

Analisis Kestabilan Lereng Daerah Lonjoboko Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan Dengan Metode Bishop

Analysis of Slope Stability in The Lonjoboko Region, Gowa District, Sulawesi Selatan using the Bishop Method

Muhammad Idris Juradi^{*1}, Agus Ardianto Budiman², Alfian Dwi Akbar³

¹⁻⁵ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

Corr Author: ^{*1}muhidris.juradi@umi.ac.id, ²Agusardianto.budiman@umi.ac.id, ³alfiandwiakbar@gmail.com

ABSTRAK

Permukaan tanah tidak selalu rata atau memiliki perbedaan elevasi yang menyebabkannya miring di tempat yang berbeda. Salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng buatan maupun alam adalah tanah longsor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai faktor keamanan (FK) dan sifat material sampel tanah untuk analisis stabilitas lereng. Program komputer GeoStudio digunakan dalam studi analisis faktor lereng aman dengan memasukkan data geometri lereng dan parameter yang diperoleh dari uji laboratorium. Pengolahan data menggunakan uji laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah yang meliputi berat jenis, *compaction standard proctor* dan *unit weight*. Hasil uji laboratorium dari sifat mekanik tanah yaitu uji kuat geser (*direct shear*). Keadaan geometri lereng memiliki panjang *toe* 8 m, panjang *crest* 10 m, tinggi lereng 7 m dan kemiringan lereng 85°. Material properti dari geometri lereng terdiri dari kohesi 0,161 kg/cm², sudut geser dalam 3,8° dan γ_{sat} sebesar 1,263 gr/cm³. Hasil analisis faktor keamanan (FK) dari penggunaan metode *bishop* menghasilkan nilai faktor keamanan 0,126. Ketidakstabilan lereng dipengaruhi oleh lebih besarnya gaya penggerak dibanding gaya penahan sehingga dapat berpotensi terjadinya longsor. Hasil dari perolehan yang didapat dikatakan bahwa lereng daerah penelitian memiliki kerentanan gerakan tanah yang tinggi karena nilai faktor keamanan $\leq 1,2$ menurut Ward. R, 1987 dalam SNI 13-7124-2005.

Kata-kata kunci: Lereng, geometri lereng, faktor keamanan, program *GeoStudio*.

ABSTRACT

In order to form a slope, the land surface does not always have elevation differences or form a flat plane. One of the natural disasters that frequently occurs on both man-made and natural slopes is the landslide. The purpose of this research is to ascertain the value of the factor of safety (FK) and the material properties of soil samples for slope stability analysis. The GeoStudio computer program is utilized in the study of the analysis of the safety slope factor by entering slope geometry data and parameters derived from laboratory tests. Data processing uses laboratory tests to determine the soil's physical and mechanical properties, which include specific gravity, compaction standard proctor, and unit weight. The shear strength test, also known as direct shear, measures the mechanical properties of the soil in the laboratory. The slope's geometry has a toe length of 8 meters, a crest length of 10 meters, a slope height of 7 meters, and a slope of 85 meters. The slope's material properties include a cohesion of 0.161 kg/cm², an internal shear angle of 3.8 degrees, and a sat of 1.263 grams per cubic meter. Utilizing the bishop method, the factor of safety analysis (FK) produced results with a value of 0.126. Due to the fact that the driving force is greater than the resisting force, slope instability can lead to landslides. Ward's safety factor of 1.2 indicates that the slopes of the study area are highly susceptible to ground motion, as shown by the obtained results. R, in SNI 13-7124-2005, 1987.

Keywords: Slope, slope geometry, safety factor, GeoStudio program.

Submitted: 17-01-2022; Revised: 02-12-2022; Accepted: 20-02-2023; Available Online: 17-03-2023

Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat

This is an open access article under the CC BYND license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

©2023, Geosapta

PENDAHULUAN

Permukaan tanah tidak selalu rata atau memiliki perbedaan elevasi yang menyebabkannya miring di tempat yang berbeda. Kondisi topografi yang dikenal dengan kemiringan lereng sering dijumpai di berbagai proyek konstruksi sipil. Lereng dapat terbentuk secara tidak sengaja atau sengaja oleh manusia karena alasan tertentu. Salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng buatan maupun alam adalah tanah longsor. Sebagian besar kegagalan lereng terjadi selama musim hujan. Ini terjadi sebagai akibat dari tekanan air pori lereng yang meningkat. Kelongsoran terjadi sebagai akibat dari penurunan sudut geser dalam (c) dan kuat geser tanah (v) [15].

Tanah longsor terjadi apabila stabilitas tanah atau batuan lereng terganggu sehingga menyebabkan massa tanah atau batuan pecah yang menyusun lereng bergerak menuruni lereng. Secara khusus, masalah tanah longsor sering muncul di Indonesia sebagai akibat dari letak geografis negara yang termasuk wilayah yang rawan gempa dan curah hujan yang tinggi. Karena air dapat melumasi batuan, mengurangi kekuatan geser tanah liat, atau mengikis lapisan pasir, curah hujan yang tinggi dianggap sebagai penyebab utama tanah longsor. Topografi lokal, struktur geologi, sifat rembesan tanah, dan morfologi pembangunan semuanya harus dikaitkan dengan kemungkinan tanah longsor yang disebabkan oleh hujan. Lereng banyak yang tidak stabil karena topografi berbukit dan lereng yang hampir tegak lurus [2].

Pergeseran keseimbangan lereng yang terjadi pada lokasi yang lebih rendah bertanggung jawab atas pergerakan massa batuan dan tanah [3]. Pada lereng yang tidak stabil, gerakan massa pada dasarnya terjadi. Ketika batu atau tanah dibiarkan sendiri (secara alami), itu seimbang dengan kekuatan yang datang dari dalam. pernah memiliki masalah keseimbangan dan akan mencoba masuk ke keadaan baru secara alami. Kestabilan lereng yang mengakibatkan longsor dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi geologi, hidrologi, topografi, perubahan iklim, dan cuaca. Jika lereng yang berpotensi bergerak berada di daerah yang banyak orang beraktivitas maka dapat menjadi bencana [4].

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai faktor keamanan serta penanganan yang sesuai dengan daerah penelitian. Hasil dari penelitian ini sendiri dapat dijadikan acuan dalam kajian lebih lanjut mengenai kestabilan lereng pada daerah penelitian.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan secara bertahap. Tahap awal yaitu tahap pendahuluan berupa kegiatan administrasi dan studi pustaka. Tahapan selanjutnya yaitu tahap pengambilan sampel. Pengambilan sampel di lapangan menggunakan metode grab sampling. Sampel yang diambil sebanyak 3 sampel dari 3 titik pengambilan sampel secara acak. Sampel kemudian diperiksa di laboratorium untuk mengetahui sifat mekanik dan fisik tanah.

Selanjutnya pengolahan data pada tahap ini semua data lapangan di uji laboratorium. Dari Pengujian laboratorium yang dilakukan dalam pengolahan data untuk mendapatkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah. Sifat fisik meliputi *specific gravity*, *compaction standard proctor* dan *unit weight*. Sedangkan sifat mekanik tanah yaitu uji kuat geser (*direct shear*). Kemudian hasil pengujian laboratorium dikumpulkan dan diolah menggunakan *Software Geostudio* metode Bishop untuk memperoleh nilai faktor keamanan (FK).

HASIL DAN DISKUSI

Kondisi Regional

Sudah menjadi rahasia umum bahwa kawasan ini rawan longsor karena kemiringan lereng 85°, panjang lereng 6 meter, tinggi lereng 7 meter, dan tanah lempung. Tanah liat adalah mineral kerangka dengan dasar silikat yang memiliki diameter kurang dari 5 mikrometer. Aluminium atau silika halus ditemukan di tanah liat. Unsur paling melimpah yang membentuk kerak bumi adalah silikon, oksigen, dan aluminium. Pelapukan asam karbonat pada batuan silika menghasilkan pembentukan lempung, yang sebagian merupakan hasil aktivitas panas bumi.

Tanah liat lengket saat basah dan membentuk gumpalan keras saat kering. Jenis mineral lempung yang dominan menentukan sifat ini. Susunan lapisan silikon oksida dan aluminium oksida yang membentuk kristal mineral lempung menentukan klasifikasinya. Satu lapisan aluminium oksida dan satu lapisan silikon oksida

membentuk kelompok 1:1, sedangkan kelompok 2:1 memiliki dua lapisan kelompok oksida silikon yang diapit di antara satu lapisan aluminium oksida. Mineral lempung dalam golongan 2:1 menunjukkan sifat elastis yang kuat, memungkinkannya berkontraksi saat kering dan mengembang saat basah. Beberapa jenis tanah dapat mengering dengan kerutan atau retakan karena perilaku ini.

Sifat Keteknikan Tanah

Pengolahan data berbasis pengujian laboratorium untuk mengetahui sifat mekanik dan fisik tanah. *specific gravity*, *compaction standard proctor* dan *unit weight*, sedangkan uji kuat geser (geser langsung) mengukur sifat mekanik tanah.

a. Karakteristik Fisik

1. Berat Jenis (Specific Gravity)

Rasio berat satuan butiran tanah terhadap berat volume air suling pada suhu dan volume yang sama adalah berat jenis tanah. Dengan menggunakan piknometer berat jenis bertujuan untuk mengetahui berat jenis tanah yang lolos saringan nomor 8.

Tabel-1. *Specific Gravity*

Uraian		Contoh tanah No.		
		1	2	3
Berat Tanah	(g)	50,0	50,0	50,5
Berat Picno (w_1)	(g)	169,04	170,24	168
Berat Picno + Tanah (w_2)	(g)	219,5	221	219
Berat Picno + Tanah + Air (w_3)	(g)	697	689	696,5
Berat Picno + Air (w_4)	(g)	666	668,5	664
Temperatur	(°C)	26	26	26
Berat Jenis		2,466	2,387	2,756
Gs =		$\frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)}$		
Berat Jenis Rata-rata, Gs		2,536		

Berdasarkan pengujian *specific gravity* diperoleh nilai 2,536 dengan nilai K sebagai faktor koreksi terhadap suhu 26 yaitu 0,9997.

2. *Compaction Standard Proctor*

Compaction (standard proctor) dilakukan untuk mengetahui kadar air, bobot isi dan kerapatan tanah dengan usaha pemadatan atau kompaksi pada tanah. Pengujian ini dilakukan pada sampel tanah terganggu yaitu sampel yang diambil pada lokasi penelitian dengan keadaan kering dan tidak mewakili kondisi tanah asli di lapangan.

Tabel-2. Hasil Pengujian *Compaction Standard Proctor*

Uraian		Pengujian No.				
		1	2	3	4	5
Berat Mold, W_1	gr	1776,5	1776,5	1776,5	1776,5	1776,5
Berat Mold. + Tnh. Basah, W_2	gr	3348	3434,5	3527	3514	3458
Berat Tnh. Basah, $W_2 - W_1$	gr	1571,5	1658	1750,5	1363,5	1681
No. Container		1	2	3	4	5
Berat Container, W_3	gr	13,8	7,1	12,9	13,5	13,78
		13,4	13,1	14,2	13,6	13,82
		7,2	13,7	13,3	12,1	14,14
Berat Cont + Tnh. Basah, W_4	gr	49,4	51,6	58,8	71	50,95
		59,7	57,7	64,9	64,4	64,45
		46,8	59,9	67,8	67,8	49,68
Berat Cont. + Tnh. Kering, W_5	gr	54,7	46,88	51,8	67,38	43,38
		53,3	50,76	56,84	53,90	56,40
		41,8	52,96	59,50	55,6	43,12
Kadar Air		11,6	11,82	18	6,72	25,58
$w (\%) = (W_4 - W_5) / (W_5 - W_3) \times 100$		16,04	18,43	18,91	26,06	18,91
		14,46	17,53	17,97	25,75	22,64
Kadar Air Rata-rata		14,03	15,92	18,29	19,51	22,37
Berat Volume Tanah Basah (γ)		4,27	4,50	4,75	3,70	4,56
$\gamma = (W_2 - W_1) / V$						
Berat Isi Tanah Kering Kompaksi						
$\gamma_{dry} = \frac{\gamma}{1 + w}$ g/cm ³		3,74	3,91	4,02	3,10	3,73

3. Unit Weight

Unit weight atau berat volume bertujuan untuk mengetahui berat volume yang ada pada sampel tanah

Berdasarkan pengujian *unit weight* dengan kadar air sebesar 28,053% diperoleh hasil bobot isi jenuh (γ_{sat}) sebesar 1,263 gr/cm³ dan bobot isi kering (γ_{dry}) sebesar 0,986 gr/cm³. Berat volume tanah yang digunakan dalam analisis kestabilan lereng yaitu berat volume tanah basah dengan tujuan untuk menentukan faktor keamanan lereng pada kondisi iklim hujan (Tabel-3).

Sifat Mekanik Tanah

1. Uji Kuat Geser (*Direct Shear*)

Uji kuat geser pada tanah dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan tanah tersebut dalam keadaan bebas sampai dengan keruntuhan. Sampel contoh dari hasil kompaksi kemudian di *remolding* untuk dilakukan uji kuat geser (Tabel-4).

Tabel-3. Hasil Pengujian *Unit Weight* dari Sampel *Remolding*

Uraian		Pengujian No.			Rata-Rata
		1	2	3	
Berat Tanah Basah (W_s)	gr	77,50	89,38	84,36	83,746
Berat Tanah Kering (W_d)	gr	60,64	69,52	66,02	65,393
kadar Air	%	27,80	28,58	27,78	28,053
Berat Volume Tanah Basah (γ)	gr/cm ³	1,17	1,35	1,27	1,263
Berat Volume Tanah Kering (γ_{dry})	gr/cm ³	0,91	1,05	1	0,986

Tabel-4. Hasil Pengujian *Direct Shear*

Jenis Pengujian	#	Unit	DS-01
<i>Direct Shear</i>	ϕ	o	3,8
	C	Kg/cm ²	0,161
	γ_1	gr/cm ³	1,17
Bobot Isi (Jenuh)	γ_2	gr/cm ³	1,35
	γ_3	gr/cm ³	1,27

Geometri Lereng Dengan Metode Bishop

Keadaan geometri lereng memiliki panjang *toe* 2 m, panjang *crest* 5 m, tinggi kemiringan lereng 7 m dan kemiringan lereng 85°. Material propertis dari geometri lereng terdiri dari kohesi 0,161 kg/cm², sudut geser dalam 3,8° dan γ_{sat} sebesar 1,263 gr/cm³. Dari hasil komputasi menggunakan *software GeoStudio* dengan metode Bishop diperoleh nilai FK sebesar 0,126. Faktor keamanan pada lereng tersebut semakin besar nilai sifat fisik maka semakin kecil nilai FK yang diperoleh sehingga berpengaruh pada kestabilan lereng. Selain itu adanya pengaruh dari gaya-gaya yang bekerja pada lereng menyebabkan keadaan lereng menjadi dinamis atau tidak stabil. Ketidakstabilan lereng dipengaruhi oleh lebih besarnya gaya penggerak dibanding gaya penahan sehingga dapat berpotensi terjadinya longsor. Dari hasil yang diperoleh dapat dikatakan bahwa lereng daerah penelitian memiliki kerentanan gerakan tanah yang tinggi karena nilai faktor keamanan $\leq 1,2$ menurut Ward. R, 1987 dalam SNI 13-7124-2005.



Gambar-1. Kenampakan lereng pada lokasi penelitian

KESIMPULAN

Properti material pada sampel tanah untuk analisis kestabilan lereng dari hasil pengujian laboratorium yang dilakukan dalam pengolahan data untuk mendapatkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah. Sifat fisik meliputi *specific gravity*, *compaction standard proctor* dan *unit weight*. Sedangkan sifat mekanik tanah yaitu uji kuat geser (*direct shear*).

Setelah dilakukan perhitungan komputasi dengan menggunakan program *Slope/W* pada *software GeoStudio* dengan metode Bishop dari data-data yang ada, maka telah didapatkan faktor keamanan yaitu sebesar 0,126. Pada faktor keamanan yang didapatkan, sudah dipastikan bahwa

keadaan lereng memiliki kerentanan gerakan tanah yang tinggi karena nilai faktor keamanan $\leq 1,2$ menurut Ward. R, 1987 dalam SNI 13-7124-2005.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Audah, 2017. *Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Slope Mass Rating Dan Metode Stereografis Pada Pit Berenai Pt. Dwinad Nusa Sejahtera (Sumatera Copper And Gold) Kabupaten Musi Rawas Utara Provinsi Sumatera Selatan*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- [2] Arif Irwandi. 2016. *Geoteknik Tambang*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [3] Direktorat Geologi Tata Lingkungan. 2009. *Gerakan Tanah di Indonesia*. Dirjen Pertambangan Umum. Jakarta.
- [4] Fuzi Atiqah. 2019. *Analisis Kestabilan Lereng Front IV Pit Limit Di Area Penambangan Batu Kapur PT. Semen Padang Sumatera Barat*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- [5] Hadi Patkur, 2018. *Implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Proyek-Proyek Transmisi dan Jaringan 150 kV*. Program studi Teknik Sipil, Pasca Sarjana Unsra.
- [6] Hardiyatmo, H.C. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [7] Ibnu Rusydy. 2017. *Analisis Kestabilan Lereng Batu Di Jalan Raya Lhoknga Km 17,8 Kabupaten Aceh Besar*. Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.
- [8] Jack H. Ticoh. 2019. *Analisis Kestabilan Lereng Di Ruas Jalan Raya Manado – Tomohon Km 15*. Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- [9] Novita Tria Putri. 2019. *Analisis Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batu Andesit PT. Ansar Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- [10] Oktaviana Saputri, 2018. *Analisis Kestabilan Lereng Untuk Sistem Penambangan Overburden (Soil) Di Area Iup 412 Ha Bukit Tajarang Indarung PT. Semen Padang Sumatera Barat*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- [11] Qiratul Aini. 2018. *Analisis Kestabilan Lereng Studi Kasus Kelongsoran Ruas Jalan Sicincin-Malalak Km 27.6 Kecamatan Malalak, Kabupaten Agam*. Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- [12] Ririn Tri Murniati, 2020. *Analisis Kestabilan Lereng Pada Tambang Quarry Di Pt. Total Optimal Prakarsa (Top), Desa Peniraman, Kalimantan Barat*. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [13] Riski Adelina Pane. 2019. *Karakterisasi Massa Batuan dan Analisis Kestabilan Lereng Untuk Evaluasi Geometri Lereng di Pit Barat Tambang Terbuka PT. AICJ (Allied Indo Coal Jaya) Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat*. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

- [14] Sari Melati. 2019. *Analisis Kestabilan Lereng Bekas Tambang Tanah Urug Di Gunung Kupang Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan*. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.
- [15] Violetta, G. 2014. ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE FELLENIUS (Studi Kasus: Kawasan Citraland). Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.