



Karakteristik Geologi Daerah Dambalo dan Sekitarnya Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo.

Zenza Harnold Ismail^a, Aang Panji Permana^{b*}, Ahmad Zainuri^c

^{a,b,c}Prodi Teknik Geologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

Email: aang@ung.ac.id

ARTICLE INFO

Sejarah artikel:

Diterima: 04 Oktober 2024

Direvisi: 28 November 2024

Dipublish: 31 Desember 2024

Keywords:

Dambalo, Geologi, Gorontalo Utara

How to cite this article:

Ismail, Z. H., Permana, A. P., Zainuri, A. (2024).

Karakteristik Geologi Daerah Dambalo dan Sekitarnya Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 3(2), 113-125. <https://doi.org/10.34312/jage.v3i2.30314>

ABSTRACT

Dambalo is a village located in Tomilito sub-district, North Gorontalo Regency, Gorontalo Province. This study aims to identify and describe the geological characteristics of the Dambalo area and its surroundings. The study focuses on geomorphology, stratigraphy, geological structure, and geological potential. The methods used include field observation and laboratory analysis. Field observations include geological mapping, rock sampling, and measuring geological structures using a geological compass. Meanwhile, laboratory analysis was carried out to determine the mineral composition, rock texture and rock name through petrography and stratigraphic analysis. The results of the study indicate that the study area is stratigraphically composed of the oldest to the youngest lithological units, namely porphyry andesite units, volcanic breccias, and alluvial deposits. The dominant geological structure is tensile fractures (tension fractures) with three main orientations. The geological potential in this area includes C-type mining materials, which mainly consist of porphyry andesite rocks, which have economic value for the construction industry. However, this area also has the potential for landslide hazards, namely in areas with steep slopes. This research is expected to contribute to the management of natural resources and mitigation of geological landslide disasters in Dambalo and its surroundings.

1. PENGANTAR

Wilayah penelitian ini secara geografis terletak di bagian tengah lengan utara Sulawesi. Di zona pegunungan utara, Daerah Dambalo Kecamatan Tomilito Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi geologi yang menarik untuk diteliti. Wilayah ini terletak pada jalur tektonik yang aktif di Sulawesi, menjadikannya penting dalam memahami dinamika geologi regional, termasuk proses pembentukan batuan, struktur geologi, daerah penelitian tersusun dari batuan yang berasal dari tiga formasi yakni Formasi Batuan Gunungapi Bilungala (Tmbv), Formasi Breksi Wobudu (Tpww) dan Formasi Endapan Aluvial (Qal) (Van Bemmelen, 1949; Bachri et al., 1997).

Studi geologi di daerah ini dapat memberikan informasi penting terkait karakteristik batuan, stratigrafi, dan struktur geologi yang ada. Informasi ini sangat bermanfaat tidak hanya dalam konteks ilmiah, tetapi juga dalam pengelolaan sumber daya alam dan mitigasi bencana geologi. Namun, sejauh ini, kajian geologi daerah Dambalo dan sekitarnya masih terbatas sehingga diperlukan penelitian yang lebih mendalam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan karakteristik geologi daerah dambalo, mencakup litologi, stratigrafi, dan struktur geologi dan potensi geologi. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai karakteristik geologi daerah ini, diharapkan dapat mendukung upaya pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan dan pengurangan risiko bencana geologi terutama longsor.

2. METODE

2.1. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasi lapangan dan analisis laboratorium untuk memetakan serta menganalisis kondisi geologi daerah penelitian. Beberapa tahapan utama yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1) Observasi lapangan

Tahapan observasi lapangan bertujuan untuk memperoleh data geologi langsung di lokasi penelitian, sebagaimana dijelaskan oleh Permana et al, 2019; 2020; 2021; 2022; 2024a; 2024b; Marfian et al, 2023; Mane et al, 2024; Damogalad et al, 2024; Mooduto et al, 2024; Robot et al, 2024; Sandi et al, 2024; Triyani et al, 2024; Wowiling et al, 2024. Aktivitas yang dilakukan meliputi:

- a. Pemetaan geologi: dilakukan pada skala 1:20.000 untuk mendokumentasikan litologi, struktur geologi, dan hubungan stratigrafi antar satuan batuan. Pengamatan ini memberikan dasar visual dan spasial terhadap variasi geologi yang ada.
- b. Pengambilan sampel, sampel batuan dikumpulkan dari lokasi yang dipilih untuk mewakili setiap satuan litologi di area penelitian, sehingga analisis laboratorium dapat memberikan gambaran yang representatif mengenai karakteristik geologi.
- c. Pengukuran struktur geologi: menggunakan kompas geologi, data orientasi seperti arah dan kemiringan kekar diukur untuk memahami pola deformasi yang terjadi di daerah penelitian.
- d. Dan penjelasan tentang potensi geologi di daerah penelitian.

2) Analisis Laboratorium

Sampel batuan yang diambil dari lapangan dianalisis di laboratorium untuk mendapatkan informasi mendetail mengenai karakteristiknya. Proses analisis ini didasarkan pada metode yang dikembangkan oleh Payuyu et al, 2022; Ghaneswara et al, 2023; Hutagalung et al, 2023, analisis yang dilakukan meliputi:

- a. Analisis petrografi: menggunakan mikroskop polarizing, jenis batuan, tekstur, dan komposisi mineral dianalisis untuk mengetahui karakteristik petrografi sampel.
- b. Analisis stratigrafi: data lapangan dibandingkan dengan literatur dan referensi terkait untuk menyusun urutan stratigrafi yang lebih akurat di wilayah penelitian.

3) Interpretasi data geologi

Data yang diperoleh dari lapangan dan laboratorium diintegrasikan untuk memberikan pemahaman menyeluruh mengenai kondisi geologi daerah penelitian. Proses interpretasi ini menghasilkan:

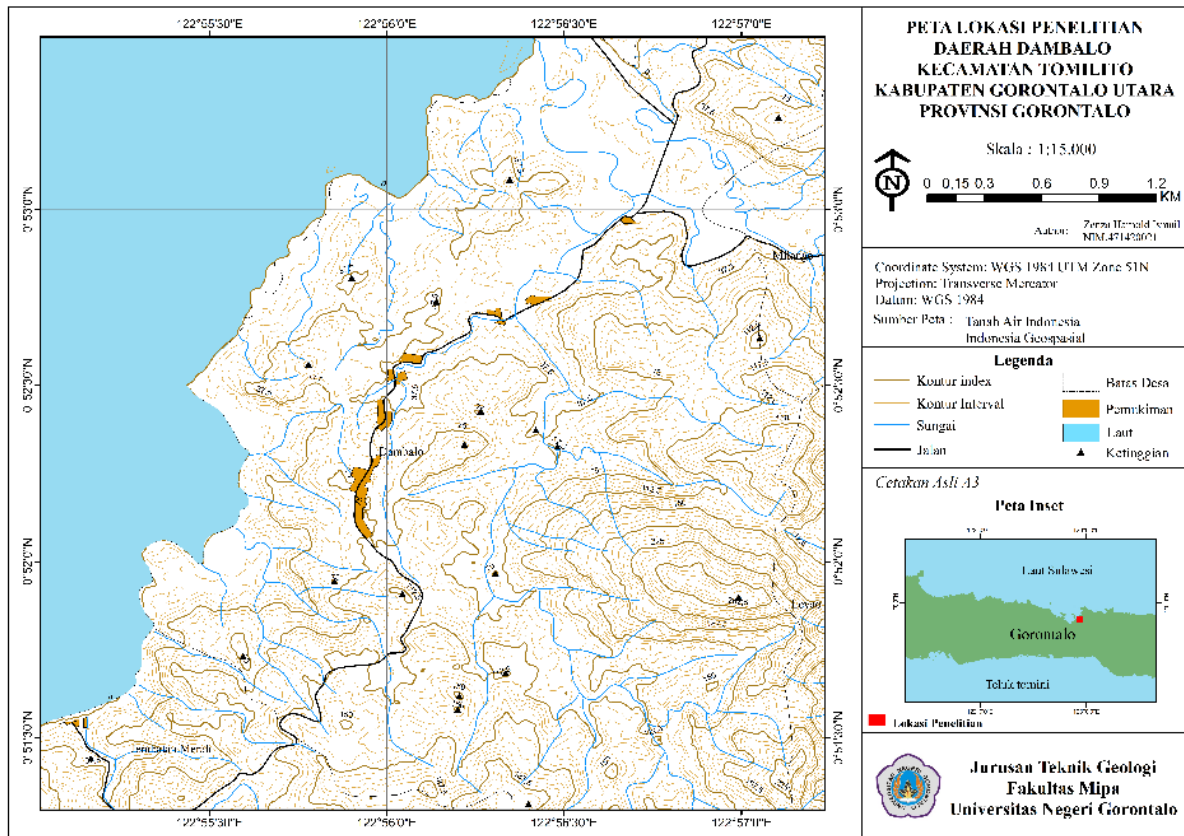
- a. Peta geologi yang mencakup distribusi satuan batuan dan pola struktur geologi.
- b. Deskripsi dan analisis struktur geologi berdasarkan pola kekar, sesar, atau lipatan yang ditemukan.

4) Pengolahan data dan pembuatan peta

Data yang diperoleh dari survei lapangan diolah menggunakan perangkat lunak pemetaan seperti arcgis untuk menyusun peta geologi wilayah penelitian. Tahapan ini mencakup pengolahankoordinat, overlay data lapangan, dan penyusunan layout peta akhir yang menjadi salah satu hasil utama penelitian.

2.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah dambalo dan sekitarnya yang secara administratif terletak di Kecamatan Tomilito Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. Wilayah penelitian mencakup luas 1.203 ha² dan berada pada koordinat 0°51'00" Lintang Utara dan 122°57'45" Bujur Timur. Daerah ini memiliki kondisi geografis yang bervariasi, mulai dari dataran rendah hingga perbukitan terjal, dengan ketinggian berkisar antara 0–262,5 meter di atas permukaan laut. Topografi yang beragam ini menjadi salah satu faktor yang memengaruhi pembentukan dan distribusi satuan geologi di wilayah penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil dari penelitian ini meliputi kondisi geomorfologi daerah dambalo dan sekitarnya, stratigrafi daerah dambalo dan sekitarnya dan kondisi struktur geologi.

3.1 Geomorfologi Daerah Penelitian

Analisis geomorfologi di daerah penelitian dilakukan dengan cara menginterpretasikan peta topografi, kemiringan lereng, dan pola aliran sungai, serta melakukan pengecekan langsung di lapangan, geomorfologi daerah dambalo menggunakan klasifikasi Brahmantyo & Bandono (2006). sehingga tatanan geomorfologi terbagi menjadi tiga yaitu Dataran Aluvial, Satuan Perbukitan Aliran Piroklastik dan Perbukitan Aliran Lava (Tabel 1).

Tabel 1. Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian

Satuan Geomorfologi	Morfologi		Morfoganesa			Bentuk Lahan
	Morfografi	Morfometri	Morfostruktur Aktif	Morfostruktur Pasif	Morfodinamik	
Dataran Aluvial	Dataran Rendah	Lereng Datar - Landai, Bentuk Lembah U), Relief Dataran Rendah	—	Material Lepas clay - Berangkal	Abrasi Air Laut	Dataran Sungai
Aliran Pyroklastik	Perbukitan	Lereng Datar - Sangat -Curam, Bentuk Lembah U-V), Relief Datar - Perbukitan	Kekar	Breksi Vulkanik	Pelapukan dan Abrasi Air Laut	Pegunungan Gunung Api
Perbukitan Aliran Lava	Perbukitan Rendah	Lereng Agak curam - Sangat Curam, Bentuk Lembah U-V), Relief Datar - Perbukitan	kekar	Andesit Porfiri	Pelapukan	Pegunungan Gunung Api



Gambar 2. Kenampakan Satuan Aluvial (atas), kenampakan Lembah Berbentuk U (kiri) dan Abrasi Air Laut (kanan).

3.1.1 Dataran Aluvial

Satuan ini memiliki ciri dengan kemiringan lereng datar sampai landai atau 0 % sampai 15 %. Memiliki relief dataran rendah dan litologi penyusun dataran aluvial yaitu endapan aluvial yang sudah mulai terkonsolidasi sehingga penyusun batuan ini berupa material lepas berukuran clay sampai berangkal.

Satuan dataran aluvial memiliki pola aliran sungai radial, membentuk lembah berbentuk 'u' dan datar, ini menunjukkan bahwa satuan dataran aluvial berada pada tahap tua dan telah mengalami abrasi akibat pengikisan oleh air laut lihat (Gambar 2). Selain itu, satuan ini juga mengalami pelapukan yang berasal dari litologi penyusunnya di daerah dambalo, satuan ini ditandai dengan warna hijau tua di peta geomorfologi daerah penelitian (Gambar 5).

3.1.2 Satuan Aliran Pyroklastik

Satuan ini memiliki ciri dengan kemiringan lereng datar sampai sangat curam atau 0 % sampai >45 %. Memiliki relief datar sampai sangat curam, morfostruktur aktif yang mengontrol perkembangan satuan geomorfik ini berupa kekar-kekar litologi dan penyusun satuan ini yaitu breksi vulkanik. Satuan perbukitan aliran pyroklastik memiliki pola aliran sungai radial dengan bentuk lembah u-v. Satuan ini telah mengalami abrasi yang di sebabkan oleh pengikisan air laut dan juga pelapukan akibat proses endogen yang berlangsung (Gambar 3). Satuan ini ditandai dengan warna merah kecoklatan pada peta geomorfologi (Gambar 5).



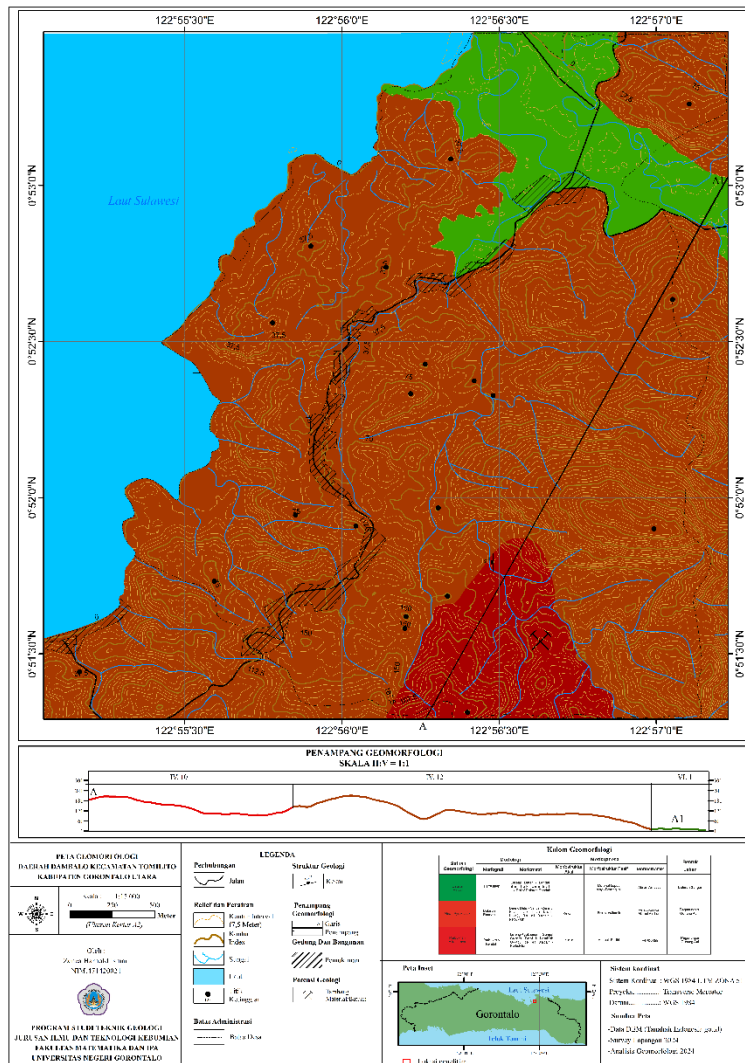
Gambar 3. Kenampakan Satuan aliran pyroklastik (kiri) dan Abrasi air laut pada satuan perbukitan pyroklastik

3.1.3 Satuan Perbukitan Aliran Lava

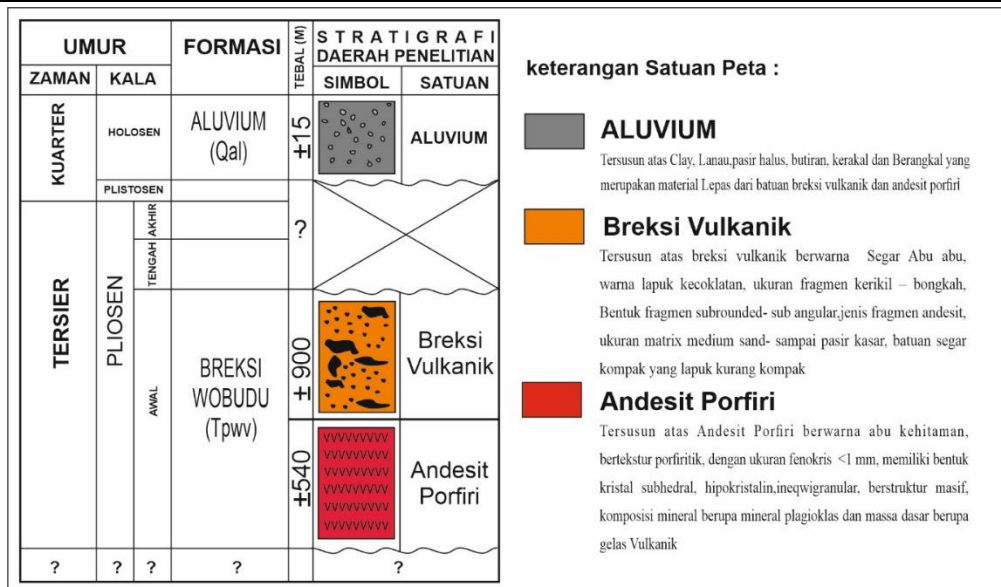
Satuan ini agak curam hingga sangat curam, yaitu 15% hingga lebih dari 45%. Satuan ini juga memiliki relief perbukitan rendah, dengan morfostruktur aktif yang mengontrol perkembangan satuan geomorfik ini berupa kekar-kekar. Litologi penyusun satuan ini terdiri dari andesit porfiri. satuan perbukitan aliran lava memiliki pola aliran sungai radial dengan bentuk lembah berbentuk U (Gambar 4). Satuan ini telah mengalami pelapukan, yang ditandai dengan adanya struktur pengelupasan bawang pada batuan andesit porfiri satuan ini ditandai dengan warna merah pada peta geomorfologi (Gambar 5).



Gambar 4. Kenampakan satuan Perbukitan aliran lava (kiri) Lembah Sungai berbentuk “U” (kanan)



Gambar 5. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian



Gambar 6. Kolom stratigrafi Daerah Dambalo dan sekitarnya

3.2 Stratigrafi Daerah Penelitian

Penamaan satuan batuan mengikuti tata nama satuan vulkanostratigrafi tidak resmi menurut sandi stratigrafi indonesia. Penamaan satuan batuan ini berdasarkan pada litologi yang menyusun daerah penelitian. Lapangan daerah penelitian terdapat tiga satuan litologi jika di urutkan dari tua ke muda yaitu satuan andesit porfiri, breksi vulkanik dan aluvium (Gambar 6).

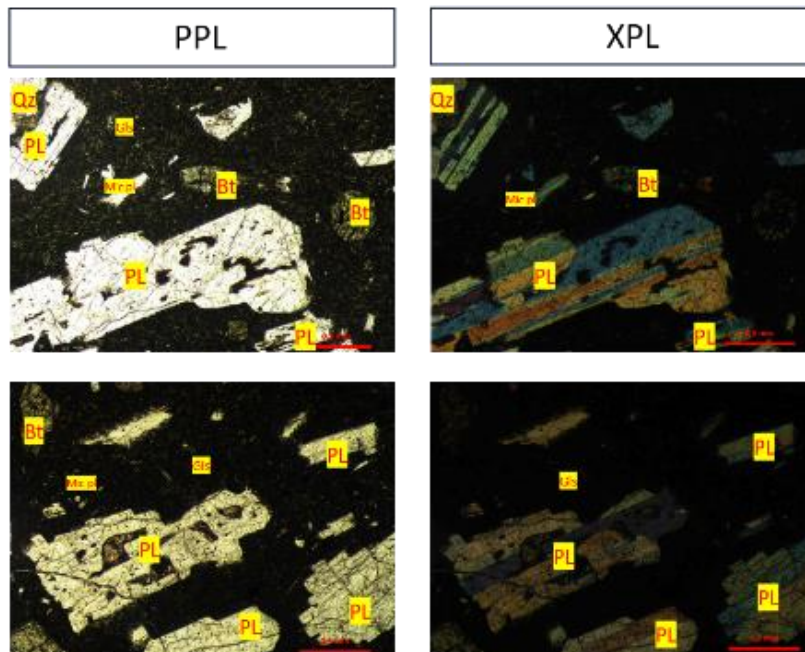
3.2.1 Satuan Andesit Porfiri

Pada pengamatan singkapan menunjukkan batuan memiliki warna dominan keabuan dengan vegetasi sedang berdimensi Panjang ± 5, meter dan Tinggi ±3 meter, singkapan dalam keadaan masif dan dominan dalam keadaan segar namun dengan sedikit mengalami pelapukan pada bagian atas. Secara (*hand specimen*) satuan ini berwarna abu kehitaman, bertekstur porfiritik, dengan ukuran fenokris <1 mm, memiliki bentuk kristal subhedral, hipokristalin, ineqwigranular, berstruktur masif, komposisi mineral berupa mineral plagioklas dan massa dasar berupa gelas vulkanik dengan nama batuan andesit porfiri (Fenton 1940). Satuan ini di tandai dengan warna merah pada peta geologi daerah penelitian (Gambar 7).



Gambar 7. Kenampakan (atas) singkapan batuan andesit porfiri (ZH29) (bawah) sampel *hand specimen* andesit porfiri

Berdasarkan hasil pengamatan petrografi menunjukkan mineral yang mendominasi sampel batuan tersebut adalah plagioklas. Sampel batuan ini berstruktur porfiritik dengan fenokris plagioklas dan massa dasar afanitik gelas vulkanik. komposisi mineral satuan andesit porfiri sebagai berikut plagioklas An 40 (41%), kuarsa (2%), dan biotit (5%). Selain itu ada, mikrolit plagioklas (4%) dan gelas vulkanik sebagai massa dasar (48%) berdasarkan klasifikasi (Travis, 1955). Berdasarkan ciri diatas batuan ini disetarakan dengan formasi breksi wobudu (Tpww) (Bachri et al,1997) (Gambar 8).



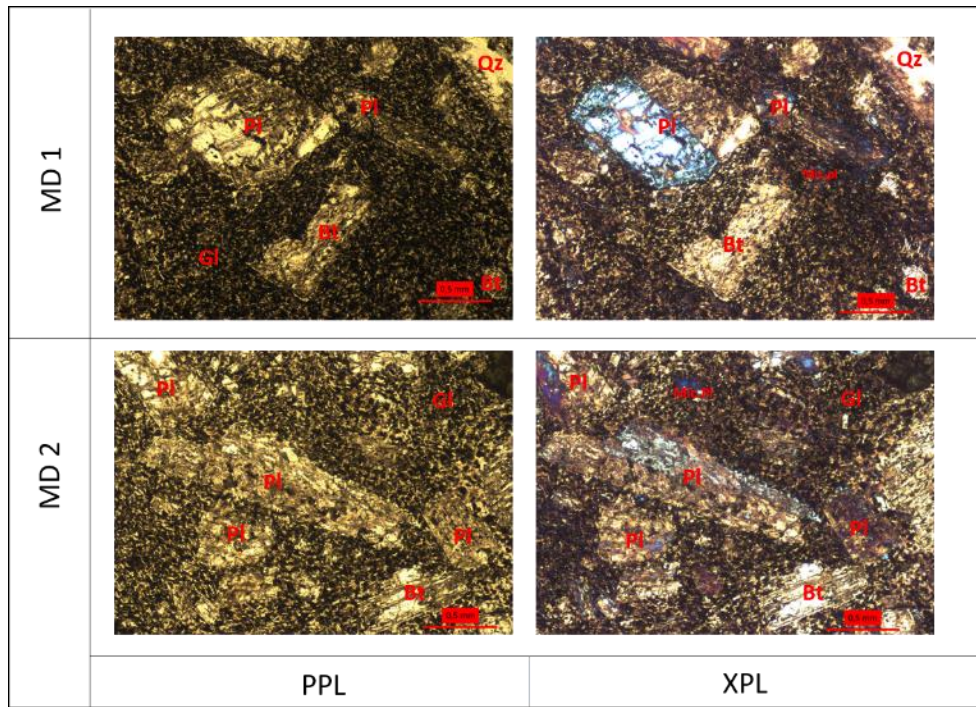
Gambar 8. Sayatan tipis Satuan Andesit Porfiri Stasiun ZH 29

3.2.2 Satuan Breksi Vulkanik

Secara megaskopis batumannya pyroklastik, Warna Segar Abu abu, warna lapuk kecoklatan, ukuran fragmen kerikil – bongkah, Bentuk fragmen subrounded- sub angular, jenis fragmen andesit, ukuran matrix medium sand- sampai pasir kasar, batuan segar kompak yang lapuk kurang kompak Nama Batuan Breksi Vulkanik berdasarkan klasifikasi Schmid (1981). Satuan ini ditandai dengan warna orans pada peta geologi daerah penelitian (Gambar 9).



Gambar 9. Kenampakan singkapan bx vulkanik (bawah) dan sampel *hand specimen* breksi vulkanik (atas)



Gambar 10. Sayatan Tipis satuan BX Vulkanik (fragmen) Stasiun ZH 01

Hasil analisis petrografi pada fragmen Batuan breksi vulkanik (Gambar 10) menunjukkan bahwa fragmen batuan breksi vulkanik memiliki derajat kristalinitas hipokristalin, Bertekstur porfiroafanitik dengan Komposisi fenokris berupa plagioklas dengan jenis andesine (38) sebanyak (35%), Kuarsa (3%), Biotit (17%) dengan massa dasar berupa gelas Vulkanik (40%) dan mikrolit plagioklas (5%) berdasarkan deskripsi dan presentasi mineral tersebut jenis fragmen batuan breksi vulkanik berupa batuan andesit porfiri (Travis 1955).

3.2.3 Satuan Aluvium

Satuan aluvium tersebar di sepanjang sungai utama dan mengarah ke timur laut di daerah dambalo dan sekitarnya. Satuan aluvium ini diduga berasal dari hasil rombakan batuan andesit porfiri dan breksi vulkanik yang terbentuk lebih dahulu di daerah penelitian.

Satuan aluvium terdiri dari material-material lepas atau rombakan dari satuan breksi vulkanik dan andesit porfiri yang belum mengalami kompaksi, satuan aluvium ini terdiri dari clay, lanau, pasir halus, butiran, kerakal dan berangkal Berdasarkan klasifikasi (Wentworth 1922). Satuan ini di tandai dengan warna Abu-abu pada peta geologi daerah penelitian (Gambar 11).

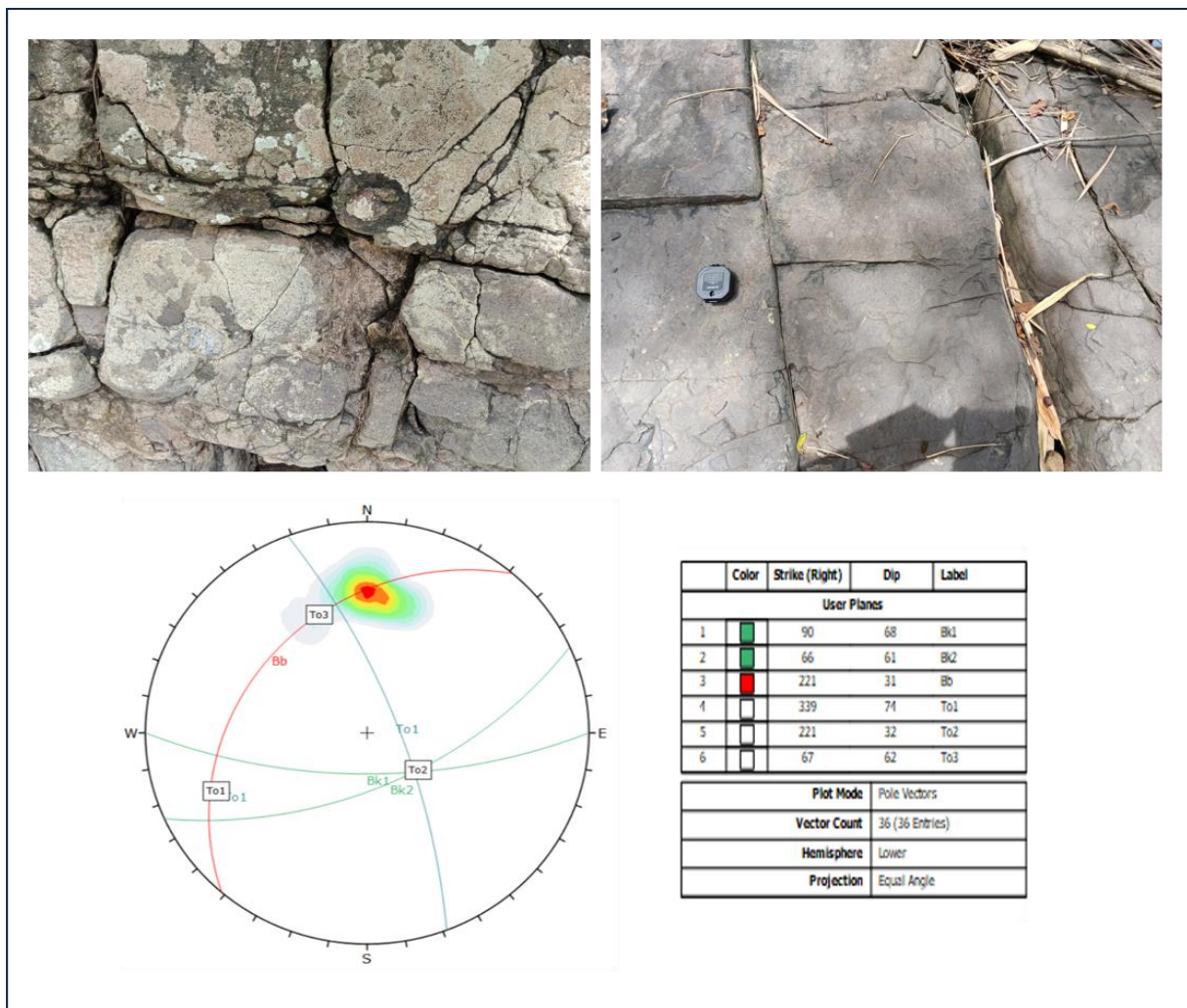


Gambar 11. Kenampakan satuan aluvium

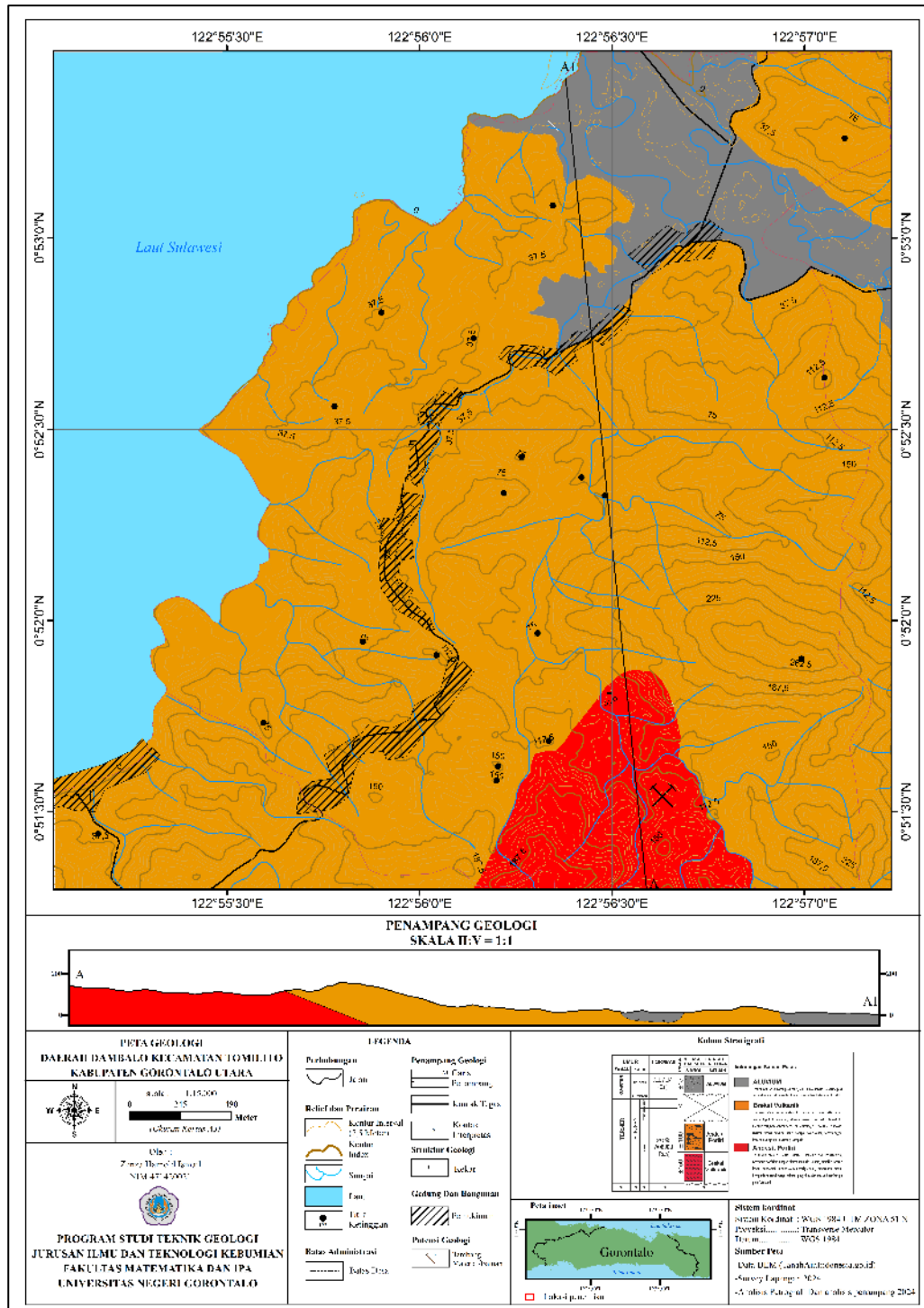
3.3 Struktur Daerah Dambalo dan sekitarnya

Analisis struktur geologi di daerah penelitian dilakukan dengan mengamati secara langsung jenis-jenis struktur geologi yang berkembang di lokasi penelitian, Observasi lapangan bertujuan untuk mendokumentasikan struktur-struktur geologi yang ada, seperti kekar, sesar, lipatan, atau struktur lainnya. Setiap struktur yang ditemukan di lokasi penelitian dianalisis lebih lanjut dengan pengukuran orientasi menggunakan kompas geologi, meliputi arah jurus (strike) dan kemiringan (dip). Data struktur ini sangat penting untuk menentukan jenis dan pola struktur geologi di wilayah penelitian

Di daerah penelitian, struktur geologi yang dominan ditemukan berupa kekar. Salah satu lokasi pengamatan yang menunjukkan perkembangan struktur ini adalah pada stasiun ZH 27. setelah dilakukannya pengolahan data (Gambar 12) maka didapatkan nilai σ_1 N339°E/74°, σ_2 N221°E /32° dan σ_3 N67°E/62°. Nilai Tegasan Utama atau sigma 1 pada kekar di daerah penelitian adalah σ_1 N339°E/74° atau berada di utara ini sama dengan dengan bidang kekar 1 (N90°E/68°) dan bidang kekar 2 (N90°E/68°) yang relatif ke utara. oleh karena itu menurut Noor (2012), yang menyatakan bahwa retakan/rekahan yang berpola sejajar dengan arah gaya utama (σ_1) merupakan kekar tension (kekar Tarik) yang merupakan hasil dari tegangan tensional.



Gambar 12. Kenampakan Kekar Tarik (atas) Hasil Analisis Kekar menggunakan Aplikasi *Dips* (bawah)



Gambar 13. Peta Geologi Daerah Dambalo dan sekitarnya.

3.4 Potensi Geologi

Potensi geologi Merujuk pada sumber daya alam dan fenomena alam yang terjadi atau berpotensi terjadi di daerah penelitian yang bisa dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan Masyarakat. Potensi geologi ini mencakup berbagai aspek, baik yang berkaitan dengan sumber daya alam dan potensi bencana mengacu pada peta geologi daerah penelitian (Gambar 13).

3.4.1 Tambang Galian C

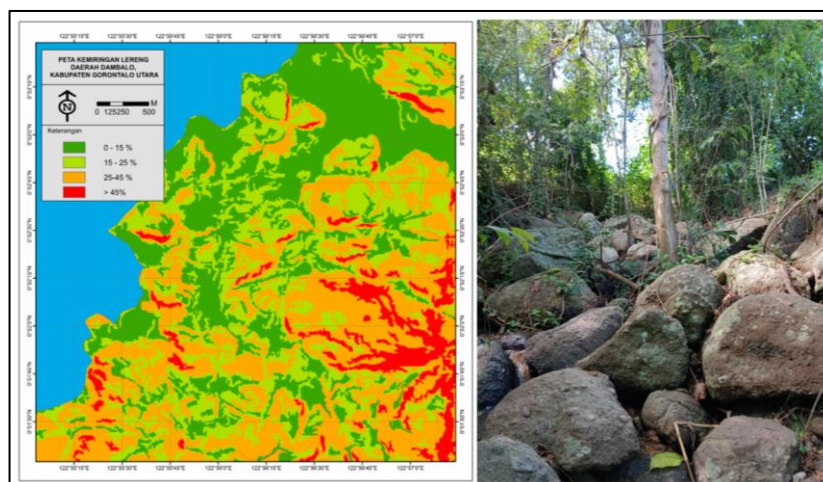
Galian c pada daerah penelitian merujuk pada batuan andesit porfiri yang ditemukan di wilayah ini, yang memiliki kegunaan utama dalam industri konstruksi dan pembangunan infrastruktur. Batuan andesit porfiri ini sering dimanfaatkan sebagai material batu pecah, agregat kasar, dan bahan bangunan lainnya. Luasan satuan andesit porfiri ini mencapai 84,9 ha, yang mencakup area dengan potensi sumber daya yang cukup besar. Pemanfaatan batuan ini sangat mendukung proyek-proyek pembangunan seperti jalan, jembatan, dan pembangunan lainnya yang memerlukan material yang kuat dan tahan lama. Lahan tambang dapat dilihat pada (Gambar 14).



Gambar 14. Kenampakan lahan tambang bahan galian C

3.4.2 Potensi Longsor.

Potensi longsor di daerah penelitian perlu diperhatikan karena kondisi geologi dan morfologi wilayah yang memiliki kemiringan lereng yang curam serta jenis batuan yang berpotensi terpengaruh oleh erosi. Daerah dambalo di dominasi oleh satuan breksi vulkanik dengan satuan batuan breksi vulkanik memiliki kerentanan terhadap pergerakan tanah, terutama pada musim hujan yang dapat meningkatkan kelembaban tanah dan memperberat beban di lereng., Dibeberapa titik kemiringan lebih dari 25° Lihat pada (Gambar 15) berisiko tinggi terhadap longsor. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi potensi longsor termasuk kondisi struktur geologi seperti kekar tarik dan pengaruh aktivitas manusia seperti pembukaan lahan untuk pertanian. Oleh karena itu, mitigasi risiko longsor sangat penting untuk melindungi masyarakat dan infrastruktur di wilayah dambalo dan sekitarnya.



Gambar 15. Tingkat Kemiringan Lereng (kiri) dan kejadian longsor (kanan) di daerah daerah penelitian.

4. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan di daerah dambalo dan sekitarnya, kabupaten gorontalo utara, provinsi gorontalo, menunjukkan bahwa dari aspek geomorfologi, wilayah penelitian memiliki 3 (tiga) variasi satuan geomorfologi yakni dataran aluvial, perbukitan aliran piroklastik, dan perbukitan aliran lava. Pelapukan mendominasi dinamika geomorfik, dengan material hasil pelapukan terendapkan di dataran rendah dan erosi oleh air laut di di pesisir pantai pada bentuk lahan dataran aluvial. Data geospasial dan analisis laboratorium mendukung interpretasi bahwa perkembangan geomorfologi dan geologi di daerah ini sangat dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik dan fluvial.

Daerah penelitian didominasi oleh satuan batuan breksi vulkanik, andesit porfiri, dan alluvium. Batuan breksi vulkanik dan andesit porfiri merupakan hasil aktivitas vulkanik yang telah terjadi sebelumnya, sementara satuan aluvium terbentuk akibat pengendapan material yang dibawa oleh aliran air yang terendapkan di sepanjang sungai utama.

Struktur geologi yang berkembang di wilayah ini terutama berupa kekar tarik (*tension fractures*) yang terbentuk akibat gaya tarik atau tensil stress yang bekerja pada batuan. Kekar tarik yang teridentifikasi memiliki tiga orientasi utama, yaitu σ_1 $n339^\circ e/74^\circ$, σ_2 $n221^\circ e/32^\circ$, dan σ_3 $n67^\circ e/62^\circ$.

Potensi geologi di daerah penelitian menunjukkan adanya sumber daya alam yang signifikan, terutama dalam bentuk galian c, yang dapat dimanfaatkan untuk industri konstruksi dan pembangunan infrastruktur. Satuan batuan seperti andesit porfiri memiliki nilai ekonomis sebagai bahan baku untuk pembuatan beton, dan bahan bangunan lainnya. Namun, selain potensi tersebut, daerah ini juga memiliki potensi bahaya tanah longsor, terutama di area dengan kemiringan lereng yang curam dan material tanah yang mudah tererosi.

REFERENSI

- Bachri, S., Sukido., & Ratman, N. (1994). Geologi Lembar Tilamuta. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Brahmantyo, B., & Salim, B. (2006). Klasifikasi Bentuk Muka Bumi (Landform) untuk Pemetaan Geomorfologi pada Skala 1:25.000 dan Aplikasinya untuk Penataan Ruang. *Jurnal Geoplrika*, 1(2), 071–078.
- Damogalad, Y., Permana, A., Hutagalung, R., & Manyoe, I. (2024). Karakteristik Batuan Dasar Formasi Gabro Daerah Keramat Kabupaten Boalemo. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 8(1), 81-87. doi:<http://dx.doi.org/10.30595/jrst.v8i1.1732>
- Fenton, C. L., & Fenton, M. A. (1940). *The Rock Book*. Doubleday & Company, Inc. Garden City, New York.
- Ghaneswara, O. A., Permana, A. P., & Hutagalung, R. (2023). Karakteristik Endapan Nikel Laterit Blok O Daerah Bunta, Kabupaten Banggai. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 6(1), 31–37.
- Hutagalung, R., Permana, A. P., Eraku, S. S., Isa, D. R., & Ghaneswara, O. A. (2023). Mass Movement Analysis in Dumbo Raya Area Based on Rock Quality. *AIP Conference Proceedings*, 2614, 050034-1–050034-5
- Mane, M., Permana, A., Hutagalung, R., & Aris, A. (2024). Lingkungan Pengendapan Batugamping Daerah Oluhuta-Olele Kabupaten Bone Bolango Berdasarkan Karakteristik Mikrofasis. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 3(1), 46-50. doi:<https://doi.org/10.37905/jage.v3i1.26917>
- Marfian, F., Permana, A., & Akase, N. (2023). Study of Petrogenesis Andesite Rock in Bualemo Region, North Gorontalo Regency Based on XRF Geochemistry Analysis. *Jambura Geoscience Review*, 5(1), 63-70. doi:<https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v5i1.16941>

- Mooduto, T., Ahmad, F., Kodung, M., Sari, N., Hidayansya, T., & Permana, A. (2024). Tsunami Modeling Study in Geological Disaster Mitigation in the Kwandang Region. *Jambura Geoscience Review*, 6(1), 29-36. doi:<https://doi.org/10.37905/jgeosrev.v6i1.22561>
- Payuyu, N., Permana, A. P., & Hutagalung, R. (2022). Analisis Tipe Batuan Dasar Pembentuk Nikel Laterit Pada Block X Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 5(2), 76–83.
- Permana A.P., Pramumijoyo S., and Akmaluddin. (2019). Uplift Rate of Gorontalo Limestone (Indonesia) Based on Biostratigraphy Analysis. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*. Vol. 6(438). P. 6-11. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.150>
- Permana A.P., Pramumijoyo S., and Akmaluddin. (2020). Paleobathymetry Analysis of Limestone in Bongomeme Region Based on Content of Benthic Foraminifera Fossil, Gorontalo District, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol. 16(1). P. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2020.16.1.0001>
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., Akmaluddin and Barianto, D.H. (2021). Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Limboto Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *Kuwait Journal of Science*. Vol. 48. No. 1. 116-126. <https://doi.org/10.48129/kjs.v48i1.6916>
- Permana, A.P., Eraku, S.S., Hutagalung, R., and Isa, D.R. (2022). Limestone Facies and Diagenesis Analysis in the Southern of Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 6 (456), 185-195. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.248> Rusdi, I.H., Arifin
- Permana, A.P., Suaib, A., Hutagalung, R., & Eraku, S.S., (2024a). Analysis of the relative age of limestone at Tanjung Kramat Regiion, Gorontalo City, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 1(463), 190–200. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.375>
- Permana, A. P., Hutagalung, R., Eraku, S. S., & Isa, D. R. (2024b). Analysis of Limestone Characteristics on the South Coast of Gorontalo Based on Specific Gravity and Water Absorption Tests. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(11), 8624–8630. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.7368>
- Robot, L.C., Permana, A.P., & Akase, N. (2024). Analysis of Microfacies and Depositional Environment of Limestone in North Isimu Area, Gorontalo Regency. *Tunas Geografi*, 13(1), 22-33. <https://doi.org/10.24114/tgeo.v13i1.41981>
- Sandi, I. N., Permana, A. P., & Kasim, M. (2024). Analisis Provenance Batupasir Formasi Dolokapa Kabupaten Gorontalo Utara Berdasarkan Data Geokimia XRF. *Enviroscienteeae*, 20(1), 27–32.
- Schmid, R. (1981). Descriptive Nomenclature and Classification of Pyroclastic Deposits and Fragments: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. The Geological Society of America.
- Triyani, M.D., Permana, A.P, Kasim, M., & Putranto, F.A. (2024). Analisis Karakteristik Batuan Dasar Pada Pembentukan Endapan Nikel Laterit di Desa Wulu, Kabupaten Buton Tengah. *Juitech Jurnal Ilmiah*, 8(1), 115-122. <http://dx.doi.org/10.36764/ju.v8i1.1256>
- Wowiling, I.E., Permana, A.P., Hutagalung, R., Sagita, G., & Lakoy, F.F. (2024). Seam C1A2 Group coal rank analysis in East Meranti PIT, Katanjung Village, Kapuas Regency based on proximate values. *MATEC Web of Conferences*, 402, 03005 (2024). <https://doi.org/10.1051/matecconf/202440203005>