



Geokimia Batuan Beku Daerah Tanjung Kramat dan Sekitarnya, Kecamatan Hulonthalangi, Kota Gorontalo

Joga Bagaswicaksono Suwandi^a, Muhamad Kasim^b, Ronal Hutagalung^c, Ayub Pratama Aris^d

^{abcd}Prodi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

*email: muhkasim@ung.ac.id

ARTICLE INFO

Sejarah artikel:

Diterima: 24 Oktober 2024

Direvisi: 27 November 2024

Diterima: 31 Desember 2024

Keywords: Igneous Rocks, XRF Geochemical, Tanjung Kramat

How to cite this article:

Suwandi, J. B., Kasim, M., Hutagalung, R., Aris, A. P. (2024). Geokimia Batuan Beku Daerah Tanjung Kramat dan Sekitarnya, Kecamatan Hulonthalangi, Kota Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 3(2), 150-158.
<https://doi.org/10.34312/Jage.v3i2.30325>

ABSTRACT

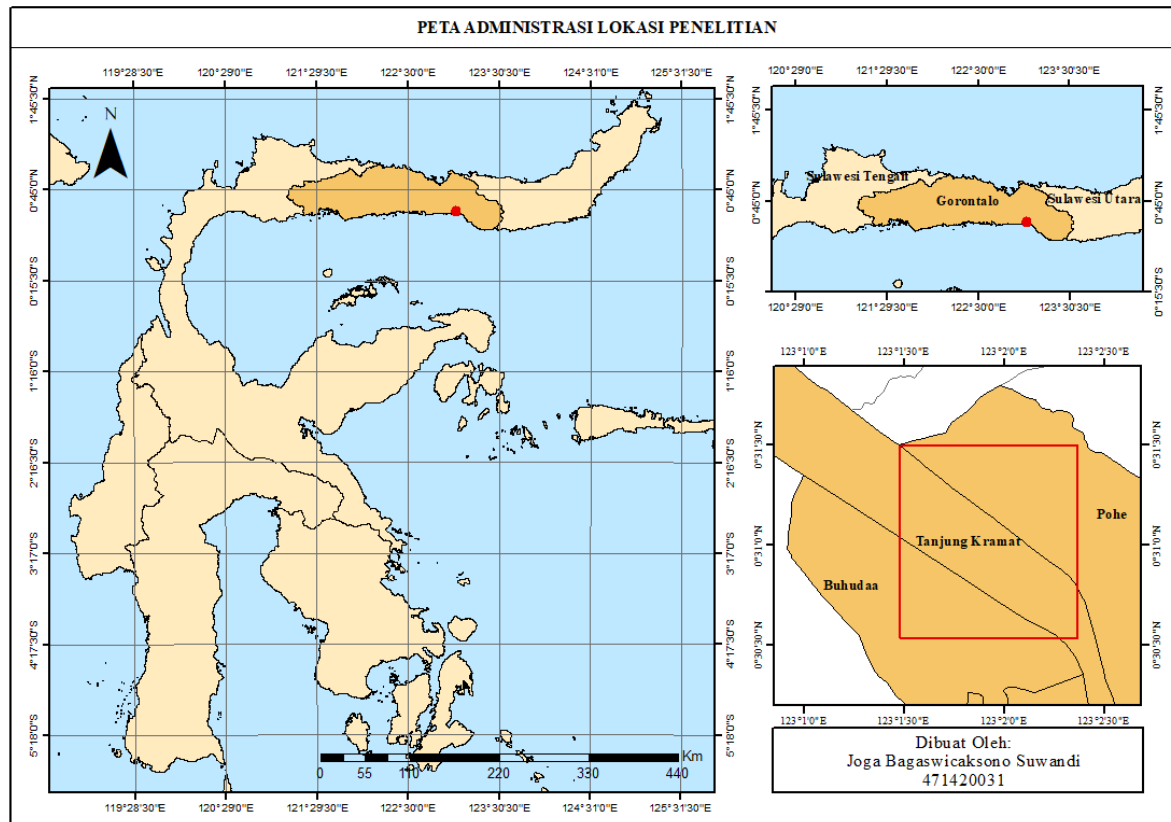
The research area has a highly complex diversity of igneous rocks, predominantly consisting of fresh rocks, making it suitable for geochemical analysis. The research on the petrogenesis of igneous rocks is located in the Tanjung Kramat area and its surroundings, Hulonthalangi District, Gorontalo City. The aim of this research is to analyze the geological conditions of the study area, analyze magma affinity, and the tectonic setting of the formation of igneous rocks in the study area based on X-Ray Fluorescence (XRF) geochemical data. The methods required to achieve this research include observations of the geological conditions of the study area (lithological observations, outcrops, and rock sample collection), and laboratory analysis (XRF geochemical). The stratigraphy of the study area consists of four units, ordered from youngest to oldest, namely: alluvial deposit unit, limestone unit, porphyritic andesite unit, and granite unit. Geochemical analysis shows a tholeiitic magma affinity for the J.TK15 sample and calc-alkaline for the J.TK20 sample, with a tectonic setting of island arc calc-alkaline basalt, originating from a subduction zone or orogenic zone.

1. PENGANTAR

Indonesia merupakan negara yang didominasi oleh banyak pulau-pulau dan merupakan jalur dari tektonik aktif karena adanya pengaruh besar dari pergerakan Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, serta Lempeng Indo-Australia. Hasil dari pergerakan lempeng tersebut dapat menunjukkan adanya dinamika oleh lempeng bumi yang terkait dengan aktivitas magmatisme dan pembentuk batuan beku. Provinsi Gorontalo adalah bagian dari busur vulkanik yang kompleks di bagian utara Pulau Sulawesi (Sukamto, 1975; Hamilton, 1979; Katili, 1978; Hutchison, 1989; Hall, 2002). Dengan luas 12.435 km², Provinsi Gorontalo merupakan salah satu dari beberapa provinsi yang letaknya berada pada lengan utara Pulau Sulawesi (Kurniawan, et al., 2020).

Gorontalo terletak pada bagian tengah antara Kepulauan Sangihe yang merupakan busur gunungapi aktif yang terbentang Panjang dari Milano hingga ke Lengan Utara Sulawesi (Silver dan Moore dalam Santoso, 2011). Hal inilah yang kemudian membuat Gorontalo berada dalam jalur vulkanik-plutonik dari Lengan Utara Sulawesi dengan pengendalian dari batuan gunungapi Eosen-Pliosen dan juga batuan terobosan (Bachri, 2006).

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini, yaitu untuk menganalisis kondisi geologi daerah penelitian, menganalisis afinitas magma, dan menganalisis tatanan tektonik pembentukan batuan beku daerah penelitian berdasarkan data geokimia *X-Ray Fluorescence* (XRF).



Gambar 1. Peta Administrasi Lokasi Penelitian

2. METODE

Penelitian yang berlangsung di Daerah Tanjung Kramat dan Sekitarnya (Gambar 1), Kecamatan Hulonthalangi, Kota Gorontalo. Jika dilihat dari segi geografis maka daerah penelitian ini mempunyai titik koordinat yaitu $0^{\circ}30'41,501''$ N $123^{\circ}2'1,763''$ E.

Dalam penelitian ini, peneliti membagi beberapa kegiatan yang dilakukan untuk meneliti di lokasi penelitian antara lain; tahap persiapan, tahap pengambilan data lapangan, tahap pengolahan dan analisis data, dan tahap penyajian data.

Metode yang diperlukan demi tercapainya penelitian ini yaitu pengamatan kondisi geologi daerah penelitian (pengamatan litologi maupun singkapan, dan pengambilan sampel batuan), dan analisis laboratorium (Geokimia XRF).

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Stratigrafi Daerah Penelitian

Stratigrafi daerah penelitian jika dilihat berdasarkan pengamatan Peta Geologi Lembar Kotamobagu yang menggunakan skala 1:250.000 apabila diurutkan dari muda ke tua maka dapat menghasilkan endapan alluvial, batugamping, andesit porfiri, dan granit.

3.1.1 Endapan Alluvial

Satuan endapan alluvial terdistribusi di daerah penelitian dengan capaian $0,17 \text{ km}^2$. Satuan ini tersingkap pada lereng datar/hampir datar. Penciri lainnya, yaitu tersusun atas material berupa bongkah, kerakal, kerikil sampai pasir, dan memiliki bentuk sungai seperti huruf “U” yang termasuk dalam stadia sungai tua (Gambar 2).



Gambar 2. Kenampakan Satuan Endapan Alluvial di Daerah Penelitian



Gambar 3. Kenampakan Satuan Batugamping di Daerah Penelitian

3.1.2 Batugamping

Satuan batugamping terdistribusi di daerah penelitian dengan capaian 0,50 km². Ciri fisik yang dimiliki satuan ini jika dilihat dari pengamatan secara makroskopis mempunyai warna segar putih dan warna lapuk kecoklatan, kemas terbuka, sortasi buruk, memiliki permeabilitas dan porositas baik, dan mempunyai ukuran butir <2mm. Batugamping pada daerah penelitian ini merupakan jenis *mudstone* (Gambar 3).

3.1.3 Andesit Porfiri

Satuan andesit porfiri terdistribusi di daerah penelitian dengan capaian 0,75 km². Ciri fisik yang dimiliki satuan ini jika dilihat dari pengamatan petrologi mempunyai warna segar abu-abu kehitaman dan warna lapuk kecoklatan. Penciri lainnya, yaitu memiliki derajat kristalisasi hipokristalin, tekstur porfiritik dengan bentuk butir subhedral-anhedral, homogenesis inequigranular, dan komposisi mineral tersusun atas plagioklas, hornblende, piroksen, kuarsa, serta mineral yang teralterasi berupa klorit (Gambar 4).

3.1.4 Granit

Satuan granit terdistribusi di daerah penelitian dengan capaian 0,94 km². Ciri fisik yang dimiliki satuan ini jika dilihat dari pengamatan petrologi mempunyai warna segar putih keabu-abuan. Penciri lainnya, yaitu memiliki derajat kristalisasi holokristalin, tekstur faneritik dengan bentuk butir euhedral-subhedral, homogenesis equigranular, dan komposisi mineral tersusun atas kuarsa, plagioklas, piroksen, hornblende, dan biotit (Gambar 5).



Gambar 4. Kenampakan Satuan Andesit Porfiri di Daerah Penelitian



Gambar 5. Kenampakan Satuan Granit di Daerah Penelitian

3.2 Analisis Geokimia

Pada penelitian ini analisis geokimia dilakukan terhadap 2 satuan batuan yang didapatkan dari hasil analisis petrografi dengan satuan yang pertama adalah andesit porfiri dengan kode sampel J.TK15 dan satuan yang kedua adalah granit dengan kode sampel J.TK20.

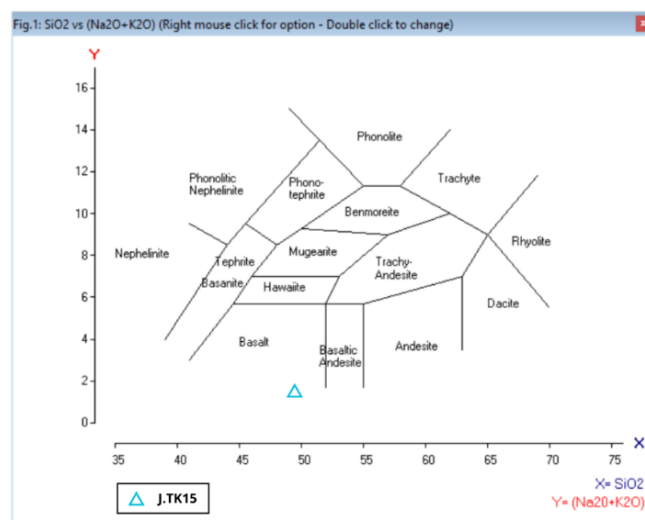
Hasil pemilihan dengan metode ini berwujud wt. % yang dilakukan normalisasi dengan keterdapatan unsur utama (*major element*) yang dilakukan analisis menghasilkan 17 unsur kimia yang dapat mempermudah untuk menjawab afinitas magma hingga tatanan tektonik pembentukan batuan beku di daerah penelitian. Ketujuhbelas unsur kimia tersebut terdiri dari SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , SO_3 , Cl , ZnO , Co_2O_3 , NiO , CuO , dan Cr_2O_3 .

Tabel 1. Hasil Unsur Utama (*Major Element*) Sampel Batuan Beku Daerah Penelitian menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan Telah Dilakukan Normalisasi.

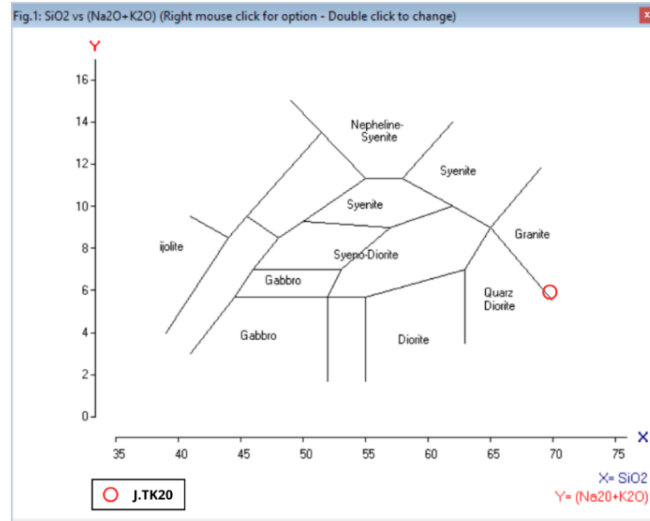
Unsur Utama (<i>Major Element</i>)	Satuan (<i>wt. %</i>)	Kode Sampel	
		J.TK15	J.TK20
SiO ₂	wt. %	45,9559	69,0089
Al ₂ O ₃	wt. %	16,3325	14,7153
Fe ₂ O ₃	wt. %	12,2304	4,2344
MgO	wt. %	10,3754	1,1601
CaO	wt. %	11,5050	4,2638
Na ₂ O	wt. %	1,2107	4,5426
K ₂ O	wt. %	0,3646	1,1958
TiO ₂	wt. %	0,7796	0,2732
P ₂ O ₅	wt. %	0,2355	0,2365
MnO	wt. %	0,4578	0,1743
SO ₃	wt. %	0,3173	0,2453
Cl	wt. %	0,0822	0,0666
ZnO	wt. %	0,0131	0,0035
Co ₂ O ₃	wt. %	0,0374	0,0052
NiO	wt. %	0,0249	0,0133
CuO	wt. %	0,0050	0,0111
Cr ₂ O ₃	wt. %	0,0619	0,0362

Jenis Batuan

Pada diagram di bawah dapat diamati bahwasanya untuk kode sampel J.TK15 memiliki jenis batuan basalt (Gambar 6). Pada analisis ini menghasilkan hasil yang berbeda dengan analisis petrografi karena metode klasifikasi yang digunakan berbeda seperti petrografi yang hanya fokus ke tekstur dan pengamatan mineralogi sedangkan geokimia hanya fokus untuk mengamati komposisi unsur utama kimia total hasil XRF. Kemungkinan lainnya juga dicurigai karena terkontaminasi yang menyebabkan variasi komposisi kimia. Untuk sampel dengan kode J.TK20 memiliki jenis batuan granit (Gambar 7).



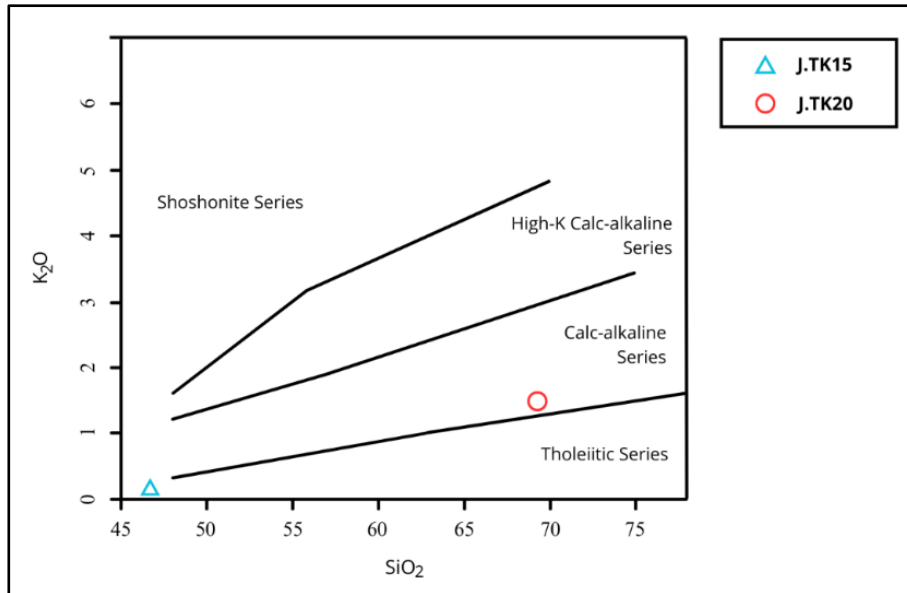
Gambar 6. Penentuan Jenis Batuan Vulkanik menggunakan Diagram SiO₂ vs (Na₂O+K₂O) (Le Bas et al., 1986)



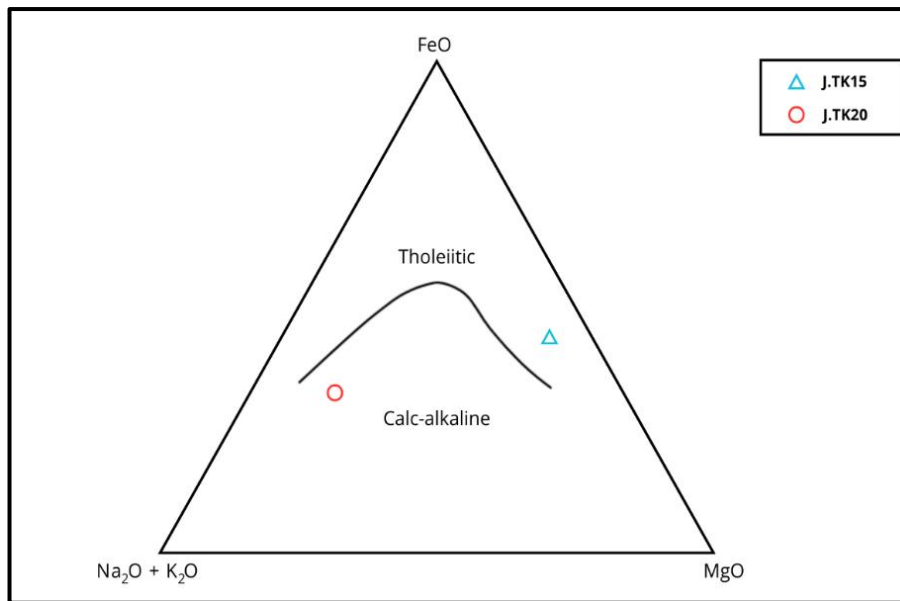
Gambar 7. Penentuan Jenis Batuan Plutonik menggunakan Diagram SiO₂ vs (Na₂O+K₂O) (Le Bas et al., 1986)

Afinitas Magma

Penentuan afinitas magma daerah penelitian dilakukan dengan cara melakukan plottingan pada diagram SiO₂ dengan K₂ (Peccerillo dan Taylor, 1976) berdasarkan perbandingan antara potasium dan silika. Klasifikasi lainnya yang digunakan adalah menggunakan diagram AFM menurut Irvine dan Baragar (1971) (Gambar 8).



Gambar 8. Afinitas Magma Batuan Beku Daerah Penelitian menggunakan Diagram SiO₂ vs K₂O (Peccerillo dan Taylor, 1976)



Gambar 9. Afinitas Magma Batuan Beku Daerah Penelitian menggunakan Diagram AFM (Irvine dan Baragar, 1971)

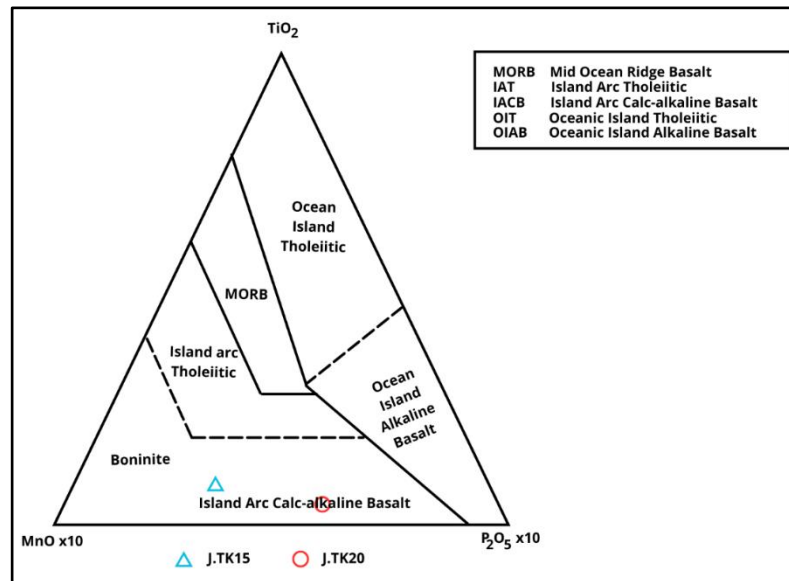
Berdasarkan sudut pandang Peccerillo dan Taylor (1976) menunjukkan perbedaan magma series berdasarkan perbandingan antara potasium dan silika. Afinitas *calc-alkaline* memiliki potasium dengan persentase sedang, dan afinitas *tholeiitic* memiliki potasium dengan persentase sedikit rendah. Klasifikasi lain yang digunakan untuk memperkuat afinitas magma di daerah penelitian yaitu dengan menggunakan diagram AFM menurut Irvine dan Baragar (1971). Berdasarkan diagram AFM afinitas magma di daerah penelitian secara garis besar sama dengan diagram SiO₂ dengan K₂O. Pada diagram AFM yang termasuk ke dalam afinitas *tholeiitic* adalah kode sampel J.TK15, dan afinitas *calc-alkaline* merupakan bagian dari kode sampel J.TK20 (Gambar 9).

Tatanan Tektonik

Diagram Ternary oleh Mullen (1983) digunakan untuk melihat asal magma secara spesifik yang dikerjakan dengan cara memplot langsung ke diagram tersebut menggunakan unsur TiO₂, MnOx10, P₂O₅x10. Setelah dilakukan plotting sampel dengan kode J.TK15 dan J.TK20 termasuk pada tatanan tektonik *Island Arc Calc-alkaline Basalt* (Gambar 10).

Menurut Wilson (1989) tatanan tektonik ini merupakan magma yang khas karena diperoleh dari zona subduksi. Tatanan tektonik ini tentunya memiliki korelasi yang berkesinambungan dengan afinitas magma pada batuan beku di daerah penelitian yaitu *tholeiitic* untuk afinitas magma dari batuan andesit porfiri dengan kode sampel J.TK15 dan *calc-alkaline* yang merupakan afinitas magma dari batuan granit dengan kode sampel J.TK20.

Afinitas magma *tholeiitic* terbentuk pada busur muda yang belum sempurna, baik di kerak benua maupun samudra. Prosesnya terjadi di zona divergen bawah laut, seperti punggung tengah samudra, serta di zona konvergen, di mana lempeng samudra menunjam ke bawah lempeng benua, membentuk subduksi. Sementara itu, afinitas magma *calc-alkaline* umumnya terbentuk di lingkungan tektonik konvergen, seperti busur kepulauan (*island arc*), hasil pertemuan dua lempeng samudra, atau *active continental margin*, yaitu pertemuan lempeng benua dan lempeng samudra dengan subduksi lempeng samudra.



Gambar 10. Tatanan Tektonik Batuan Beku Daerah Penelitian menggunakan Diagram TiO_2 , $MnOx10$, P_2O_5x10 (Mullen, 1983)

Lengan Utara Sulawesi memiliki korelasi yang kuat terhadap pembentukan afinitas magma *tholeiitic* dan *calc-alkaline*, khususnya di Gorontalo. Afinitas magma *tholeiitic* terbentuk akibat subduksi lempeng samudra Pasifik ke bawah lempeng Sunda. Sementara itu, afinitas magma *calc-alkaline* dihasilkan oleh subduksi yang lebih dalam di daerah yang sama. Kedua jenis magma ini berhubungan dengan interaksi tektonik yang kompleks antara lempeng samudra dan lempeng benua. Afinitas magma ini sering ditemukan berdekatan, bergantung pada kedalaman dan posisi sumber magma. Magma pada zona subduksi dapat mengalami diferensiasi, menghasilkan berbagai jenis batuan dengan komposisi yang berbeda.

4. KESIMPULAN

Stratigrafi daerah penelitian terdiri 4 satuan yang diurutkan dari muda ke tua yaitu, satuan endapan alluvial, satuan batugamping, satuan andesit porfiri, dan satuan granit. Analisis geokimia batuan beku daerah penelitian menghasilkan afinitas magma *tholeiitic* untuk sampel dengan kode J.TK15, dan *calc-alkaline* untuk sampel dengan kode J.TK20. Tatanan tektonik pembentukan batuan beku daerah penelitian adalah *island arc calc-alkaline basalt* yang bersumber dari zona subduksi atau zona orogen (*island arc* atau *active continental margin*) karena afinitas magma di daerah penelitian adalah *tholeiitic* dan *calc-alkaline*.

5. REFERENSI

- Al Rasyid, G. I. (2016). Geologi dan Petrogenesis Daerah Gunung Ciremai dan Sekitarnya, Kabupaten Majalengka, Kuningan, dan Cirebon, Provinsi Jawa Barat. Tugas Akhir. Institut Teknologi Bandung.
https://digilib.itb.ac.id/gdl/view/27496/petrogenesis?rows=9&per_page=2
- Ansori, C., & Wardhani, F. A. (2019). Tipe Magmatik Batuan Beku Formasi Gabon di Tinggian Karangbolong, Kebumen. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20(2), 63-74.

- Apandi dan Bachri, S. 1997. *Peta Geologi Lembar Kotamobagu (Skala 1:250.000)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bachri, S., Sukindo, dan Ratman N. 1993. *Geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Bachri, S. 2006. Stratigrafi Lajur Vulkanik-Plutonik Daerah Gorontalo, Sulawesi. *Jurnal Sumber Daya Geologi*. 16 (2): 94-106.
- Best, G. 1982. *Igneous and metamorphic petrology*. San Fransisco, Freeman and Company.
- Brahmantyo, B. (2009). *Fisiografi dan Geologi Gorontalo*. Baksosurtanal.
- Disando, T. (2018). *Vulkanostratigrafi dan Petrogenesis Gunung Lasem dan Sekitarnya, Kabupaten Rembang, Jawa Barat*. Tugas Akhir. https://digilib.itb.ac.id/gdl/view/31208/petrogenesis?rows=9&per_page=5
- Duwingik, R. F., Maryati, S., & Hutagalung, R. (2022). Studi Petrologi Batuan Granit Daerah Pohe, Kota Gorontalo. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 6(1), 71-78.
- Egy, Lucas, Wayan. 2016. *Study dan Karakteristik Petrogenesis Batuan Beku di Daerah Daerah Singkawan dan Sekitarnya, Provinsi Kalimantan Barat*. Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Fadilla, Aldi (2023) *Geologi dan Petrogenesis Diorit Daerah Koto Parik Gadang Diatesh dan Sekitarnya Kabupaten Solok Selatan Provinsi Sumatra Barat*. S1 thesis, Universitas Jambi.
- Grove, T. L. 2000. Origin Of Magma. *The Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press
- MacKenzie, W. S., & Guilford, C. (2014). *Atlas of the rock-forming minerals in thin section*. Routledge.
- Nurahmah, S. C. C., Rosana, M. F., & Haryanto, I. (2024). Karakteristik Petrografi dan Geokimia Unsur Utama Batuan Vulkanik Pulau Ponelo, Gorontalo Utara. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 25(4), 259-268.
- Permana, A. P. (2017). Analisis Stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*, 5 (1).
- Permanadewi, S., & Samodra, H. (2022). Analisis Petrografi dan Geokimia Batuan Diorit-Granodiorit-Granit di Daerah Gorontalo, Sulawesi. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 23(4), 235-246.
- Shore, M., & Fowler, A. D. (1996). Oscillatory zoning in minerals; a common phenomenon. *The Canadian Mineralogist*, 34(6), 1111-1126.
- Sukanto, R., 1975. The structure of Sulawesi in the light of plate tectonics. *Proceedings of Regional Conference on the Geology and Mineral Resources of SE Asia*, Jakarta, August 4-7, 1-25.
- Sundaji, R. W. (2018). *Volkanostratigrafi dan Petrogenesis Daerah Gunung Merbabu dan Sekitarnya, Kabupaten Boyolali, Magelang, dan Semarang, Provinsi Jawa Tengah*. Tugas Akhir. Institut Teknologi Bandung
- USGS. 2014. *Understanding Plate Motion*. URL: <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/Vigil.html>. Diakses: 22 Maret 2024.
- Van Bemmelen, R. W., 1949. *The Geology of Indonesia*. The Haque.
- Van Zuidam, R. A. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis an Geomorphological Mapping*. ITC, Smits Publication, Enschede, Netherland.
- Wilson, B.M. 2007. *Igneous Petrogenesis: a Global Tectonic Approach*. Springer Science & Business Media.