

Analisa Geokimia Fluida Manifestasi Permukaan di Daerah Panas Bumi Lahendong

Jeferson Polii* , Alfrie M. Rampengan

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado, Tondano, 95619, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 19 April 2020
Disetujui 29 April 2020

Key word:
Geothermal
Lahendong
Geochemical

Kata kunci:
Panas Bumi
Lahendong
Geokimia

ABSTRACT

Geothermal energy depends on volcanic regions or plate subduction. Indonesia has geothermal potential due to the meeting of 3 (three) large plates. North Sulawesi is one of the areas located in the ring of fire. Some areas in the Minahasa Regency, North Sulawesi province, were targeted for research because they have manifestations of geothermal such as hot pools, steaming ground, mud pools, and other manifestations. The research location is divided into 3 (three) locations around the Lahendong geothermal area, namely the Lahendong pine forest, the Toraget hot air area, and the hot springs in the village of Totolan. The results of sample and plotting tests in ternary diagrams show that all three geothermal manifestations have sulfuric acid type fluids. This type of geothermal fluid has a high SO_4 content, while HCO_3 and Cl values are low. Hot springs that have a type of sulfuric acid occur in active volcanic regions. This is supported by the lithology of three areas of manifestation which are composed of basalt resulting from volcanic rocks.

ABSTRAK

Energi panas bumi cenderung berada di daerah vulkanik maupun subduksi lempeng. Indonesia memiliki potensi panas bumi karena berada di pertemuan 3 (tiga) lempeng besar. Sulawesi Utara menjadi salah satu daerah yang terletak di pada jalur cincin api. Beberapa daerah di Kabupaten Minahasa, propinsi Sulawesi Utara, menjadi sasaran penelitian karena memiliki manifestasi panas bumi seperti mata air panas, tanah beruap, lumpur panas, dan manifestasi lainnya. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) lokasi di seputaran daerah panas bumi Lahendong, yaitu hutan pinus Lahendong, daerah air panas Toraget, dan mata air panas di desa Totolan. Hasil uji sampel dan plotting pada diagram *ternary* menunjukkan bahwa ketiga manifestasi panas bumi memiliki fluida tipe asam sulfat. Fluida panas bumi jenis ini memiliki kandungan SO_4 tinggi, sedangkan nilai HCO_3 dan Cl rendah. Mata air panas yang memiliki jenis asam sulfat cenderung terjadi pada daerah vulkanik aktif. Hal ini didukung dengan kondisi litologi ketiga daerah manifestasi yang tersusun oleh batuan basalt berumur tersier hasil dari batuan vulkanik.

*e-mail:
jefersonpolii@unima.ac.id
*Telp: 08524000439

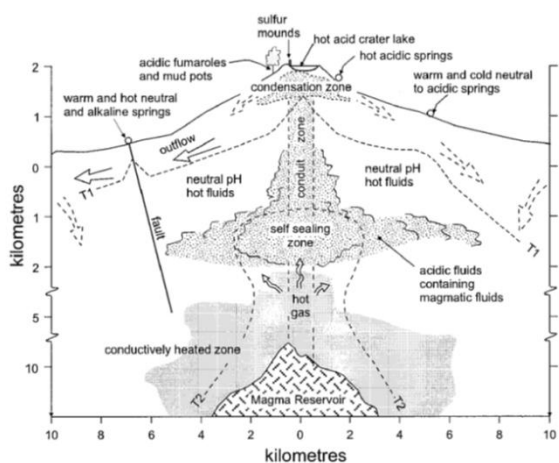
Pendahuluan

Panas bumi merupakan salah satu energi terbarukan (*renewable energy*) karena sumber panasnya yang berasal dari uap panas bertekanan tinggi yang berasal dari lapisan kerak bumi bawah permukaan yang sumber panasnya dari magma. Jika aliran siklus fluida permukaan yang masuk ke reservoir panas

bumi. Jika uap panas ini dipertahankan debitnya maka aliran panas bumi ke permukaan akan berkelanjutan (*sustainable*). Energi panas bumi juga menjadi energi yang unggul karena emisi CO_2 dan gas tak terkondensasi lainnya cukup kecil sehingga energi panas bumi menjadi ramah lingkungan.

Indonesia memiliki potensi panas bumi 40% dari keseluruhan potensi dunia atau sekitar 30.000 MW. Namun kapasitas terpasang baru mencapai 1.450 MW [1]. Hal ini mengindikasikan bahwa panas bumi di Indonesia masih perlu dikembangkan tahap eksplorasi maupun eksploitasinya. Energi panas bumi cenderung berada di daerah vulkanik maupun subduksi lempeng. Indonesia memiliki potensi panas bumi karena berada di pertemuan 3 (tiga) lempeng besar. Sulawesi Utara menjadi salah satu daerah yang terletak di pada jalur cincin api. Pengembangan panas bumi pun di Sulawesi Utara sudah cukup memadai.

Sebagian besar daerah panas bumi Indonesia memiliki sistem hidrotermal bertemperatur tinggi (di atas 225°C). Sistem hidrotermal dapat didefinisikan sebagai sistem perpindahan panas bumi dari sumber panas ke permukaan dengan konveksi bebas, dengan melibatkan fluida meteorik disertai atau tanpa fluida magmatic [2]. Sistem panas bumi hidrotermal dapat ditunjukkan dengan gambar 1.



Gambar 1. Sistem Panas Bumi Hidrotermal [3].

Model sistem panas bumi hidrotermal menjadi prospek jangka panjang jika didukung oleh 5 (lima) aspek penting berikut.

- Sumber panas bumi yang besar
- Reservoir yang permeabel
- Adanya aliran air
- Lapisan penudung (*cap rock*)
- Mekanisme peresapan

Kelima aspek tersebut saling membangun dan membentuk sistem panas bumi hidrotermal yang dapat dieksploitasi. Kurangnya salah satu aspek akan membuat lapangan pada sistem panas bumi ini tidak dapat dieksploitasi [3].

Kenampakan manifestasi di permukaan dapat mengindikasikan adanya potensi panas bumi di daerah tersebut. Manifestasi panas bumi dapat berupa mata air panas, fumarol, tanah beruap, kolam lumpur panas, dan manifestasi lainnya. Kolam air panas terbentuk karena ada rembesan air panas dari bawah permukaan melalui rekahan-rekahan pada batuan. Kenaikan temperatur pada fluida ini bisa disebabkan karena fluida tersebut berasal dari reservoir, atau pun berasal dari air permukaan yang menjadi panas karena kontak dengan uap panas. Air panas yang bersumber dari reservoir cenderung berwarna jernih kebiru-biruan. Untuk air panas yang berasal dari tanah yang kontak dengan uap panas memiliki pH rendah dan berwarna kehijau-hijauan [4].

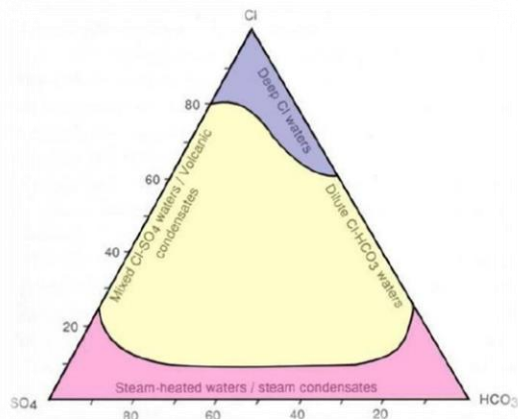
Metode

Penelitian dilakukan di 3 (tiga) daerah manifestasi panas bumi yaitu di hutan pinus Lahendong, pemandian air panas Toraget di Langowan, dan daerah air panas berlumpur di desa Totolan di Kakas. Sampel air dari tiga tempat itu di ambil dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Manifestasi di ketiga daerah tersebut yang nampak seperti mata air panas, uap panas, tanah beruap, dan lumpur panas.

Hasil dan Pembahasan

Analisa Geokimia Fluida Manifestasi Panas Bumi

Dari hasil sampling air panas di lapangan panas bumi setelah di analisa di labolatorium dapat dilakukan karakterisasi jenis fluida lapangan. dengan melakukan plotting hasil analisa laboratorium pada diagram *ternary*. Dan ini contoh diagram *ternary* Cl – SO₄ – HCO₃ di tunjukan pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Diagram Ternary [5]

Diagram Ternary Plot berfungsi untuk mengklasifikasi air panas bumi berdasarkan kandungan sulfat, klorida, dan bikarbonat [5].

Air klorida dicirikan dengan kandungan Cl yang tinggi, mengandung sejumlah HCO₃, dan perbandingan Cl/SO₄ yang tinggi. Air klorida mengandung Na, K tinggi, dan SiO₂ tinggi. Air ini memiliki pH netral dan kenampakan manifestasi air panasnya jernih dan berwarna kebiru-biruan. Air klorida yang bertemperatur tinggi akan memiliki endapan silika di sekitarnya.

Air asam sulfat memiliki kandungan SO₄ yang tinggi, dan umumnya memiliki kandungan Cl dan HCO₃ yang rendah. Air asam sulfat memiliki derajat keasaman yang rendah (nilainya berkisar 2-3). Fluida ini berasal dari kondensasi uap dari bawah permukaan seperti yang terjadi di daerah vulkanik.

Air bikarbonat memiliki kandungan HCO₃ yang tinggi dengan nilai Cl dan SO₄ yang bervariasi. Air bikarbonat memiliki pH netral, tetapi bila terlarut CO₂ di permukaan maka fluidanya akan menjadi basa. Pada daerah manifestasi yang mengandung air bikarbonat sering terdapat endapan travertin di sekitarnya.

Pengujian Sampel Fluida Manifestasi Panas Bumi

Penelitian dilakukan di 3 (tiga) daerah manifestasi panas bumi yaitu di hutan pinus Lahendong, pemandian air panas Toraget di Langowan, dan daerah air panas berlumpur di desa Totolan di Kakas.

Sampel air yang diperoleh di ketiga daerah manifestasi kemudian diuji dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil

pengujian sampel pada ketiga daerah tersebut ditunjukkan dengan tabel 1 berikut.

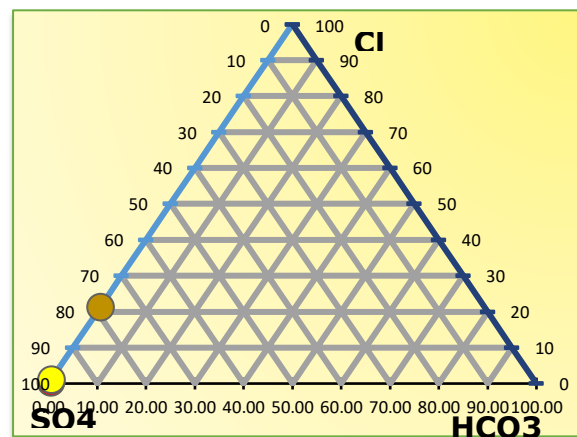
Tabel 1. Koordinat dan Komposisi Kimia Fluida Manifestasi

Daerah Manifestasi	Komposisi Kimia Air (mg/L)		
	Cl	SO ₄	HCO ₃
Air panas di hutan pinus Lahendong	0,49	229	0,99
Air panas Toraget	119	442	0,99
Air panas di desa Totolan	5,3	511	1

Analisa Fluida Manifestasi

Penentuan tipe fluida dari ketiga mata air panas manifestasi dengan cara menganalisa secara geokimia menggunakan diagram ternary Cl-SO₄-HCO₃. Analisa berdasarkan data kandungan Cl, SO₄, dan HCO₃ yang diperoleh di lokasi penelitian.

Berdasarkan nilai presentase kandungan komposisi kimia masing-masing, selanjutnya dilakukan *ploting* pada diagram ternary untuk masing-masing daerah manifestasi. Hasil *ploting* untuk ketiga daerah manifestasi ditunjukkan dengan gambar 3 di bawah ini.



- Air panas di hutan pinus Lahendong
- Air panas Toraget
- Air panas di desa Totolan

Gambar 3. Ploting Diagram Ternary Fluida Manifestasi Panas Bumi

Dari diagram di atas dapat dilihat bahwa ketiga manifestasi panas bumi memiliki fluida jenis air asam sulfat. Fluida panas bumi jenis ini memiliki kandungan SO_4 tinggi, sedangkan kandungan HCO_3 dan Cl rendah. Mata air panas bertipe asam sulfat berasal dari fluida hasil kondensasi uap panas. Hal ini disebabkan karena fluida ini melarutkan mineral batuan sepanjang perjalanannya ke permukaan. Mata air panas yang memiliki jenis asam sulfat cenderung terjadi pada daerah vulkanik aktif. Hal ini didukung dengan kondisi litologi ketiga daerah manifestasi yang tersusun oleh batuan basalt berumur tersier hasil dari batuan vulkanik.

Kesimpulan

Hasil uji sampel dan *ploting* pada diagram *ternary* bahwa ketiga manifestasi panas bumi memiliki fluida tipe asam sulfat. Fluida panas bumi jenis ini memiliki kandungan SO_4 tinggi, sedangkan kandungan HCO_3 dan Cl rendah. Mata air panas yang memiliki jenis asam sulfat cenderung terjadi pada daerah vulkanik aktif. Hal ini didukung dengan kondisi litologi ketiga daerah manifestasi yang tersusun oleh batuan basalt berumur tersier hasil dari batuan vulkanik.

Daftar Pustaka

1. Wahjosoedibjo, A. S.; Hasan, M. In *Indonesia's geothermal development: where is it going*, 43rd workshop on geothermal reservoir engineering. Stanford, California: Stanford University, 2018.
2. Hochstein, M.; Browne, P., Surface manifestations of geothermal systems with volcanic heat sources. *Encyclopedia of volcanoes* **2000**, 835-855.
3. DiPippo, R., *Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact*. Butterworth-Heinemann: 2012.
4. Saptadji, N. M., Teknik Panas Bumi. *Bandung, Penerbit ITB* **2001**.
5. Nicholson, K., *Geothermal fluids: chemistry and exploration techniques*. Springer Science & Business Media: 2012.