

DISTRIBUSI SUHU BAWAH PERMUKAAN MANIFESTASI PANAS BUMI UNTUK ANALISIS GRADIEN SUHU DI BUKIT KASIH KANONANG

Anisa Bilondatu, Treesje Londa, Cyrke Bujung

Program Studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado

email: annisabilondatu2412@gmail.com

ABSTRAK. Adanya sumber daya panas bumi di bawah permukaan dapat ditunjukkan antara lain dari adanya tanah yang mempunyai suhu lebih tinggi dari suhu tanah disekitarnya. Hal ini terjadi karena adanya perpindahan panas secara konduksi dari batuan bawah permukaan ke batuan permukaan. Bagaimana distribusi suhu di bawah permukaan, dan pola gradien suhu manifestasi panas bumi di Bukit Kasih Kanonang, menarik untuk dikaji mengingat daerah tersebut merupakan kawasan wisata sekaligus sebagai laboratorium alam sistem panas bumi. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui distribusi suhu bawah permukaan manifestasi panas bumi dan pola gradien suhu di kawasan wisata Bukit Kasih Kanonang. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran dilakukan pada 20 titik ukur dengan kedalaman masing-masing 3 cm, 9 cm, dan 15 cm. Pengolahan data menggunakan software Ms. Office Excel dan Surfer 12. Hasil penelitian menunjukkan bahwa manifestasi panas bumi di kawasan wisata Bukit Kasih Kanonang memiliki kisaran suhu rata-rata 3,83 °C sampai 97,97 °C pada kedalaman 3 cm, 48,43 °C sampai 96,93°C pada kedalaman 9 cm, dan 52,9 °C sampai 96,6 °C pada kedalaman 15 cm. Gradien suhu mengalami peningkatan pada setiap kedalaman. Gradien suhu linier pada pagi hari.

ABSTRACT. The existence of geothermal resources below the surface can be shown, among others, by the presence of land which has a temperature higher than the surrounding soil temperature. This occurs due to the conduction of heat transfer from subsurface rocks to surface rocks. How is the temperature distribution below the surface, and the temperature gradient pattern of geothermal manifestations in Bukit Kasih Kanonang, is interesting to study considering that the area is a tourist area as well as a natural laboratory for the geothermal system. The research objective was to determine the subsurface temperature distribution of geothermal manifestations and temperature gradient patterns in the tourist area of Bukit Kasih Kanonang. Data collection was carried out by means of direct measurements in the field. Measurements were made at 20 measuring points with a depth of 3 cm, 9 cm, and 15 cm respectively. Data processing using Ms. software. Office Excel and Surfer 12. The results showed that the geothermal manifestations in the tourist area of Bukit Kasih Kanonang had an average temperature range of 3.83 °C to 97.97 °C at a depth of 3 cm, 48.43 °C to 96.93 °C at a depth of 9 cm, and 52.9 °C to 96,6°C at a depth of 15 cm. The temperature gradient increases with each depth. Linear temperature gradient in the morning.

Kata Kunci: Gradien Suhu, Manifestasi panas bumi

Keywords: Temperature Gradient, Geothermal Manifestation

PENDAHULUAN

Panas bumi merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki potensi sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi terbarukan. Energi panas bumi ini berasal dari aktivitas tektonik di dalam bumi. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi energi panas bumi terbesar di dunia. Karena letaknya pada busur vulkanik dimana banyak deretan gunung api atau lebih

dikenal dengan sebutan *ring of fire* yang melingkupi Indonesia.

Potensi panas bumi di Indonesia sangatlah besar, yakni sekitar 40% potensi di dunia, yang telah dieksplorasi 276 dan area panas bumi tersebar di 26 provinsi dengan total energi 28,99 GW. Namun saat ini masih 1.189 MW yang sudah dikembangkan, posisi ini menempatkan Indonesia urutan ketiga sebagai

negara pemanfaat energi panas bumi setelah Filipina dan Amerika.

Sulawesi Utara sendiri, memiliki sumber - sumber panas bumi salah satunya Bukit Kasih Kanonang Kabupaten Minahasa. Bukit Kasih kanonang merupakan Bukit belerang yang memiliki potensi alam yang sangat baik. Bukit Kasih Kanonang di kelola oleh Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Sulawesi Utara.

Bukit Kasih Kanonang merupakan Monumen Bersejarah Bagi Masyarakat sulawesi Utara. Bukit Kasih juga disebut sebagai tempat dimana orang-orang dari berbagai agama berkumpul dan berdoa sesuai dengan kepercayaan mereka. Karena itulah disebut sebagai simbol perdamaian dan juga kerukunan antara umat beragama. Ada lima rumah ibadah di bukit ini seperti masjid, kuil hindu di puncak kedua, gereja katolik dan gereja kristen. Bahkan di pintu masuk dari Bukit Kasih Kanongan ini ada sebuah tugu toleransi yang tingginya mencapai 22 meter yang di atasnya ditaruh patung berbentuk bumi yang dilingkari seekor merpati putih, lambang kasih. Di dalam tugu ada kutipan simbol dari masing-masing agama. Tugu ini juga merupakan monumen untuk bisa mengingatkan agar bertoleransi selama kehidupan beragama.

Gradien suhu adalah perubahan suhu terhadap jarak atau kedalaman. Secara umum, tiap kenaikan 1 km kedalaman perut bumi suhu naik sebesar 25-30°C atau setiap kedalaman bertambah 100 meter suhu naik sekitar 2,5 sampai 3 °C. Jadi semakin jauh ke dalam perut bumi suhu nya akan semakin tinggi. Untuk beberapa tempat tertentu di sekitar daerah vulkanik atau aktifitas panas bumi gradien panas bumi dapat lebih besar lagi. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah pengukuran secara langsung.

Berdasarkan latar belakang ini peneliti bertujuan untuk Memetakan sebaran suhu tanah beruap pada kedalaman 3 cm, 9 cm, dan 15 cm di sekitar manifestasi panas bumi di Bukit Kasih Kanonang, dan Mengetahui pola gradien suhu manifestasi tanah beruap di kawasan Bukit Kasih Kanonang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kuantitatif, setelah masalah ditentukan maka langkah selanjutnya adalah mengadakan studi literatur sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian. Setelah itu dilakukan survey

lapangan tempat penelitian untuk menentukan lokasi yang akan di gunakan. Kemudian mempersiapkan alat yang akan digunakan pada saat pengambilan data di lapangan. Selanjutnya tahap kegiatan lapangan, dalam tahap ini dilakukan pengambilan data di lapangan seperti pengukuran manifestasi dan titik koordinat. Data yang diperoleh diolah dan dianalisis kemudian mendapatkan hasil pembahasannya. Dalam tahap pengolahan data akan menggunakan perhitungan di excel dan aplikasi *surfer*.

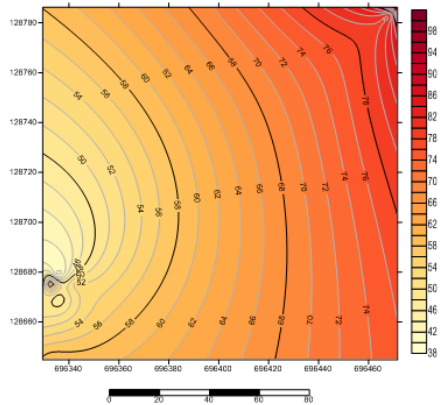
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran manifestasi panas bumi diperoleh kisaran nilai suhu rata-rata 38,3°C sampai 97,97°C pada kedalaman 3 cm, 48,43°C sampai 96,93°C pada kedalaman 9 cm, dan 52,9°C sampai 96,6°C pada kedalaman 15 cm. Data hasil pengukuran suhu manifestasi panas bumi diperlihatkan pada Tabel 1

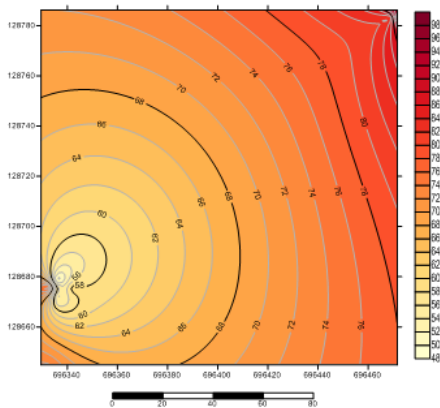
Tabel 1. Data pengukuran Suhu Manifestasi Panas Bumi

Titik	Rata-rata Suhu (°C) pada kedalaman		
	3 cm	9 cm	15 cm
BK 01	38.3	48.43	52.9
BK 02	64.63	78.8	81.63
BK 03	43.03	64.7	64.7
BK 04	45.1	74.47	72.87
BK 05	49.7	54.23	55.27
BK 06	59.67	74.3	76.43
BK 07	45.87	55.3	63.77
BK 08	52.53	59.1	66.07
BK 09	97.97	96.93	97
BK 10	84.97	84.03	86.77
BK 11	78.07	81.03	81.87
BK 12	85.2	88.13	89.9
BK 13	93.4	96.4	96.6
BK 14	93.5	62.33	93.6
BK 15	71.37	53.8	86.73
BK 16	80.77	72.1	82.67
BK 17	67.93	68.83	70.17
BK 18	97.23	92.27	94.77
BK 19	74.37	73.7	81.37
BK 20	73.77	77.37	81.63

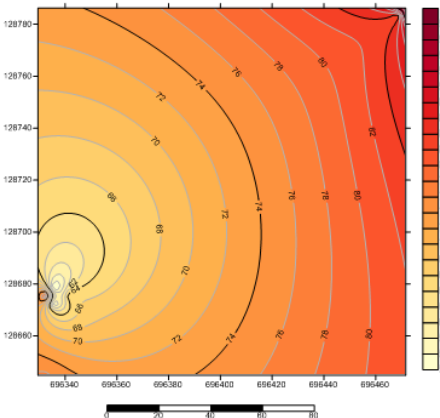
Berdasarkan data pada tabel 1, dibuat peta sebaran suhu pada kedalaman 3 cm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, peta sebaran suhu pada kedalaman 9 cm Gambar 2, dan peta sebaran suhu pada kedalaman 15 cm Gambar 3.



Gambar 1. Peta Distribusi suhu pada Kedalaman 3cm



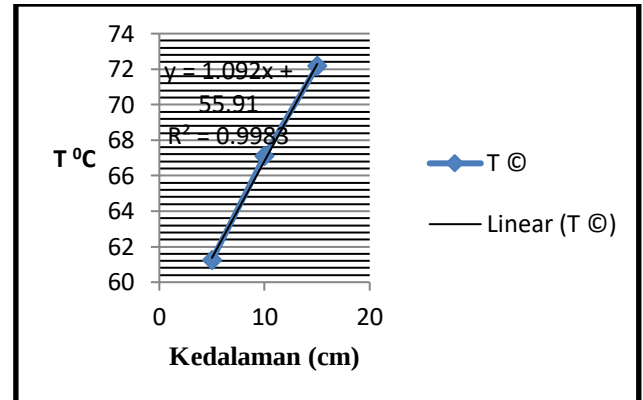
Gambar 2. Peta Distribusi suhu pada kedalaman 9 cm



Gambar 3. Peta Distribusi Suhu pada kedalaman 15 cm

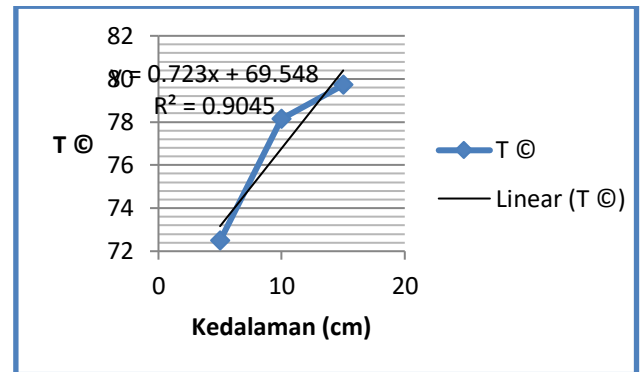
Gradien Suhu

Kurva Gradien suhu manifestasi panas bumi di beberapa titik tanah beruap dan tanah hangat di Bukit Kasih berdasarkan pengukuran di pagi hari ditunjukkan pada Gambar 4, pengukuran di siang hari ditunjukkan pada Gambar 5, dan berdasarkan pengukuran di sore hari ditunjukkan pada Gambar 6.



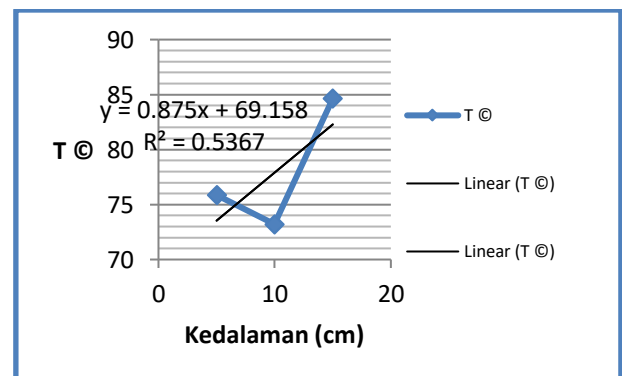
Gambar 4. Kurva gradien suhu pada pagi hari

Pengukuran suhu yang dilakukan pagi hari menunjukkan kenaikan suhu terhadap kedalaman mengikuti pada pola fungsi logaritma $y = 1.09x + 55.91$.



Gambar 5. Kurva Gradien suhu pada siang hari

Pengukuran suhu yang dilakukan siang hari menunjukkan kenaikan suhu terhadap kedalaman mengikuti pada pola fungsi logaritma $y = 0.72x + 69.54$.



Gambar 6. Grafik kenaikan suhu pada sore hari

Pengukuran suhu yang dilakukan sore hari menunjukkan kenaikan suhu terhadap kedalaman mengikuti pada pola fungsi logaritma $y = 0.88x + 69.15$.

Pembahasan

1) Sebaran Suhu Bawah Permukaan Bukit Kasih Kanonang

Penelitian ini menunjukkan perkembangan dan peningkatan suhu di bawah permukaan Bukit Kasih Kanonang yang di duga dipengaruhi oleh manifestasi di kawasan tersebut. Karena Pada dasarnya, sistem panas bumi terjadi karena perpindahan panas suatu sumber panas oleh lingkungan konduksi, dan konveksinya, dan dalam konveksi terjadi siklus perpindahan panas (Saptadji, 2006). Energi Geothermal diartikan menjadi panas yang berasal dari Bumi. Uap air (*steam*) dan air panas di hasilkan dari dalam bumi dapat digunakan untuk menghasilkan listrik dan panas. Energi Geothermal merupakan sumber Energi yang dapat di perbarui. Hal itu dikarenakan, sumber Energi geothermal memiliki dua komposisi yaitu air (*Hidro*) dan panas (*Termal*) dimana, cadangan air dapat diisi lagi dari hujan, sedangkan panas secara kontinyu di hasilkan oleh bagian dalam Bumi. Sistem hidrothermal umumnya merupakan batuan rekah alam. Apabila struktur geologi memungkinkan maka air tersebut akan mengalir melalui rekahan-rekahan dan batuan permeabel, dan kemudian muncul di permukaan. Perubahan fasa mungkin saja terjadi dalam perjalanannya ke permukaan, yaitu pada saat temperatur air telah mencapai temperatur saturasinya atau temperatur titik didihnya. Bila hal itu terjadi maka fluida akan berupa campuran uap-air atau mungkin berupa uap satu fasa saja. Hal ini menyebabkan jenis-jenis manifestasi panas bumi permukaan (geothermal surface manifestation) menjadi sangat beragam, ada mata air panas, geyser atau mata air panas yang menyembur ke permukaan hingga ketinggian mulai dari satu meter hingga beberapa puluh meter setiap selang waktu mulai dari beberapa menit hingga beberapa jam atau beberapa hari, kolam lumpur panas (mud pools), kolam air panas, serta manifestasi panas bumi lainnya yang masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda-beda walaupun letaknya berdekatan (Bodvarsson and Whitherspoon, 1989). Pada tabel 1. menjelaskan bahwa pada hasil pengukuran manifestasi tanah beruap di Bukit Kasih Kanonang, memperlihatkan nilai suhu minimum pada kedalaman 3 cm (Gambar 1) berkisar sekitar 38,3°C dan nilai suhu maksimum sekitar 98°C. untuk kedalaman 9 cm (Gambar 2) nilai suhu

minimum yang dimiliki manifestasi tanah beruap berkisar sekitar 48,43°C dan nilai suhu maksimum sekitar 98°C. sedangkan untuk kedalaman 15 cm (Gambar 3) nilai suhu minimum yang dimiliki manifestasi tanah beruap berkisar sekitar 52°C dan untuk nilai suhu maksimum sekitar 98°C. Transfer panas yang terjadi dibawah permukaan selain terjadi secara konduksi juga dipengaruhi oleh transfer panas secara konveksi. Transfer panas secara konveksi ini terjadi pada fluida panas yang teralirkan kepermukaan melalui permeabilitas batuan maupun melalui rekahan yang mengakibatkan di daerah Bukit Kasih Kanonang terdapat sumber air panas. Suplai fluida terbanyak biasanya terdapat pada air meteorik namun ada juga yang terdapat dari magma dengan karakteristik kandungan unsur kimia yang berbeda. Berdasarkan data geokimia Badan Geologi tipe air bikarbonat dengan konsentrasi Cl cukup signifikan, hal tersebut menunjukkan air panas mengalami pengenceran (diluted) air klorida oleh air bikarbonat dari air permukaan yang menyusup melalui zona porous maupun rekahan batuan (Fatoni, 2010).

2) Nilai Gradien Suhu

Gradien suhu adalah perubahan suhu terhadap jarak atau kedalaman. Secara universal setiap penurunan 1 km kedalaman perut bumi temperatur naik sekitar 25-30°C, atau tiap kedalaman perubahan 100meter suhu temperatur naik sekitar 2,5-3°C jadi semakin jauh kedalaman perut bumi suhu batuan akan semakin tinggi. Bila suhu di permukaan bumi 27°C maka untuk kedalaman 100 meter suhu bisa mencapai 29,5°C. untuk kedalam 1 km suhu batuan dapat mencapai 52-62°C. Bertambah panas tersebut dikenal dengan istilah gradien geothermal. Dari hasil pada gambar 4. diperoleh suhu manifestasi tanah beruap di Bukit Kasih Kanonang konstan terjadi pada pagi hari. suhu tanah beruap mengikuti pola perubahan suhu linear dimana suhu tersebut belum di pengaruhi suhu radiasi matahari. Pada gambar 5. diperoleh suhu manifestasi tanah beruap terjadi kenaikan pada siang hari dengan tidak mengikuti pola perubahan suhu linear manifestasi di karenakan ada pengaruh dari suhu radiasi sinar matahari yang mempengaruhi suhu menjadi lebih tinggi. Sedangkan dari hasil pada gambar 6. diperoleh suhu manifestasi tanah beruap terjadi penurunan

pada kedalaman 9 cm di karenakan faktor cuaca yang sedang hujan mempengaruhi suhu menjadi rendah, dan mengalami kenaikan suhu manifestasi pada kedalaman 15 cm.

KESIMPULAN

Sebaran Suhu rata-rata pada kedalaman 3 cm memiliki kisaran 38,3-97,97 °C, kedalaman 9 cm memiliki kisaran 48,43-96,93°C dan kedalaman 15 cm berkisar 52,90-96.60°C. Gradien suhu yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan suhu dimana semakin ke dalam, suhu mengalami kenaikan, dengan gradient suhu linier pada pagi hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Armin Fatoni, Sunaryo, Hari Arief Dharmawan. 2010. *Determination od Subsurface Temperratur Distribusi Using Digital Sensor DS18S20 (Case Study in Cangar Hot Spring Area, Batu Region)*. Brawijaya Physics Student Jurnal 2 (1), 159303
- Bowo Eko Cahyono, Nurfaizatul Jannah, Agus Suprianto. 2019. Analisis Sebaran Potensi dan Manifestasi Panas Bumi Pengunungan Ijen Berdasarkan Suhu Permukaan dan Geomorfologi. *Natural B*, Vol 5, No.1, April 2019
- Browne M.W. 1984. Asymptotically Distribution-Free Tethods For the Analisis Of Covanance Structures. *British Journal Of Mathematical and Statistical Psychology/* Volume 37, Issue 1/p. 62-83
- Bujung C.A.N., and D. R. Wenas, 2019. *Analysis Of Lateral Heat Flow Of Surface Geothermal Manifestation Basedon Temperature Distribution in Pine Forest Park, Tomohon North Sulawesi*. Internasional Journal Of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN:2277-3878, Volume-8 Issue-1S, May 2019
- Hadi A, dan Refrizon. 2015. *Distribusi Sumber Panas Bumi Berdasarkan Survai Gradien Suhu Dekat Permukaan Gunungapi Hulu Lais*. *Jurnal Gradien*. Vol.1(2) : 64-65
- Kreith Frank, Prijono Arko. 1994. *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Kresnoadi, 2017. *Macam-macam Perpindahan Kalor : Konduksi, Konveksi, dan Radiasi*. dihttps://www.google.com/amp/s/blog.ruangguru.com/perpindahan-kalor%3fhs_amp=true (akses 21 April 2019).
- Nicholson, K.N. 1993. *Geothermal Fulids, Chemistry and Exploration Tecniques. Geological Magazine*, Volume 132, Issue 1, January 1995
- Nurafarah, Efendi R, Sandra. 2016. *Estimasi Gradien Suhu Menggunakan Metode Geomagnet Pada Derah Panas Bumi Di Desa Sapoo Kecamatan Kulawi*. *Journal of Natural Science*. 5(3) : 268-278
- Sandiwanto S, Raghel Y, Tirtawaty A. 2015. *Analisis Gradien Suhu Geothermal Di daerah Objek Wisata Pentadio Resort Kabupaten Gorontalo*.
- Saptadji Nenny.2001. *Teknik Panas Bumi*. Bandung: Departemen Teknik PerminyakanFakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung
- Suhartono, N. 2012. Pola Sistem Panas dan Jenis Geothermal dalam Estimasi Cadangan Daerah Kamojang. *Jurnal Ilmiah MTG*, 5(2) 1-1
- Wenas, D.R., D.A. Tulandi, C.A.N Bujung. 2020. *Geothermal Gradient And Subsurface Temperature For Estimation Of Sources, Patterns And Heat Flow Directions In The Hydrothermal Area Of Minahasa Indonesia*. *Journal Of Critical Reviews*. ISSN : 2394-5125 Vol 7, Issue 5, 2020.