

Karakteristik Batuan Dasar Formasi Gabro Daerah Keramat Kabupaten Boalemo

Basement Characteristics of the Gabro Formation, Keramat Region, Boalemo Regency

Yustina Damogalad¹, Aang Panji Permana^{2*}, Ronal Hutagalung³, Intan Noviantari Manyoe⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo
Jl. Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie, Kabupaten Bone Bolango 96128, Indonesia

*Corresponding author: aang@ung.ac.id

ABSTRAK

DOI;
[10.30595/jrst.v8i1.17323](https://doi.org/10.30595/jrst.v8i1.17323)

Histori Artikel:

Diajukan:
09/04/2023

Diterima:
23/04/2024

Diterbitkan:
25/04/2024

Secara administratif wilayah penelitian terletak di Desa Keramat dan sekitarnya, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo. Daerah penelitian tersusun oleh batuan terobosan dari formasi Batuan Gabro (Teog), Formasi Batuan Granodiorit Bumbulan (Tpb) dan Formasi Aluvium (Qal). Kondisi geologi daerah penelitian sangat kompleks sehingga menarik diteliti karena belum pernah dilakukan penelitian secara detail. Tujuan penelitian yang akan dicapai adalah mengetahui karakteristik mineralogi dan tekstur serta proses terbentuknya batuan dasar berdasarkan data pemetaan geologi dan data petrografi. Metode penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian tersebut terdiri dari survei geologi lapangan, penelitian laboratorium, dan pengolahan studio. Metode observasi lapangan adalah metode yang berfokus pada pengamatan kondisi geologi di daerah penelitian. Kemudian data-data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode penelitian laboratorium berupa analisis petrografi dengan sayatan tipis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Morfologi daerah penelitian terbagi menjadi 2 satuan yaitu satuan perbukitan rendah struktural dan dataran aluvial. Stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi 2 satuan diurutkan dari tua ke muda yaitu satuan gabro, satuan granodiorite dan satuan endapan aluvial. Struktur geologi yang bekerja pada daerah penelitian berupa kekar gerus yang memiliki arah barat laut-tenggara hingga timur laut-barat daya. Berdasarkan hasil analisis petrografi yang telah dilakukan maka diperoleh hasil karakteristik batuan gabro sebagai batuan dasar pada formasi gabro adalah berwarna putih kecokelatan (PPI), berwarna abu-abu hingga orange (XPL), hypokristalin, ukuran kristal (1-3 mm), bentuk dan hubungan antar kristal subhedral. Tekstur umum ekuigranular faneritik dengan komposisi mineral penyusun batuan yaitu plagioklas, K-feldspar, biotit, piroksen, mineral opak dan mineral alterasi penyusun batuan serisit. Batuan ini merupakan bagian dari jalur magmatisme pada zaman Eosen.

Kata Kunci: Batuan Dasar, Bolihuto, Gabro, Karakteristik

ABSTRACT

Administratively, the research area is located in Keramat Village and its surroundings, Boalemo Regency, Gorontalo Province. The study area is composed of intrusive rocks from the Gabro Rock (Teog) formation, the Bumbulan Granodiorite Rock Formation (Tpb) and the Alluvium Formation (Qal). The geological conditions of the research area are very complex so it is interesting to study because detailed research has never been carried out. This study aims to determine the mineralogy and textural characteristics as well as the process of forming basement based on geological mapping data and petrographic data. The research methods used to achieve the research objectives consisted of field geological surveys, laboratory research, and studio

processing. The field observation method is a method that focuses on observing geological conditions in the research area. Then the data obtained was analyzed using laboratory research methods in the form of petrographic analysis with thin sections. The results showed that the morphology of the study area was divided into 2 units, namely structural low hills units and alluvial plains. The stratigraphy of the study area is divided into 2 units sorted from old to young, namely gabbro units, granodiorite units and alluvial deposit units. The geological structure that works in the study area is a burr joint that has a northwest-southeast to northeast-southwest direction. Based on the results of the petrographic analysis that has been carried out, the characteristics of gabbro as basement in the gabbro formation are brownish white (PPI), gray to orange (XPL), hypocristalline, crystal size (1-3 mm), shape and relationship between subhedral crystals. The general texture is faneritic equigranular with the mineral composition of the rock constituents namely plagioclase, K-feldspar, biotite, pyroxene, opaque minerals and sericite alteration minerals. These rocks are part of the magmatism pathway in the Eocene era.

Keywords: *Basement, Bolihuto, Gabbro, Characteristics*

1. PENDAHULUAN

Dalam penggunaan geologis modern, konsep *basement* mencakup enam elemen. Hubungan spasial, *basement* adalah satuan batuan terbawah yang terjadi di dalam suatu wilayah. Sedangkan secara hubungan stratigrafi, *basement* terletak di bawah ketidakselarasan luasan regional. Formasi di atas ketidakselarasan disebut sebagai penutup atau mantel. Istilah penutup lebih disukai saat ini karena mantel sekarang diterapkan juga pada lapisan struktural bumi yang lebih dalam. Hubungan temporal, *basement* selalu lebih tua dari penutupnya. Perbedaan usia *basement* dan penutup dapat berkisar dari 10 juta tahun hingga lebih dari 2 miliar tahun (Muehlberger et al, 1967; White, 1972; Burwash, 1987).

Berdasarkan jenis batuan, karakteristik kompleks *basement* adalah kumpulan hibrida dari batuan beku dan metamorf. Penutup atasnya terdiri dari batuan sedimen, dengan atau tanpa lapisan tipis batuan aliran piroklastik atau vulkanik. Struktur dan tekstur, *basement* biasanya sangat terdeformasi dan dominan kristalin, berbeda dengan batuan penutup yang kurang terdeformasi dan mempertahankan tekstur klastiknya (Muehlberger et al, 1967; White, 1972; Burwash, 1987).

Kepulauan Indonesia secara geologis merupakan pusat pertemuan tiga lempeng aktif utama dunia yakni Lempeng Hindia-Australia Samudera Pasifik dan Eurasia (Hamilton, 1979; Silver et al, 1983a; Hutchison, 1989; Sukamto dan Ratman, 2013; Permana et al, 2019; 2020; 2021; 2022).

Pulau Sulawesi yang terletak di bagian tengah Kepulauan Indonesia menyerupai huruf K. Bentuk ini dipengaruhi oleh pergerakan tiga lempeng utama dunia. Berdasarkan daerah fisiografi, Pulau Sulawesi terbagi menjadi Lengan Selatan, Bagian Tengah, Lengan Utara, Lengan Timur, Tenggara, Lengan dan Leher (Sukamto dan Ratman, 2013).

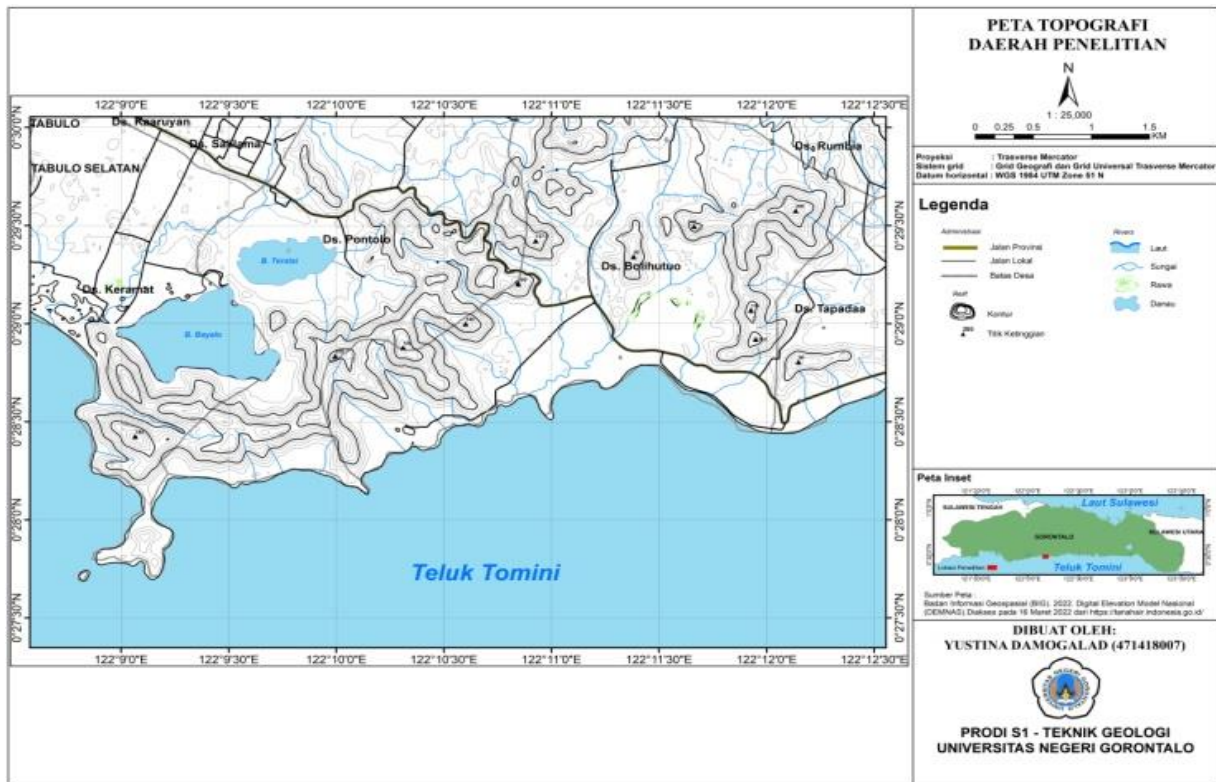
Gorontalo yang merupakan bagian dari Lengan Utara Sulawesi memiliki kondisi geologi yang sangat kompleks akibat pengaruh tektonik. Pengaruh tektonik sangat kuat, terutama dari posisi batugamping terumbu yang berumur seperempat di wilayah Gorontalo. Batugamping terumbu ini mengalami sangat elevasi yang kuat, dibuktikan dengan data lapangan di dekat Gorontalo dan pantai utara Tanjung Daka (Katili, 1970; Bachri et al, 1997; Sukamto dan Ratman, 2013).

Pemetaan geologi adalah proses ilmiah yang sangat interpretatif yang dapat menghasilkan berbagai produk peta untuk berbagai kegunaan. Kegunaan peta geologi untuk menilai kualitas air tanah dan risiko kontaminasi; memprediksi bahaya gempa bumi, gunung berapi, dan tanah longsor. Selain itu berguna mengkarakterisasi energi dan sumber daya mineral dan biaya ekstraksinya; tempat penyimpanan limbah; pengelolaan lahan dan perencanaan penggunaan lahan; dan pendidikan umum (Soller, 2004)

Desa Keramat dan sekitarnya tersusun oleh batuan plutonik yakni Formasi Batuan Gabro (Teog) dan Formasi Batuan Granodiorit Bumbulan (Tpb). Sedangkan di bagian atas diendapkan Formasi Aluvium (Qal) (Bachri et al, 1997). Berdasarkan latar belakang yang disusun maka tujuan penelitian yang akan dicapai adalah mengetahui karakteristik mineralogi dan tekstur serta proses terbentuknya batuan dasar berdasarkan data pemetaan geologi dan data petrografi.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi daerah penelitian terletak pada koordinat 00°27'21.2"-00°30'03.1" Lintang Utara dan 122°08'34.8"-122°12'33.0" Bujur Timur dengan luas daerah penelitian 21 Km². Secara administratif, daerah penelitian berada di Desa Keramat, Kecamatan Mananggu, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Desa Keramat dan sekitarnya, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo

Metode penelitian yang digunakan berupa survei geologi lapangan, penelitian laboratorium, dan pengolahan studio. Metode observasi lapangan adalah metode yang berfokus pada pengamatan kondisi geologi di daerah penelitian. Kemudian data-data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode penelitian laboratorium berupa analisis petrografi dengan sayatan tipis (Tetley dan Daczko, 2013; Serge dan Senthikumar, 2017; Ofulume et al., 2018; Pangulu et al, 2022; Payuyu et al., 2022; Rusdi et al, 2022; Ghaneswara et al, 2023; Hutagalung et al, 2023).

Analisis petrografi sampel *basement* di bawah mikroskop untuk menentukan tekstur dan komposisi mineral yang digunakan untuk memberi nama batuan. Penggolongan nama batuan tersebut menggunakan klasifikasi Streckeisen (1978).

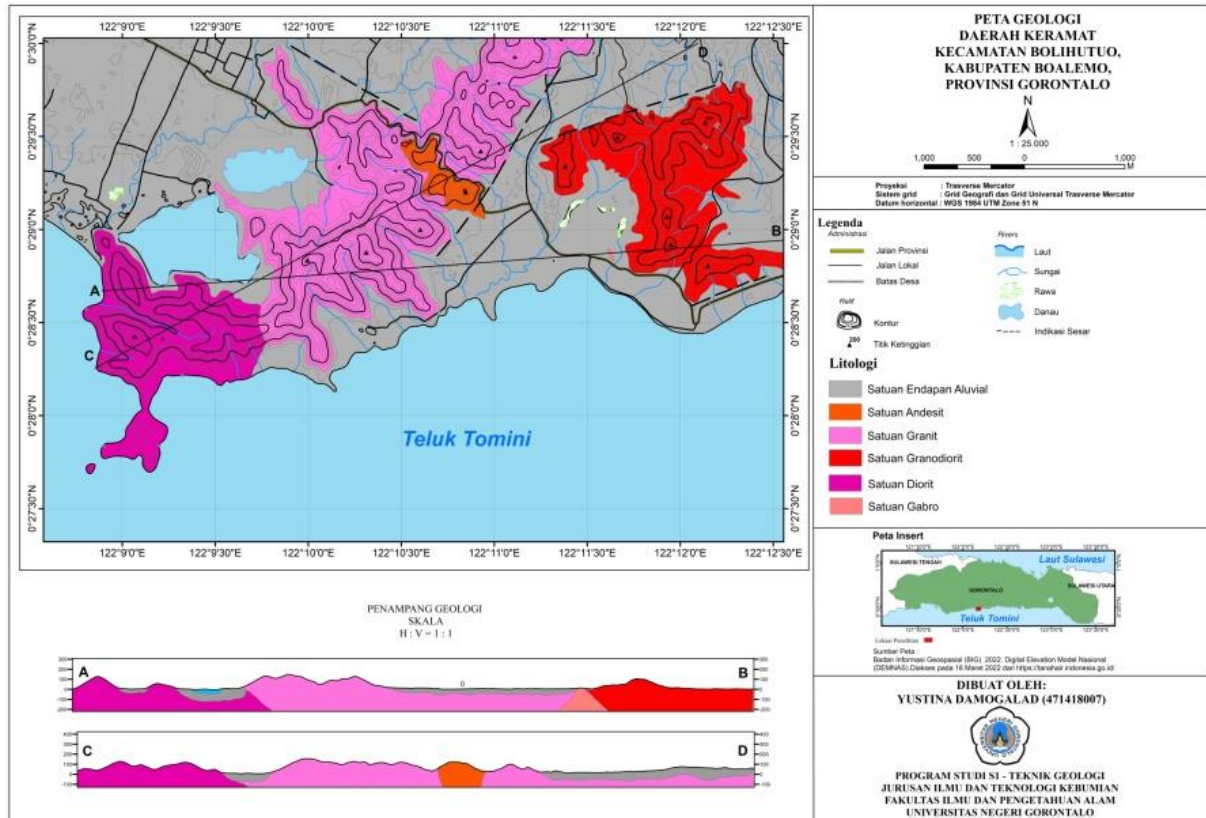
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian termasuk ke dalam lajur volkano-plutonik Sulawesi Utara yang didominasi oleh batuan terobosan dan batuan gunung api Eosen-Pliosen. Pembentukan batuan gunungapi di daerah penelitian berlangsung

relatif menerus sejak periode Eosen-Miosen Awal sampai Kuartar. Daerah Keramat terbagi dalam beberapa satuan yang dapat di kelompokkan kedalam dua bagian, yaitu endapan permukaan dan batuan terobosan (Bachri et al, 1997).

Penamaan satuan stratigrafi pada daerah penelitian mengacu pada Sandi Stratigrafi Indonesia (1996) dengan sistem penamaan litostratigrafi tidak resmi, yaitu penentuan satuan batuan (unit litologi) yang didasarkan pada ciri-ciri litologi, kombinasi jenis batuan, keseragaman batuan dan gejala-gejala lain pada tubuh batuan di lapangan, serta pada umumnya sesuai dengan hukum superposisi dan *cross-cutting relationship*.

Berdasarkan kriteria tersebut dan hasil pengamatan langsung di lapangan, daerah penelitian tersusun oleh batuan plutonik dan vulkanik, maka satuan stratigrafi lokasi penelitian terbagi menjadi enam satuan yang terlihat pada (Gambar 2). Jika diurutkan dari yang tua ke yang muda yaitu: satuan batuan gabro, satuan batuan granodiorit, satuan batuan granit, satuan batuan diorit, satuan batuan andesit dan satuan alluvial (Tabel 1).



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Keramat dan sekitarnya, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo

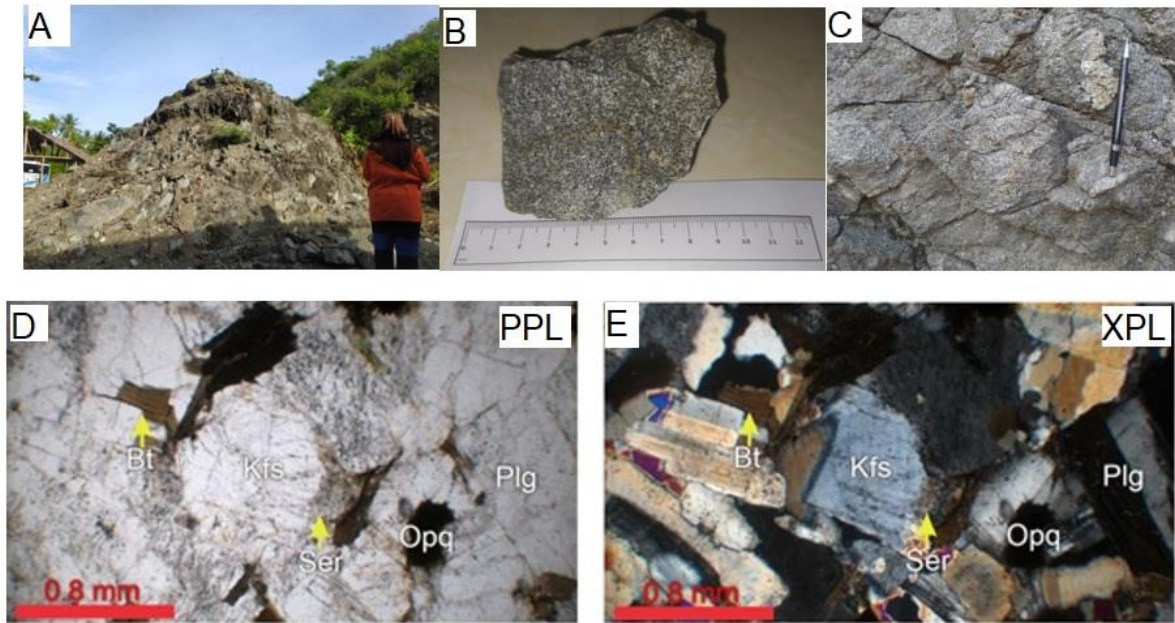
Tabel 1. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian

Umur		Formasi	Stratigrafi		Pemerian
Zaman	Kala		Simbol batuan	Satuan batuan	
Kuarter	Holosen	Aluvium (Qal)		Endapan Aluvial	Satuan ini tersusun atas pasir, lempung, lanau, lumpur, kerikil, kerakal serta material lepas dan sebagian besar telah terkonsolidasi
Tersier	Pliosen	Gunungapi Pani(Tppv)		Andesit	Satuan ini tersusun atas Batuan Andesit berwarna abu-abu gelap sebagian segar dan sebagian lapuk, derajat kristalin hipokristalin, granularitas porfiro/porfiro afanitik, bentuk subhedral-anhedral, inequigranular. Mineral penyusun batuan yang teramati secara megaskopis yaitu plagioklas dan sedikit k-felspar, biotit dan kuarsa.
	Pliosen	Granodiorit Bumbulan (Tpb)		Granit	Satuan ini tersusun atas Batuan Granit berwarna abu-abu segar, masif ukuran butir feneritik (kasar), hipokristalin inequigranular, subhedral sampai anhedral. Mineral penyusun batuan yang teramati secara megaskopis yaitu plagioklas, kuarsa, kfeldspar dan biotit. Secara umum kondisi satuan ini telah banyak mengalami pelapukan dan terkekarkan
	Pliosen	Granodiorit Bumbulan (Tpb)		Granodiorit	Satuan ini tersusun atas Batuan Granodiorit berwarna abu-abu terang, struktur masif, derajat kristalin hipokristalin, granularitas feneritik-porfiro feneritik, bentuk subhedral-anhedral, ukuran butir 2-05 mm, inequigranular. Mineral penyusun batuan yang teramati secara megaskopis yaitu plagioklas, orthoclase, biotit dan kuarsa.
	Miosen Awal - Tengah	Diorit Bone (Tmb)		Diorit	Satuan ini tersusun atas Batuan Diorit berwarna abu-abu terang hingga gelap, struktur masif, derajat kristalin hipokristalin, granularitas feneritik-porfiro feneritik, bentuk anhedral-subhedral, ukuran butir 2 mm, hipokristalin, inequigranular. Mineral penyusun batuan yang teramati secara megaskopis yaitu plagioklas hampir dominan, piroksen dan sedikit kuarsa.
	Eosen - Oligosen	Gabro (Teog)		Gabro	Satuan ini tersusun atas Batuan Gabro berwarna abu-abu gelap, granularitas feneritik-porfiro feneritik, ukuran butir 2 mm, hipokristalin equigranular, euhedral sampai subhedral. Mineral penyusun batuan yang teramati secara megaskopis yaitu plagioklas, kfeldspar, biotit, dan hornblend.

Karakteristik Basement Satuan Gabro

Satuan ini menempati ± 5% dari seluruh luas daerah penelitian. Satuan ini menyebar di bagian tenggara pada daerah penelitian. Satuan ini terdapat di Desa Bolihutuo. Ciri litologi satuan ini berwarna abu-abu gelap, granularitas feneritik-porfiro feneritik, ukuran butir 2 mm, holokristalin, equigranular, euhedral sampai subhedral. Mineral penyusun batuan yang teramati secara megaskopis yaitu plagioklas, kfeldspar, biotit, dan hornblend. Secara

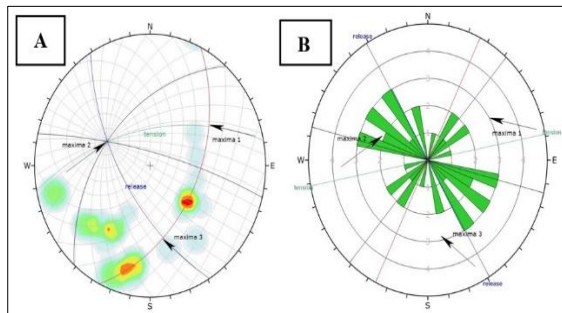
mikroskopis batuan ini tersusun dari mineral plagioklas (55%), K-feldspar (8%), biotit (8%), piroksen (14%), mineral opak (5%) dan mineral alterasi penyusun batuan serisit (10%). Berdasarkan komposisi beserta teksturnya maka batuan ini dinamakan Gabro (Streckeisen, 1978). Proses geologi pembentukan batuan dasar gabro adalah hasil intrusi magma yang disebabkan tekanan gas yang kecil, sehingga naiknya gerakan magma dari dalam bumi tidak sampai ke permukaan bumi (Gambar 3).



Gambar 3. Kenapan satuan gabro, A) Singkapan satuan Gabro di lapangan, B) *Hand specimen* dari satuan Gabro, C) Struktur kekar gerus pada satuan Gabro, D) dan E) Sayatan petrografi dari satuan Gabro

Berdasarkan kesamaan ciri-ciri fisik pada litologi, satuan Gabro ini dapat dibandingkan dengan Formasi Batuan Gabro (Teog) berdasarkan peta geologi regional Gorontalo lembar Talamuta (Bachri et al, 1997) dengan umur Eosen hingga Oligosen.

Namun demikian secara umum batuan Gabro ini merupakan batuan tertua di daerah Gorontalo yang penyebarannya salah satunya di Daerah Keramat Kabupaten Boalemo. Berdasarkan kesebandingan dengan batuan Gabro dari Formasi Garba di daerah Desa Tanjung Kurung, Kabupaten Ogan Komering Ulu Provinsi Sumatera Selatan adalah tekstur batuan. Tekstur batuan berupa granularitas fanerik, equigranular, dan holokristalin yang menandakan bahwa proses pembekuan dari batuan ini dapat membentuk kristal secara sempurna. Sedangkan hasil perbandingan dengan tekstur batuan gabro dari Kompleks ofiolit Penjwin, Irak sekitar 60 km sebelah timur kota Sulaimaniya memiliki kesamaan pada ukuran kristal sedang hingga kasar. Komposisi mineral terdiri dari plagioklas, olivin, klinopiroksen, ortopiroksen, amfibol dan oksida besi (Ali & Rostum, 2021).



Gambar 4. Analisis struktur geologi kekar gerus di daerah penelitian; A) Hasil pengolahan data menggunakan streonet dan B) hasil pengolahan data menggunakan diagram roset

Pada satuan ini terdapat struktur kekar gerus (*shear fracture*). Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, kekar gerus merupakan struktur kekar yang dominan ditemukan di lapangan. Kekar ini terbentuk disebabkan oleh proses tektonik. Pengukuran kekar pada satuan andesit diperoleh arah umum relatif Barat Laut dan Tenggara Dengan tegasan maksimum $28^{\circ}/N58^{\circ}E$, tegasan menengah $45^{\circ}/N296^{\circ}E$ dan tegasan minimum $31^{\circ}/N169^{\circ}E$ (Gambar 4).

Batuan dasar Gabro yang diteliti memiliki karakteristik dan ciri khas yang tidak ditemukan pada batuan lain di wilayah Provinsi Gorontalo.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan hasil dan pembahasan penelitian yang berjudul "Karakteristik Batuan Dasar Formasi Gabro Daerah Keramat Kabupaten Boalemo" maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik mineralogi dan tekstur yakni granularitas faneritik-porfiro faneritik, ukuran butir 2 mm, holokristalin, equigranular, euhedral sampai subhedral. Mineral penyusun batuan terdiri dari plagioklas, K-feldspar, biotit, piroksen, mineral opak dan serisit. Proses pembentukan batuan dasar Gabro berasal dari intrusi magma yang merupakan bagian dari Formasi Batuan Gabro (Teog) berumur Eosen hingga Oligosen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali S.A., and Rostum, Z. (2021). Petrography and Geochemistry of Gabbroic Rock from the Penjwin Ophiolite, Kurdistan Region, Northeastern Iraq. *Iraqi Geological Journal*, 54 (2E), 24-37. <https://doi.org/10.46717/igj.54.2E.3Ms-2021-11-19>.
- Bachri, S., Partoyo, E., Bawono, S.S., Sukarna, D., Surono dan Supandjono, J.B., (1997). *Geologi Daerah Gorontalo, Sulawesi Utara*. Kumpulan Makalah Hasil Penelitian dan Pemetaan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1996/1997, 18-30.
- Burwash, R.A. (1987). Basement . In: Structural Geology and Tectonics. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-31080-0_6.
- Ghaneswara, O, A., Permana, A.P., and Hutagalung, R. (2023). Karakteristik endapan nikel laterit blok O Daerah Bunta, Kabupaten Banggai. *Jurnal Sains Informasi Geografi [JSIG]*, 6(1), 31-37. <http://dx.doi.org/10.31314/jsig.v6i1.2002>.
- Hamilton W. (1979) Tectonics of the Indonesian region. Geological Survey Professional Paper 1078, U.S. Govern. Printing Office, Washington. U.S.G.S. Professional Paper 1078. P. 345.
- Hutagalung, R., Permana, A, P., Eraku, S,S., Isa, D, R., and Ghaneswara, O, A. (2023). Mass movement analysis in Dumbo Raya Area based on rock quality. *AIP Conference Proceedings* 2614, 050034-1–050034-5; <https://doi.org/10.1063/5.0125904>
- Hutchison C.S. (1989) *Geological evolution of Southeast Asia*. Oxford Monograph on Geology and Geophysic no 13, Oxford. P. 368.
- Katili J.A. (1970) Large transcurrent faults in southeast asia with special reference to Indonesia. *International Journal of earth Science*. 59 (2) : 581-600.
- Muehlberger, W. R., R. E. Denison, and E. G. Lidiak, 1967, Basement rocks in the continental interior of the United States, Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 51, 2351–2380.
- Ofulume A.B. , Ib K.K., Ibeneme S.I., Dioha E.C., Chinemelu E.S., Eluwa J.C. and Onyise U.O. (2018). The petrography, geochemistry and potential applications of Ndi-Uduma Ukwu/Ohafia-Ifigh limestone, Ohafia, S.E. Nigeria. *Journal of Geosciences and Geomatics*, 6(1), 21-26. DOI: 10.12691/jgg-6-1-3.
- Pangulu, M, D., Kasim, M., dan Hutagalung, R. (2022). Karakteristik Batuan tuff Lapili Daerah Kecamatan Buawa Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, 6(1), 53-59 <http://dx.doi.org/10.30595/jrst.v6i1.11544>
- Payuyu, N., Permana, A.P., dan Hutagalung, R. (2022). Analisis Tipe Batuan Dasar Pembentuk Nikel Laterit Pada Block X Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Sains Informasi Geografi [JSIG]*, 5(2),76-83. <http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v5i2.1551>.
- 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, Y.I., dan Akase, N. (2022). Analisis Petrografi Dan Sebaran Litologi

- Daerah Saripi Dan Sekitarnya, Kecamatan Paguyaman, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi (GeoJPG)*, 1(1), 32-39. <https://doi.org/10.34312/geojg.v1i1.15261>
- Sandi Stratigrafi Indonesia, (1996). *IAGI (Ikatan Ahli Geologi Indonesia)*, Jakarta.
- Serge N., and Senthilkumar G.R. (2017). Petrography of crystalline limestone and the associated rocks occurred near Uthappanaickanoor Village, Usilampatti Block, Madurai District, Tamil Nadu, India. *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics (IOSR-JAGG)*, 5, 54-62.
- Silver E.A., McCaffrey R., and Smith R.B. (1983a) Collision, rotation and the initiation of subduction in the evolution of Sulawesi, Indonesia. *J. Geophysic. Res.* 88, B11: 9407-9418.
- Soller, D.R. (2004). *Introduction to Geologic Mapping*. U.S. Geological Survey. McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology, pp. 128-130.
- Streckeisen, A. (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12(1), 1-33. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(76\)90052-0](https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0)
- Sukamto R., and Ratman N. (2013) *Quaternary rock, In :Surono., Hartono U (Eds), Sulawesi geology*, Center for Surveying Geological Resources. LIPI Press: 110-112.
- Tetley M., and Daczko N.R. (2013). Virtual petrographic microscope: a multi-platform education and research software tool to analyse rock thin-sections. *Australian Journal of Earth Sciences*, 61(4), 631-637. DOI: 10.1080/08120099.2014.886624.
- White, G. W., 1972, William McLure's concept of primitive rocks (basement complex), in *History of concepts in Precambrian geology*, Eds. W. O. Kupsch and W. A. S. Sarjeant, Geol. Assoc. Canada Spec. Paper 19, 251-259.