

PROFIL VERTIKAL HANTARAN PANAS BAWAH PERMUKAAN MANIFESTASI PANAS BUMI DI BAGIAN BARAT GUNUNG TAMPUSU

Natalia Pandoh, Heinrich Taunaumang, Jeilen Gabriela Nusa

Prodi Fisika FMIPA, Universitas Negeri Manado

email: nataliapandoh7431@gmail.com

ABSTRAK. Indonesia merupakan daerah yang memiliki potensi panas bumi yang sangat besar. Di Sulawesi Utara sendiri, terdapat tiga lokasi panas bumi, diantaranya, Lahendong yang merupakan lapangan panas bumi pertama di kawasan Indonesia Timur yang memproduksi listrik. Kemudian, lokasi lainnya yaitu di Tompaso, dan Kotamobagu. Secara strategis, gunung Tampusu terletak di antara Danau Tondano dan Danau Linow dimana kedua danau tersebut merupakan jenis manifestasi terbesar di Sulawesi Utara. Manifestasi ini terjadi karena adanya perpindahan panas secara konduksi dari batuan bawah permukaan ke batuan permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis Sebaran Temperatur Pada Kedalaman Dangkal Untuk Prediksi Profil Vertikal Hantaran Panas Manifestasi Panas Bumi di Bagian Barat Gunung Tampusu. Dengan menggunakan *software surfur11*, didapati sebaran temperatur bawah permukaan pada kedalaman dangkal didominasi oleh temperature tinggi berkisar 30°C – 43°C. Serta temperature terendah berkisar 20°C – 23°C dan profil vertikal hantaran panas bawah permukaan di bagian barat Gunung Tampusu tidak merata pada setiap lapisan tanah, dikarenakan data suhu yang didapatkan bervariasi.

ABSTRACT. Indonesia is an area that has enormous geothermal potential. In North Sulawesi itself, there are three geothermal locations, including Lahendong, which is the first geothermal field in Eastern Indonesia to produce electricity, then other locations, namely in Tompaso and Kotamobagu. Strategically, Tampusu Mount is located between Tondano Lake and Linow Lake where the two lakes are the largest types of manifestation in North Sulawesi. This manifestation occurs due to the conduction of heat transfer from subsurface rock to surface rock. This study aims to analyze the distribution of temperature at shallow depths to predict the vertical profile of the thermal conductivity of geothermal manifestations in the western part of Tampusu Mount. By using *surfur 11* software, it was found that the subsurface temperature distribution at shallow depths was dominated by high temperatures ranging from 30°C - 43°C. The lowest temperature ranges from 20°C - 23°C and the vertical profile of subsurface heat conduction in the western part of Tampusu Mount is not evenly distributed in each soil layer, because the temperature data obtained varies.

Kata Kunci: Panas Bumi, Gunung Tampusu, Temperatur.

Keywords: Geothermal, Mount Tampusu, Temperature.

PENDAHULUAN

Sumber daya alam (SDA) adalah aset alami penopang keberlanjutan lingkungan hidup kita di bumi ini. Tidak dapat dipungkiri bahwa, melalui pemanfaatannya, sumber daya alam dapat meningkatkan kesejahteraan hidup manusia pada masa ini. Sumber daya alam dimanfaatkan untuk kemakmuran rakyat dengan tetap memperhatikan kelestarian fungsi lingkungan hidupnya. Sumber daya alam memiliki peran ganda, yaitu sebagai modal pertumbuhan ekonomi (resource based economy) dan penopang sistem kehidupan (life support system). Contohnya melalui energy panas bumi. (Kumurur, 2002)

Energi panas bumi adalah energi yang berasosiasi dengan gunung api yang terbentuk dari aktivitas tektonik. Energi panas bumi, bahkan meskipun kecil, dapat menjadi solusi nyata untuk masyarakat luas yang membutuhkan listrik di masa depan. Energi panas bumi juga dapat memberikan kontribusi untuk kemandirian energi masyarakat pada desa-desa terpencil juga untuk melindungi masyarakat pedesaan terhadap tingginya harga minyak bumi. Energi panas bumi juga bisa memfasilitasi peluang ekonomi dalam menyediakan energi untuk keperluan alternatif. (Regina, 2017)

Indonesia sebagai negara dengan penduduk mencapai 300 juta jiwa membutuhkan sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi pada masa mendatang. (Wahyudi, 2017) Secara geografis, Indonesia terletak diantara tiga lempeng besar, yaitu lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Hal inilah yang menjadi alasan mengapa terdapat banyak sekali kenampakan alam (manifestasi) di Indonesia, termasuk di dalamnya di daerah Provinsi Sulawesi Utara.

Provinsi Sulawesi Utara adalah salah satu daerah yang memiliki potensi panas bumi yang tersebar di berbagai tempat, mengingat daerah ini memiliki beberapa gunung api yang masih aktif dan yang sudah tidak aktif lagi. Di Sulawesi Utara diperkirakan ada 3 daerah potensi panas bumi yang besar yaitu

lahendong, tompaso, dan Kotamobagu. Adanya suatu sumber daya panas bumi di bawah permukaan sering kali ditunjukkan oleh adanya manifestasi panas bumi di permukaan (*geothermal surface manifestation*). Contohnya manifestasi yang ada di sekitar Gunung Tampusu.

Secara strategis, gunung Tampusu terletak di antara Danau Tondano dan Danau Linow dimana kedua danau tersebut merupakan jenis manifestasi terbesar di Sulawesi Utara. Adapun jenis manifestasi yang terdapat pada daerah sekitar gunung Tampusu yaitu tanah hangat, tanah beruap, dan mata air panas. Manifestasi ini terjadi karena adanya perpindahan panas secara konduksi dari batuan bawah permukaan ke batuan permukaan. Adanya tanah hangat dan tanah beruap dapat diketahui dengan mengukur gradien temperature manifestasi daerah tersebut. Dengan mendapatkan data temperatur, peneliti ingin Menganalisis Sebaran Temperatur Pada Kedalaman Dangkal Untuk Prediksi Profil Vertikal Hantaran Panas Manifestasi Panas Bumi Di Bagian Barat Gunung Tampusu.

KAJIAN TEORI

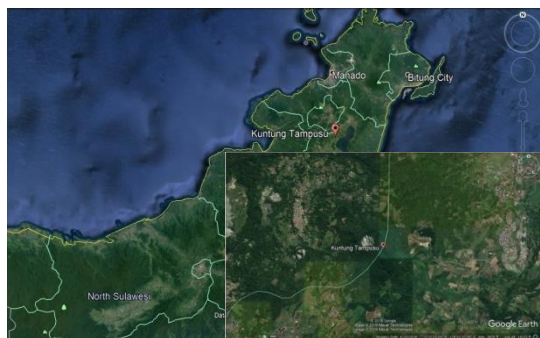
Energi panas bumi adalah energi panas alami dari dalam bumi yang di *transfer* ke permukaan bumi secara konduksi dan konveksi. Energi panas alami ini berupa *fluida* dengan fasa air atau uap yang terbentuk di dalam *reservoir* panas bumi akibat pemanasan yang dilakukan oleh batuan beku panas dari pembekuan magma sebagai *heat sourcenya*. Energi panas yang dimiliki *fluida* tersebut pada dasarnya berasal dari magma di dalam perut bumi yang merambatkan panasnya secara konduksi memanaskan air di bawah permukaan kemudian membentuk sistem konveksi yang menghasilkan air panas ataupun uap panas. Untuk dapat memanfaatkan energi panas bumi, dibutuhkan lokasi dengan kondisi geologi tertentu yang

memiliki komponen-komponen dari sistem panas bumi. Komponen-komponen tersebut adalah dengan adanya lapisan penutup (*clay cap*), struktur geologi yang umumnya berupa patahan (*fracture*), batuan yang bersifat *permeable* tempat terakumulasinya fluida (*reservoir*), sumber panas (*heat source*), dan *fluida* yang berperan untuk menghantarkan panas dari *reservoir* ke permukaan.

METODE PENELITIAN

Gunung Tampusu, Kecamatan Remboken, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 15 Juni 2020 – 24 Juni 2020 dan dilakukan pada saat cuaca cerah untuk menghindari adanya perbedaan suhu pada setiap titik.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan diawali dengan peneliti mengadakan studi literatur yang ada, kemudian peneliti menemukan suatu permasalahan yang menarik untuk dikaji yaitu yang berkaitan dengan arah sebaran temperatur manifestasi tanah hangat di daerah gunung tampusu, dalam hal ini kajian mengenai *gradient temperature* karena *gradient temperature* berperan penting pada proses perpindahan panas. Selanjutnya peneliti melakukan survei lapangan untuk mengetahui keadaan manifestasi yang akan diteliti. Pada saat itu

juga peneliti akan menentukan lokasi manifestasi yang akan diteliti. Selanjutnya yang akan dilakukan adalah perencanaan penelitian yang diikuti dengan pengambilan data lapangan. Setelah pengambilan data lapangan, maka dilakukan pengolahan data untuk menentukan hal yang menjadi tujuan dan yang terakhir melakukan analisa dan pembahasan yang kemudian dilanjutkan dengan penyusunan hasil penelitian.

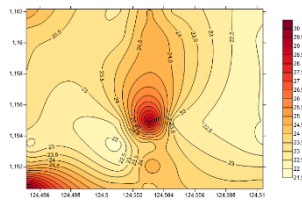
Berdasarkan kajian teori dan metode penelitian, peneliti melakukan penelitian ke beberapa lokasi di bagian barat gunung tampusu, diantaranya di Desa Kasuratan dan Desa Pangolombian. Penelitian yang dilakukan berupa pengambilan data secara primer yaitu data suhu pada waktu pagi (06.00) siang (13.00) dan sore (16.00) pada permukaan tanah, pada kedalaman 30cm, 60cm, dan 90cm. Serta pengambilan titik koordinat di lokasi penelitian.

Dengan data yang di dapatkan di lapangan, peneliti melakukan pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel*. Pada *Microsoft Excel*, peneliti mengurutkan data suhu dan koordinat di lokasi penelitian sesuai dengan grid. Dari data tersebut, kemudian di bentuk kontur sebaran temperatur berdasarkan kedalaman dengan menggunakan *Surfur 11*. Dari hasil pengolahan data, maka di dapatkan peta 2D yang menggambarkan sebaran temperatur di lokasi penelitian.

Kemudian dari data tersebut, peneliti membuat peta overlay untuk menganalisis sebaran temperatur dan profil vertikal di lokasi penelitian.

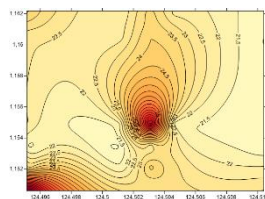
Peta Sebaran Temperatur

Peta sebaran temperatur pada pagi hari



Gambar 2. Peta Sebaran Temperatur di Pagi Hari pada Permukaan Tanah

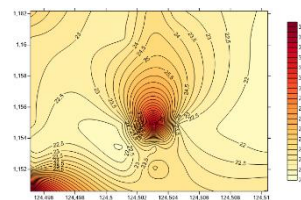
Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.1 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada permukaan tanah, yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 21.5°C dan yang tertinggi 30°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 26.5°C - 30°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 21.5°C – 24°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



Gambar 3. Peta Sebaran Temperatur di Pagi Hari pada Kedalaman 30 cm

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.2 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 30cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 20.5°C dan yang tertinggi 33,5°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan

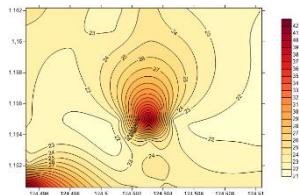
temperatur berkisar dari 29.5°C – 33,5°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 20.5°C – 25,5°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



Gambar 4. Peta Sebaran Temperatur di Pagi Hari pada Kedalaman 60 cm

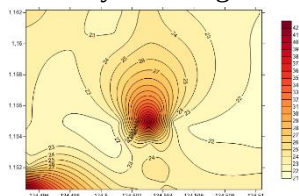
Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.3 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 60cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 21°C dan yang tertinggi 36°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 32°C – 36°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 21°C – 26°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon. terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 60cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 21°C dan yang tertinggi 36°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 32°C – 36°C.

Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 21°C – 26°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



Gambar 5. Peta Sebaran Temperatur di Pagi Hari pada Kedalaman 90 cm

Berdasarkan hasil penelitian pada Gambar 2. Gambar 3. Gambar 4. Gambar 5. terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 90cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 21°C dan yang tertinggi 42°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 36°C – 42°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 21°C – 27°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.

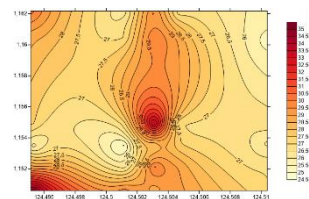


Gambar 4. 1 Peta Sebaran Temperatur di Pagi Hari pada Kedalaman 90 cm

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.4 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 90cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah

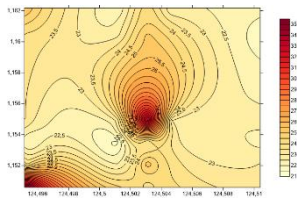
yaitu 21°C dan yang tertinggi 42°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 36°C – 42°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 21°C – 27°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.

Peta sebaran temperatur pada siang hari



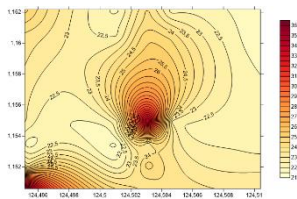
Gambar 4. 2 Peta Sebaran Temperatur di Siang Hari pada Permukaan Tanah

Pada siang hari, terjadi peningkatan suhu yang cukup signifikan karena radiasi yang diterima lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.5 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada permukaan tanah yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 24.5°C dan yang tertinggi 35°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 32°C – 35°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 24.5°C – 27,5°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



Gambar 4. 3 Peta Sebaran Temperatur di Siang Hari pada Kedalaman 30 cm

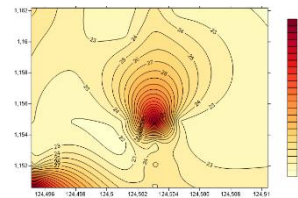
Pada siang hari, terjadi peeningkatan suhu yang cukup signifikan karena radiasi yang diterima lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.6 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 30cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 21°C dan yang tertinggi 35°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 31°C – 35°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 21°C – 25°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



Gambar 4. 4 Peta Sebaran Temperatur di Siang Hari pada Kedalaman 60 cm

Pada siang hari, terjadi peeningkatan suhu yang cukup signifikan karena radiasi yang diterima lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.7 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 60cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 21°C dan yang tertinggi

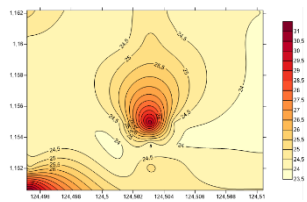
36°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 31°C – 36°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 21°C – 25°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



Gambar 4. 5 Peta Sebaran Temperatur di Siang Hari pada Kedalaman 90 cm

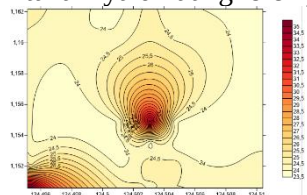
Pada siang hari, terjadi peeningkatan suhu yang cukup signifikan karena radiasi yang diterima lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.8 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 90cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 21°C dan yang tertinggi 43°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 38°C – 43°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 21°C – 28°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.

Peta sebaran temperatur pada sore hari



Gambar 4. 6 Peta Sebaran Temperatur di Sore Hari pada Permukaan Tanah

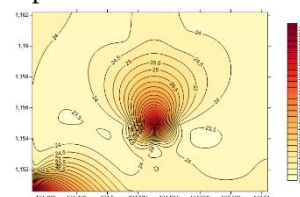
Pada sore hari, suhu yang didapatkan lebih rendah dibandingkan pada siang hari. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.9 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada permukaan tanah yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 23.5°C dan yang tertinggi 31°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 29°C – 31°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 23.5°C – 26,5°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



Gambar 4. 7 Peta Sebaran Temperatur di Sore Hari pada Kedalaman 30 cm

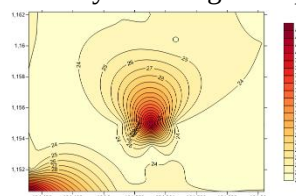
Pada sore hari, suhu yang didapatkan lebih rendah dibandingkan pada siang hari. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.10 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 30cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 23.5°C dan yang tertinggi 35°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 32°C – 35°C.

Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 23.5°C – 26,5°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



Gambar 4. 8 Peta Sebaran Temperatur di Sore Hari pada Kedalaman 60 cm

Pada sore hari, suhu yang didapatkan lebih rendah dibandingkan pada siang hari. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 4.2 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 60cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 23°C dan yang tertinggi 36°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 33°C – 36°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 23°C – 26°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.



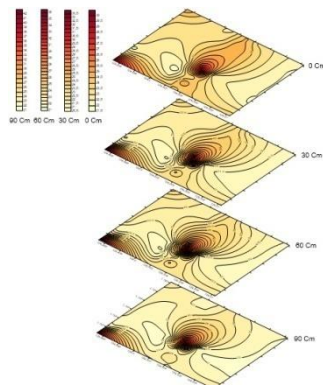
Gambar 4. 9 Peta Sebaran Temperatur di Sore Hari pada Kedalaman 90 cm

Pada sore hari, suhu yang didapatkan lebih rendah dibandingkan pada siang hari. Berdasarkan hasil penelitian pada gambar

4.12 terlihat sebaran temperatur yang bervariasi pada kedalaman 90cm yang berkisar dari temperatur yang paling rendah yaitu 23°C dan yang tertinggi 43°C. Dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi yaitu pada koordinat (1.152 . 124. 496) dan koordinat (1.156 . 124.504). Dimana pada daerah tersebut terdapat manifestasi berupa tanah hangat dengan temperatur berkisar dari 37°C – 43°C. Sedangkan pada koordinat (1.154 . 124.5) dan koordinat (1.156 . 124.508) temperatur cenderung lebih rendah yaitu berkisar dari 23°C – 29°C. Hal ini disebabkan karena kedua titik tersebut merupakan lahan naungan yaitu lahan yang permukaan tanahnya dinaungi oleh pohon.

Profil Vertikal Hantaran Panas

Peta Overlay Sebaran Temperatur Pada Pagi Hari

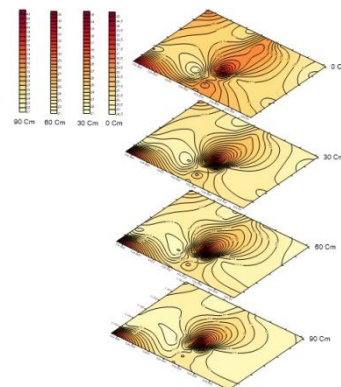


Gambar 4. 10 Peta Overlay Sebaran Temperatur Pada Pagi Hari

Pada Gambar 4.13, dapat dilihat bahwa terdapat kedalaman serta temperatur yang bervariasi dimana temperatur yang paling tinggi terdapat pada daerah sekitar Kasuratan dan Danau Pangolombian, dan pada kedalaman 0cm terdapat temperatur paling rendah berkisar 21.5°C dan tertinggi berkisar 30°C. Pada kedalaman 30Cm terdapat temperatur terendah berkisar 20.5°C dan temperatur tertinggi berkisar 33.5°C. pada kedalaman 60Cm terdapat temperatur yang

paling rendah berkisar 21°C dan temperature tertinggi berkisar 36°C. Pada kedalaman 90Cm terdapat temperatur terendah berkisar 21°C dan temperatur tertinggi 42°C.

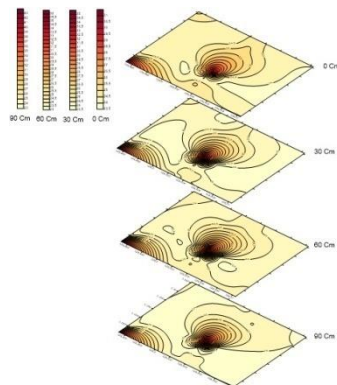
Peta Overlay Sebaran Temperatur Pada Siang Hari



Gambar 4. 11 Peta Overlay Sebaran Temperatur Pada Siang Hari

Pada Gambar 4.14, dapat dilihat bahwa terdapat kedalaman serta temperatur yang bervariasi dimana temperatur yang paling tinggi terdapat pada daerah sekitar Kasuratan dan Danau Pangolombian, dan pada kedalaman 0cm terdapat temperatur paling rendah berkisar 24.5°C dan tertinggi berkisar 35°C. Pada kedalaman 30Cm terdapat temperatur terendah berkisar 21°C dan temperatur tertinggi berkisar 35°C. Pada kedalaman 60Cm terdapat temperatur yang paling rendah berkisar 21°C dan temperatur tertinggi berkisar 36°C. Pada kedalaman 90Cm terdapat temperatur terendah berkisar 21°C dan temperatur tertinggi 43°C.

Peta Overlay Sebaran Temperatur Pada Sore Hari



Gambar 4. 12 Peta Overlay Sebaran Temperatur Pada Sore Hari

Pada Gambar 4.15, dapat dilihat bahwa terdapat kedalaman serta temperatur yang bervariasi dimana temperatur yang paling tinggi terdapat pada daerah sekitar Kasuratan dan Danau Panglombian, dan pada kedalaman 0cm terdapat temperatur paling rendah berkisar 23.5°C dan tertinggi berkisar 31°C. Pada kedalaman 30Cm terdapat temperatur terendah berkisar 23.5°C dan temperatur tertinggi berkisar 35°C. pada kedalaman 60Cm terdapat temperatur yang paling rendah berkisar 23°C dan temperatur tertinggi berkisar 36°C. Pada kedalaman 90Cm terdapat temperatur terendah berkisar 23°C dan temperatur tertinggi 43°C.

KESIMPULAN

1. Sebaran temperatur bawah permukaan pada kedalaman dangkal didominasi oleh temperatur tinggi berkisar 30°C – 43°C. Serta temperatur terendah berkisar 20°C – 23°C. Dari peta sebaran temperatur, di dapati bahwa terdapat 2 titik dengan temperatur tinggi, yang merupakan manifestasi berupa tanah hangat pada lokasi penelitian lebih tepatnya di Desa Kasuratan dan Desa Panglombian. Terdapat pula daerah dengan temperatur rendah yang

disebabkan karena daerah tersebut merupakan lahan naungan.

2. Profil vertikal hantaran panas bawah permukaan di bagian barat Gunung Tampusu tidak merata pada setiap lapisan tanah, dikarenakan data suhu yang didapatkan bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bujung, C. A. N. and D. R. Wenas (2019). Analysis of Lateral Heat Flow of Surface Geothermal Manifestation Based on Temperature Distribution in Pine Forest Park, Tomohon North Sulawesi. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-1S, May 2019.
- Kumurur, V. A. (2002). Pusat Penelitian Lingkungan Hidup dan Sumberdaya Alam (PPLH-SDA). *Lingkungan Hidup Dan Sumberdaya Alam Yang Semakin Rusak Dan Mengancam Keberlanjutan Kehidupan Manusia Indonesia*, Vol. 2, No. 1: 1-2.
- Mary, R. T., Armawi, A., Hadna, A. H., & Pitoyo, A. J. (2017). *Jurnal Ketahanan Nasional. Panas Bumi Sebagai Harta Karun Untuk Menuju Ketahanan Energi*, VOLUME 23 No. 2.
- Setyaningsih, W. (2011). Dosen Jurusan Geografi FIS - Unnes. *Potensi Lapangan Panasbumi Gedongsongo Sebagai Sumber Energi*, Volume 8 No. 1.
- Wenas, D. R., D. T. Tulandi and 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.