



ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE BISHOP PADA PENGGALIAN PASIR DI KELURAHAN KALUMATA KECAMATAN TERNATE SELATAN

Nurul Muzdalifah^{1*}, Arbi Haya², Firman³ dan George Belly Sahetapy⁴

¹⁻⁴Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

*Corresponding author: nurulmuzdalifah@gmail.com

Article History

Received : 3 September 2022

Revised : 21 September 2022

Accepted : 1 Oktober 2022

Abstrak

Pada Penggalian Pasir di Kelurahan Kalumata Kecamatan Ternate Selatan terdapat lereng dengan kondisi tidak aman yakni diketahui dari kenampakan langsung lereng tersebut yang memiliki kemiringan dan ketinggian yang sangat besar. Kestabilan lereng dapat diketahui dengan menghitung nilai faktor keamanan terhadap pengaruh muka air tanah. Metode analisis kestabilan lereng yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode bishop. Metode Bishop bekerja berdasarkan prinsip keseimbangan batas yaitu menghitung kekuatan geser yang akan mempertahankan kemantapan, dibandingkan dengan besarnya tegangan geser yang bekerja. Hasil dari perhitungan faktor keamanan lereng berdasarkan pendekatan muka air tanah dari Hoek dan Bray kondisi lereng kering memperoleh FK perhitungan slide 0.826 sedangkan FK perhitungan manual 0.844, kondisi lereng setengah jenuh memperoleh FK perhitungan slide 0.825 sedangkan FK perhitungan manual 0.830 dan kondisi lereng jenuh memperoleh FK perhitungan slide 0.800 sedangkan FK perhitungan manual 0.806 menunjukkan bahwa lereng pada lokasi penggalian pasir di Kalumata berada pada kondisi tidak aman karena nilai FK <1.3 berdasarkan ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik.

Kata kunci: Bishop, Faktor Keamanan, Kalumata, Kondisi Lereng, Faktor Keamanan

Abstract

In sand excavation in Kalumata, South Ternate, there are slopes with unsafe conditions, which are known from the direct appearance of the slopes which have very large slopes and heights. The stability of the slope can be determined by calculating the value of the safety factor on the influence of the groundwater level. The slope stability analysis method used in this study is the Bishop method. Bishop's method works based on the principle of limit equilibrium, which is to calculate the shear strength that will maintain stability, compared to the magnitude of the shear stress that works. The results of the calculation of the slope safety factor based on the groundwater level approach from Hoek and Bray dry slope conditions obtained SF for slide calculations 0.826 while SF for manual calculations is 0.844, semi-saturated slope conditions obtained SF for slide calculations 0.825 while SF for manual calculations is 0.830 and saturated slope conditions obtained SF calculations slide 0.800 while the SF manual calculation is 0.806 showing that the slopes at the sand excavation site in Kalumata are in an unsafe condition because of the SF value is <1.3 based on Ministerial Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources Number 1827 K/30/M/2018 regarding implementing Guidelines on Good Mining Pra

Keywords: Bishop's, Kalumata, Safety Factor, Slope Conditions

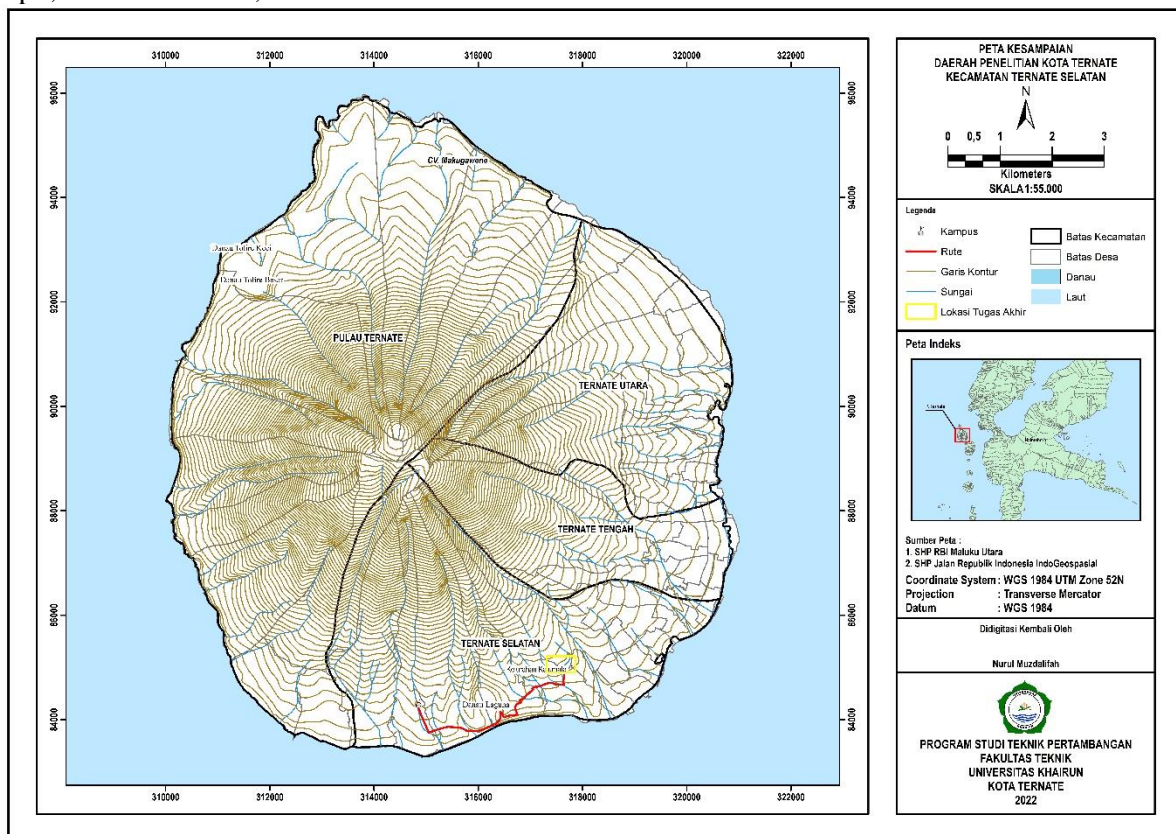
1. Pendahuluan

Pada Penggalian Pasir di Kelurahan Kalumata Kecamatan Ternate Selatan terdapat lereng dengan kondisi tidak aman yakni diketahui dari kenampakan langsung lereng tersebut yang memiliki kemiringan dan ketinggian yang sangat besar. Kestabilan lereng dapat didefinisikan sebagai ketahanan blok diatas suatu permukaan miring diukur dari garis horizontal terhadap runtuh dan gelinciran [1]. Lereng dapat terbentuk secara alami maupun buatan manusia. Lereng yang tidak stabil sangatlah berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu analisis kestabilan lereng sangat diperlukan. Ukuran kestabilan lereng yang dapat diketahui dengan menghitung nilai faktor keamanan. Faktor keamanan merupakan perbandingan antara gaya penahan pada lereng yang membuat tetap stabil, dengan gaya penggerak yang menyebabkan terjadinya longsor. Umumnya stabil atau tidaknya suatu lereng tergantung dari beberapa faktor yaitu, geometri lereng, sifat fisik dan mekanik tanah, serta pengaruh muka air tanah. Metode kestabilan lereng yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode

Bishop. Metode Bishop bekerja berdasarkan prinsip keseimbangan batas yaitu menghitung kekuatan geser yang akan mempertahankan kemantapan, dibandingkan dengan besarnya tegangan geser yang bekerja. Kondisi kestabilan lereng dalam metode kesetimbangan batas dinyatakan dalam angka faktor keamanan [2]. Ukuran kestabilan lereng diketahui dengan menghitung faktor keamanan, berdasarkan ketentuan dari ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 lereng yang aman memiliki nilai faktor keamanan yaitu >1,3 [3]. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian dilakukan karena adanya lereng akibat kegiatan penggalian pasir yang berpotensi menyebabkan longsor, sehingga perlu dilakukan penelitian yang berjudul “Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop pada Pengalihan Pasir di Kelurahan Kalumata Kecamatan Ternate Selatan”.

2. Metode

Penelitian dilakukan pada Penggalian Pasir di Kelurahan Kalumata Kecamatan Ternate Selatan (Gambar 1) dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Khairun Ternate.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah Penelitian [4]

Pada perhitungan Faktor Keamanan Lereng menggunakan metode Bishop. Metode ini diasumsikan gaya-gaya normal bekerja dipusat alas potongan dan ditentukan dengan menguraikan gaya-gaya pada potongan secara vertikal/normal [2].

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [c' b_i + (W_i(1-r_u) \operatorname{tg} \varphi) \left(\frac{1}{\cos \theta_i (1 + \operatorname{tg} \theta_i \operatorname{tg} \varphi / F)} \right)]}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

- F =Faktor Keamanan
- c =Kohesi
- b_i =Lebar Irisan
- W_i=Berat Irisan
- r_u =Rasio Tekanan Air Pori
- φ =Sudut Gesek Dalam
- θ_i =Sudut Irisan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kestabilan Lereng Pada Lokasi Pengalihan Pasir Di Kelurahan Kecamatan Ternate Selatan

Untuk mengetahui kestabilan dari suatu lereng ada beberapa faktor yang harus diketahui yaitu, geometri dari lereng, litologi, sifat fisik dan mekanik tanah.

a. Geometri Lereng

Pengukuran geometri lereng dilakukan dengan mengukur kemiringan, ketinggian dan panjang dari lereng. Pengukuran geometri lereng menggunakan kompas geologi, GPS dan roll meter. Adapun hasil dari pengukuran geometri lereng dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Geometri Lereng [4]

NO	Geometri Lereng	Hasil
1	Kemiringan Lereng	39°
2	Ketinggian Lereng	12 m – 26 m
3	Panjang Lereng	28 m

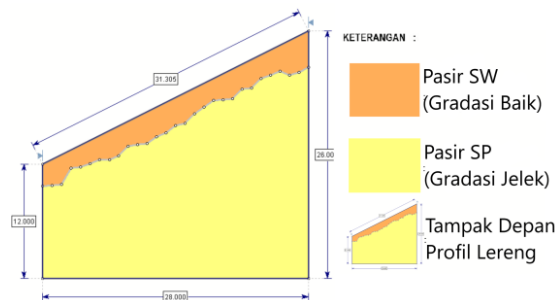
b. Litologi Daerah Penelitian

Litologi pada lokasi penelitian terdiri dari top soil (pasir berlempung) dan pasir. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui ketebalan dari perlapisan litologi pada lokasi penelitian menggunakan roll meter. Hasil dari pengukuran ketebalan litologi lokasi penelitian dari ketebalan terkecil ke terbesar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Ketebalan Litologi Daerah Penelitian [4]

NO	Perlapisan	Ketebalan
1	Pasir SW (Gradasi Baik)	1.1 m – 3.7 m
2	Pasir SP (Gradasi Jelek)	8.2 m – 23.2 m

Hasil dari pengukuran geometri lereng dan pengukuran ketebalan litologi dibuatkan profil lereng lokasi penelitian yang akan digunakan pada perhitungan faktor keamanan lereng. Profil lereng dan perlapisan litologi lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Profil Lereng Dan Perlapisan Litologi Lokasi Penelitian [4]

c. Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium untuk mendapatkan hasil pengujian sifat fisik dan sifat mekanik dari litologi pasir SW (Gradasi Baik) dan pasir SP (Gradasi Buruk). Adapun hasil dari pengujian sifat fisik dan sifat mekanik pada litologi pasir SW dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Pasir SW (Gradasi Baik) [4]

Parameter Sifat Fisik & Mekanik		
Berat Jenis	21.32	kN/m ³
Kohesi	75.33	kN/m ²
Sudut gesek dalam	1.53	°

Adapun hasil dari pengujian sifat fisik dan sifat mekanik pada litologi pasir SP dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Pasir SP (Gradasi Buruk) [4]

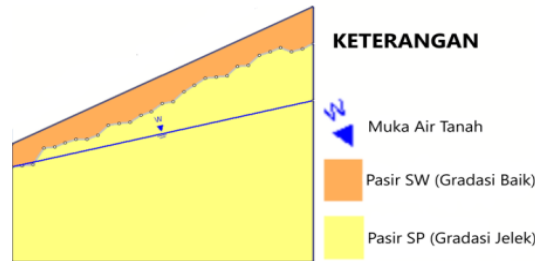
Parameter Sifat Fisik & Mekanik		
Berat Jenis	7.81	kN/m ³
Kohesi	1.95	kN/m ²
Sudut gesek dalam	0.51	°

3.2 Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Pada Lokasi Pengalihan Pasir Di Kelurahan Kecamatan Ternate Selatan

Untuk mengetahui pengaruh muka air tanah terhadap kestabilan lereng ada beberapa faktor yang harus diketahui yaitu, kondisi lereng berdasarkan muka air tanah dan perhitungan FK menggunakan metode Bishop.

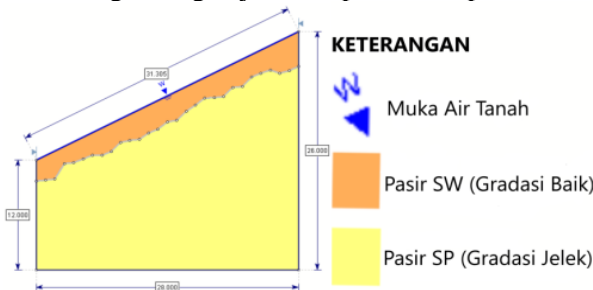
a. Kondisi Lereng Berdasarkan Muka Air Tanah

Kondisi lereng pada lokasi penelitian adalah kondisi lereng kering, untuk mengetahui kondisi lereng setengah jenuh dan kondisi lereng jenuh pada lokasi penelitian digunakan pendekatan muka air tanah [5]. Hasil dari pemodelan kondisi lereng setengah jenuh dapat dilihat pada Gambar 3.



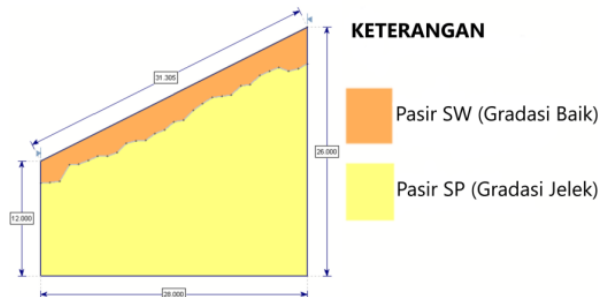
Gambar 3. Kondisi Lereng Setengah Jenuh [4]

Hasil dari pemodelan kondisi lereng setengah jenuh dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kondisi Lereng Jenuh [4]

Pada kondisi lereng kering tidak terdapat muka air tanah. Adapun hasil dari pemodelan kondisi lereng kering dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kondisi Lereng Kering [4]

Hasil pengukuran ketinggian muka air tanah dari tiga kondisi lereng dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Ketinggian Muka Air Tanah [4]

NO	Kondisi Lereng	Tinggi Muka Air Tanah (MAT)
1	Kondisi Lereng Kering	0 m
2	Kondisi Lereng Setengah Jenuh	9.7 m – 16.3 m
3	Kondisi Lereng Jenuh	12 m – 26 m

b. Perhitungan FK Menggunakan Metode Bishop

1. Parameter Irisan

Untuk memperoleh parameter irisan perlu dilakukan pengukuran dari tinggi irisan, sudut irisan, lebar irisan, dan berat dari irisan. Adapun hasil dari parameter irisan pada kondisi lereng kering dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Irisan Kondisi Lereng Kering [4]

R (Jari-jari): 16.5					
No Irisan	H _i		Sudut Irisan (θ)	Lebar Irisan (b_i)	Berat Irisan (w_i)
	H ₁	H ₂			
1	1.6	0	-31°	2.6	88.691
2	2.3	1.7	-19°	2.6	162.014
3	2.8	2.9	-14°	2.6	214.097
4	2.7	5	-2°	2.6	251.196
5	3.1	5.8	8°	2.6	289.614
6	3	6.8	16°	2.6	304.377
7	2.5	7.5	25°	2.6	290.875
8	2.7	6.2	36°	2.6	275.564
9	2.9	5.6	43°	2.6	274.466
10	2.5	4.5	66°	2.6	229.957

Hasil dari parameter irisan pada kondisi lereng setengah jenuh dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Parameter Irisan Kondisi Lereng Setengah Jenuh [4]

R (Jari-jari): 17						
No Irisan	H _i		Sudut Irisan (θ_i)	Lebar Irisan (b_i)	Berat Irisan (w_i)	Muka Air Tanah (H_w)
	H ₁	H ₂				
1	1.6	0	-35	2.7	92.102	0
2	2.3	1.6	-21	2.7	166.136	3.4
3	3	3.2	-9	2.7	240.170	4.1
4	2.8	4.9	10	2.7	264.506	4.8
5	3.1	5.8	8	2.7	300.753	5.5
6	3.1	6.5	18	2.7	315.514	6.1
7	2.4	7.5	27	2.7	296.306	6.9
8	2.9	6.6	38	2.7	306.110	7.5
9	2.9	5.4	50	2.7	280.805	8.3
10	3.4	1.6	68	2.7	229.457	0

Hasil dari parameter irisan pada kondisi lereng jenuh dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Parameter Irisan Kondisi Lereng Jenuh [4]

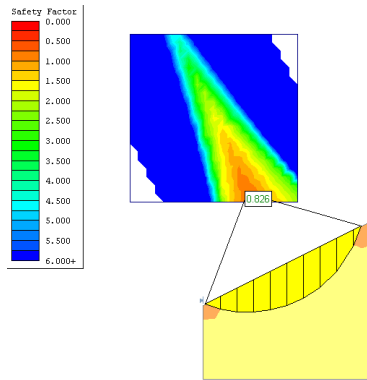
R (Jari-jari): 16.5						
No Irisan	H _i		Sudut Irisan (θ_i)	Lebar Irisan (b_i)	Berat Irisan (w_i)	Muka Air Tanah (H_w)
	H ₁	H ₂				
1	1.6	0	-32°	2.63	89.715	1.6
2	2.2	2	-21°	2.63	164.438	4.2
3	2.8	3.5	-11°	2.63	228.892	6.3
4	2.6	5.2	-4°	2.63	252.596	7.8
5	3	6.1	7°	2.63	293.511	9.1
6	2.9	7.1	17°	2.63	308.444	10
7	2.4	7.8	25°	2.63	294.786	10.2
8	2.9	7.1	37°	2.63	308.444	10
9	2.6	6.2	49°	2.63	173.136	8.8
10	2.7	3.2	65°	2.63	217.122	5.9

2. Perhitungan Faktor Keamanan Manual

Parameter yang dibutuhkan untuk memperoleh FK yaitu, tinggi dari litologi, sudut irisan dan lebar irisan. Sedangkan nilai dari pengujian sifat fisik dan mekanik yaitu densitas, kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ) dari setiap litologi. Hasil dari perhitungan faktor keamanan lereng menggunakan metode Bishop pada kondisi lereng kering, setengah jenuh, dan kondisi lereng jenuh masing-masing diperoleh 0,844, 0,832, dan 0,806. Angka FK perhitungan manual berada pada kondisi tidak aman, kondisi yang aman berada pada angka 1.3 berdasarkan acuan dari ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik [3].

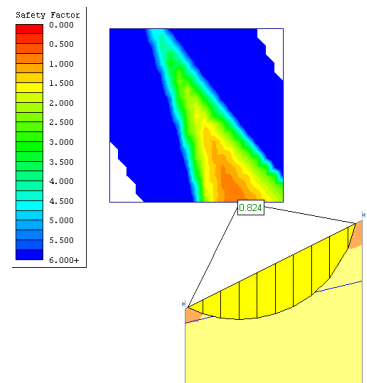
3. Perhitungan FK Software *Rocsience Slide*

Nilai FK pada kondisi lereng kering sebesar 0.826 dimana angka tersebut berada pada kondisi lereng tidak aman, kondisi lereng yang aman berada pada angka >1.3 .



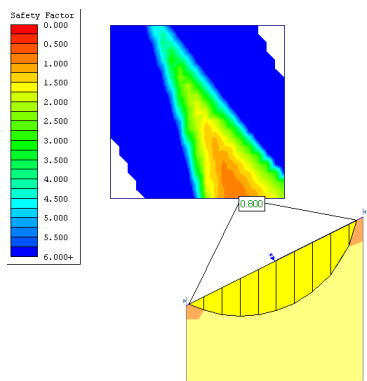
Gambar 6. Nilai Faktor Keamanan Lereng Kondisi Kering [4]

Nilai FK pada kondisi lereng setengah jenuh sebesar 0.824 dimana angka tersebut berada pada kondisi lereng tidak aman, kondisi lereng yang aman berada pada angka >1.3.



Gambar 7. Nilai Faktor Keamanan Lereng Kondisi Setengah Jenuh [4]

Nilai FK pada kondisi lereng jenuh sebesar 0.800 dimana angka tersebut berada pada kondisi lereng tidak aman, kondisi lereng yang aman berada pada angka >1.3.



Gambar 8. Nilai Faktor Keamanan Lereng Kondisi Lereng Jenuh [4]

4. Perbandingan Nilai Faktor Keamanan

Perbandingan nilai faktor keamanan lereng yaitu untuk mengetahui selisih nilai dari nilai faktor keamanan slide dan nilai faktor keamanan manual dengan mendapatkan nilai galat sebagai selisih nilai. Adapun perbandingan nilai FK slide dan FK perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Nilai FK

Kondisi Lereng	FK _{Manual}	FK _{Numerik}	Galat Hampiran	FK _{Acuan}	Kondisi
Kering	0.844	0.826	0.0218	1.3	Tidak Aman
Setengah Jenuh	0.832	0.824	0.0097	1.3	Tidak Aman
Jenuh	0.806	0.800	0.0075	1.3	Tidak Aman

Pada Perhitungan FK secara manual didapatkan hasil lebih tinggi dari perhitungan FK menggunakan *software slide* sehingga terdapat selisih nilai yaitu galat hampiran/error. Nilai galat hampiran didapatkan

dari pengurangan FK manual dan FK *software slide* kemudian dibagi dengan nilai FK slide sehingga didapatkan nilai galat hampiran yang merupakan nilai error/perbandingan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kestabilan lereng dilokasi penggalian pasir berada pada kondisi tidak aman karena memiliki nilai FK <1.3 (ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik). Pada pemodelan numerik kondisi lereng kering memiliki nilai FK 0.826, lereng setengah jenuh memiliki nilai FK 0.824 dan lereng jenuh memiliki nilai FK 0.800. Sedangkan pada perhitungan manual kondisi lereng kering memiliki nilai FK 0.844, lereng setengah jenuh memiliki nilai FK 0.832 dan lereng jenuh memiliki nilai FK 0.806.
2. Keberadaan muka air tanah sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng dimana semakin jenuh kondisi lereng maka semakin rendah kestabilan dari sebuah lereng. Pada kondisi lereng jenuh memiliki nilai FK terendah dan FK tertinggi pada kondisi lereng kering yang tidak memiliki muka air tanah. Pada perhitungan FK menggunakan *software slide* kondisi lereng kering memiliki nilai FK 0.826, lereng setengah jenuh memiliki nilai FK 0.824 dan lereng jenuh memiliki nilai FK 0.800. Sedangkan pada perhitungan manual kondisi lereng kering memiliki nilai FK 0.844, lereng setengah jenuh memiliki nilai FK 0.832 dan lereng jenuh memiliki nilai FK 0.806.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dalam penelitian yang berjudul “Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop Pada Penggalian Pasir Di Kelurahan Kalumata Kecamatan Ternate Selatan”. Ucapan terima kasih disampaikan terutama kepada kelurahan kalumata yang telah memberikan izin melakukan penelitian, kepada Progran Studi Teknik Pertambangan Universitas Khairun yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan arahan serta kesempatan untuk menyelesaikan studi pada Progran Studi Teknik Pertambangan, kepada Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Khairun yang telah memberikan izin dan membantu dalam pengujian di laboratorium.

6. Referensi

- [1] Charles A Kliche, *Rock Slope Stability*, 1999
- [2] Bishop, A.W, *The Use the Slip Circle in the Stability Analisis of Slopes*, Geotechnique ,1955
- [3] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (Nomor 1827 K 30 MEM 2018)
- [4] Muzdalifah Nurul, *Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop Pada Penggalian Pasir Di Kelurahan Kalumata Kecamatan Ternate Selatan*, Universitas Khairun, Skripsi, 2022
- [5] Hoek, E., Bray, J. (1981). *Rock Slope Engineering : Third Edition, The Institution of Mining and Metallurgy*, London, 1981