



Analisis Kestabilan Lereng Pada Bukit Daerah Mlakon, Sambirejo, Prambanan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Metode Bishop

Heza Putra Maulana Aji Sakti ^{*1}, Abdullah Khafid Ma'ruf ¹, Arhananta ¹, Nazwa Khoiratun Hisan ¹, Nur Alif Yusuf Putra Karlina ¹

¹ Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

*e-mail: hezaputra07.hp@gmail.com

Info Artikel

Diserahkan:
17 Juli 2022
Direvisi:
12 Agustus 2022
Diterima:
12 Agustus 2022
Diterbitkan:
20 Agustus 2022

Abstrak

Prambanan merupakan salah satu kawasan di Daerah Istimewa Yogyakarta yang saat ini cukup banyak penduduknya. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan juga kawasan Prambanan merupakan kawasan Wisata, pasti kedepannya akan banyak kegiatan pembangunan sarana prasarana dan juga rumah hunian warga. Sebelum dilakukannya pembangunan, alangkah baiknya untuk mengetahui keamanan dan kestabilan tanah atau lereng di daerah tersebut untuk mengurangi risiko. Data lapangan yang didapat diolah menggunakan Software Slide Rockscience 6.0. untuk mengetahui nilai faktor keamanan. Geologi pada daerah Mlakon, Sambirejo, Prambanan, Sleman, DIY terdiri dari Formasi Semilir yang dicirikan dengan satuan lapili dan tuf. Geomorfologi daerah penelitian terdiri dari bentuk lahan gawir, bentuklahan bukit sisa, perbukitan terkikis, dataran alluvial, dataran limpah banjir, dan tubuh sungai. Struktur yang berkembang di lokasi pengamatan mekanika tanah tidak berkembang dengan baik, sedangkan di lokasi pengamatan mekanika batuan berkembang kekar gerus berpasangan dengan arah orientasi relatif N-S, W-E, dan NW-SE. Karakteristik tanah pada lokasi pengamatan mekanika tanah cukup lembab sehingga pengambilan sampel cukup susah. Karakteristik batuan di lokasi pengamatan mekanika batuan terdiri dari batuan gunungapi berupa lapilli dan di beberapa bagian sudah lapuk. Hasil dari analisa mekanika tanah menggunakan metode bishop menghasilkan nilai FK >1,25 yang berarti lereng stabil. Hasil analisa mekanika batuan menggunakan metode bishop menghasilkan FK <1,25 yang berarti lereng labil atau biasa terjadi longsor.

Kata kunci: bishop, lereng, mekanika batuan, mekanika tanah, Mlakon

Abstract

Prambanan is one of the areas in the Special Region of Yogyakarta which is currently quite a lot of people. Along with the increasing number of residents and also the Prambanan area is a tourist area, surely in the future there will be a lot of infrastructure development activities and also residential houses for residents. Prior to construction, it is better to know the safety and stability of the soil or slopes in the area to reduce the risk. The field data obtained were processed using Slide Rockscience 6.0 Software. to determine the value of the safety factor. The geology of the Mlakon, Sambirejo, Prambanan, Sleman, DIY area consists of the Semilir Formation which is characterized by lapilli and tuff units. The geomorphology of the research area consists of escarpmental landforms, residual hill landforms, eroded hills, alluvial plains, floodplains, and river bodies. The structure that developed at the soil mechanics observation site was not well developed, while at the rock

mechanics observation site developed paired scour joints with the relative orientations of N-S, W-E, and NW-SE. The characteristics of the soil at the location of the soil mechanics observation are quite moist so that sampling is quite difficult. Rock characteristics at the rock mechanics observation location consist of volcanic rock in the form of lapilli and in some parts it is weathered. The results of the soil mechanics analysis using the Bishop's method resulted in a SF value > 1.25 which means the slope is stable. The results of rock mechanics analysis using the Bishop method produce SF < 1.25 which means the slope is unstable or landslides are common.

Keywords: bishop, Mlakon, rock mechanics, slope, soil mechanics

1. Pendahuluan

Prambanan merupakan salah satu kawasan di Daerah Istimewa Yogyakarta yang saat ini cukup banyak penduduknya. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan juga kawasan Prambanan merupakan kawasan Wisata, pasti kedepannya akan banyak kegiatan pembangunan sarana prasarana dan juga rumah hunian warga. Sebelum dilakukannya pembangunan, alangkah baiknya untuk mengetahui keamanan dan kestabilan tanah/lereng di daerah tersebut untuk mengurangi risiko. Tanah longsor merupakan bencana ketiga yang paling sering terjadi di Indonesia setelah bencana gempa bumi dan banjir. Menurut data yang dihimpun oleh Badan Pusat Statistik, pada tahun 2021 di Indonesia terjadi bencana tanah longsor sebanyak 6664 kali. Angka tersebut terbilang sangat besar yang pastinya tidak sedikit memakan korban jiwa (BPS, 2021). Stabilitas tanah pada lereng dapat terganggu akibat pengaruh alam, iklim, dan aktivitas manusia. Longsor terjadi karena ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada lereng atau gaya di daerah lereng lebih besar daripada gaya penahan yang ada di lereng tersebut (Octovian dan Sartje, 2014). Kerusakan yang ditimbulkan akibat longsor ini bukan hanya kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, hilangnya lahan-lahan pertanian, korban jiwa, akan tetapi dapat menyebabkan kerusakan tidak langsung seperti kelumpuhan kegiatan ekonomi di daerah tersebut. Dari uraian di atas, perlu dilakukan penelitian analisis kestabilan lereng pada daerah Prambanan, terutama di daerah Mlakon, Desa Sambirejo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Provinsi DIY guna mengetahui besarnya nilai faktor keamanan untuk menentukan stabil tidaknya lereng. Nilai faktor keamanan nantinya akan digunakan untuk mengidentifikasi kerawanan terjadinya longsor.

2. Metodologi

Dalam penelitian ini, mekanika tanah diuji menggunakan metode Basic Properties Test dan Direct Shear Test. Basic Properties Test merupakan pengujian yang dilakukan guna mencari nilai beberapa parameter, yaitu berat isi tanah basah (γ), berat isi tanah kering (γ_d), dan nilai kadar air. Sedangkan Direct Shear Test atau uji geser langsung digunakan untuk menggambarkan selimut keruntuhan (Failure Envelope). Sedangkan untuk uji mekanika batuan digunakan klasifikasi massa batuan, antara lain RQD (Rock Quality Designation) atau parameter yang dapat menunjukkan kualitas massa batuan sebelum penggalian dilakukan, RMR (Rock Mass Rating) atau klasifikasi geomekanik yang menggabungkan enam parameter yaitu RQD (dengan melakukan pengukuran atau estimasi); jarak antar kekar; keadaan kekar; keadaan air tanah; orientasi kekar; dan kekuatan tekan uniaksial batuan, SMR (Slope Mass Rating) digunakan dalam rekayasa lorong batuan, dan GSI (Geological Strength Index) sebagai cara untuk memfasilitasi penentuan sifat massa batuan keras dan lemah untuk digunakan dalam rekayasa batuan. Analisis kestabilan lereng perlu dilengkapi data faktor keamanan yang didapatkan dari perbandingan antara gaya penahan lereng dengan gaya penggerak lereng tersebut. Faktor keamanan didapatkan dengan menggunakan metode kestabilan lereng Limit Equilibrium Metode Bishop. Metode ini mengabaikan gaya gesek antar irisan dan kemudian mengasumsikan bahwa gaya normal cukup untuk mendefinisikan gaya-gaya antar irisan, dan menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal (Bishop, 1955). Metode bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran

metode ini memiliki beberapa asumsi, diantaranya :

1. Pada metode ini keruntuhan diasumsikan akibat gerakan rotasi dari tanah tersebut yang mana akan untuk menghitung faktor keamanan dari sebuah keruntuhan yang tidak memiliki bidang runtuh berbentuk lingkaran
2. Nilai dari gaya horizontal pada kedua sisi dapat diabaikan karena tidak diketahui nilainya dan sulit untuk dihitung

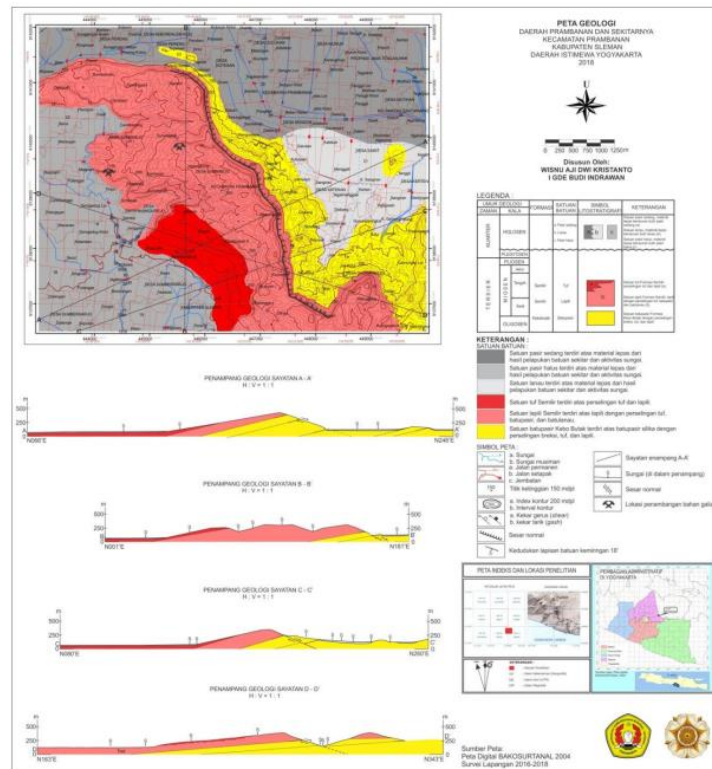
3. Geologi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di koordinat $7^{\circ}47'20.8''\text{S}$ $110^{\circ}31'02.5''\text{E}$ yaitu daerah Mlakon, Desa Sambirejo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Provinsi DIY.



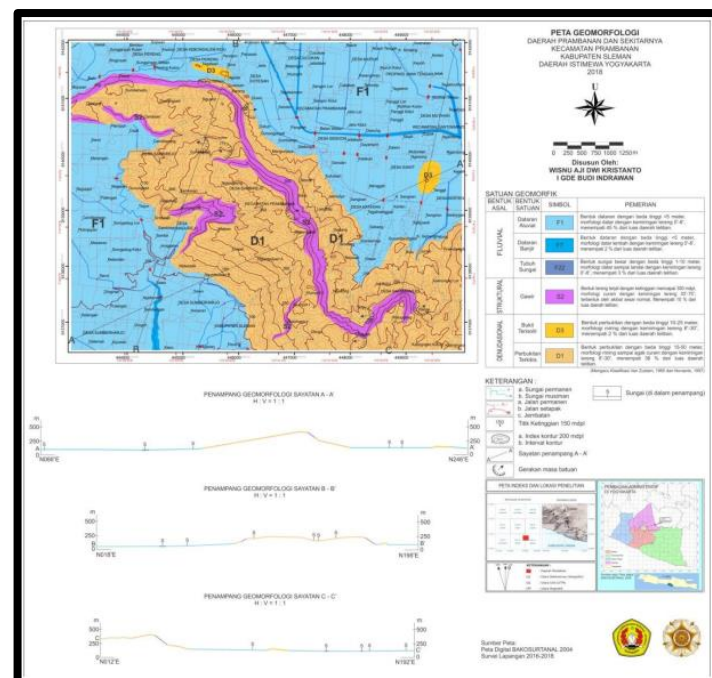
Gambar 1. Lokasi Penelitian

Geologi pada daerah penelitian berdasarkan Peta Geologi daerah Prambanan dan sekitarnya yang dibuat oleh Wisnu Aji dan Budi, 2018 terdiri dari 2 formasi batuan, yaitu Formasi Kebobutak dan Formasi Semilir. Formasi Kebobutak dicirikan dengan satuan batupasir, sedangkan Formasi Semilir dicirikan dengan satuan lapili dan tuf. Daerah penelitian, Daerah Mlakon, tersusun atas litologi batuan Lapili Formasi Semilir.



Gambar 2. Peta Geologi (Wisnu Aji dan Budi, 2018)

Satuan geomorfologi pada daerah penelitian ditentukan berdasarkan penggabungan klasifikasi Van Zuidam (1985) dan Novianto dkk. (1997) dibagi menjadi 3 satuan, Satuan Struktural berupa subsatuan geomorfik gawir; Satuan Denudasional berupa subsatuan geomorfik, bukit sisa, dan perbukitan terkikis; dan Satuan Fluvial berupa subsatuan geomorfik dataran alluvial, dataran banjir, dan tubuh sungai (Wisnu Aji dan Budi, 2018).



Gambar 3. Peta Geomorfologi (Wisnu Aji dan Budi, 2018)

Kondisi geomorfologi pada lokasi pengamatan dibagi menjadi pengamatan mekanika batuan dan pengamatan mekanika tanah. Pada lokasi pengamatan mekanika batuan nilai kemiringan lereng sebesar 78° yang apabila dilakukan rekayasa teknik memiliki kendala besar. Pada lokasi pengamatan mekanika tanah, kemiringan lereng 1 sebesar 68° dan lereng 2 sebesar 55° yang apabila dilakukan rekayasa teknik memiliki cukup kendala dengan karakteristik batuan dan tanah pada dua lokasi pengamatan, mekanika tanah dan batuan, menunjukkan karakteristik yang berbeda.

Tabel 1. Klasifikasi kelerengan (Novianto,dkk., 1997)

Tingkat Kelerengan	Kelerengan	Kemudahan Rekayasa Teknik
Sangat rendah	0-8	Mudah dilakukan
Rendah	8-30	Memiliki sedikit kendala
Menengah	30-70	Memiliki cukup kendala
Tinggi	>70	Memiliki kendala besar

Pada lokasi pengamatan mekanika tanah, struktur geologi terlihat tidak berkembang karena lereng tersusun oleh soil yang sudah tidak dapat menunjukkan struktur dengan baik. pada lokasi pengamatan mekanika batuan, struktur geologi yang dijumpai berupa kekar gerus berpasangan yang memiliki kemenerusan cukup panjang. Kekar gerus berpasangan ini memiliki orientasi relatif N-S, W-E, dan NW-SE.

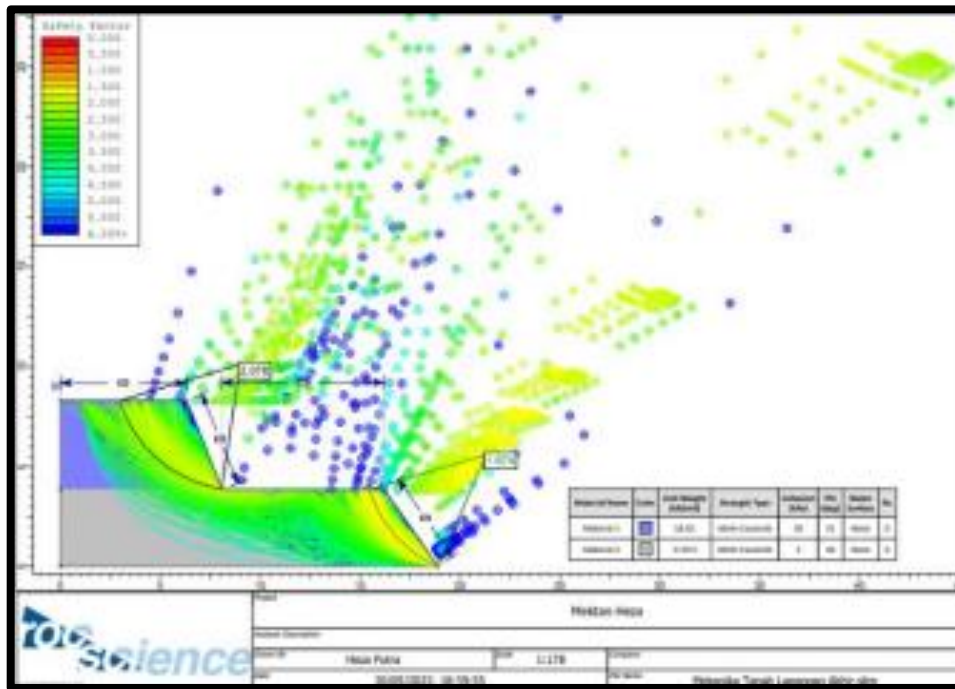
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Mekanika Tanah

Pengamatan lapangan dilakukan untuk mengambil sampel tanah yang akan dianalisis di laboratorium. Uji laboratorium yang dilakukan adalah Basic Properties Test dan Direct Shear Test. Dari hasil uji Basic Properties Test dan direct shear test didapatkan nilai untuk lereng atas, yaitu besar isi (yd) sebesar 18,92 kN/m³, tipe keruntuhan Mohr-Coulumb, nilai kohesi sebesar 20 kPa, sudut geser dalam sebesar 31° . Hasil pengujian laboratorium tersebut dianalisis dengan menggunakan software Slide Rockscience 6.0 dan didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 2,078.

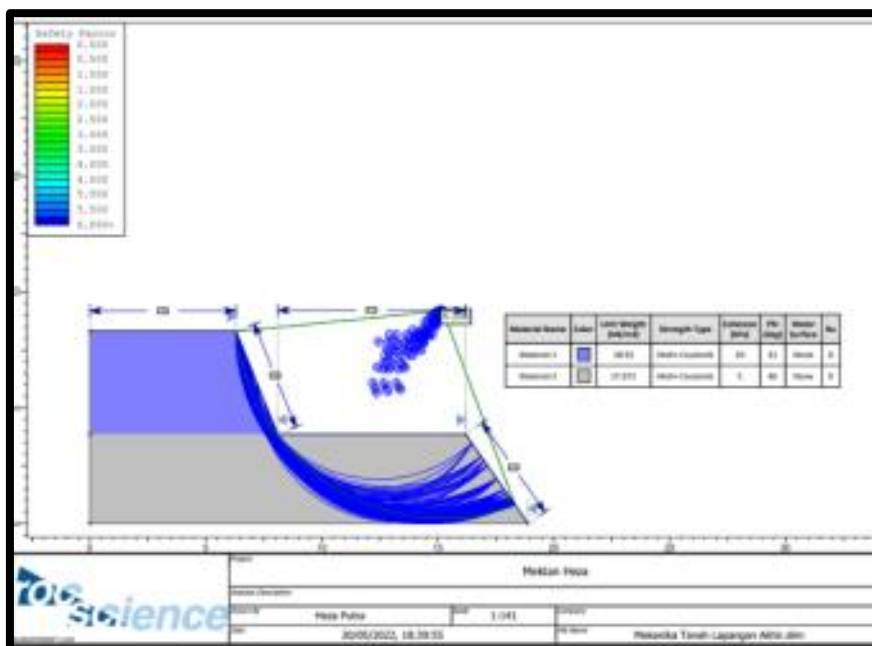


Gambar 4. Singkapan lereng mekanika tanah



Gambar 5. Hasil analisis kestabilan lereng metode bishop

Dari hasil uji Basic Properties Test dan direct shear test didapatkan nilai untuk lereng bawah, yaitu besar isi (yd) sebesar 17,071 kN/m³, tipe keruntuhan Mohr-Coulumb, nilai kohesi sebesar 5 kPa, sudut geser dalam sebesar 46°. Hasil pengujian laboratorium tersebut dianalisis dengan menggunakan software Slide Rockscience 6.0 dan didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,674.



Gambar 6. Hasil analisis kestabilan seluruh lereng metode bishop

Dilakukan analisis juga untuk keseluruhan slope (Overall slope) maka didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 5,583.

4.2. Mekanika Batuan



Gambar 7. Singkapan lereng mekanika batuan

Perhitungan RQD

Tabel 2. Jumlah diskontinuitas dan nilai RQD

Meter				Jumlah Diskontinuitas	RQD	
No	Jarak (m)	Dari	Ke		Nilai(%)	BN
1	0	0	0	5	90.9795	20
2	0.75	0	0.75		90.9795	20
3	0.4	0.75	1.15		90.9795	20
4	0.19	1.15	1.34		90.9795	20
5	0.14	1.34	1.48		90.9795	20
6	0.87	1.48	2.35	10	73.5758	13
7	0.11	2.35	2.46		73.5758	13
8	0.06	2.46	2.52		73.5758	13
9	0.12	2.52	2.64		73.5758	13
10	0.04	2.64	2.68		73.5758	13
11	0.5	2.68	3.18		73.5758	13
12	0.16	3.18	3.34		73.5758	13
13	0.05	3.34	3.39		73.5758	13
14	0.14	3.39	3.53		73.5758	13
15	0.22	3.53	3.75		73.5758	13
16	1.64	3.75	5.39	3	96.3	20
17	0.18	5.39	5.57		96.3	20
18	0.27	5.57	5.84		96.3	20
19	0.4	5.84	6.24	6	87.80976	17
20	0.15	6.24	6.39		87.80976	17
21	0.35	6.39	6.74		87.80976	17
22	0.14	6.74	6.88		87.80976	17
23	0.45	6.88	7.33		87.80976	17
24	0.53	7.33	7.86		87.80976	17

Perhitungan RQD dapat menggunakan rumus :

$$RQD = 100e^{(-0.1\lambda)} (0.1\lambda + 1) \quad (1)$$

Maka didapatkan hasil yaitu :

RQD 1 = 90,9795%

RQD 2 = 73,5758%

RQD 3 = 96,3%

RQD 4 = 87,8097%

RQD rata-rata = 83,6 % (Good / Baik)

Perhitungan dan pembobotan RMR

Tabel 3. Pembobotan parameter RMR 1

Meter				Strenght of Rock			RQD		Jarak antar diskontinuitas	
No	Jarak (m)	Dari	Ke	Uji Schimdt	UCS (Mpa)	BN	Nilai(%)	BN	Nilai (M)	BN
1	0	0	0		49.1	4	90.9795	20	0	5
2	0.75	0	0.75		49.1	4	90.9795	20	0.75	8
3	0.4	0.75	1.15		49.1	4	90.9795	20	0.4	8
4	0.19	1.15	1.34		49.1	4	90.9795	20	0.19	5
5	0.14	1.34	1.48		49.1	4	90.9795	20	0.14	5
6	0.87	1.48	2.35		49.1	4	73.5758	13	0.87	8
7	0.11	2.35	2.46		49.1	4	73.5758	13	0.11	5
8	0.06	2.46	2.52		49.1	4	73.5758	13	0.06	5
9	0.12	2.52	2.64		49.1	4	73.5758	13	0.12	5
10	0.04	2.64	2.68		49.1	4	73.5758	13	0.04	5
11	0.5	2.68	3.18		49.1	4	73.5758	13	0.5	5
12	0.16	3.18	3.34		49.1	4	73.5758	13	0.16	5
13	0.05	3.34	3.39		49.1	4	73.5758	13	0.05	5
14	0.14	3.39	3.53		49.1	4	73.5758	13	0.14	5
15	0.22	3.53	3.75		49.1	4	73.5758	13	0.22	5
16	1.64	3.75	5.39		49.1	4	96.3	20	1.64	8
17	0.18	5.39	5.57		49.1	4	96.3	20	0.18	5
18	0.27	5.57	5.84		49.1	4	96.3	20	0.27	5
19	0.4	5.84	6.24		49.1	4	87.80976	17	0.4	5
20	0.15	6.24	6.39		49.1	4	87.80976	17	0.15	5
21	0.35	6.39	6.74		49.1	4	87.80976	17	0.35	5
22	0.14	6.74	6.88		49.1	4	87.80976	17	0.14	5
23	0.45	6.88	7.33		49.1	4	87.80976	17	0.45	5
24	0.53	7.33	7.86		49.1	4	87.80976	17	0.53	5

Tabel 4. Pembobotan parameter RMR 2

Kondisi Diskontinuitas										BN Kondisi Diskontinuitas	Kondisi Air tanah			RMR	
Panjang		Bukaan		Kekasaran		Isian		Pelapukan			Nilai	Kondisi	BN	Nilai Total	Kategori
Nilai (m)	BN	Nilai (mm)	BN	Nilai	BN	Nilai	BN	Kondisi	BN						
0.4	6	1	4	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	68	II (Good)
4	2	2	1	Kasar	5	None	6	Moderately	3	17	0	Completely Dry	15	64	II (Good)
0.7	6	1	4	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	71	II (Good)
0.4	6	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	26	0	Completely Dry	15	70	II (Good)
0.6	6	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	26	0	Completely Dry	15	70	II (Good)
2.5	4	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	64	II (Good)
1	4	1	4	Kasar	5	None	6	Moderately	3	22	0	Completely Dry	15	59	III (Fair)
0.24	6	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	26	0	Completely Dry	15	63	II (Good)
0.65	6	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	26	0	Completely Dry	15	63	II (Good)
1.48	4	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	61	II (Good)
2	4	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	61	II (Good)
3	4	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	61	II (Good)
1.3	4	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	61	II (Good)
0.9	6	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	26	0	Completely Dry	15	63	II (Good)
0.67	6	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	26	0	Completely Dry	15	63	II (Good)
2.5	4	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	71	II (Good)
0.6	6	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	26	0	Completely Dry	15	70	II (Good)
1	4	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	68	II (Good)
2	4	0	6	Kasar	5	None	6	Moderately	3	24	0	Completely Dry	15	65	II (Good)
0.5	6	0	6	Kasar	5	None	6	Slightly	5	28	0	Completely Dry	15	69	II (Good)
0.55	6	0	6	Kasar	5	None	6	Slightly	5	28	0	Completely Dry	15	69	II (Good)
0.6	6	0	6	Kasar	5	None	6	Slightly	5	28	0	Completely Dry	15	69	II (Good)
1	4	0	6	Kasar	5	None	6	Slightly	5	26	0	Completely Dry	15	67	II (Good)
0.63	6	0	6	Kasar	5	None	6	Slightly	5	28	0	Completely Dry	15	69	II (Good)

Tabel di atas menunjukkan nilai parameter-parameter RMR dari data yang didapatkan di lapangan. Untuk pembobotan berdasarkan klasifikasi Bieniawski, 1989. Nilai RMR yang didapatkan dari hasil

penjumlahan seluruh parameter lalu di rata-rata menghasilkan nilai 65,8 yang termasuk ke dalam kelas II dengan kategori baik.

Tabel 5. Klasifikasi pembobotan parameter RMR

PARAMETER		Range of values // ratings				
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index	> 10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa
		Uniaxial compressive strength	> 250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa
	RATING		15	12	7	4
2	Drill core quality RQD		90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%
	RATING		20	17	13	8
3	Spacing of discontinuities		> 2 m	0.6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm
	RATING		20	15	10	8
4	Condition of discontinuities	Length, persistence	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m
		RATING	6	4	2	1
		Separation	none	< 0.1 mm	0.1 - 1 mm	1 - 5 mm
		RATING	6	5	4	1
		Roughness	very rough	rough	slightly rough	smooth
		RATING	6	5	3	1
		Infilling (gouge)	none	Hard filling	Soft filling	
			-	< 5 mm	> 5 mm	< 5 mm
		RATING	6	4	2	2
		Weathering	unweathered	slightly w.	moderately w.	highly w.
		RATING	6	5	3	1
5	Ground water	Inflow per 10 m tunnel length	none	< 10 litres/min	10 - 25 litres/min	25 - 125 litres/min
		p_w / σ_1	0	0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5
		General conditions	completely dry	damp	wet	dripping
	RATING		15	10	7	4

Perhitungan dan pembobotan SMR

Tabel 6. Pembobotan parameter SMR 1

No	Meter		RMR	Lereng			Jenis Keruntuhan	Diskontinuitas	
	Dari	Ke		Strike	Dip	Dip Direction		Strike/Trend	Dip/Plunge
1	0	0	68	245	62	335	Hoek & Brown	290	68
2	0	0.75	64	245	62	335	Hoek & Brown	288	85
3	0.75	1.15	71	245	62	335	Hoek & Brown	280	85
4	1.15	1.34	70	245	62	335	Hoek & Brown	285	71
5	1.34	1.48	70	245	62	335	Hoek & Brown	174	85
6	1.48	2.35	64	245	62	335	Hoek & Brown	295	80
7	2.35	2.46	59	245	62	335	Hoek & Brown	160	75
8	2.46	2.52	63	245	62	335	Hoek & Brown	240	87
9	2.52	2.64	63	245	62	335	Hoek & Brown	120	70
10	2.64	2.68	61	245	62	335	Hoek & Brown	175	75
11	2.68	3.18	61	245	62	335	Hoek & Brown	303	88
12	3.18	3.34	61	245	62	335	Hoek & Brown	180	80
13	3.34	3.39	61	245	62	335	Hoek & Brown	130	57
14	3.39	3.53	63	245	62	335	Hoek & Brown	120	58
15	3.53	3.75	63	245	62	335	Hoek & Brown	220	75
16	3.75	5.39	71	245	62	335	Hoek & Brown	298	85
17	5.39	5.57	70	245	62	335	Hoek & Brown	120	20
18	5.57	5.84	68	245	62	335	Hoek & Brown	120	54
19	5.84	6.24	65	245	62	335	Hoek & Brown	121	40
20	6.24	6.39	69	245	62	335	Hoek & Brown	295	73
21	6.39	6.74	69	245	62	335	Hoek & Brown	140	36
22	6.74	6.88	69	245	62	335	Hoek & Brown	188	75
23	6.88	7.33	67	245	62	335	Hoek & Brown	110	14
24	7.33	7.86	69	245	62	335	Hoek & Brown	120	55

Tabel 7. Pembobotan parameter SMR 2

Δ Strike	Nilai F1	Nilai F2	Δ Dip	Nilai F3	Nilai F4	SMR	
						Nilai	Kelas
45	0.15	1	6	0	0	68	II (Good)
43	0.15	1	23	0	0	64	II (Good)
35	0.15	1	23	0	0	71	II (Good)
40	0.15	1	9	0	0	70	II (Good)
71	0.15	1	23	0	0	70	II (Good)
50	0.15	1	18	0	0	64	II (Good)
85	0.15	1	13	0	0	59	III (Normal)
5	0.85	1	25	0	0	63	II (Good)
125	0.15	1	8	0	0	63	II (Good)
70	0.15	1	13	0	0	61	II (Good)
58	0.15	1	26	0	0	61	II (Good)
65	0.15	1	18	0	0	61	II (Good)
115	0.15	1	-5	0	0	61	II (Good)
125	0.15	1	-4	0	0	63	II (Good)
25	0.4	1	13	0	0	63	II (Good)
53	0.15	1	23	0	0	71	II (Good)
125	0.15	0.4	-42	0	0	70	II (Good)
125	0.15	1	-8	0	0	68	II (Good)
124	0.15	0.85	-22	0	0	65	II (Good)
50	0.15	1	11	0	0	69	II (Good)
105	0.15	1	-26	0	0	69	II (Good)
57	0.15	1	13	0	0	69	II (Good)
135	0.15	1	-48	0	0	67	II (Good)
125	0.15	1	-7	0	0	69	II (Good)

$$SMR = RMR_{basic} + (F1.F2.F3)+F4 \quad (2)$$

Tabel di atas menunjukkan nilai parameter-parameter SMR (Nilai F1,F2,F3, dan F4) dari data yang didapatkan di lapangan. Untuk pembobotan berdasarkan klasifikasi Singh & Goel,2011. Nilai SMR yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan rumus di atas terhadap seluruh parameter lalu di rata-rata menghasilkan nilai 65,8 yang termasuk ke dalam kelas II dengan kategori baik.

Tabel 8. Pembobotan F1,F2, dan F3 untuk SMR (Romana, 1985)

TABLE 18.1 Values of Adjustment Factors for Different Joint Orientations						
Case of slope failure		Very favorable	Favorable	Fair	Unfavorable	Very unfavorable
P	$ \alpha_1 - \alpha_j $	$>30^\circ$	$30-20^\circ$	$20-10^\circ$	$10-5^\circ$	$<5^\circ$
T	$ \alpha_1 - \alpha_j - 180^\circ $					
W	$ \alpha_1 - \alpha_j $					
P/W/T	F_1	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
P	$ \beta_j $	$<20^\circ$	$20-30^\circ$	$30-35^\circ$	$35-45^\circ$	$>45^\circ$
W	$ \beta_j $					
P/W	F_2	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
T	F_2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P	$ \beta_1 - \beta_j $	$>10^\circ$	$10-0^\circ$	0°	$0 - (-10^\circ)$	$<-10^\circ$
W	$ \beta_1 - \beta_j $					
T	$ \beta_1 + \beta_j $	$<110^\circ$	$110-120^\circ$	$>120^\circ$	—	—
P/W/T	F_3	0	-6	-25	-50	-60

P, planar failure; T, toppling failure; W, wedge failure; α_1 , slope strike; α_j , joint strike; α_p , plunge direction of line of intersection; β_1 , slope dip; β_j , joint dip (see Figure 18.1); β_p , plunge of line of intersection.
Source: Romana, 1985.

Tabel 9. Pembobotan F4 untuk SMR (Romana, 1985)

TABLE 18.2 Values of Adjustment Factor F_4 for Method of Excavation	
Method of excavation	Value of F_4
Natural slope	+15
Pre-splitting	+10
Smooth blasting	+8
Normal blasting or mechanical excavation	0
Poor blasting	-8

Source: Romana, 1985.

Nilai sudut lereng yang disarankan dapat menggunakan klasifikasi Laubscher (1975) yang menggunakan nilai RMR. Nilai RMR yang didapatkan adalah sebesar 65,8, dengan begitu sudut lereng yang disarankan adalah sebesar 65° .

Tabel 10. Hubungan SMR dan RMR (Laubscher, 1975)

Nilai RMR	Sudut lereng yang disarankan
81 – 100	75°
61 – 80	65°
41 – 60	55°
21 – 40	45°
0 – 20	35°

Nilai maksimal sudut lereng yang aman dapat menggunakan persamaan Hall (1985) :

$$SMR = 0,65 \times 65,8 + 25 = 67,76$$

Nilai maksimal sudut lereng yang aman dapat dicari juga menggunakan persamaan Orr (1992) :

$$SMR = 35 \ln 65,8 - 71 = 75,52$$

Dari nilai SMR yang didapatkan, dapat diklasifikasikan menurut Romana, 1985 dan termasuk ke dalam kelas II dengan kondisi lereng stabil.

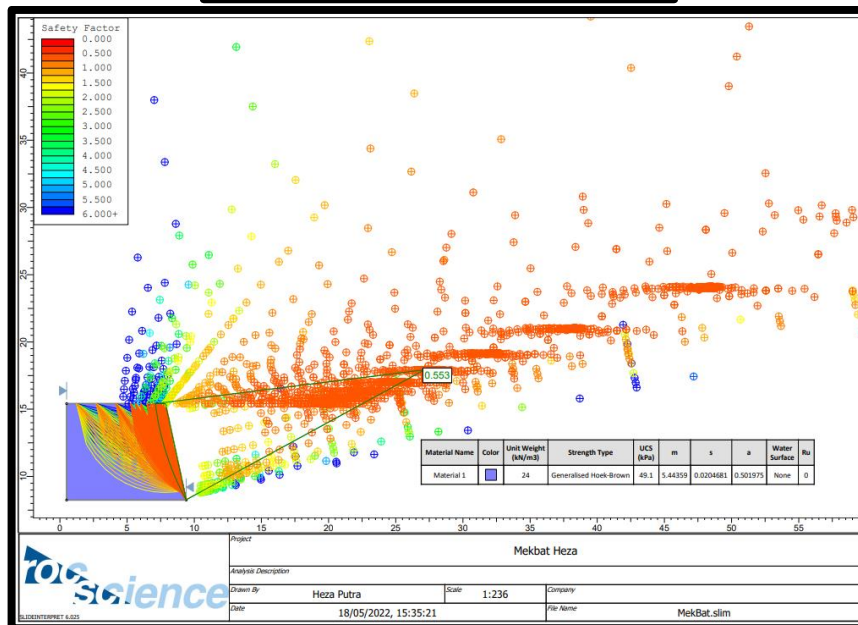
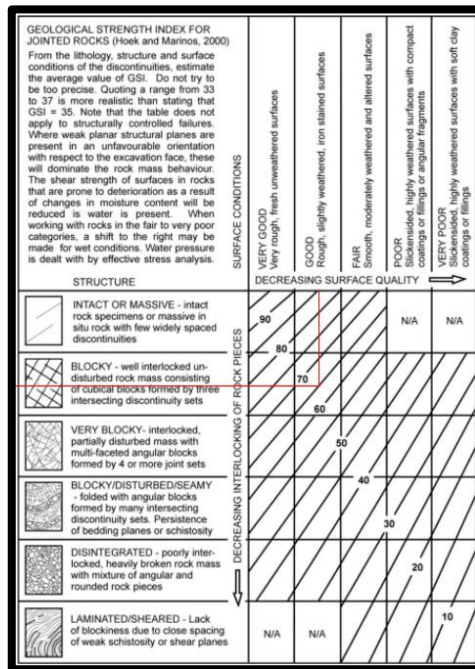
Tabel 11. Klasifikasi SMR (Romana,1985)

SMR	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
Class	V	IV	III	II	I
Description	Very Bad	Bad	Normal	Good	Very Good
Stability	Completely Unstable	Unstable	Partially Stable	Stable	Completely Stable
Failures	Big Planar or Soil Like	Planar or Big Wedges	Some Joints or Many Wedges	Some Blocks	None
Support	Reexcavation	Important Corrective	Systematic	Occasional	None

Pembobotan GSI

Berdasarkan kenampakan singkapan lereng batuan yang diamati, kenampakan permukaan bidang diskontinuitasnya baik dan memiliki struktur Very blocky sehingga didapatkan nilai GSI sebesar 65°

Tabel 11. Klasifikasi GSI (Hoek,dkk.. 1998)



Gambar 9. Hasil analisis kestabilan lereng mekanika batuan metode Bishop

5. Diskusi

Tabel 12. Hubungan nilai FK dengan intensitas kelongsoran (Bowles,1991)

Nilai Faktor Keamanan (FK)	Kejadian / Intensitas Longsor
$FK < 1,07$	Longsoran terjadi biasa/sering (kelas labil)
FK antara 1,07 – 1,25	Longsoran pernah terjadi (kelas kritis)
$FK > 1,25$	Longsoran jarang terjadi (kelas stabil)

Dari hasil analisis mekanika tanah didapat nilai FK sebesar 2.078 yang berarti menurut tabel diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa daerah penelitian jarang terjadi longsoran dan termasuk kelas stabil. Di sisi

lain dari hasil analisis batuan didapat nilai FK sebesar 0.553 yang berarti menurut tabel diatas termasuk daerah yang sering/biasa terjadi longsor dan termasuk dalam kelas labil.

Berdasarkan hasil analisis kestabilan lereng, didapatkan nilai RMR, nilai SMR dan nilai maksimal lereng yang disarankan. Untuk mekanika batuan, lerengnya memiliki kemiringan sebesar 78° , sedangkan untuk sudut lereng yang disarankan dengan nilai RMR sebesar 65,8 adalah 65° . Hal ini dapat memicu terjadinya tanah longsor. Adapun cara yang dilakukan untuk menanggulangi longsor yaitu :

1. Stabilitas tanah
2. Pemadatan
3. Penambatan
4. Drainase

Dengan hal ini, maka perlu diadakanya kegiatan mitigasi yang merupakan tahap awal penanggulangan bencana alam untuk mengurangi atau memperkecil dampak dari suatu bencana. Dari faktor penggunaan lahan, upaya mitigasi dapat dilakukan dengan memperhatikan tata ruang wilayah pada daerah – daerah yang berpotensi tanah longsor. Sedangkan untuk faktor kelerengan, upaya mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi beban lereng dengan tidak membangun permukiman (Mubekti dan Fauziah, 2008)

6. Kesimpulan

Dari hasil yang didapatkan dari proses analisis kestabilan lereng mekanika tanah dan mekanika batuan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Analisis mekanika tanah menggunakan metode Bishop dihasilkan nilai FK untuk lereng atas sebesar 1,435 yang berarti lereng stabil (Bowles, 1991), sedangkan untuk lereng bawah memiliki nilai FK sebesar 1,78 yang berarti lereng stabil (Bowles, 1991). Untuk lereng keseluruhan memiliki nilai FK sebesar 5,769 yang berarti lereng stabil (Bowles, 1991).
2. Hasil analisa mekanika batuan, didapatkan hasil sebagai berikut :
 - RQD : 83,6% (Baik)
 - RMR : 65,8 (II/Baik)
 - SMR : 65,8 (II/Baik)
 - SMR (Laubscher,1975) : 65°
 - SMR (Hall, 1985) : $67,76^\circ$
 - SMR (Orr,1992) : $75,52^\circ$
3. Hasil analisa mekanika batuan metode Bishop didapatkan nilai FK sebesar 0,553 yang berarti lereng labil atau biasa terjadi longsor (Bowles,1991)

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kami ucapkan kepada kedua orang tua kami yang selalu mendukung kami dalam setiap penelitian. Terimakasih juga kami ucapkan kepada teman-teman Antasena Research Group yang telah membantu kami dalam pengambilan dan pengolahan data.

Daftar Pustaka

- [1] A. Luriyanto, I. Maulana, S. Prabandiyani, dan I. D. Atmanto, “ANALISIS STABILITAS LERENG DAN ALTERNATIF PENANGANANNYA : STUDI KASUS LONGSORAN PADA

- RUAS JALAN PRINGSURAT KM. MGL. 22+631-22+655 KABUPATEN TEMANGGUNG,” Jurnal Karya Tekmik Sipil, vol. 3, no. 4, 2014, Halaman 861 - 889. [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- [2] Abbas, Syed Muntazir, dan Konietzky, Habil Heinz. 2017. *Rock Mass Classification System*. Pakistan : TU Bergakademie Freiberg, Geotechnical Institute, and National Centre of Excellence in Geology, University of Peshawar
 - [3] B. Caesar Mahaputra Beko dkk., “ANALISIS KUALITAS MASSA BATUAN DENGAN METODE ROCK MASS RATING (RMR) PADA BATUGAMPING.” *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IX 2021*.
 - [4] B. Sulisty, “PERANAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM MITIGASI BENCANA TANAH LONGSOR,” Seminar Nasional Mitigasi Bencana Dalam Perencanaan Pengembangan Wilayah. doi: 10.13140/RG.2.2.16705.97128.
 - [5] D. Pasole, J. Patanduk, I. Lie Keng Wong, “Analisis Stabilitas Lereng Disposal Menggunakan Metode Bishop, Janbu, dan Ordinary.” *Paulus Civil Engineering Journal* vol. 2, no. 3, 2020. [Online]. Available: <http://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcej>
 - [6] Darwis. 2018. *Dasar-Dasar Mekanika*. Yogyakarta : Pena Indis
 - [7] Hardiyatmo, Hary Christady. 2018. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
 - [8] Mubekti dan F. Alhasanah, “MITIGASI DAERAH RAWAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN TEKNIK PEMODELAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS,” *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 9, no. 2, hal 121 – 129, 2008.
 - [9] N. Amri, D. Dharmawansyah, dan Hermansyah, “PERBANDINGAN METODE BISHOP DAN JANBU DALAM ANALISIS STABILITAS LERENG PADA OPRIT JEMBATAN LABU SAWO SUMBAWA,” *Journal of Civil Engineering and Planning*, vol. 2, no. 1, 2021.
 - [10] O. A. Cherianto Parluhutan Rajagukguk Turangan dan S. Monintja, “ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE BISHOP (Studi Kasus: Kawasan Citraland sta.1000m),” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 2, no. 3, pp. 139–147, 2014.
 - [11] R. Palebangan, A. E. Turangan, dan L. D. K. Manaroinson, “ANALISIS KESTABILAN LERENG METODE BISHOP/TRIANGLE (STUDI KASUS : KAWASAN MANADO BYPASS),” *Tekno* vol. 15, no. 68, 2017.
 - [12] Rai, Made Astawa, dkk. 2014. *Mekanika Batuan*. Bandung : Penerbit ITB.
 - [13] S. Herman, dan I. N. P. Permanasari, “ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE BISHOP DAN SOFTWARE STABLE 9.03 DI JALUR WISATA PANTAI KABUPATEN PESAWARAN,” *Journal of Science and Applicative Technology*, vol. xx, pp. xx–xx, doi: 10.35472/x0xx0000.
 - [14] Silvia, Syahputra, Ridha. 2019. Analisa Stabilitas Tebing Dengan Menggunakan Metode Bishop Berbasis Program Rockscience Slide Versi 6.020. *SEMDI UNAYA*, 489 – 495, Desember 2019.
 - [15] Soedarmo, G Djatmiko dan Purnomo, S J Edy. 1993. *Mekanika Tanah 1*. Malang : Penerbit Kanisius.
 - [16] Van Bemmelen, R. V. 1949. *The Geology of Indonesia*, Vol. 1A. Government Printing Office, The Hague, 732.
 - [17] W. A. D. Kristanto, dan I G. B. Indrawan, “KARAKTERISTIK GEOLOGI TEKNIK DAERAH PRAMBANAN DAN SEKITARNYA, KECAMATAN PRAMBANAN, KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA,” *KURVATEK* vol. 3, no. 2, pp. 21–29, 2018.