng Asli OLC-FBH-06

Titik Pengujian	Data Lereng			Lapisan Tanah Lunak (N<50)			Parameter Tanah				Faktor Kegempaan		Faktor Beban Truk		
	Tinggi (m)	Jarak (m)	Sudut (°)	Nama Lapisan	Kedalaman (m)	N-SPT	γ (gr/cm ³)	Su (kPa)	φ (°)	GWL (m)	Kh	Kv	Berat Max Truk	Panjang	Tinggi
OLC-FBH-06	14.50	66.00	12.00	Sily CLAY	0.00 - 10.00	10.0	2.011	38.75	-	6.07	0.068	0.045	15 Tcn	7.00 m	2.50 m
				Sily SAND	10.00 - 12.00	11.0	2.020	-	29.07						
				Sily CLAY	12.00 - 13.50	13.0	2.020	130.00	-						
				Sily SAND	13.50 - 14.50	34.0	2.120	-	39.74						

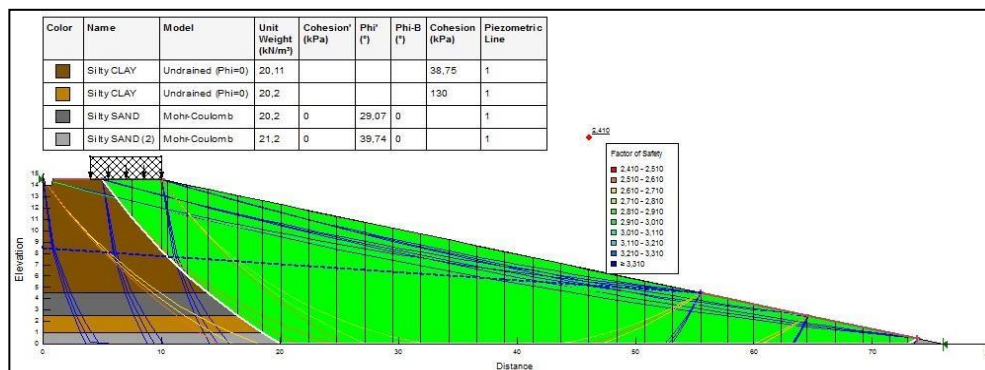
Proses selanjutnya yaitu dengan mengikuti langkah-langkah analisis perhitungan angka keamanan stabilitas lereng dengan menggunakan *software* Geostudio-Slope dan memodelkan kondisi lereng asli sebagai berikut:



Gambar 8. Pemodelan Kondisi Kondisi Lereng Asli OLC-FBH-06

Hasil *Solve* kondisi lereng asli titik uji OLC-FBH-06 dapat dilihat padagambar 9, sebagai berikut:

Gambar 9. Hasil Analisis Kondisi Lereng Asli OLC-FBH-06



Dari gambar 9, diketahui hasil analisis perhitungan angka keamanan kondisi lereng asli dengan menggunakan *software* Geostudio-Slope didapatkan nilai angka keamanan lereng (FK) sebesar 2,410, nilai tersebut lebih besar daripada nilai angka keamanan lereng yang disyaratkan sebesar 1,25 (FK > 1,25), sehingga dapat disimpulkan lereng dalam kondisi aman terhadap longsor.

4. KESEMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis stabilitas lereng yang telah di teliti, maka dapat diambil kesimpulan bahwa angka keamanan untuk kondisi lereng asli di titik penelitian OLC-FBH-03 diperoleh nilai angka keamanan $FK = 3,503$. Dari hasil tersebut, kondisi lereng asli diperoleh hasil angka keamanan lereng lebih besar daripada angka keamanan yang disyaratkan yaitu $FK > 1,25$, sehingga kondisi lereng aman terhadap longsor dan angka keamanan untuk kondisi lereng asli di titik penelitian OLC-FBH-06 diperoleh nilai angka keamanan $FK = 2,410$. Dari hasil tersebut, kondisi lereng asli diperoleh hasil angka keamanan lereng lebih besar dari angka keamanan yang telah disyaratkan yaitu $FK > 1,25$, sehingga kondisi lereng aman terhadap longsor. Sehingga dapat disarankan untuk penelitian kedepannya harus ada penelitian lebih lanjut terkait analisis stabilitas lereng dengan membandingkan 2 atau lebih metode analisis stabilitas lereng lainnya, agar diperoleh hasil angka keamanan yang lebih akurat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Laboratorium Mekanika Tanah dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana untuk melakukan penelitian stabilitas lereng, dan Institut Teknologi PLN yang telah memberikan ijin untuk mensubmit luaran penelitian yang peneliti telah susun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Das, B. M, Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2. Erlangga. Jakarta. 2019.
- [2] Anaperta, Y.M, Evaluasi Kestabilan Lereng Tambang di PIT Tambang Air Laya (TAL) Barat Sekuen Januari 2017 Penampang C-C PT. Bukit Asam (Persero) TBK. Tanjung Enim, Sumatera Selatan”. Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan, Vol.10, No.1 April 2017.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Teknis Pengujian Tanah.2019.
- [4] Fauzi, A. Sukobar. Wahyudi, D. I. Moeljono, R.A. T, Analisa Stabilitas Lereng dan Alternatif Penanganannya Studi Kasus Proyek Pekerjaan Kanal Utama Row 80 Kawasan Industri JIPE-Gresik. Jurnal Aplikasi Teknik Sipil, Vol.17, No.2, Agustus 2019.
- [5] Effendi, M, Analisis stabilitas lereng menggunakan software Geostudio slope/w2012 berdasarkan metode bishop di Desa Cisarua, Kabupaten Bogor”. [skripsi], Bogor (ID), Institut Pertanian Bogor. 2016.
- [6] Indera K, Rama. Mina, E. B, Sevenueary, Analisis Stabilitas Lereng dan Perencanaan Soilnailing dengan Software Geostudio 2007. Jurnal Pondasi, Vol.4, No.1, pp.1-2. 2015.
- [7] Kisaram, Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif. Malang UIN Malang Press 2008.
- [8] PT. Tigenco Graha Persada, “Final Report Kutai Coal Terminal Project”, Jakarta. 2019.
- [9] Sagita, F.S. Surjandari, N.S. dan Purwana, Y.M, Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Bronjong Menggunakan Software Geoslope di Desa Tambakmerang, Girimarto, Wonogiri. E- Jurnal Matriks Teknik Sipil, pp.1-2. 2017.
- [10] SNI 1726:2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. 2019.
- [11] SNI 8460:2017, “Persyaratan Perancangan Geoteknik”. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. 2017.
- [12] Pradana, H.A, Analisis struktur bendungan krenceng terhadap gempa, [skripsi] Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 2012
- [13] Hidayah S, dan Gratia Y.R, Program Analisis Stabilitas Lereng (Slope Stability Analysis Program). [Laporan Tugas Akhir], Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang

(ID): Universitas Diponegoro. 2012.

[14] Puskim.pu.co.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia., 2020.

[15] Wesley, L. D, Fundamentals of Soil Mechanics for Sedimentary and residual Soils. John Wiley and Sonc, inc, Hoboken, New Jersey, 2010.