



# Karakteristik Batugamping dan Porositas Terhadap Potensi Reservoir Air Tanah di Desa Buhudaa, Kabupaten Gorontalo

Fasya Ramadhan Hemeto<sup>a</sup>, Yuyu Indriati Arifin<sup>b</sup>, Ronal Hutagalung<sup>c</sup>

<sup>abc</sup>Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

\*email: [Yuyu\\_arifin@ung.ac.id](mailto:Yuyu_arifin@ung.ac.id)

## ARTICLE INFO

### Sejarah artikel:

Diterima: 05 Mei 2025

Direvisi: 08 Juni 2025

Diterima: 30 Juni 2025

**Keywords:** Geologi, Andesit, Geokimia, Putiana, Gorontalo

### How to cite this article:

Hemeto, F. R., Arifin, Y. I., Hutagalung, R. (2025). Karakteristik Batugamping dan Porositas Terhadap Potensi Reservoir Air Tanah di Desa Buhudaa, Kabupaten Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 4(1), 82-88.  
<https://doi.org/10.34312/Jage.v4i1.30327>

## ABSTRACT

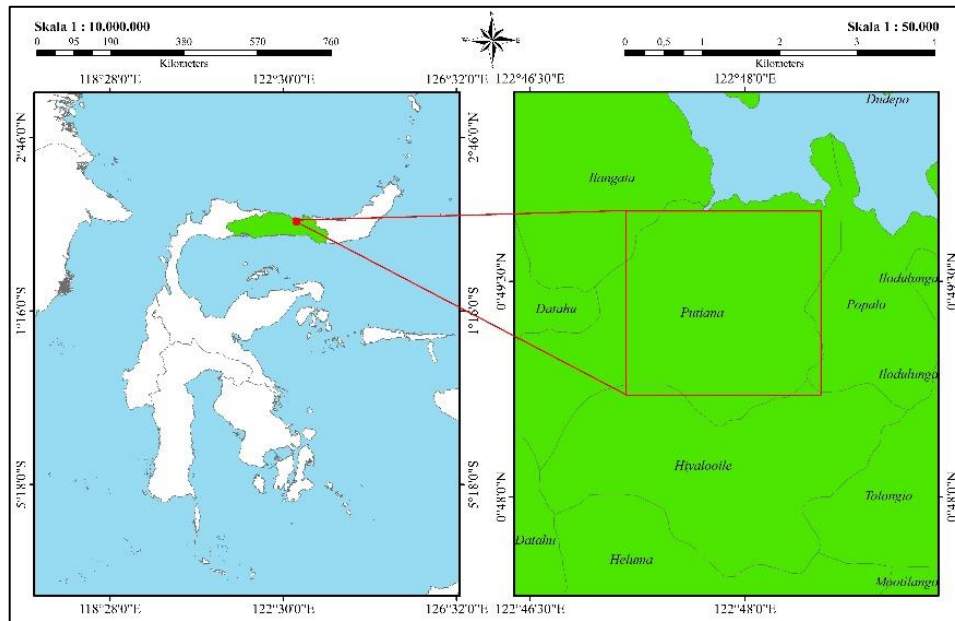
This research was conducted in Putiana village and its surrounding area, Angrek District, North Gorontalo Regency. The geographical position of this area is at 122°47'09.9" - 122°48'31.9" East Longitude and 0°48'43.3" - 0°50'00.3" North Latitude (WGS84 Zone 51N) with a study area of 6 km<sup>2</sup>. The research was conducted with the aim of knowing the geochemistry of andesite rocks and the tectonic order that occurred in the research area. The method used in this research is geological mapping which aims to determine the geological conditions and X-ray fluorescence (XRF) geochemical analysis to determine the chemical content of rocks. The results showed that the stratigraphy of the research area when sorted from old to young includes andesite porphyry units, andesite units, and alluvial sediment units. Based on geochemical analysis, it is known that the magma type of the andesite rock series of the research area is tholeiitic and includes basalt rock types. The magma origin is Island Arc tholeiitic, with the tectonic setting of the research area occurring in the orogenous zone/subduction zone.

## 1. PENGANTAR

Sulawesi merupakan salah satu wilayah dengan kondisi geologi yang kompleks di Indonesia karena berada di persimpangan tiga lempeng besar: Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik (Hall & Wilson, 2000). Proses subduksi dan aktivitas vulkanik yang intens menciptakan keragaman litologi, struktur geologi, dan sejarah pembentukan yang unik. Sebagai bagian dari kawasan tektonik aktif, wilayah ini dipengaruhi oleh magmatisme yang berkelanjutan hingga saat ini.

Provinsi Gorontalo memiliki sebaran batuan vulkanik yang luas dengan berbagai jenis dan umur yang bervariasi. Hal tersebut terjadi karena Provinsi Gorontalo terletak pada bagian tengah kawasan jalur vulkanik-plutonik Sulawesi Utara yang didominasi oleh batuan gunung api Eosen-Pliosen dan juga batuan terobosan akibat adanya busur gunung api aktif yang memanjang di sepanjang kawasan Lengan Utara Sulawesi (Bachri, 2006).

Berdasarkan geologi regional (Bachri, dkk 1994), lokasi penelitian terletak pada formasi Batuan Gunung Api Pinogu (Tqpv). Daerah penelitian jika dilihat dari peta geologi 1:25.000 (Damapoi, 2020), tersusun atas batuan beku vulkanik meliputi satuan andesit. Penelitian pada Formasi Gunung Api Pinogu di Kecamatan Angrek, Gorontalo Utara, dengan mengetahui geokimia batuan andesit dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman tatanan tektonik dan magmatisme lokal yang belum banyak diteliti.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

## 2. METODE

Metode penelitian kali ini berupa pemetaan geologi dan analisis geokimia (XRF). Pemetaan geologi dilakukan untuk pengamatan dan pengambilan data geologi dilapangan. Analisis geokimia *X-ray fluorescence* (XRF) dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia pada sampel batuan yang telah dipilih.

Pengumpulan data lapangan meliputi data litologi, dan pengambilan sampel untuk dilakukan analisis geokimia. Data litologi digunakan untuk mengetahui stratigrafi daerah penelitian. Pengambilan sampel untuk analisis geokimia dilakukan untuk mengetahui jenis magma batuan, seri magma, asal magma, dan tatanan tektonik daerah penelitian.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, stratigrafi daerah penelitian mengacu pada Sandi Stratigrafi Indonesia (1996) dengan penamaan litofasies yang belum resmi, yaitu dengan penentuan satuan batuan berdasarkan ciri – ciri litologi dengan mengamati jenis batuan, keseragaman, kombinasi, serta gejala lainnya. Berdasarkan hal tersebut jika diurutkan dari tua ke muda satuan batuan yang ada pada daerah putiana dan sekitarnya terdiri dari satuan porfiri andesit, satuan andesit, dan satuan endapan aluvial.

#### 3.1.1 Satuan Porfiri Andesit

Satuan ini menempati sekitar 66% (4 km<sup>2</sup>) dari total keseluruhan lokasi penelitian. Satuan ini memiliki ketebelan yang intepretasikan  $\pm 200$  meter yang didasarkan pada rekonstruksi ketebelan penampang geologi (Gambar 2). Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, batuan berwarna abu kegelapan, dengan derajat kristalisasi hipokristalin, dan granularitas porfiritik. Komposisi mineral didominasi oleh fenokris yang berukuran 1-3 mm berbentuk euhedral-anhedral. Fenokris yang diamati terdiri diantaranya plagioclase (40%), k-feldspar (5%), dan piroksen (10%). Presentase mineral sisanya hadir berupa massa dasar dan gelas vulkanik. Berdasarkan komposisi mineral tersebut, batuan termasuk jenis porfiri andesit (Fenton, 1940).



**Gambar 2.** Satuan Porfiri Andesit



**Gambar 3.** Satuan Andesit

### 3.1.2 Satuan Andesit

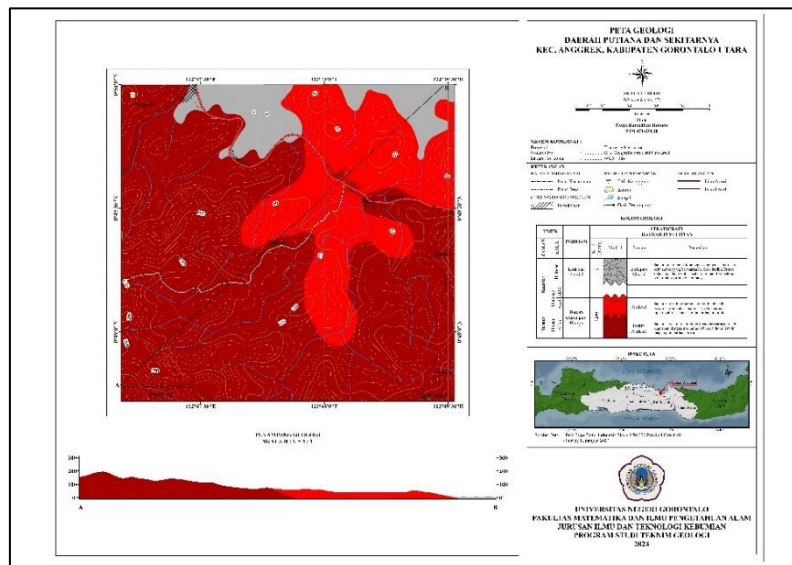
Satuan endapan aluvial ini menempati sekitar 9% (0,5 km<sup>2</sup>) dari total luas daerah penelitian yang tersebar dibagian utara daerah penelitian. Ketebalan satuan ini diinterpretasikan  $\pm$  10 meter berdasarkan rekonstruksi ketebalan pada penampang stratigrafi, satuan ini merupakan satuan termuda di daerah penelitian. Pengamatan di lapangan menunjukkan satuan ini disebagian tempat dijumpai material lepas seperti bongkah, kerakal, kerikil, pasir hingga lempung, dengan vegetasi didominasi oleh tumbuhan bakau (Gambar 3).

### 3.1.3 Satuan Endapan Aluvial

Satuan endapan aluvial ini menempati sekitar 9% (0,5 km<sup>2</sup>) dari total luas daerah penelitian yang tersebar dibagian utara daerah penelitian. Ketebalan satuan ini diinterpretasikan  $\pm$  10 meter berdasarkan rekonstruksi ketebalan pada penampang stratigrafi, satuan ini merupakan satuan termuda di daerah penelitian. Pengamatan di lapangan menunjukkan satuan ini disebagian tempat dijumpai material lepas seperti bongkah, kerakal, kerikil, pasir hingga lempung, dengan vegetasi didominasi oleh tumbuhan bakau (Gambar 4).



Gambar 4. Satuan Endapan Aluvial



Gambar 5. Peta Geologi Daerah Penelitian

### 3.2 Analisis Geokimia

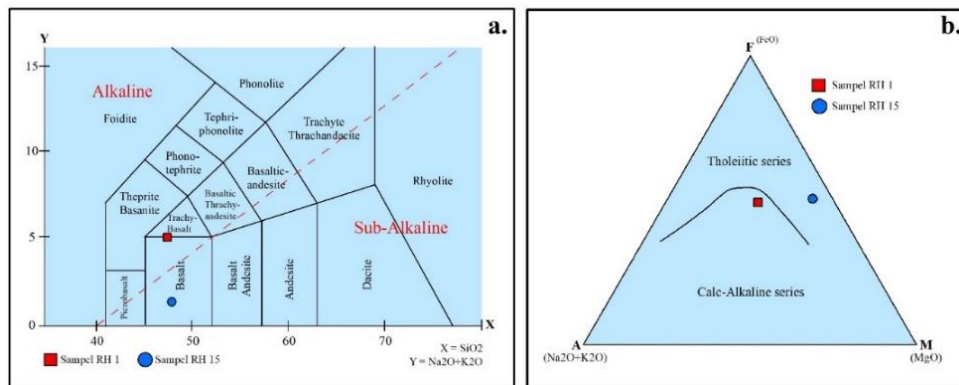
Analisis geokimia dilakukan pada sampel satuan Porfiri Andesit dan satuan Andesit yang mewakili jenis batuan andesit daerah penelitian. Data analisis geokimia menggunakan XRF (X-Ray Florescence) berupa data mayor element dalam bentuk (wt%) yang telah dinormalisasi.

Dalam diagram  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$  dengan  $\text{SiO}_2$  (Le Bas dkk, 1986) memperlihatkan perbedaan dari dua hasil geokimia magma series berdasarkan kandungan alkali, yaitu jenis *alkaline* dan *subalkalin*. Berdasarkan hasil diagram menunjukkan kedua sampel termasuk jenis batuan basalt. Sampel RH 1 menunjukkan tipe magma *alkaline*, sedangkan untuk sampel RH 15 menunjukkan tipe *subalkaline*. (Gambar 6.a)

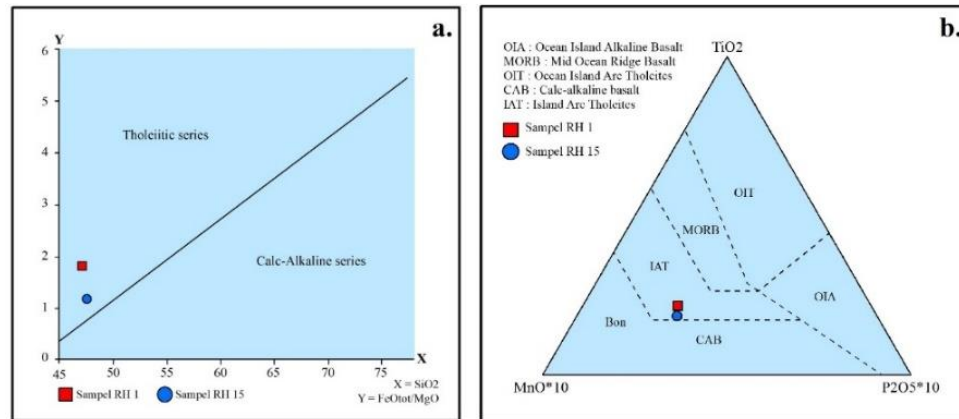
Sementara menurut diagram AFM (Irvine dan Baragar, 1971) kedua sampel menunjukkan perbedaan posisi pada series magma. RH 15 memiliki tipe magma series berupa *tholeiitic*, sedangkan untuk sampel RH 1 berada di series magma berupa *calc-alkaline*. Berdasarkan diagram tersebut magma series *tholeiitic* umumnya memiliki kandungan yang kaya Fe. Walaupun kedua sampel menunjukkan perbedaan posisi magma series, kandungan Fe dari kedua sampel seimbang. (Gambar 6.b)

**Tabel 1.** Hasil analisis major element XRF

Major Element (wt%)	Kode sampel	RH 1	RH 15
		SiO <sub>2</sub>	47,07
	TiO <sub>2</sub>	0,94	0,78
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,73	19,18
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,81	11,28
	MnO	0,21	0,24
	MgO	5,97	8,60
	CaO	9,95	10,85
	Na <sub>2</sub> O	3,95	0,34
	K <sub>2</sub> O	1,12	1,03
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,20	0,19



**Gambar 6.** a. Diagram (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) vs SiO<sub>2</sub> (Le Bas dkk, 1986) b. Diagram AFM (Irvine dan Baragar, 1971)



**Gambar 7.** a. Diagram FeO\* vs FeO\*/MgO (Miyashiro dan Shido, 1975) b. Diagram segitiga TiO<sub>2</sub>, MnOx10, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>x10 (Mullen, 1983)

Dalam diagram SiO<sub>2</sub> vs FeO\*/MgO (Miyashiro dan Shido, 1975), data geokimia yang di plot dalam diagram menunjukkan bahwa kedua sampel RH 1 dan RH 15 terletak di magma series yang sama yaitu *tholeiitic*. *Tholeiitic* merupakan tipe magma yang bersifat mafic dengan keberadaan K series yang rendah (rendah potasium). (Gambar 7.a)

Diagram berikutnya yang digunakan pada penentuan afinitas magma adalah Diagram segitiga TiO<sub>2</sub>, MnOx10, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>x10 (Mullen, 1983). Diagram tersebut sangat diperlukan karena dapat menunjukkan asal magma yang lebih detail. Berdasarkan hasil diagram tersebut, diketahui bahwa kedua sampel termasuk dalam tatanan tektonik *Island Arc Tholeiitic* (Gambar 7.b)

### 3.3 Kondisi Tektonik

Menurut (Wilson, 2007), tipe magma *tholeiitic* berkaitan dengan zona subduksi atau zona orogen. Batuan daerah penelitian memiliki tipe magma series *tholeiitic* (Miyashiro dan Shido, 1975). Selaras dengan pernyataan (Gill, 1981 dalam Yuwono, 2015) dimana batuan zona subduksi dibuktikan dengan kandungan  $\text{TiO}_2 < 1,3\%$ . Hal tersebut relevan dengan hasil data geokimia senyawa  $\text{TiO}_2$  pada batuan daerah penelitian yang berkisar 0,78% dan 0,94%. Batuan zona subduksi memiliki kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang tinggi (16 - 19%) (Hartono, 2011), hal tersebut juga relevan dengan kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada kedua sampel yaitu 18,73% dan 19,18%.

Untuk menentukan kedalaman asal magma terbentuk, dapat ditentukan dengan data geokimia menggunakan rumus Hutchinson (1975). Dalam rumus tersebut, kedalaman asal magma dapat diperoleh dengan menggunakan presentase  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{K}_2\text{O}$  dengan rumus sebagai berikut:  $h = [320 - (3,65 \times \% \text{SiO}_2)] + (25,52 \times \% \text{K}_2\text{O})$ .

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus diatas, dapat diketahui bahwa magma asal diperkirakan terbentuk pada kedalaman berkisar 173 – 176 km pada zona Benioff. Batuan daerah penelitian diperkirakan terbentuk pada kala pliosen akhir – plistosen awal, dimana akibat terjadi subduksi antara lempeng laut Sulawesi dan lempeng mikro kontinen sula yang berkisar sekitar 15 sampai 10 juta tahun yang lalu.

## 4. KESIMPULAN

Stratigrafi daerah penelitian jika disusun dari tua ke muda terdiri dari satuan porfiri andesit, satuan andesit dan endapan aluvial. Berdasarkan analisis geokimia, diketahui bahwa tipe magma series batuan andesit daerah penelitian adalah *tholeiitic* dengan jenis batuan yang diperoleh dari data geokimia berupa basalt. Asal magma batuan andesit daerah penelitian berasal dari *Island Arc Tholeiitic*, dengan tatanan tektonik daerah penelitian terjadi pada zona orogen/ zona subduksi.

## 5. REFERENSI

- Bachri, S dkk. 1994. Peta Geologi Lembar Tilamuta (Skala 1:250.000). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bachri, S. 2006. Stratigrafi Lajur Vulkanoplutonik Daerah Gorontalo, Sulawesi. Jurnal Sumber Daya Geologi. 16 (2): 94-106
- Bachri, S. 2011. *Structural Pattern and Stress System Evolution during Neogene - Pleistocene Times in the Central Part of the North Arm of Sulawesi*. Jurnal Sumber Daya Geologi. 21 (3): 127-135.
- Damapoli. 2020. Geologi Daerah Ilangata dan Sekitarnya, Kecamatan Anggrek, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. Skripsi. Universitas Negeri Gorontalo
- Fenton, C. L. 1940. The Rock Book. Doubleday Company. Garden City, New York
- Gill, R. 2010. Igneous Rocks and Processes: a Practical Guide. Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons, Ltd, Publication
- Hall, R. dan Wilson, M.E. J. 2000. *Neogene Sutures in Eastern Indonesia*. *Journal of Asian Earth Sciences*. 18 (6): 781-800.
- Hartono, U., dan Sulistyawan R. I. H. 2011. An Overview of Arc Magma Petrogenesis. JSDG. 21(4)
- Irvine, T., dan Baragar W. R. A. 1971. A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. Canadian Journal of Earth Sciences. 8: 523-548.
- Le Bas, M.J., Maltre, R., Streckeis, A., Zannetin, B. 1985. A Chemical Classification of Volcanic-Rocks Based on Total Alkali Silica Diagram. Journal of Petrology. 27 (3): 745-750.

- 
- Miyashiro, A., dan Shido, F. 1975. Tholeiitic and Calc-Alkaline Series in Relation to the Behaviors of Titanium, Vanadium, Chromium, and Nickel. *American Journal of Science*. 275: 265-277.
- Mullen, E.D. (1983) MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: A Minor Element Discriminant for Basaltic Rocks of Oceanic Environments and Its Implications for Petrogenesis.
- Rudyawan, A., Hall, R., White, L.T. 2014. *Neogene Extension of the Central North Arm of Sulawesi, Indonesia*. American Geophysical Union. Fall Meeting 15-16 December 2014, San Francisco, United States of America.
- Wilson, B.M. 2007. *Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach*. Springer Science & Business Media.
- Yuwono, Y. S. 2015. *Pengantar Petrogenesis*. Bandung : ITB Press.