



PENGUKURAN SUHU RESERVOIR PANAS BUMI DENGAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN GEOTERMOMETER EMPIRIS DI DESA MARDINDING JULU KABUPATEN DELI SERDANG

Sri Wahyuni, Rahmatsyah*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Diterima Oktober 2014; Disetujui November 2014; Dipublikasikan Desember 2014

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pengukuran suhu reservoir panas bumi dengan tujuan untuk mengetahui nilai reservoir panas bumi di desa Mardinding Julu kabupaten Deli Serdang. Menggunakan persamaan geotermometer empiris berupa geotermometer Na-K, geotermometer Na-K-Ca, dan geotermometer Na-K-Ca-Mg. Pengukuran suhu permukaan sumber air panas dilakukan pada 4 titik, setiap titik diambil dua sampel dengan mengukur pH, mengukur konsentrasi unsur kimia, yaitu Na, K dengan menggunakan alat ICP dan Ca, Mg dengan cara titrimetri. Hasil perhitungan menunjukkan rata-rata dari persamaan Geotermometer Na-K $383,65^{\circ}\text{C}$, Geotermometer Na-K-Ca $175,63^{\circ}\text{C}$, dan Geotermometer Na-K-Ca-Mg $1391,39^{\circ}\text{C}$.

Kata Kunci : *Panas bumi, geotermometer empiris, suhu*

How to Cite: Sri Wahyuni, Rahmatsyah (2014). Pengukuran Suhu Reservoir Panas Bumi Dengan Menggunakan Persamaan Geotermometer Empiris Di Desa Mardinding Julu Kabupaten Deli Serdang, *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 2 (2): 33-37.

*Corresponding author:
E-mail : yuni.ayuniie@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya panas bumi yang terdapat di daerah vulkanik, graben (vulkano-tektunik) dan non-vulkanik. Hingga saat ini, telah teridentifikasi 265 daerah panas bumi di seluruh Indonesia dengan total potensi 28,5 GW. Salah satu daerah yang memiliki potensi panas bumi adalah Pulau Sumatera (Sukhyar, 2010).

Pulau Sumatera memiliki potensi sumber panas bumi sampai 13.516 MW dan merupakan potensi terbesar dibandingkan dengan pulau-pulau yang lain (Kementrian Energi Sumber Daya Mineral, 2011).

Potensi sumber air panas bumi yang besar ini kurang disadari, salah satunya adalah sumber air panas yang terdapat di kabupaten Deli Serdang yang merupakan bagian dari wilayah pada posisi silang di kawasan Palung Pasifik Barat yang secara geografis terletak diantara $02^{\circ}57'00''$ - $03^{\circ}16'00''$ Lintang Utara dan antara $98^{\circ}33'00''$ - $99^{\circ}27'00''$ Bujur Timur (Badan Pusat Statistik Deli Serdang, 2013). Salah satu sumber air panas yang terdapat di kabupaten Deli Serdang yakni desa Mardinding Julu.

Pengembangan lapangan panas bumi dilakukan melalui beberapa tahapan, dimana semakin jauh tahapan penyelidikan maka data yang diperoleh akan semakin rinci. Metode geotermometer dapat dipakai untuk memprediksi suhu reservoir secara tidak langsung Prinsip geotermometer didasarkan pada perilaku kimiawi unsur terlarut dalam fluida panas bumi (Aribowo, 2011).

Metode geotermometer merupakan salah satu metoda geofisika yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui suhu reservoir panas bumi berdasarkan unsur kimia yang terkandung di dalamnya. Dalam hal ini unsur kimia yang biasanya terkandung di dalam air panas antara lain Na, K, Mg, dan Ca. Kemudian dari hasil pengukuran yang didapatkan akan dirumuskan ke dalam persamaan geotermometer. Sedangkan data suhu air panas sewaktu-waktu dapat berubah akibat perubahan alam sehingga

perlu dilakukan pengukuran secara berkala untuk mengetahui perubahan suhu air panas bumi tersebut.

METODE PENELITIAN

2.1. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian adalah GPS, termometer, pH meter digital, ICP, sampel air panas, aquades, NaOH, HNO₃ 5%, larutan buffer pH 10, larutan EDTA 0,01 N, indikator EBT, dan indikator murixid.

2.2. Teknik Pengambilan Data

Dalam penelitian di lapangan yang akan diamati adalah manifestasi di permukaan, letak geografis, ketinggian dari permukaan laut, dan suhu permukaan yang disajikan dalam bentuk tabel. Kemudian sampel yang diuji di laboratorium, data kandungan unsur serta derajat keasamannya (pH) dibuat dalam tabel.

2.3. Teknik Analisa Data

Data hasil pengukuran suhu air panas permukaan dianalisa dengan menghitung besar suhu rata-rata dari setiap sampel, kemudian dihitung suhu rata-rata untuk semua titik pengambilan sampel yang diteliti.

Setelah data pengukuran konsentrasi diperoleh berdasarkan pengujian dengan ICP dan titrasi data dianalisa sebagai berikut:

1. Hitung suhu reservoir dari keempat titik pengukuran berdasarkan besar konsentrasi dari setiap unsur kimia yang diteliti dengan persamaan-persamaan Geotermometer Na-K, Geotermometer Na-K-Ca dan Geotermometer Na-K-Ca-Mg.
2. Hitung suhu rata-rata dari setiap persamaan geotermometer yang digunakan.
3. Menuliskan hasil perhitungan suhu reservoir pada tabel.

Persamaan geotermometer yang digunakan untuk mengukur suhu reservoir antara lain:

1. Geotermometer (Na-K)

Geotermometer (*Na-K*) adalah geotermometer yang melibatkan unsur *Na* dan *K*. Hubungan dari Sodium/Kalium (*Na/K*) menunjukkan penurunan seiring dengan meningkatnya temperatur fluida berdasarkan suhu kation geotermometer *Na/K* memberikan pengukuran yang baik pada rentang suhu (180°C-350°C). Rumus yang digunakan Ellis dan Mahon (1977) untuk menghitung suhu reservoir dengan geotermometer *Na/K* yaitu:

2. Geotermometer (*Na-K-Ca*)

Geotermometer (*Na-K-Ca*) adalah geotermometer yang melibatkan unsur *Na*, *K*, dan *Ca*, (Fournier dan Truesdell, 1973 dalam Aribowo, 2011) menuliskan persamaan dalam bentuk:

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{1647}{\log(\text{Na}/\text{K}) + [\beta \log(\sqrt{\text{Ca}/\text{Na}}) + 2,06]} - 273,15$$

Ada 2 uji untuk menrapkan geotermometer ini, yaitu:

- a. Jika $[\log\sqrt{(\text{Ca}/\text{Na})+2,06}] < 0$, gunakan $\beta=1/3$ dan hitung $t(^{\circ}\text{C})$; jika $[\log\sqrt{(\text{Ca}/\text{Na})+2,06}] > 0$, gunakan $\beta=4/3$ dan hitung $t(^{\circ}\text{C})$.
- b. Jika t terhitung $<100^{\circ}\text{C}$, maka hasil dapat diterima; jika t terhitung $>100^{\circ}\text{C}$, maka hitung ulang $t(^{\circ}\text{C})$ dengan $\beta=1/3$.

3. Geotermometer (*Na-K-Ca-Mg*)*p*

Geotermometer (*Na-K-Ca-Mg*)*p* adalah geotermometer yang melibatkan unsur *Na*, *K*, *Ca*, dan *Mg*. Indeks *p* menunjukkan geotermometer pada penelitian, ditulis:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data pengukuran konsentrasi sampel air panas bumi yang diperoleh di laboratorium, maka dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi (ppm) unsur Kalium (K), Magnesium (Mg), Kalium (Ca), dan Natrium (Na) pada tiap titik pengukuran, yaitu:

Gambar 3.1. Konsentrasi K, Mg, Ca, dan Na sampel 1 pada tiap titik pengukuran

Gambar 3.2. Konsentrasi K, Mg, Ca, dan Na sampel 2 pada tiap titik pengukuran

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat konsentrasi unsur Magnesium pada tiap titiknya berbeda jauh, seperti terlihat pada titik 1,2, dan 3 meskipun jarak antar titik tersebut hanya 5m. Hal ini diperkirakan karena adanya jalur panas bumi yang berbeda dimana jalur panas bumi pada titik 1 terdapat batuan yang mengandung unsur Magnesium tinggi yang terlarut kemudian terbawa oleh air panas yang melalui jalur ini sehingga pada titik 1 lebih kaya unsur Magnesium dibandingkan dengan titik lokasi yang lain. Nilai konsentrasi unsur Kalsium semakin menurun dari titik 1 sampai ke titik 4 dimana Kalsium pada air panas mengalami pengendapan sehingga pada titik 4 konsentrasi Kalsium semakin kecil karena posisi titik 4 lebih rendah dari titik 1. Hal ini dapat dilihat adanya pembentukan sinter silika yang berwarna keperakan disekitar sumber air panas dan unsur.

Untuk mengetahui suhu reservoir panas bumi, maka akan dianalisis dengan menggunakan persamaan geotermometer *Na-K*, geotermometer *Na-K-Ca*, dan geotermometer *Na-K-Ca-Mg*. Dari hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan diatas diperoleh hasil suhu reservoir sebagai berikut:

Tabel 3.1. Hasil pengukuran suhu reservoir

Titik	Sampel	T(Na-K) °C	T(Na-K-Ca) °C	T(Na-K-Ca-Mg) °C
I	1	365,07	154,63	1.414,51
	2	456,21	169,95	1.581,05
II	1	382,86	161,59	1.411,79
	2	348,98	163,99	1.310,55
III	1	380,01	171,59	1.387,16
	2	390,92	182,94	1.386,43
IV	1	377,76	200,18	1.329,75
	2	367,39	200,17	1.309,91
Suhu rata-rata		383,65	175,63	1.391,39

Berdasarkan tabel 4.6. dapat ditentukan suhu rata-rata reservoir pada daerah penelitian dengan menggunakan geotermometer Na-K sebesar $383,65^{\circ}\text{C}$ dan menurut klasifikasi reservoir panas bumi oleh (Daud dalam Amriyah, 2012) temperatur tersebut termasuk dalam kategori sedang. Suhu rata-rata reservoir dengan menggunakan geotermometer Na-K-Ca sebesar $175,63^{\circ}\text{C}$ termasuk dalam kategori temperatur sedang. Untuk geotermometer Na-K-Ca-Mg suhu rata-ratanya $1391,39^{\circ}\text{C}$ dan termasuk dalam kategori temperatur tinggi.

Suhu reservoir panas bumi dengan menggunakan persamaan geotermometer Na-K ($383,65^{\circ}\text{C}$) dipandang kurang sesuai karena konsentrasi Kalsium tinggi serta suhu permukaan yang rendah sehingga geotermometer ini memberikan hasil pengukuran melewati rentang suhu yang baik menurut (Sismanto, 2012) yaitu antara 180°C - 350°C . Perbandingan Na/K semakin besar, biasanya menunjukkan temperatur yang semakin rendah. Hal ini justru terbalik dengan hasil perhitungan yang disebabkan karena pertukaran kation antara Na dan K mungkin tidak dominan. Untuk suhu reservoir panas bumi dengan menggunakan persamaan geotermometer Na-K-Ca diperoleh ($175,63^{\circ}\text{C}$) dipandang sudah sesuai untuk memprediksi suhu reservoir. Hal ini disebabkan konsentrasi Na lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi K sehingga ratio perbandingan konsentrasi kedua unsur tersebut tinggi. Sehingga geotermometer ini memberikan hasil pengukuran yang baik menurut (Aribowo, 2011) dengan rentang suhu

berkisar 120°C - 200°C . Sedangkan suhu reservoir panas bumi dengan menggunakan persamaan geotermometer Na-K-Ca-Mg diperoleh ($1391,39^{\circ}\text{C}$) dianggap terlalu besar sehingga kurang tepat digunakan untuk memperkirakan suhu reservoir panas bumi di Desa Mardinding Julu. Geotermometer Na-K-Ca-Mg menghasilkan perhitungan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan geotermometer lainnya. Namun akibat suhu yang diperoleh sangat tinggi daripada suhu dari geotermometer yang lainnya, maka geotermometer ini kurang sesuai dengan kondisi lapangan panas bumi yang memiliki suhu permukaan hanya ($59,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$)-($60,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) saja.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Suhu permukaan air panas pada empat titik menunjukkan pada titik I diperoleh suhu rata-rata permukaan sebesar ($59,0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), titik II sebesar ($59,2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), titik III sebesar ($59,2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$), dan titik IV sebesar ($58,6\pm 0,5^{\circ}\text{C}$).
2. Konsentrasi rata-rata unsur kimia yang terkandung pada sampel air panas antara lain Mg sebesar (34,90 ppm), Ca (59 ppm), K (24,62 ppm), dan Na (68,67 ppm) dengan pH sekitar ($6,4\pm 0,1$)-($6,9\pm 0,1$).
3. Berdasarkan persamaan geotermometer empiris menunjukkan suhu reservoir sebesar: Geotermometer Na-K ($383,65^{\circ}\text{C}$), Geotermometer Na-K-Ca ($175,63^{\circ}\text{C}$), dan Geotermometer Na-K-Ca-Mg ($1.391,39^{\circ}\text{C}$).

DAFTAR PUSTAKA

1. Amriyah, Q., (2012), *Pemodelan Data Magnetotellurik Multidimensi Untuk Mendelineasi Sistem Geotermal Daerah Tawau, Malaysia*, Skripsi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok.

2. Aribowo, Y., (2011), Prediksi Temperatur Reservoir Panasbumi dengan Menggunakan Metoda Geotermometer Kimia Fluida, *Jurnal Teknik*, 32: 234-238.
3. Badan Pusat Statistik, (2013), *Letak Geografis Kabupaten Deli Serdang* <http://deliserdangkab.bps.go.id/index.php?hal=tabel&id=1> (diakses tanggal 27/02/2014 6:02 pm).
4. Ellis, A. J., dan Mahon, W. A. J., (1997), *Chemistry and Geothermal System*, Academic Press. Inc, Orlando.
5. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, (2011), Perkembangan Status Wilayah Kerja Pertambangan Panas Bumi, KESDM, Jakarta.
6. Sismanto dan Helda Andayany., (2012), Pengembangan Persamaan Geotermometer Empiris untuk Estimasi Suhu Reservoir Sumber Mata Air Panas. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI*, ISSN : 0853-0823: 191-195.
7. Sukhyar, R., (2010), Panas Bumi, Energi Andalan Indonesia Masa Datang, *Warta Geologi*, 5 : 12-15.