

Analisis Karakteristik Fluida dan Estimasi Temperatur Reservoir di Desa Karumenga Kecamatan Langowan Utara

*) Ronaldo Rukait, Rolles Nixon Palilingan, dan Jefferson Polii

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

*e-mail: Ronaldorukait@gmail.com

Diterima 3 Oktober 2022; Disetujui 17 Oktober 2022

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan potensi panas bumi yang besar karena berada di daerah pertemuan tiga lempeng besar, dan Sulawesi utara berada tepat di area cincin api sehingga memiliki cadangan energi panas bumi yang cukup besar. Daerah penelitian yang berada di Desa Karumenga Kecamatan Langowan Utara Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara dipilih menjadi lokasi penelitian karena di daerah tersebut terdapat manifestasi permukaan berupa mata air panas yang diperkirakan berasal dari suatu sistem panas bumi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fluida dan estimasi temperatur reservoir di lokasi penelitian dengan menggunakan metode geokimia dan analisis dilakukan dengan menggunakan geoindikator Na-K-Mg dan geotermometer Na-K Giggenbach. Setelah melakukan plotting data kimia laboratorium pada diagram ternary Na-K-Mg Giggenbach memperlihatkan bahwa karakteristik fluida mata air panas di lokasi penelitian adalah partial equilibrium water dimana fluida sebagian telah mengalami perubahan sehingga tidak sepenuhnya berada dalam keadaan setimbang, dan berdasarkan perhitungan dengan menggunakan geotermometer Na-K didapati bahwa estimasi temperatur reservoir mata air panas di Desa Karumenga Kecamatan Langowan Utara adalah 209.6380C dan termasuk pada sistem entalpi sedang.

Kata kunci: Panas bumi, Geokimia, Geoindikator, Geotermometer

ABSTRACT

Indonesia is a country with great geothermal potential because it is located at the meeting point of three large plates, and North Sulawesi is right in the ring of fire area, so it has large reserves of geothermal energy. The research area located in Karumenga Village, North Langowan District, Minahasa Regency, North Sulawesi Province was chosen as the research location because in that area there are surface manifestations in the form of hot springs which are estimated to come from a geothermal system. The purpose of this study was to determine the fluid characteristics and reservoir temperature estimation at the research site using geochemical methods and analysis was carried out using the Na-K-Mg geo-indicator and the Na-K Giggenbach geotermometer. After plotting laboratory chemistry data on Giggenbach's Na-K-Mg ternary diagram, it shows that the fluid characteristics of the hot springs at the research site are partial equilibrium water where the fluid has partially changed so that it is not completely in a state of equilibrium. and based on calculations using a Na-K geotermometer, it was found that the estimated temperature of the hot spring reservoir in Karumenga Village, North Langowan District is 209.638 oC and is included in the medium enthalpy system.

Keywords: Geothermal, Geochemical, Geotermometer, Geoindicator

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya dan kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik juga mengalami peningkatan namun saat ini Indonesia masih bergantung pada pembangkit listrik batu bara yang merupakan kontributor utama emisi gas rumah kaca yang dapat mempercepat terjadinya perubahan iklim. Batu bara juga merupakan energi yang tidak dapat diperbarui dan cepat atau lambat akan berkurang dan habis sehingga kita perlu beralih menggunakan energi baru terbarukan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Pembangkit listrik tenaga panas bumi dapat menjadi alternatif baru bagi Indonesia

karena secara geografis Indonesia terletak diantara pertemuan tiga lempeng besar di daerah cincin api. Dengan potensi panas bumi mencapai 40% atau sekitar 30.000 MW yang tersebar diseluruh wilayah Indonesia salah satunya di daerah Sulawesi Utara yang saat ini masih terus dikembangkan.

Manifestasi permukaan dapat menjadi salah satu parameter adanya suatu sistem panas bumi seperti mata air panas. Penelitian ini dilakukan di Desa Karumenga Kecamatan Langowan Utara Kabupaten Minahasa, Desa Karumenga dipilih menjadi lokasi penelitian karena banyak terdapat mata air panas disekitaran desa yang dimanfaatkan sebagai

tempat pemandian air panas oleh masyarakat setempat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fluida dan estimasi temperatur reservoir dengan menggunakan metode geoindikator Na-K-Mg dan geotermometer Na-K Giggenbach.

2. KAJIAN TEORI

Panas bumi merupakan sumber daya panas alami yang berasal dari interaksi antara batuan panas dengan air, hasil interaksi tersebut terperangkap di suatu tempat yang disebut reservoir panas bumi (Amsted dan Christopher. 1983). Air resapan yang temperturnya lebih rendah meresap kedalam tanah dan fluida yang temperturnya lebih tinggi naik ke permukaan dan muncul ke permukaan bumi menjadi manifestasi permukaan seperti mata air panas.

Panas bumi biasanya dapat dijumpai pada daerah dengan gradient panas bumi yang relatif normal terutama pada bagian tepi lempeng (Dickson dkk. 2004). Menurut Goff dan Janick (2000) komponen panas bumi yang lengkap terdiri dari tiga komponen utama yaitu adanya batuan reservoir yang permeable, air yang membawa panas dan sumber panas itu sendiri.

Hochstein dan Browne (2000) membedakan jenis panas bumi berdasarkan tingginya temperatur menjadi tiga, yaitu :

- Jenis panas bumi dengan tempeatur rendah, yaitu suatu jenis panas bumi yang reservoirnya mengandung fluida dengan dengan temperatur lebih kecil dari 125°C.
- Jenis panas bumi dengan temperatur sedang, yaitu panas bumi yang reservoirnya mengandung fluida dengan temperatur antara 125°C sampai 225°C.
- Jenis panas bumi dengan temperatur tinggi, yaitu jenis panas bumi yang reservoirnya mengandung fluida dengan temperatur diatas 225°C.

Geokimia

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode geokimia untuk dapat mengetahui kandungan kimia dari sampel air yang diambil dari lokasi penelitian kemudian dianalisa menggunakan geoindikator Na-K-Mg Giggenbach untuk mengetahui karakteristik fluida dan geotermometer Na-K untuk mengestimasi temperatur reservoir.

Geoindikator

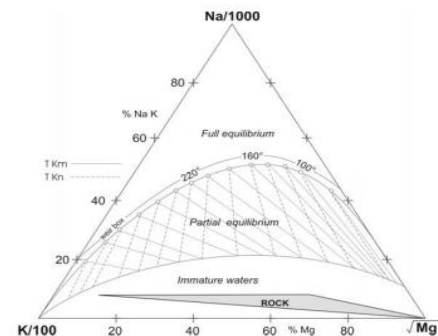
Untuk dapat mengetahui karakteristik fluida maka digunakan geoindikator Na-K-Mg Giggenbach. Geoindikator Na-K-Mg Giggenbach dikembangkan untuk mengetahui air yang telah mencapai keseimbangan dengan menggunakan diagram *ternary* segitiga hasil persentase dari Na/1000-K/100-√Mg. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Sigma \text{ kadar} = \frac{Na}{1000} + \frac{K}{100} + \sqrt{Mg} \quad (1)$$

$$\%Na = \frac{\frac{Na}{1000}}{\Sigma \text{ kadar}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\%Mg = \frac{\sqrt{Mg}}{\Sigma \text{ kadar}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\%K = \frac{\frac{K}{100}}{\Sigma \text{ kadar}} \times 100\% \quad (4)$$



Gambar 1. Diagram Ternary Na-K-Mg (Giggenbach, 1988)

Dalam diagram *ternary* Na-K-Mg Giggenbach fluida panas bumi terbagi menjadi tiga, yaitu :

- Full equilibrium water*, fluida panas bumi berada dalam keadaan setimbang
- Partial equalilibrium water*, fluida sebagian telah mengalami perubahan dan tidak sepenuhnya berada dalam keadaan setimbang.
- Immature water*, fluida tidak dalam keadaan setimbang dan telah bercampur dengan air meteorik.

Geotermometer

Geotermometer Na-K Giggenbach digunakan untuk mengestimasi temperatur reservoir. Geotermometer Na-K cocok untuk air klorida yang berasal dari reservoir dengan temperatur tinggi, rasio Na K akan semakin tinggi apabila temperatur meningkat, respon rasio konsentrasi Na terhadap K akan menurun

terhadap meningkatnya temperatur fluida yang berdasarkan pada reaksi pertukaran kation yang sangat bergantung pada temperatur (Hakam E.E. 2018).

Persamaan Na-K Giggenbach dipilih karena menggunakan nilai tertinggi dari data (Sumintadireja, 2005). Geotermometer jenis ini juga dapat berlaku untuk temperatur reservoir yang berekisar antara 180°C – 350°C (Ellis 1997).

Persamaan geotermometer Na-K Giggenbach yang digunakan untuk mengestimasi temperatur reservoir sebagai berikut :

$$T^{\circ}\text{C} = \frac{1390}{(\log \text{Na/K}) + 1,75} - 273 \quad (5)$$

Geotermometer ini tidak banyak terpengaruh oleh *steam loss* dan biasa diterapkan untuk reservoir air klorida dengan nilai temperatur >180°C (Giggenbach 1988).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada mata air panas yang terletak di Desa Karumenga Kecamatan Langowan Utara.

Dalam melaksanakan penelitian ini terlebih dahulu penulis menentukan permasalahan dan tujuan penelitian berdasarkan keadaan di lokasi penelitian, kemudian melakukan kajian literatur, pengamatan di lapangan dan mempersiapkan alat dan bahan.

Kemudian melakukan pengukuran parameter fisis dan pengambilan sampel air yang selanjutnya diuji laboratorium, adapun parameter kimia yang diuji adalah Na, K, Mg dan SiO₂. Data hasil laboratorium kemudian dianalisis menggunakan geoindikator Na-K-Mg dan geotermometer Na-K Giggenbach.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan pada lokasi penelitian menunjukkan mata air panas terlihat jernih, terdapat endapan silika dan tidak terdapat lumpur. Temperatur air 69°C dan pengukuran konsentrasi ion hidrogen 7 lokasi penelitian terletak pada titik koordinat 1°10'10" lintang utara dan 124°49'58" lintang timur.

Sampel air yang diambil dibawah ke laboratorium PT. Water Laboratory Nusantara (WLN) Manado. Berdasarkan data hasil laboratorium maka dapat diketahui karakteristik fluida dan estimasi temperatur reservoir dengan melakukan *ploting* pada

diagram *ternary* dan menggunakan persamaan geotermometer Giggenbach.

Pengujian sampel ditunjukkan dengan Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Komposisi Kimia Fluida Manifestasi

Sampel	Na	K	Mg	SiO ₂
Hasil (mg/L)	298	21,8	0,05	370

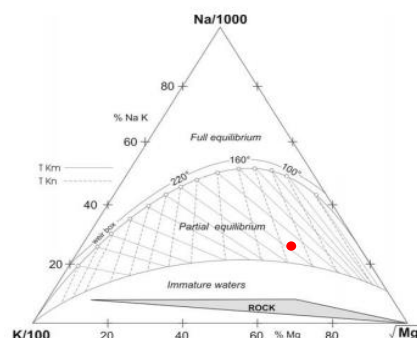
Untuk menentukan karakteristik fluida dengan geoindikator Na-K-Mg Giggenbach maka data hasil laboratorium harus diubah kedalam bentuk persentase berdasarkan persamaan 1, 2, 3, dan 4.

Berikut data hasil laboratorium yang telah diubah dalam bentuk persentase.

Tabel 2. Persentase data hasil laboratorium

ΣKadar	%Na	%Mg	%K
0,739	40,32%	30,18%	29,50%

Berdasarkan nilai persentase kandungan kimia, selanjutnya dilakukan *ploting* pada diagram *ternary* dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil *ploting* diagram *ternary* Na-K-Mg Giggenbach.

Hasil *ploting* diagram *ternary* karakteristik mata air panas di Desa Karumenga Kecamatan Langowan Utara adalah *partial equilibrium water* yang menunjukkan bahwa fluida sebagian telah mengalami perubahan dan tidak sepenuhnya berada dalam keadaan setimbang dan berdasarkan tingginya kandungan Na, K dan SiO₂ maka air tersebut merupakan air klorida (Jefferson P. dan Alfrie M.R. 2020) tingginya kandungan Na K juga menunjukkan bahwa fluida berada pada zona outflow.

Sehingga dari dua hal diatas dapat diketahui bahwa meskipun air keluaran bertipe air klorida yang merupakan air dari reservoir

namun telah sebagian terdilusi dengan air dekat permukaan (Chusni A dan Fitria A.W. 2015).

Berdasarkan kandungan Na K hasil laboratorium maka dapat ditentukan juga estimasi temperatur reservoir dengan menggunakan persamaan 5, didapati bahwa estimasi temperatur reservoir mata air panas Desa Karumenga Kecamatan Langowan Utara adalah 209,638°C. Menurut Hochstein (1990) untuk persebaran nilai temperatur reservoir 125°C sampai 225°C dikategorikan pada sistem entalpi sedang. Sistem panas bumi dengan temperatur sedang dapat dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga panas bumi namun masih diperlukan studi lanjut untuk dapat memutuskan apakah daerah tersebut layak dikembangkan menjadi lokasi pembangkit listrik tenaga panas bumi dengan meneliti besarnya potensi dan cadangan panas bumi, amdal dan sebagainya.

5. KESIMPULAN

Karakteristik fluida manifestasi panas bumi di Desa Karumenga Kecamatan Langowan Utara adalah *patial equilibrium water* dimana fluida telah mengalami perubahan dan tidak berada dalam keadaan setimbang. Estimasi temperatur reservoir berdasarkan data hasil perhitungan geotermometer Na-K adalah 209,638°C dan dikategorikan pada sistem entalpi sedang.

6. REFERENSI

- Armstead, H. C. H. (1978). *Geothermal energy: its past, present and future contributions to the energy needs of man*. London.
- Ansori, C., & Wardhani, F. A. (2015). Penentuan Tipe Fluida, Geotermometer Reservoir dan Hilang Panas Alamiah Berdasarkan Analisis Data Geokimia Panas Bumi Di Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 10(3), 64-77.
- Dickson, M. H., & Fanelli, M. (2002). *What is geothermal energy*. Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa Italy.
- Ellis, A. J., & Mahon, W. A. J. (1977). *Chemistry and Geothermal Systems Academic Press New York* 392pp.
- Elyusa, H. E. (2018). Pendugaan Lokasi, Kandungan Fluida, Dan Temperatur Reservoir Menggunakan Metode

Magnetik Dan Geokimia Pada Wilayah Gunung Pandan Jawa Timur (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

- Giggenbach, W. F. (1988) *Geothermal Solute Equilibria. Derivation of NaK MgCa*. *Geochim. Acta* 52. 2749-2765.
- Goff, F., & Janik, C. J. (2000). *Geothermal systems. Encyclopedia of volcanoes*, 2000, 817-834.
- Hochstein, M. P., Browne, P. R. (2000). *Surface Manifestation of Geothermal System With Volcanic Heat Sources*. In H. Sigurdsson, S. R. Houghton, H. McNutt, Rymer, & J. Stix, *Encyclopedia of Volcanoes*. Academic press.
- Polii, J. dan Rampengan, A. M. (2020). Analisis Geokimia Fluida Manifestasi Permukaan di Daerah Panas Bumi Lahendong. *Fullerene Journ. of Chem*. Vol. 5 No. 1 : 45-48.
- Marcelino, D., Cyrke, B. dan Jeferson, P. (2021). Analisis Sifat Kimia Fisik Fluida dan Estimasi Temperatur Reservoir di Daerah Manifestasi Panas Bumi Bakan Bolaang Mongondow. *Jurnal Fista*. Vol. 2. No.2:114-120.