

Original Research Paper

Analisis Kestabilan Lereng Sekitar Pura Siwa Stana Giri Ambon Dengan Metode *Rock Mass Rating*

Zulfiah¹, Samsul Bahri², Gede Wiratma Jaya³, Aditya Ramadhan², Micky Kololu¹

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

²Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

DOI : <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v7i1.6878>

Sitasi: Zulfiah., Bahri, S., Jaya, G. W., Ramadhan, A., & Kalolu, M. (2024). Analisis Kestabilan Lereng Sekitar Pura Siwa Stana Giri Ambon Dengan Metode *Rock Mass Rating*. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* 7(1)

Article history

Received : 05 Januari 2024

Revised: 02 Maret 2024

Accepted: 25 Maret 2024

*Corresponding Author:

Zulfiah, Universitas Pattimura,
Ambon, Indonesia;

Email: zulfiah.zlfh@gmail.com

Abstract: Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng perbukitan maupun pengunungan. Kota Ambon didominasi wilayah perbukitan sekitar 73%, sehingga termasuk wilayah yang rawan bencana longsor. Wilayah perbukitan yang menjadi perhatian pada kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat adalah bukit yang berada di sekitaran Pura Siwa Stana Giri Ambon. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi massa batuan di sekitar Pura. Hal ini dilakukan sebagai bentuk antisipasi terhadap potensi tanah longsor yang dapat terjadi sewaktu-waktu sebagai akibat tingginya intensitas curah hujan. Kestabilan lereng merupakan suatu kondisi dimana lereng tersebut dalam keadaan yang mantap atau stabil terhadap suatu bentuk dan dimensi lereng. Kegiatan ini terdiri atas dua tahap, yaitu tahap pengamatan dan pengukuran bidang-bidang diskontinuitas di lereng bukit sekita Pura dan pengolahan data di laboratorium. Pengambilan data lapangan menggunakan metode *scanline*. Metode pengolahan data yang digunakan dalam Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini menggunakan pendekatan geologi dengan metode *rock mass rating* (RMR). Kegiatan ini memberikan informasi mengenai kondisi lereng perbukitan sekitar Pura. Berdasarkan hasil analisis, lereng tersebut termasuk dalam kelas III yang tergolong dalam klasifikasi massa batuan dengan tingkat sedang. Adapun nilai RMR adlah 52.

Keywords: Ambon; Kestabilan lereng; Pura; *Rock Mass Rating*; Vulkanik

Pendahuluan

Secara geomorfologi, daerah Ambon tersusun atas morfologi perbukitan dan pedataran. Morfologi perbukitan di Ambon umumnya dibentuk oleh batuan vulkanik, sedangkan morfologi pedataran tersusun atas endapan alluvium dan batugamping terumbu (Tjokrosapoetro dkk., 1994). Morfologi perbukitan tersebut memiliki kemiringan lereng yang landai hingga terjal.

Kondisi topografi wilayah Kota Ambon, meliputi 75% wilayah daratan berbukit sampai berlereng terjal dengan kemiringan di atas 20%

(Kesaulya dkk., 2016), sedangkan wilayah daratan lainnya yang cenderung datar atau landai dengan kemiringan kurang dari 20% sebesar 17% wilayah, serta sisanya sekitar 10% adalah pantai, pesisir dan teluk. Oleh karena itu, banyak pemukiman dan fasilitas ibadah di bangun di daerah perbukitan dengan kemiringan lereng yang terjal di pulau yang kecil, menyebabkan Kota Ambon sangat rawan terhadap bencana alam longsor terutama ketika musim hujan.

Longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi yang umumnya disebabkan oleh faktor topografi (Alkhasawneh dkk., 2013)

yang dapat menyebabkan kerusakan dan bahkan kehilangan nyawa. Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting pada perencanaan lereng (Pesak dkk., 2022). Kajian stabilitas lereng sangat penting untuk mitigasi kegagalan lereng, sehingga dapat mengurangi kerugian, kerusakan harta benda, dan degradasi lingkungan. Oleh sebab itu, analisis stabilitas lereng sangat diperlukan untuk dapat mengetahui tingkat keamanan suatu lereng dan cara penanganannya.

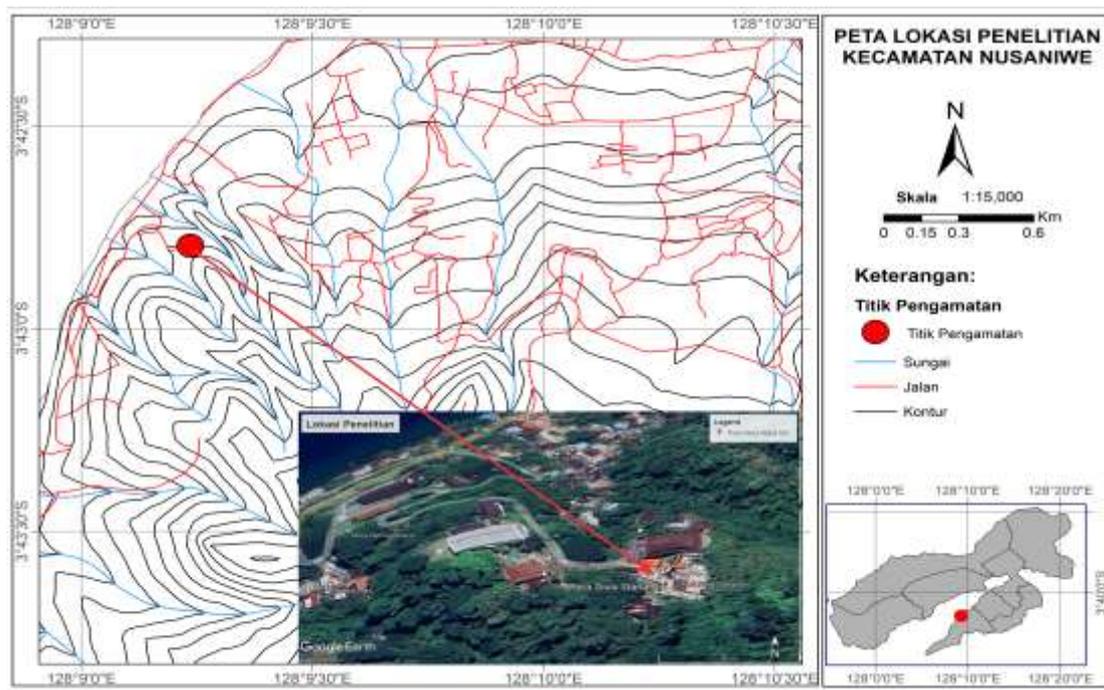
Kejadian longsor dapat disebabkan oleh kondisi geologi sebagai faktor pengontrol dan pengaruh hujan, gempa bumi, aktivitas manusia juga sebagai faktor pemicu terjadinya longsor (Karnawati, 2005 dalam Karnawati dkk., 2007). Faktor utama tingkat kestabilan lereng di alam adalah hadirnya bidang diskontinuitas seperti rekahan, patahan, foliasi, bidang lapisan, dan zona geser pada bagian muka lereng. Orientasi bidang diskontinuitas menjadi salah satu faktor penting dalam evaluasi potensi kestabilan lereng dan jenis longoran (Hoek dan Bray, 1989), dimana terdapat beberapa model seperti *planar*, *membaji*, *toppling* dan *circular* (Wyllie & Wah, 2004).

Menurut Bria dan Isudjarto (2015) ada beberapa faktor yang mempengaruhi kestabilan suatu lereng, yaitu bentuk geometri lereng yang

mencakup kemiringan dan tinggi lereng; struktur geologi batuan seperti adanya sesar atau kekar; kandungan air tanah; berat beban yang ditanggung oleh lereng; sifat fisik seperti porositas; sifat mekanik batuan seperti kuat tekan, tarik, dan geser dalam batuan.

Analisis kestabilan lereng dapat menggunakan metode geofisika dan metode geologi seperti analisis kinematik dan *rock mass classification*. *Rock Mass classification* merupakan salah satu metode klasifikasi massa batuan yang sederhana dalam penggunaannya dan digunakan untuk menentukan kualitas dari suatu massa batuan dengan menggunakan pendekatan *rock mass Robot* (RMR) (Bieniawski, 1989).

Kegiatan pengabdian ini difokuskan pada analisis kestabilan lereng yang berlokasi di belakang Pura Siwa Stana Giri yang bertempat di Kelurahan Nusaniwe, Kecamatan Nusaniwe, Kota Ambon, Maluku atau pada koordinat $3^{\circ} 42' 47.72''$ LS dan $128^{\circ} 09' 14.16''$ BT (Gambar 1). Pura ini dibangun di lereng bukit, sehingga rawan terhadap bencana longsor. Oleh karena itu, penelitian ini merupakan studi awal untuk melihat tingkat keamanan dari lereng bukit tersebut, sehingga pihak pengelola Pura dan masyarakat sekitar memiliki informasi dan bisa mengantisipasi serta menyiapkan proses mitigasi di sekitar Pura.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian yang terletak di Kecamatan Nusaniwe

Metode

Kegiatan ini terdiri atas dua tahap, yaitu tahap observasi dan pengambilan data di lapangan dan tahap analisis data di laboratorium. Pengambilan data menggunakan metode *scanline* dengan mengukur kedudukan dari rekahan-rekahan singkapan di lereng bukit, mencatat semua parameter yang perlukan untuk analisis lebih lanjut. Adapun tahapan dalam metode *scanline* yang dikerjakan di lokasi penelitian, yaitu:

1. Membentangkan meteran sepanjang lebar bukit
2. Mengukur bidang-bidang diskontinuitas seperti sesar maupun kekar. Pada daerah penelitian bidang yang diukur berupa data kekar
3. Mengukur semua parameter yang dibutuhkan, yaitu strike/dip, spasi atau jarak antar kekar, lebar bukaan, isian rekahan, kekasaran, tingkat pelapukan, kondisi air tanah.

4. Mengukur kedudukan atau strike/dip lereng
5. Mengukur tinggi dan lebar lereng yang diamati sebagai objek penelitian.

Parameter-parameter yang telah diambil di lapangan selanjutnya diolah dengan pendekatan *rock mass Bobot* (RMR) (Tabel 1 dan 2). Metode ini mengkalsifikasian massa batuan untuk menentukan kualitas dari batuan dengan menggunakan parameter berupa kondisi bidang diskontinuitas, dalam hal ini data kekar, yang ditampilkan dalam bentuk pembobotan yang diperkenalkan oleh Bieniawski, 1989. Adapun parameter yang digunakan, yaitu (1) kuat tekan batuan, (2) *rock quality designation* (RQD), (3) jarak antar bidang diskontinuitas, dan (4) kondisi diskontinuitas yang meliputi kemenerusan bidang diskontinuitas, lebar bukaan bidang, kekasaran bidang diskontinuitas, ada atau tidaknya material pengisi, tingkat pelapukan, dan kondisi air tanah. Hasil akhir diperoleh klasifikasi massa batumannya.

Tabel 1 Parameter dari identifikasi *rock mass rating* (Bieniawski, 1989)

No	Parameters	Bobot						
1	Kuat tekan batuan (MPa)	<1	1 – 5	5 – 25	25 – 50	50 – 100	100 – 250	>250
	Bobot	0	1	2	4	7	12	15
2	<i>Rock Quality Designation</i> (RQD)	<25%	25 – 50%	50 – 75%	75 – 90%	90 – 100%		
	Bobot	3	8	13	17	20		
3	Jarak diskontinuitas (m)	<0.06	0.06 – 0.2	0.2 – 0.6	0.6 – 2	>2		
	Bobot	5	8	10	15	20		
4	Kondisi diskontinuitas							
	a. Kemenerusan diskontinuitas (m)	<1	1 – 3	3 – 10	10 – 20	>20		
	Bobot	6	4	2	1	0		
	b. Lebar bukaan (mm)	Tidak ada	<0.1	0.1 – 1	1 – 5	>5		
	Bobot	6	5	4	1	0		
	c. Kekasaran	Sangat kasar	Kasar	Agak kasar	Halus	Licin		
	Bobot	6	5	3	1	0		
	d. Material pengisi	Tidak ada	Keras, ketebalan <5 mm	Keras, ketebalan >5 mm	Lunak, ketebalan <5 mm	Lunak, ketebalan >5 mm		
	Bobot	6	4	2	2	0		
	e. Tingkat pelapukan	Tidak lapuk	Sedikit lapuk	Lapuk	Sangat lapuk	Lapuk seluruhnya		
	Bobot	6	4	2	2	0		

	Bobot	6	5	3	1	0
5	Kondisi air tanah	Kering	Lembab	Basah	Menetes	Mengalir
	Bobot	15	10	7	4	0

Tabel 2 Klasifikasi massa batuan berdasarkan *rock mass rating* (Bieniawski, 1989)

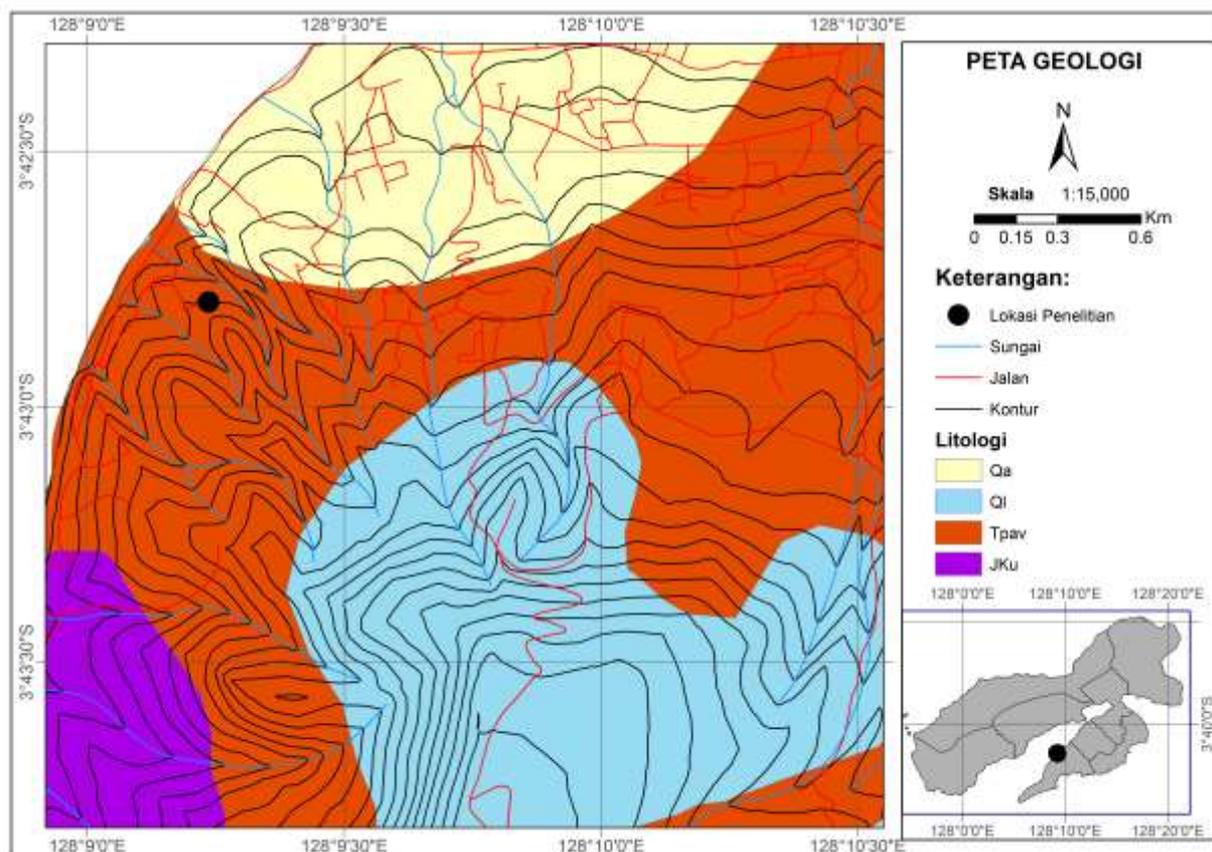
	RMR					
1	Nilai RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	<21
2	Kelas	I	II	III	IV	V
3	Klasifikasi massa batuan	Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
4	Kohesi (kPa)	>400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	<100
5	Sudut geser dalam (ϕ)	>45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	<15

Hasil dan Pembahasan

Geologi Daerah Penelitian

Pura Siwa Giri berlokasi tidak jauh dari kota Ambon, berkisar 5 km dan merupakan tempat ibadah satu-satunya bagi umat Hindu di Ambon. Secara geologi Pura ini di bangun di atas batuan vulkanik yang terbentuk sejak Plio-Plistosen (Tjokrosapoetro et al.,

1993) (Gambar 2). Pada Pliosen terjadi proses vulkanisme yang terbentuk akibat obduksi kerak oseanik terhadap Ambon, Buru, dan Seram sekitar 4.4 Ma ((Linthout & Helmers, 1994; Menziel et al., 1997).



Gambar 2 Peta geologi regional daerah Nusaniwe

Vulkanik Ambon terdiri atas lava andesit, dasit, basalt, breksi vulkanik, dan tuff (Tjokrosoetro dkk., 1993). Lava sering menunjukkan struktur aliran dan bantal. Batuan gunungapi Ambon dikelompokkan ke dalam "Ambonite" (Bemmelen, 1949 dalam Tjokrosoetro et al., 1994). Di atas batuan vulkanik terendapkan batugamping terumbu pada lingkungan laut dangkal, terdiri atas koloni koral, ganggang dan bryozoa yang diperkirakan berumur Plistosen Atas sampai Holosen (Tjokrosoetro et al., 1994).

Berdasarkan pengamatan petrologi batuan vulkanik daerah penelitian merupakan batuan Andesit dengan warna abu-abu kehitaman, tekstur yang terdiri atas kristalinitas holokristalin, granularitas faneritik, bentuk kristal euhedral-subhedral, relasi equigranular, dan struktur massif. Adapun komposisi mineral yang dapat teramati, yaitu plagioklas, biotit, amfibol, dan feldspar.

Pengukuran geometri lereng yang diambil dilapangan menunjukkan tinggi lereng 26 m dengan lebar 15 m. Lereng yang diukur merupakan lereng dengan batuan penyusun adalah batuan vulkanik dengan intensitas pelapukan cukup tinggi pada bukit ini, hal itu terlihat dari tebal soil yang terbentuk berkisar 5 meter (Gambar 3). Data kekar yang dikumpulkan dari pengukuran di lapangan diukur dengan *scanline* sepanjang 7.2 meter. Kekar-kekar yang diukur adalah kekar yang tegak lurus terhadap bentangan meteran.



Gambar 3 Geometri lereng di belakang Pura

Sampel soil umumnya memperlihatkan warna kecoklatan. Sampel yang diambil di sebelah barat lereng menunjukkan pasir dan masih ada pecahan-pecahan batuan dasar (Gambar 4),

sementara sampel yang diambil di sebelah timur menunjukkan *silty clay* dan pasir.



Gambar 4 Kenampakan soil yang masih menunjukkan karakteristik batuan dasar

Analisis Klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR)

Menurut (Rusydy et al., 2021) memahami proses geologi dan diagenesis batuan merupakan bagian yang penting dalam mempelajari kestabilan lereng. Jenis batuan memiliki tingkat resistensi yang dan pelapukan berbeda-beda, tentunya berpengaruh pada tingkat kestabilan suatu lereng. Penelitian ini menggunakan pengujian RMR menurut (Bieniawski, 1989) untuk menghitung kualitas massa batuan dengan pembobotan nilai (Tabel 5). Pertama hasil pengujian sifat mekanik batuan, sampel ini memiliki nilai kuat tekan adalah 1.5 MPa, termasuk dalam UCS interval 1 – 5 MPa. Hal tersebut menunjukkan jika kuat tekan batuan yang sangat lemah. Nilai *rock quality designation* (RQD) adalah 85.42% yang diperoleh dari total jarak kekar >10 cm dibagi Panjang lintasan. Rata-rata jarak bidang kekar yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan adalah 27.4 cm. hal tersebut menunjukkan kerapatan dengan tingkat sedang.

Adapun kondisi kekar yang diamati di lapangan, yaitu kemenerusan bidang diskontinuitas < 1 meter yang menunjukkan persistensi yang sangat rendah; lebar bukaan yang teramati bernilai rata-rata 1.12 cm, menunjukkan aperture yang sangat terbuka; untuk tingkat kekasaran menunjukkan bidang permukaan yang rata dan terasa halus ketika diraba; tidak terdapat material pengisi, hanya di beberapa rekahan dijumpai terisi soil yang merupakan hasil lapukan batuan di atasnya; ditinjau dari tebal soil di

lereng tersebut menunjukkan tingkat pelapukan yang sangat tinggi, lebih dari setengah batuan telah terdekomposisi menjadi soil; kondisi air tanah yang teramati menunjukkan kondisi yang lembab.

Oleh karena itu, hasil analisis pembobotan yang merujuk pada (Bieniawski, 1989), nilai RMR

dari analisis massa batuan daerah penelitian adalah 52 (Tabel 5). Lereng tersebut termasuk dalam kelas III yang tergolong dalam klasifikasi massa batuan dengan tingkat sedang. Selain itu, lereng tersebut memiliki sudut geser dalam berkisar $25 - 35^{\circ}$ dengan nilai kohesi massa batuan adalah 200 – 300 kPa.

Tabel 3 Hasil analisis RMR

NO	Parameter RMR	Kondisi	Bobot
1	Kuat tekan batuan	1 – 5 MPa	1
2	<i>Rock Quality Designation</i> (RQD)	85.42%	17
3	Jarak diskontinuitas	27.4 cm	10
4	Kondisi diskontinuitas		
	Kemenerusan	< 1 m	6
	Lebar bukaan	1.12 cm	0
	Kekasaran	Smooth	1
	Material pengisi	None	6
	Tingkat pelapukan	Highly weathered	1
5	Groundwater	Damp	10
	RMR value	Fair	52
	RMR class		III
	Cohesion of rock mass (kPa)		200 - 300

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dikerjakan, ada beberapa kesimpulan yang diperoleh mengenai kondisi kelerengan di bukit di sekitar Pura, yaitu:

1. Batuan penyusun bukit di daerah Pura merupakan batuan vulkanik berupa batuan andesit yang menunjukkan tingkat pelapukan yang cukup intens. Soil yang terbentuk masih menunjukkan pecahan-pecahan dari batuan asalnya
2. Berdasarkan analisis *rock mass rating*, lereng tersebut termasuk dalam kelas III yang tergolong dalam klasifikasi massa batuan dengan tingkat sedang. Lereng tersebut memiliki sudut geser dalam berkisar $25 - 35^{\circ}$ dengan nilai kohesi massa batuan adalah 200 – 300 kPa.

Daftar Pustaka

Alkhasawneh, M. S., Ngah, U. K., Tay, L. T., Mat Isa, N. A., & Al-Batah, M. S. (2013). Determination of important topographic factors for landslide mapping analysis using

- MLP network. *The Scientific World Journal*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2013/415023>
- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications_ A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering*. John Wiley & Sons.
- Karnawati, D., Pengajar Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil dan Jurusan Teknik Geologi, S., & Teknik, F. (2007). Mekanisme Gerakan Massa Batuan Akibat Gempabumi: Tinjauan dan Analisis Geologi Teknik. *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 7(2), 179–190.
- Kesaulya, H. M., Poli, H., & Takumansang, E. D. (2016). Perencanaan Mitigasi Bencana Longsor di Kota Ambon. *Spasial*, 3(3), 228–235.
- Linthout, K., & Helmers, H. (1994). Plioeene obducted, rotated and migrated ultramafic rocks and obduction-induced anatectic granite, SW Seram and Ambon, Eastern Indonesia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 9(2), 95–109.
- Menziel, W. D., Singer, D. A., Karangan, N., Tresnadi, I. H., Menzie, W. D., & Singer, D. A. (1997). *The Hila Prospect: A Recently* Azhahra, et al *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 2023, 7 (1): 209-212

- e-ISSN: 2655-5263 *Discovered Copper Occurrence on Ambon Island, Republic of Indonesia*.
- Pesak, D. R., Mandagi, A. T., & Riogilang, H. (2022). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius Menggunakan Software Slide 6.0. *TEKNO*, 20(82), 981–991. <https://ejournal.unsrat.ac.id/>
- Rusydy, I., Fathani, T. F., Al-Huda, N., Sugiarto, Iqbal, K., Jamaluddin, K., & Meilianda, E. (2021). Integrated approach in studying rock and soil slope stability in a tropical and active tectonic country. *Environmental Earth Sciences*, 80(2). <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09357-w>
- Tjokrosoepetro, S., Rusmana, E., & Achdan, A. (1993). *Peta Geologi Lembar Ambon*.
- Tjokrosoepetro, S., Rusmana, E., & Suharsono. (1994). *Geologi Lembar Ambon, Maluku* (1st ed.). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Wyllie, D. C., & Wah, C. W. (2004). *Rock Slope Engineering: Civil and Mining, 4th Edition* (4th Edition). Spon Press.