

Analisis Karakteristik Fluida dan Temperatur Reservoir dengan Menggunakan Diagram Ternary Cl-Li-B pada Manifestasi Panas Bumi di Desa Kaleosan, Minahasa Utara

Ravael Ratumbuysang, Armstrong Sompotan, Jeferson Polii

Fisika, Universitas Negeri Manado, Minahasa, 95619, Indonesia

* E-mail: ravaelr99@gmail.com

Diterima 28 April 2022; Disetujui 30 April 2022

ABSTRAK

Penelitian penentuan karakteristik fluida dan estimasi temperatur reservoir panas bumi di desa Kaleosan Kecamatan Kalawat, Kabupaten Minahasa Utara, titik mata air panas sebanyak 100 ml. Penentuan karakteristik fluida panas bumi dilakukan menggunakan diagram segitiga Cl-Li-B. Diagram segitiga Cl-Li-B digunakan untuk menentukan asal-usul, pendidihan, dan pengenceran fluida reservoir panas bumi. Estimasi temperatur reservoir dilakukan dengan persamaan geotermometer silika. Pengukuran unsur Li, B dan Ca dilakukan dengan alat Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) dan pengukuran senyawa SiO₂ dengan alat Visible Spectroscopy. Pengukuran unsur Cl dengan metode titrasi asam basa di Laboratorium PT. WLN Indonesia. Berdasarkan hasil laboratorium dan pengolahan data serta pengambilan sampel di lapangan reservoir bertipe dominan konsentris Chloride (Cl). Hasil penelitian menunjukkan bahwa mata air panas bumi di Desa Kaleosan berada pada immature water yang menandakan fluida reservoir panas bumi telah mengalami pengenceran dengan unsur lain. Sistem panas bumi di Desa Kaleosan didominasi air dan mata air panas keluar pada zona outflow.

Kata kunci : diagram segitiga, Desa Kaleosan, reservoir panas bumi

ABSTRACT

Research on determining the fluid and temperature of the geothermal reservoir in Kaleosan village, Kalawat district, North Minahasa regency, the hot springs are 100 ml. Determination of the characteristics of geothermal fluids is carried out using the Cl-Li-B triangle diagram. The Cl-Li-B triangular diagram is used to determine the origin, boiling, and dilution of geothermal reservoir fluids. Reservoir temperature estimation is done by using silica geothermometer equation. Measurements of Li, B and Ca elements were carried out using Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) and measuring SiO₂ compounds using Visible Spectroscopy. Measurement of Cl elements using acid-base titration method at the PT. Indonesian WLN. Based on laboratory results and data processing and field sampling, the dominant type of chloride (Cl) concentration was obtained. The results showed that the geothermal springs in Kaleosan Village are in immature water, which indicates that the geothermal reservoir fluid has undergone dilution with other elements. The geothermal system in Kaleosan Village is dominated by water and hot springs come out in the outflow zone.

Keywords : triangle diagram, Kaleosan Village, geothermal reservoir

1. PENDAHULUAN

Energi panas bumi sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai energi alternatif dalam rangka memenuhi dan melengkapi kebutuhan manusia yang semakin meningkat seiring berjalannya waktu. Di era modern dan milenial ini kebutuhan akan energi listrik sangat banyak di kalangan masyarakat bahkan permintaan melebihi persediaan yang ada sehingga timbul keresahan dan kekhawatiran akan terjadinya pemadaman listrik secara berkala. Energi panas bumi lebih efisien dan efektif di bandingkan energi lain dan lebih

ramah lingkungan serta bisa diperbaharui. Energi panas bumi merupakan energi yang ramah lingkungan karena fluida panas bumi setelah diubah menjadi energi listrik akan kembali ke permukaan (reservoir) melalui sumur injeksi.

Indonesia sebagai Negara yang paling banyak memiliki Gunungapi dan berada pada kawasan Ring of Fire, berdasarkan penelitian awal merupakan negara yang paling banyak menyimpan energi panasbumi yaitu, 40% energi panasbumi dunia. Dengan banyaknya potensi energi panasbumi yang

dimiliki Indonesia, penyelidikan potensi/prospek panasbumi yang muncul di berbagai wilayah sangat penting untuk mendapatkan gambaran kuantitatif dan kualitatif potensi energi panasbumi. Sehingga nantinya Indonesia diharapkan menjadi mandiri dalam bidang energi, karena kebutuhan energi fosil mulai dapat dikurangi dengan berkembangnya energi non-fosil, seperti energi panasbumi ini.

Kemunculan manifestasi di permukaan, khususnya di Sulawesi Utara sendiri lebih tepatnya di kabupaten minahasa, kecamatan likupang timur di desa wineru. Tidak menutup kemungkinan bahwa di desa tersebut terdapat reservoir karena adanya manifestasi-manifestasi berupa kolam air panas, tanah hangat, dan tanah beruap. Parameter utama untuk pengembangan daerah prospek panasbumi yang ekonomis adalah suhu fluida di reservoir, permeabilitas batuan reservoir, dan volume dari reservoir. Semakin tinggi suhu air di reservoir maka semakin besar entalpi dan potensi energinya, namun apabila permeabilitas/kemampuan batuan untuk melakukan fluida rendah, maka potensi tersebut juga sulit untuk dikembangkan. Semakin tinggi suhu air di reservoir maka semakin besar entalpi dan potensi energinya, namun apabila permeabilitas/kemampuan batuan untuk melakukan fluida rendah, maka potensi tersebut juga sulit untuk dikembangkan. Untuk mendapatkan data mengenai kondisi fisik bawah permukaan secara langsung memerlukan biaya yang sangat mahal, sehingga beresiko pembengkakan pembiayaan yang tinggi. Maka dari itu digunakan *Metode Geokimia Fluida* untuk memprediksi suhu bawah permukaan termasuk reservoir. Bertolak dari latar belakang masalah di atas, penelitian ini dilaksanakan dan diberi judul “Analisis Karakteristik Fluida dan Temperatur Reservoir dengan Diagram Ternary Cl-Li-B pada Manifestasi Panas Bumi di Daerah Kaleosan, Minahasa Utara”.

2. METODE PENELITIAN

Secara administratif lokasi penelitian masuk dalam wilayah desa Kaleosan, Kecamatan Kalawat, Kabupaten Minahasa Utara. Rancangan penelitian ini memerlukan tahapan atau langkah penelitian yang disusun secara sistematis, agar memperoleh hasil yang

baik. Tahapan pertama yang dilakukan adalah mengetahui permasalahannya, kemudian melakukan studi literatur agar peneliti ini memiliki dasar teori. Tahapan selanjutnya mempersiapkan alat yang akan digunakan selama penelitian. Selanjutnya masuk pada kegiatan lapangan dimana akan dilakukan pengambilan data koordinat, temperatur, ph air, dan pengambilan sampel fluida untuk di uji di laboratorium. Setelah itu dilakukan analisis dan pengolahan data hasil laboratorium, dan melalui hasil laboratorium studi literatur untuk mengetahui tipe fluida dan suhu reservoir di desa wineru kecamatan likupang timur. Variabel yang diukur yaitu karakteristik fluida, temperature manifestasi dan ph air manifestasi. Teknik pengolahan data dan analisis data dimulai dari pengambilan data primer pada lokasi penelitian yaitu Desa Wineru Kabupaten Minahasa Utara. Kegiatan pertama yang dilakukan adalah pengukuran langsung parameter fisik seperti temperature udara, temperatur, koordinat, ph air. Setelah itu dilakukan pengambilan sampel untuk di uji kandungan kimia fluida. Penelitian ini menggunakan metode geokimia fluida untuk menganalisis tipe fluida dan suhu reservoir, dengan cara mengubah data hasil kandungan Cl, Li, dan B dalam bentuk persentase, kemudian menganalisis tipe fluida reservoir menggunakan diagram trilinear Cl-Li-B dan melakukan analisis temperatur reservoir menggunakan geotermometer Silika yang kemudian diuji di Water Laboraturium Nusantara (WLN).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengukuran di Lapangan

Titik	Koordinat		Temperatur	pH
	N	E	(°C)	
1	1°25'	124°	Suhu	6,89
	42"	55'1	Manifestasi :	
	N	" E	93°C	
			Suhu Udara	
			: 33°C	

Tabel 2. Kandungan Kimia Fluida Hasil Analisa Laboraturium (WLN)

Manifestasi	KOMPOSISI			
	(Cl)	(Li)	(B)	(SiO ₂)
Mata Air Panas	479	0,948	6,17	176

Tipe Fluida Manifestasi Panas Bumi Desa Kaleosan

Lokasi manifestasi panas bumi ini terdapat di daerah perkebunan warga desa Kaleosan yang berdekatan dengan pemukiman tinggal penduduk. Dengan titik koordinat GPS (N 01°25'34.7") & (E 124°54'58.2"). Mata air panas ini memiliki suhu 93°C dengan suhu udara 33°C. Nilai pH fluida pada mata air panas ini adalah 6,8. Kenampakan fisik mata air panas desa Kaleosan adalah : Terlihat bergelembung, air jernih, berbau belerang, dan terdapat endapan lumpur.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran di Lapangan
Desa Kaleosan (N 01°25'34.7") & (E 124°54'58.2")

Temper atur Udara (To)	Temper atur Manifes tasi	pH Manife stasi	Keterangan
33°C	93°C	6,8	Terlihat bergelembung, air jernih, berbau belerang, dan terdapat endapan lumpur.

Pengukuran parameter fisis di lapangan, dilakukan pengambilan sampel fluida untuk diuji di laboratorium PT. WLN Indonesia, metode *Titration* dan alat *Photometer Spectro Direct* merupakan alat dan metode yang digunakan untuk menentukan kandungan apa saja yang ada di mata air panas desa Kaleosan serta seberapa banyaknya kandungan tersebut.

Tabel 4. Data Hasil Uji Kandungan Kimia Fluida

Manifestasi	Komposisi			Total (mg/L)
	(Cl) (mg/L)	(Li) (mg/L)	(B) (mg/L)	
Mata Air Panas	479	0,948	6.17	486,118

Dalam menentukan tipe fluida mata air panas berdasarkan analisa geokimia mata air panas peneliti menggunakan klasifikasi diagram Trilinier berdasarkan kandungan relatif anion Chloride(Cl), Lithium(Li), Boron(B) yang diperoleh. Langkah pertama adalah menghitung persentase kandungan terlebih dahulu. Diagram segitiga Cl-Li-B digunakan untuk mengevaluasi proses pendidihan dan pengenceran berdasarkan

perbandingan konsentrasi Cl/100 dan B/4 yang telah diubah dalam satuan persen. Selain itu metode ini juga digunakan untuk menentukan zona upflow dan zona outflow dari sebuah sistem panasbumi. Cl-Li-B untuk menentukan asal-usul, pendidihan, dan pengenceran fluida panas bumi di sekitar Gunung Talang. Pengeplotan posisi data pada diagram segitiga Cl-Li-B dapat ditentukan dengan Persamaan 5 sampai Persamaan 8. [Cl] adalah konsentrasi Cl, [Li] adalah konsentrasi Li, dan [B] adalah konsentrasi B. Semua konsentrasi dinyatakan dalam mg/kg atau ppm. Menurut Giggenbach (1998) nilai [Cl]/100, [Li], dan [B]/4 didapatkan dari kesetimbangan penuh kestabilan termodinamika pada sistem mineral melalui rekristalisasi kimia. Hasil plot persentase data kandungan kimia Cl, Li dan B menunjukkan sampel air panas berada pada daerah dominan Cl. Konsentrasi Cl yang tinggi sebesar 65,79% mengindikasikan bahwa air panas yang naik ke permukaan merupakan fluida yang berasal dari sumber panas dengan pendinginan yang sangat sedikit oleh batuan sekitar aliran fluida atau dapat dikatakan bahwa fluida masih terpengaruh oleh aktivitas magma gunung berapi.

Temperatur Reservoir Panasbumi

Sampel yang berada di daerah immature water membuat geotermometer yang sesuai adalah geotermometer silika. Geotermometer silika telah dikembangkan oleh beberapa ahli. Pemakaian geotermometer silika harus mempertimbangkan karakteristik dari manifestasi panas bumi yang ada pada sampel. Mata air Desa Kaleosan Kecamatan Kalawat terletak pada immature water, memperlihatkan bahwa temperature manifestasi yang muncul ke permukaan cenderung rendah serta di pengaruhi interaksi antara fluida hidrotermal dengan unsur-unsur seperti silika. Dapat diatakan bahwa kondisi ini juga menunjukan batuan reservoir terletak pada temperatur dan tekanan yang tinggi dimana sebelum mencapai permukaan juga telah mengalami pengenceran oleh air permukaan.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Temperatur Silika

Nama Persamaan	siO		
	S	2	t_sio2
Quartz no steam loss	7.280		171.55
	5	176	96

Quartz max steam loss	7.280	161.30
	5	176
	7.280	149.17
Chalcedony	5	176
	7.280	121.55
a-Christobalite	5	176
	7.280	71.890
b-Christobalite	5	176
	7.280	48.391
Amorphous Silica	5	176
		11

Estimasi temperature daerah penelitian memiliki estimasi temperatur reservoir sebesar 171.5596°C, yang termasuk pada sistem reservoir bertemperatur sedang. Diambil hasil perhitungan yang *quartz no steam loss* karena silika mengendap dalam bentuk kuarsa, bukan amorf, kalsedon, maupun kristobalit. Fluida panas bumi yang tergolong bertemperatur sedang karena berada di temperatur antara 125°C hingga 225°C.

Fluida panas bumi yang tergolong bertemperatur sedang juga dikarenakan telah mengalami banyak pengenceran menuju permukaan bumi tetap membuat sistem panas bumi di daerah penelitian masih bisa digunakan sebagai pengembangan pembangkit listrik tenaga panas bumi. Menurut Saptadji (2009) sistem panas bumi bertemperatur tinggi dan sedang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi. Akan tetapi, masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk memutuskan kelayakan daerah penelitian sebagai daerah pengembangan pembangkit listrik panas bumi seperti besarnya potensi dan cadangan panas bumi, kedalaman reservoir, dan lainnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan terhadap penelitian terkait analisis

karakteristik fluida dan temperature reservoir pada manifestasi panasbumi di Desa Kaleosan dengan menggunakan diagram ternary Cl-Li-B dan SiO₂, dapat disimpulkan bahwa:

1. Reservoir yang ada di Desa Kaleosan dilihat dari hasil pengambilan data dilapangan serta pengolahan data dapat disimpulkan reservoir Desa Kaleosan Kecamatan Kalawat memiliki dominan Konsentrasi Cl yang tinggi sebesar 65,79% mengindikasikan bahwa air panas yang naik ke permukaan merupakan fluida yang berasal dari sumber panas dengan pendinginan yang sangat sedikit oleh batuan sekitar aliran fluida atau dapat dikatakan bahwa fluida masih terpengaruh oleh aktivitas magma gunung berapi.
2. Estimasi temperatur reservoir dengan menggunakan geotermometer silika quartz yang dikembangkan oleh Fournier menghasilkan estimasi temperatur 171.5596°C yang berada pada temperatur sedang. Hal tersebut menandakan sistem panas bumi di daerah Kaleosan dapat digunakan untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga panas bumi

5. REFERENSI

- K.N.Nicholson (1993): Geothermal Fluids Chemistry and Exploration Techniques
- Putrohari, D.R., 2009, Limbah Panas Bumi Mengandung Emas.
- Saptadji, N. (2001) :Teknik Panas Bumi. Bandung, ITB.
- Saptadji, N. (2008) :Sekilas Tentang Panas Bumi. Bandung, ITB.