
POTENSI RESERVOIR PANAS BUMI DARI SUHU DAN BAWAH PERMUKAAN DI DAERAH BANTARKAWUNG, KABUPATEN BREBES, PROVINSI JAWA TENGAH

Fatimah*, Indri Dwi Uthami, Maulana Dimas Kirana
Jurusan Teknik Geologi FTM Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

*E-mail korespondensi: fatimah@itny.ac.id

ABSTRACT

Geothermal sources can be used for various things even though the energy is small or does not have to be used as a power plant. This research was conducted at one of the foothills of Mount Slamet which has geothermal potential. Located in the Bantarkawung area, Brebes. The research area is dominated by the morphology of hills and valleys with gentle to steep slopes from DEM image analysis. Research on the estimated temperature of the geothermal reservoir in the Bantarkawung area, Brebes Regency, Central Java Province was carried out using the geothermometer equation. Water samples taken were water from geothermal manifestations in the form of ponds in the Bantarkawung area, Brebes Regency. The metal concentrations in the samples included Na, K, Ca and SiO₂, the samples were analyzed using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) and a spectrophotometer. From the test results, the right geothermometer to be used in the Bantarkawung area is a silica geothermometer with the calculation of the estimated reservoir temperature of 63.29°C, based on the calculated temperature, geothermal energy in the Bantarkawung area has a small energy potential, which is 50 MW. From the subsurface data the geothermal potential of this area is small. Geothermal manifestations in the form of pools that come out of the fault. The location of hot water in the research area is around the plantation area and rice fields, geothermal energy so that it can be used for the process of preserving and drying agricultural products, sterilizing planting media, as well as for daily needs. Besides that, it can also be used for tourists such as hot springs.

Keywords: Bantarkawung, Reservoir, Geothermometer.

ABSTRAK

Sumber panas bumi bisa dimanfaatkan untuk berbagai hal walaupun energinya kecil atau tidak harus dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Penelitian ini dilakukan disalah satu kaki gunung Slamet yang mempunyai potensi panas bumi. Berlokasi di daerah Bantarkawung, Brebes. Area penelitian di dominasi oleh morfologi perbukitan dan lembah dengan kemiringan landai sampai terjal dari analisis citra DEM. Penelitian tentang perkiraan suhu reservoir panas bumi di daerah Bantarkawung, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah dilakukan dengan menggunakan persamaan geotermometer. Sampel air yang diambil merupakan air dari manifestasi panas bumi yang berupa kolam di daerah Bantarkawung, Kabupaten Brebes. Konsentrasi logam pada sampel meliputi Na, K, Ca dan SiO₂, sampel dianalisis menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) dan spektrofotometer. Dari hasil pengujian, geotermometer yang tepat untuk digunakan di daerah Bantarkawung adalah geotermometer silika dengan hasil perhitungan perkiraan suhu reservoir 63,29°C, berdasarkan suhu yang terhitung tersebut maka panas bumi di daerah Bantarkawung memiliki potensi energi yang kecil, yaitu 50 MW. Dari data bawah permukaan potensi panas bumi daerah ini kecil. Manifestasi panas bumi berupa kolam yang keluar dari patahan. Letak air panas di daerah penelitian berada di sekitar area perkebunan dan persawahan, energi panas bumi sehingga dapat dimanfaatkan untuk proses pengawetan dan pengeringan produk pertanian, sterilisasi media tanam, maupun untuk keperluan sehari-hari. Selain itu juga bisa untuk wisata seperti pemandian air panas.

Kata kunci: Bantarkawung, Reservoir, Geotermometer.

PENDAHULUAN

Posisi geologi Indonesia yang berada pada jalur vulkanik aktif membuat Indonesia mempunyai potensi sumber daya yang melimpah, baik sumber daya mineral maupun energi, salah satunya yaitu sumber daya geotermal.

Geotermal menurut bahasa terdiri dari 2 kata, yaitu geo dan termal. Geo yang berarti bumi dan termal adalah panas, dengan hal ini geotermal mempunyai keterkaitan dengan panas bumi. Menurut Hochstein dalam *Encyclopedia of Volcanoes 2000*, panas bumi adalah istilah umum yang dideskripsikan sebagai proses transfer panas dari suatu tempat tertentu dalam kerak bumi, dimana proses transfer terjadi dari suatu sumber panas (*heat sources*) menuju permukaan bumi [1]. Energi panas bumi adalah energi yang tersimpan dalam bentuk air atau uap panas pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. Energi panas bumi memiliki komponen yang khas dimana terdapat lapisan yang berisi fluida panas. Air permukaan dan air tanah masuk menuju sumber panas untuk mengisi ulang sistem panas bumi [2-4].

Indonesia mempunyai sekitar 40% cadangan energi panas bumi atau energi geotermal yang diperkirakan memiliki cadangan energi geotermal terbesar di dunia Sumber panas bumi yang berada di bawah tanah Indonesia terbagi dalam dua kelompok. Kelompok pertama adalah sumber panas bumi yang berada dalam jalur vulkanik yang tersebar mulai dari pulau Sumatera, Jawa, Bali, NTB, NTT, Sulawesi Utara hingga Maluku Utara. Kelompok kedua adalah sumber panas bumi non vulkanik yang tersebar di pulau Bangka Belitung, Kalimantan Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Maluku dan Papua [5].

TINJAUAN PUSTAKA

Potensi panas bumi di daerah Bantarkawung ditandai dengan adanya sumber mata air panas

yang tersebar di permukaan bumi. Mata air panas yang muncul ke permukaan bumi mengindikasikan adanya sumber air panas yang berada di bawah permukaan bumi yang terkumpul dalam suatu *reservoir* panas bumi. Untuk mengetahui energi panas bumi di daerah tersebut perlu dilakukan penelitian dengan memperkirakan suhu reservoir panas bumi menggunakan persamaan geotermometer.

Menurut Sismanto dan Andayani (2012), persamaan geotermometer dianggap paling efektif diterapkan karena dapat memberikan hasil perhitungan suhu yang lebih akurat dengan nilai kesalahan estimasi kurang dari 5% [6]. Perhitungan suhu reservoir dilakukan dengan cara menentukan kandungan logam natrium, kalium, kalsium, dan silika yang terdapat pada air panas tersebut. Adapun pH dan suhu permukaan mata air panas digunakan sebagai faktor tambahan untuk melihat hubungannya dengan suhu estimasi reservoir panas bumi.

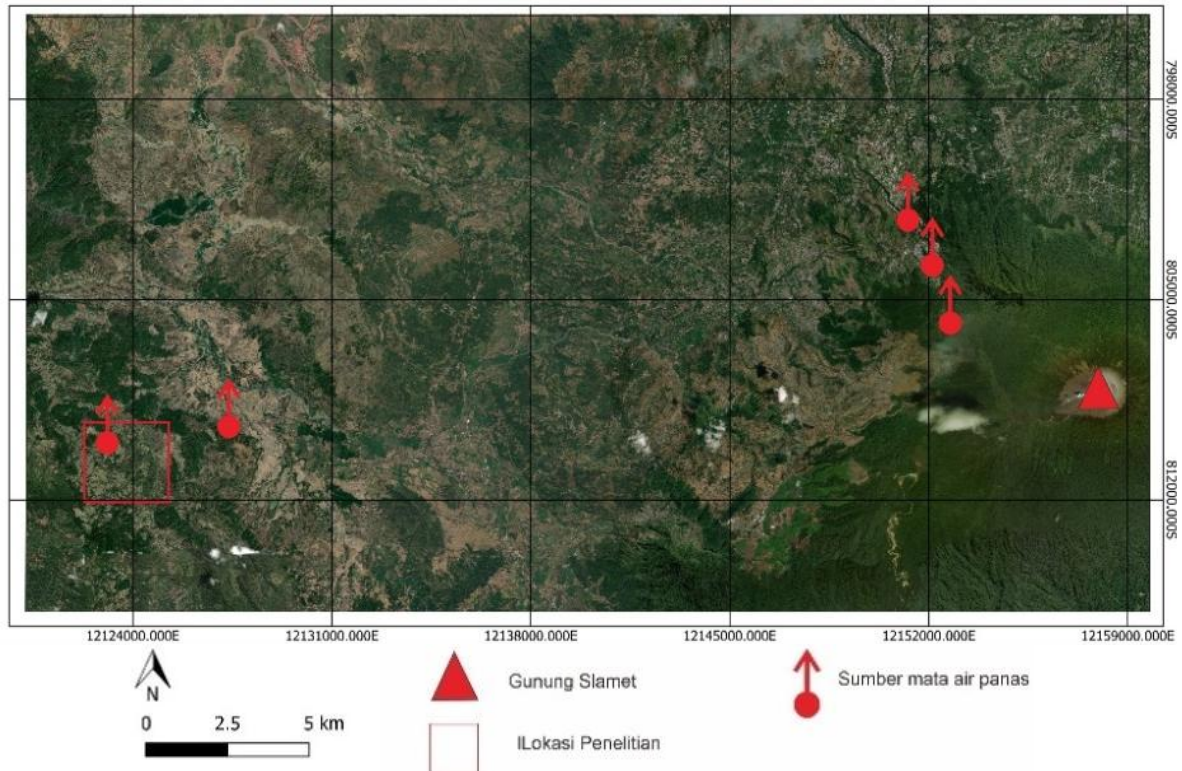
Perhitungan geotermometer Na-K, SiO₂ dan Na-K-Ca berturut-turut dapat dihitung menggunakan persamaan (1), (2), dan (3) [7].

$$T = \frac{866,6}{\log \frac{[Na]}{[K]} + 0,8573} - 273,15 \quad (1)$$

$$T = \frac{1533,5}{5,768 - \log [SiO_2]} - 273,15 \quad (2)$$

$$T = \frac{1647}{\log \frac{[Na]}{[K]} + \beta \left[\log \left(\frac{\sqrt{Ca}}{[Na]} \right) + 2,06 \right] + 2,47} - 273,15 \quad (3)$$

Potensi panas bumi daerah Brebes telah banyak diteliti. Iswahyudi dkk (2013) mendefinisikan manifestasi air panas Paguyangan, Brebes sebagai zona outflow sistem panas bumi Gunung Slamet [8]. Zona outflow mempunyai daerah luasan 5-20 km dari sumber panas. Daerah bantarkawung mempunyai jarak lebih dari 20 km dari Gunung Slamet (Gambar 1), sehingga di daerah Bantarkawung perlu diteliti lebih lanjut mengenai sistem panas bumi yang ada.

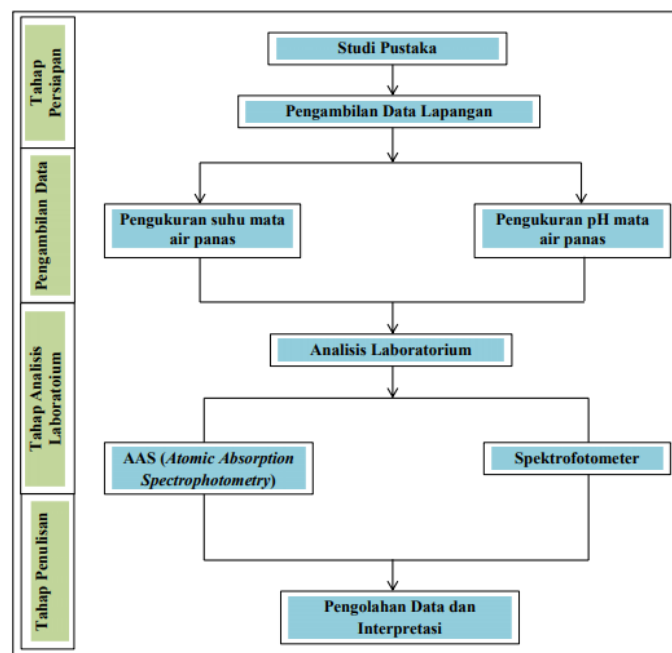


Gambar 1. Peta sebaran air panas.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penelitian di lapangan secara langsung dan analisis di laboratorium. Penelitian di lapangan berupa pengambilan sampel air yang berasal dari sumber mata air panas pada satu

titik di daerah Bantarkawung. Pada sampel mata air panas tersebut dilakukan pengukuran suhu permukaan dan pH secara langsung di lapangan. Analisis di laboratorium berupa analisis AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dan analisis spektrofotometer (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram alir metode penelitian.

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal untuk melakukan penelitian. Pada tahap ini dilakukan studi pustaka untuk mengetahui penelitian terdahulu pada lokasi penelitian, maupun daerah lain dengan metode yang sama. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan persiapan alat yang digunakan ketika pengambilan data di lapangan yang meliputi:

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1) Kompas geologi | 4) GPS |
| 2) Termometer digital | 5) Botol Sampel |
| 3) pH meter | 6) Alat Tulis |

2. Tahap Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data dilakukan pengukuran suhu permukaan dan pH pada sumber mata air panas di daerah penelitian. Pengukuran suhu permukaan dilakukan menggunakan termometer digital, sedangkan pengukuran pH menggunakan pH meter. Pengukuran suhu dan pH dilakukan secara langsung pada sampel di lokasi penelitian.

3. Tahap Analisis Data

Setelah dilakukan pengukuran suhu dan pH secara langsung di lapangan, sampel yang diambil dengan botol plastik dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) dan spektrofotometer.

Data yang diperoleh dari sampel analisis mata air panas menggunakan AAS berupa nilai konsentrasi logam Natrium, Kalium dan Kalsium, sedangkan hasil analisis menggunakan spektrofotometer didapatkan nilai konsentrasi Silika. Kemudian nilai konsentrasi tersebut dimasukkan ke dalam persamaan geotermometer untuk memperkirakan suhu *reservoir* panas bumi.

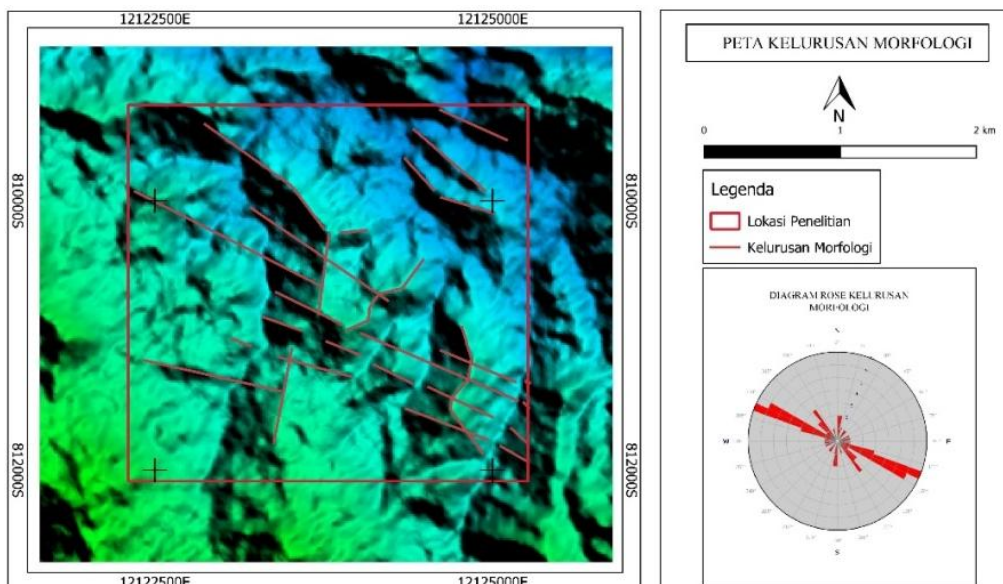
4. Tahap Penulisan

Tahap penulisan merupakan tahapan akhir yang dilakukan dalam penelitian, meliputi pengolahan data dan interpretasi tentang perkiraan suhu *reservoir* panas bumi di daerah penelitian. Pada tahap penulisan ini dapat menghasilkan hasil penelitian berupa makalah penelitian.

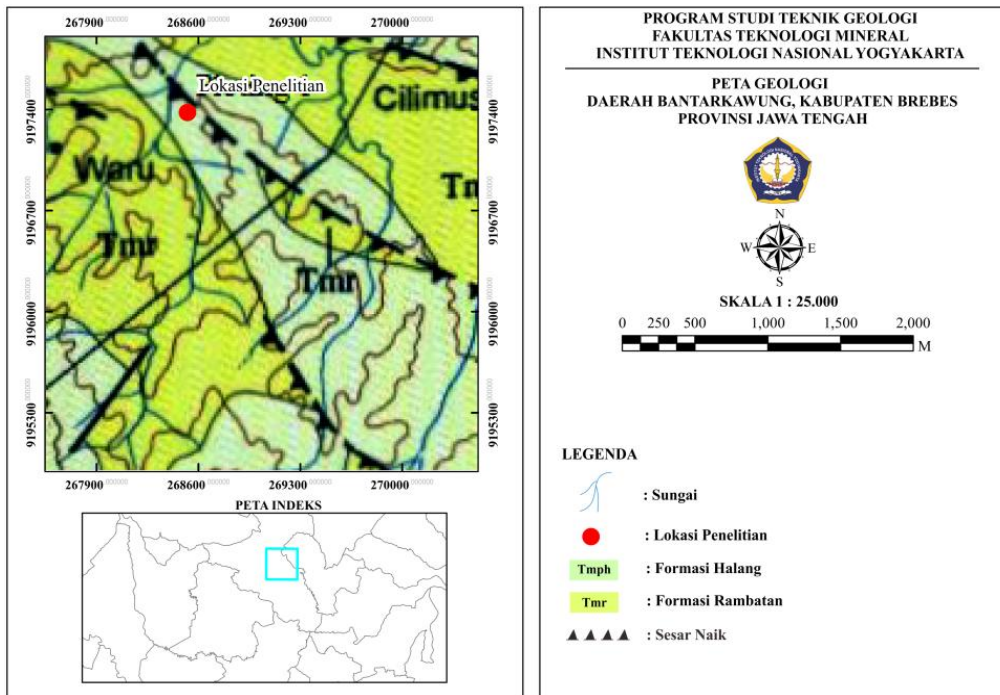
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Morfologi

Berdasarkan citra DEM (Digital Elevation Model) di area penelitian di dominasi oleh morfologi perbukitan dan lembah dengan kemiringan landai sampai terjal. Hasil penarikan kelurusan morfologi secara manual didapatkan kelurusan memiliki orientasi utama berarah Barat Laut – Tenggara yang di tunjukan diagram rose (Gambar 3).



Gambar 3. Peta kelurusan morfologi.

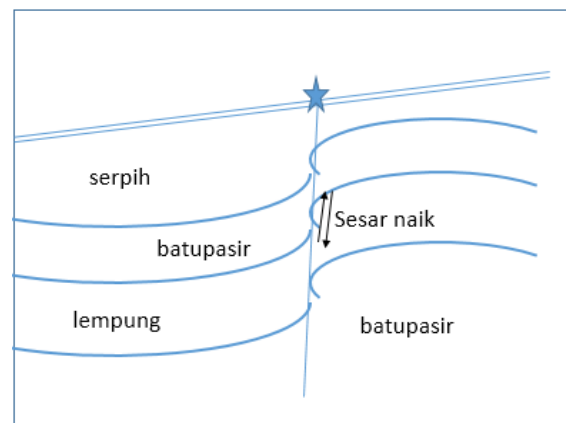


Gambar 4. Peta geologi daerah penelitian.

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Majenang (Kastowo, 1996) (Gambar 4), Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari dua Formasi yaitu Formasi Rambatan dan Formasi Halang [9]. Formasi Rambatan memiliki perkiraan umur pada Miosen tengah, variasi lithologi berupa batupasir gampingan, konglomerat, dengan sisipan napal dan serpih tipis, juga pecahan batu andesit. Formasi Halang memiliki umur rentang perkiraan umur Miosen sampai Pliosen, dengan susunan lithologi berupa batupasir tufan, kolnglomerat. Berdasarkan Peta Geologi (Gambar 4) pada area penelitian terdapat struktur geologi berupa sesar naik dengan orientasi BaratLaut-Tenggara, arah orientasi struktur geologi juga terlihat pada morfologi perbukitan berdasarkan penarikan kelurusan (Gambar 3) yang juga memiliki arah orientasi yang sama dengan arah sesar pada peta geologi regional.

Penelitian geolistrik terdahulu (Triahadin, 2014) mengatakan adanya perlapisan batupasir di antara batu serpih dan batulempung, batupasir bersifat permeable sehingga dapat membawa serta meloloskan air dengan mudah [10]. Pada Gambar 5 terdapat struktur geologi berupa sesar naik yang dapat menjadi jalan atau saluran keluarnya fluida hidrotermal ke

permukaan bumi, menjadi manifestasi panas bumi. Dalam hal ini patahan naik hanya terindikasi pada satu titik sehingga manifestasi panas bumi juga satu yaitu Bantarkuwung. Daerah ini dimungkinkan merupakan zona outflow dari sistem panas bumi sehingga jauh dari sumber panas bumi.



Gambar 5. Model bawah permukaan daerah penelitian Bantarkuwung.

2. Data

Berdasarkan pengukuran langsung di lapangan untuk mendapatkan data pH dan suhu permukaan, diketahui pada daerah penelitian mempunyai suhu sumber mata air panas yaitu 38°C dengan pH 7,5 (Gambar 6).



Gambar 6. (a) Sumber mata air panas dengan arah foto N262°E. (b) Pengukuran suhu mata air panas menggunakan termometer digital. (c) Pengukuran pH mata air panas menggunakan pH meter.

3. Analisis Laboratorium dan Perhitungan Geotermometer

Hasil analisis sampel air panas di laboratorium, diketahui konsentrasi tertinggi adalah Na, sedangkan konsentrasi terendah adalah Kalsium (K). Adapun konsentrasi kandungan Na, K, Ca dan SiO₂ dari sampel mata air panas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis sampel air panas.

No	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1	Na (Natrium)	84,52	mg/L	SSA-nyala
2	K (Kalium)	0,94	mg/L	SSA-nyala
3	Ca (Kalsium)	19,89	mg/L	SSA-nyala
4	SiO ₂	16,20	mg/L	Spektrofotometri UV-vis

Dari hasil perhitungan geotermometer Na-K, silika, dan Na-K-Ca, didapatkan perkiraan suhu reservoir seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan geotermometer.

No	Parameter	Perkiraan Suhu Reservoir (°C)
1	Na-K	31,63
2	Silika	63,29
3	Na-K-Ca	30,16

Dapat diketahui suhu perkiraan reservoir dari perhitungan geotermometer Na-K, dan Na-K-Ca lebih rendah ± 6 °C dibandingkan suhu manifestasi air panas di permukaan, yang seharusnya suhu pada reservoir berada pada

suhu lebih tinggi. Menurut Herman (2000) semakin ke bawah permukaan bumi maka suhu pada batuan semakin tinggi, ini berarti semakin dalam atau bertambahnya per lapisan batuan (reservoir) maka suhu akan terus meningkat seiring bertambahnya kedalaman [11]. Hasil perkiraan suhu reservoir yang didasarkan perhitungan geotermometer Na-K, dan Na-K-Ca dirasa kurang tepat untuk memperkirakan suhu reservoir pada lokasi penelitian.

Hasil perhitungan dari geotermometer silika nilai suhu yang di dapat lebih lebih panas ± 25 °C dari suhu mata air panas permukaan, atau 62,29 °C pada reservoir. Perhitungan geotermometer silika menitik beratkan pada kandungan silika dari pada kandungan lain seperti Na-K, dan Na-K-Ca, sehingga perhitungan geotermometer silika bisa dapat diterima pada lokasi penelitian.

4. Potensi

Dilihat dari perkiraan panas reservoir yang hanya mencapai 62,29 °C kemungkinan akan sulit untuk mengkonversi panas bumi menjadi tenaga listrik dikarenakan terlalu rendahnya suhu panas reservoir yang dihasilkan. Walaupun kecil energi yang dihasilkan tetapi ada potensi untuk memanfaatkan dalam hal skala kecil. Pada daerah penelitian sumber air panas terletak di sekitar area perkebunan dan persawahan, energi panas bumi dapat dimanfaatkan langsung untuk proses pengawetan dan pengeringan produk pertanian, sterilisasi media tanam, maupun untuk pemandian atau area wisata.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan geotermometer Na-K didapatkan suhu 31,63°C, geotermometer silika dengan suhu 63,29°C, dan geotermometer Na-K-Ca dengan suhu 30,16°C. Dari ketiga geotermometer tersebut, geotermometer yang baik digunakan untuk memperkirakan suhu reservoir panas bumi di Bantarkawung adalah geotermometer silika, hal tersebut dikarenakan air panas tersebut memiliki kandungan silika yang cukup dan memberikan suhu yang mendekati untuk suatu reservoir dibandingkan geotermometer Na-K dan Na-K-Ca yang terlalu rendah (di bawah suhu permukaan). Berdasarkan nilai perkiraan suhu reservoir yang terhitung menggunakan geotermometer silika yaitu 63,29°C, maka reservoir panas bumi tersebut mempunyai potensi energi yang kecil, yaitu sekitar 50 MW dan dapat dimanfaatkan langsung untuk proses pengawetan dan pengeringan produk pertanian, sterilisasi media tanam, maupun untuk pemandian atau area wisata. Kawasan mata air panas di Bantarkawung berkaitan erat dengan aktivitas Gunung Slamet dan berjarak sekitar 33 kilometer dari sumber. Bantarkawung berada di luar zona distal dari Gunung Slamet. Mata air panas Bantarkawung menunjukkan pencampuran dengan air permukaan yang lebih signifikan, sehingga dikategorikan sebagai tipe air *dilutechloride (bicarbonate)*.

REFERENSI

1. Hochstein, M. P., & Browne, P. R. (2000). Surface manifestations of geothermal systems with volcanic heat sources. *Encyclopedia of volcanoes*, 1, 835-855.
2. Grant, M. (2013). *Geothermal reservoir engineering*. Elsevier.
3. Arrahman, R., & Putra, A. (2015). Perkiraan suhu reservoir panas bumi dari sumber mata air panas di Nagari Panti, Kabupaten Pasaman menggunakan persamaan geotermometer sebagai dasar penentuan. potensi panas bumi. *Jurnal Fisika Unand*, 4(4).
4. Nicholson, K. (1993). Exploration Techniques. In *Geothermal Fluids* (pp. 141-149). Springer, Berlin, Heidelberg.
5. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). Pengembangan Sumber Panas Bumi, Jakarta.
6. Sismanto, & Andayany, H. (2012). Pengembangan Persamaan Geotermometer Empiris Untuk Estimasi Suhu Reservoir Sumber Mata Air Panas. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY. Purworejo. Indonesia*, 1, 191-195.
7. DiPippo, R. (2012). *Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact*. Butterworth-Heinemann.
8. Iswahyudi, S., Asmoro Widagdo, S., & Herdianita, N. R. (2013). Outflow Zone Indication Of Geothermal System In Paguyangan Hotspring, Brebes, Central Java. In *Proceedings 2nd ITB Geothermal Workshop, Institut Teknologi Bandung, Bandung*.
9. Kastowo, S. N. (1996). Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa, Skala 1: 100.000 Edisi ke-2. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung*.
10. Triahadin, A., & Setyawan, A. (2014). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Area Manifestasi Panas Bumi Air Panas Paguyangan Brebes Menggunakan Metode Geolistrik Dengan Konfigurasi Schlumberger. *Youngster Physics Journal*, 3(4), 235-242.
11. Herman, D. Z. (2003). Studi Sistem Panas Bumi Aktif Dalam Rangka Penyiapan Konservasi Energi Panas Bumi. Yogyakarta geological map of Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.



Artikel ini menggunakan lisensi [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)