

Estimasi Hilang Panas Alamiah Pada Manifestasi Mata Air Panas Desa Pinaesaan Kecamatan Tomposo Baru Kabupaten Minahasa Selatan

Putri Isaura Christoffel^{1)*}, Armstrong F. Sompotan²⁾, dan Jeferson Polii³⁾

^{1,2,3}Program Studi Fisika, Universitas Negeri Manado, Kabupaten Minahasa, 95618, Indonesia

*e-mail: putriichristoffel@gmail.com

Diterima 20 April 2023; Disetujui 28 April 2023

ABSTRAK

Energi panas bumi (geothermal energy) merupakan salah satu sumber energi panas yang tersimpan dalam batuan dan fluida yang terkandung di bawah permukaan bumi. Salah satu wilayah keberadaan potensi panas bumi di Sulawesi Utara adalah di desa Pinaesaan, Kecamatan Tomposo Baru. Di sekitaran desa Pinaesaan di jumpai manifestasi panas bumi, salah satunya adalah manifestasi berupa mata air panas. Dalam penentuan prospek potensi panas bumi di suatu daerah, di perlukan adanya kajian pada manifestasi permukaan. Salah satu langkah yang di lakukan dalam penelitian manifestasi permukaan adalah perhitungan Hilang Panas Alamiah (Heat Loss) di lokasi penelitian. Metode yang di gunakan dalam penelitian itu yaitu pengukuran langsung di lapangan dengan mengukur temperatur udara, temperatur manifestasi dan luas manifestasi, yang kemudian akan di lakukan pengolahan melalui perhitungan heat loss. Berdasarkan hasil penelitian, temperatur rata-rata dari manifestasi mata air panas di desa Pinaesaan yaitu temperatur manifestasi 71,3°C dan temperatur udara 24,7 °C serta luas manifestasi 2,94 m². Nilai heat loss yang diperoleh sebesar 0,0185 MW, dan sumber daya spekulatifnya yaitu sebesar 0,185 MW.

Kata Kunci : Energi Panas Bumi, Pinaesaan, Mata Air Panas, Hilang Panas Alamiah

ABSTRACT

Geothermal energy is a source of heat energy stored in rocks and fluids contained below the earth's surface. One area that has geothermal potential in North Sulawesi is Pinaesaan Village, Tomposo Baru District. Around the village of Pinaesaan, geothermal manifestations are found, one of which is a hot spring. In determining the prospect of geothermal potential in an area, it is necessary to conduct research on surface manifestations. One of the steps taken in the study of surface manifestations is the calculation of natural heat loss (heat loss) at the research site. The method used in this study is direct measurement in the field by measuring air temperature, manifestation temperature and area of manifestation, which will then be processed through heat loss calculations. Based on the research, the average temperature of the hot spring manifestations in Pinaesaan village is the temperature manifestation 71,3°C and air temperature 24,7°C and the area of manifestation 2,94 m². The value of heat loss is 0,0185 MW, and the speculative resource is 0.185 MW.

Keywords : Geothermal Energy, Pinaesaan, Hot Spring, Heat Loss

1. PENDAHULUAN

Krisis energi menjadi salah satu masalah utama yang di hadapi dunia saat ini, membuat berbagai Negara termasuk Indonesia harus memutar otak untuk menemukan energi baru yang dapat berpotensi jangka panjang. Untuk memenuhi kebutuhan energi yang makin meningkat pesat setiap saat. Salah satu energi alternatif yang di kembangkan dan di perbaharui adalah energi panas bumi.

Energi panas bumi (geothermal energy) merupakan salah satu sumber energi panas yang tersimpan dalam batuan dan fluida yang terkandung di bawah permukaan bumi. Indonesia secara geologis terletak pada pertemuan tiga lempeng aktif di dunia yaitu

lempeng Eropa-Asia, Hindia-Australia dan Pasifik. Selain itu juga Indonesia terletak pada jalur deretan gunung api aktif yang tersebar di Pulau Sumatera hingga mengarah ke Pulau Sulawesi. Menurut Kementerian ESDM pada tahun 2014 menyatakan bahwa potensi panas bumi di Indonesia sebesar 40% dari potensi dunia, yaitu sebesar 28.617 MW.

Sulawesi Utara adalah daerah yang memiliki sejumlah prospek potensi panas bumi yang tersebar di beberapa wilayah. Salah satu wilayah keberadaan potensi panas bumi di Sulawesi Utara adalah di Tomposo Baru. Daerah ini memiliki luas sekitar 129,48 Km². Sebagian besar daerah ini memiliki topografi bergunung-gunung yang membentang dari

utara ke selatan. Di daerah Tompaso, Kabupaten Minahasa Selatan merupakan jalur magmatik yang potensial menghasilkan sumber panas. Beberapa tempat di daerah Tompaso ini sering dijumpai manifestasi panas bumi berupa mata air panas. Hal ini membuktikan bahwa adanya potensi panas bumi di sekitar tersebut.

Dalam penentuan prospek potensi panas bumi di suatu daerah, di perlukan adanya penelitian pada manifestasi permukaan. Salah satu langkah yang dilakukan dalam penelitian manifestasi permukaan adalah perhitungan heat loss. Mengapa adanya metode perhitungan Heat Loss karena hilangnya panas dari manifestasi akibat proses keluarnya dari reservoir sangat mempengaruhi besar kecilnya potensi panas bumi suatu daerah.

Untuk itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pada manifestasi panas bumi di daerah Tompaso Baru khususnya di desa Pinaesaan yang di dapati memiliki manifestasi mata air panas. Peneliti melakukan penelitian mengenai “Estimasi Hilang Panas Alamiah (Heat Loss) Pada Manifestasi Mata Air Panas Desa Pinaesaan, Kecamatan Tompaso Baru, Kab. Minahasa Selatan” untuk menunjukkan berapa besar heat loss pada mata air panas yang ada di desa Pinaesaan. Dari hasil heat loss maka akan di hitung berapa potensi sumber daya spekulatif melalui mata air panas di desa Pinaesaan

2. KAJIAN LITERATUR

Panas Bumi

Panas bumi atau yang di kenal geothermal merupakan bahasa latin dari kata “geo” berarti bumi dan “thermal” berarti panas. Geothermal merupakan panas bumi yang terbentuk dengan alami di dalam bumi (Bujung, 2020).

Menurut Broto (2011), sistem panas bumi merupakan energi yang tersimpan dalam bentuk air panas atau uap panas pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. Sistem panas bumi meliputi panas dan fluida yang memindahkan panas mengarah ke permukaan. Adanya konsentrasi energi panas pada sistem panas bumi umumnya di cirikan oleh adanya anomali panas yang dapat terekam di permukaan, yang ditandai dengan gradien temperatur yang tinggi.

Sistem panas bumi mencakup sistem hidrotermal yang merupakan sistem tata-air, proses pemanasan dan kondisi sistem dimana air yang terpanasi terkumpul.

Di tinjau dari munculnya panas bumi di permukaan persatuan luas, Indonesia menempati urutan ketiga dunia, bahkan dari segi temperatur yang tinggi, merupakan kedua terbesar. Sebagian besar energi panas bumi yang telah di manfaatkan di seluruh dunia merupakan energi yang di ekstrak dari sistem hidrotermal. Sistem hidrotermal erat kaitannya dengan sistem vulkanisme dan pembentukan gunung api pada zona batas lempeng yang aktif di mana terdapat aliran panas (heat flow) yang tinggi (Saragih, 2015).

Daerah di Indonesia yang memiliki cadangan panas bumi salah satunya berada di Sulawesi Utara. Menurut Sompotan (2012), struktur Geologi Sulawesi Sulawesi atau Celebes terletak di bagian tengah wilayah kepulauan Indonesia dengan luas wilayah 174.600 km². Sulawesi Utara memiliki potensi panas bumi yang di tandai dengan keberadaan Gunung Api aktif, mata air panas dan kolam air panas, yang tersebar di beberapa daerah seperti Bolaang Mongondow Timur, Kotamobagu, Tomohon, Tompaso, Bukit Kasih, Langowan, dan daerah lainnya. yang merupakan cadangan panas bumi (Palilingan, 2020).

Manifestasi Panas Bumi

Menurut Mongan (2020), manifestasi panas bumi yang di sebut discharge area merupakan tempat di mana keluarnya panas yang berasal dari reservoir ke permukaan bumi melalui rekahan.

Ada beberapa manifestasi yang di temukan yaitu Tanah Hangat (Warm Ground), Tanah Beruap (Steaming Ground), Mata Air Panas Atau Hangat (Hot or Warm Spring), Kolam Air Panas, Kolam lumpur panas (Mud Pool), Fumarole, Geyser, dan Silika Sinter.

Perpindahan Panas

Peristiwa perpindahan panas banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Buchori (2004) dalam bukunya Perpindahan Panas mengemukakan bahwa perpindahan panas merupakan fenomena proses perpindahan panas dimana kecepatan perpindahan panas yang terjadi atau yang lebih di kenal dengan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi-kondisi tertentu.

Ada tiga mekanisme perpindahan panas yaitu:

Konduksi

Perpindahan panas konduksi adalah proses perpindahan panas jika panas mengalir dari

tempat yang suhunya tinggi ke tempat yang suhunya lebih rendah. Persamaan dasar adalah hukum Fourier :

$$Q_k = kA(-dT/dx) \quad (1)$$

atau

$$Q_k/A = k(-dT/dx) \quad (2)$$

Dengan Q_k adalah laju perpindahan panas (watt), K adalah konduktivitas termal ($W/m \cdot ^\circ C$), A adalah luas Permukaan (m^2), dan dT/dx adalah gradien temperatur dalam arah x ($^\circ C/m$).

Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah proses perpindahan panas di mana cairan atau gas yang suhunya rendah mengalir ke tempat yang suhunya lebih tinggi. Persamaan dasar adalah hukum Newton:

$$Q_c = h_c A(T_w - T_s) \quad (3)$$

atau

$$h_c/A = h_c (T_w - T_s) \quad (4)$$

dengan:

Q_c = laju perpindahan konveksi (watt)

h_c = koefisien perpindahan panas konveksi ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

A = luas permukaan (m^2)

T_w = temperatur fluida ($^\circ C$)

T_s = temperatur permukaan ($^\circ C$)

Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi karena pancaran gelombang elektromagnetik. Persamaan dasar adalah hukum Steffan-Boltzman:

$$Q_r = \epsilon \sigma A T^4 \quad (5)$$

dengan:

Q_r = laju perpindahan radiasi (watt)

E = koefisien stefan-boltzman ($5,67 \times 10^{-8} W/mK^4$)

σ = emisivitas benda

A = luas permukaan (m^2)

T = temperatur (K)

Hilang Panas Alamiah

Hilang panas alamiah merupakan salah satu metode untuk melihat potensi panas bumi pada suatu manifestasi. Menurut Karyanto (2020), mengemukakan Metode heat loss panas bumi merupakan metode perhitungan panas yang hilang melalui manifestasi permukaan panas bumi.

Menurut Hochstein tahun 1994, untuk perhitungan hilang panas alamiah menggunakan persamaan berikut:

$$Q = m (h_{fT} - h_{(fT_0)}) \approx mc (T - T_0) \quad (6)$$

dengan

Q = laju perpindahan panas (watt)

C = kapasitas kalor spesifik ($kJ/kg \cdot ^\circ C$)

M = massa fluida (kg)

T = temperatur manifestasi ($^\circ C$)

h_{fT} , h_{fT_0} = entalpi fluida (kJ/kg)

T_0 = temperatur udara ($^\circ C$)

Selain itu terdapat perhitungan hilang panas alamiah secara evaporasi yaitu tidak menggunakan debit aliran, jadi perhitungan ini hanya bisa dilakukan pada manifestasi tertentu yang tidak ada debit alirannya. Hilang Panas evaporasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q_{\text{evaporasi}} = A \times (Q_T - Q_{T_0}) \quad (7)$$

dengan:

$Q_{\text{evaporasi}}$ = besarnya hilang panas evaporasi (kJ/s atau kW)

A = luas manifestasi (m^2)

Q_T = interpolasi manifestasi (kJ/m^2s)

Q_{T_0} = interpolasi udara (kJ/m^2s)

Tabel 1. Hilang Panas Evaporasi (Saptajdi, 2012)

T ($^\circ C$)	Q (kJ/m^2)
20	=0,35
40	1,3
60	3,7
80	9,3
98,5	~22

Sumber Daya Spekulatif

Untuk menghitung total sumber daya spekulatif dengan teknik heat loss dapat dilakukan dengan mengkalikan hasil perhitungan heat loss dari manifestasi panas bumi di lapangan dengan nilai 10.

Hasil penjumlahan ini menjadi total sumber daya spekulatif energi listrik yang berpotensi dapat dihasilkan dari lapangan panas bumi tersebut dalam satuan KWe maupun MWe (Karyanto 2020).

3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian merupakan tempat pengambilan data lapangan secara administrasi yang bertempat di Desa Pinaesaan, Kecamatan Tompas Baru, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Dengan titik koordinat $0^\circ 0' 4.041''$ LU, $118^\circ 30' 40.552''$ BT dengan elevasi 333 mdpl.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang di gunakan berupa GPS digunakan untuk menentukan titik koordinat mata air panas di lokasi penelitian,

Termometer digunakan untuk mengukur temperatur manifestasi mata air panas dan temperatur udara di lokasi penelitian, Meteran Roll digunakan untuk mengukur luas manifestasi mata air panas di lokasi penelitian, Alat Tulis Menulis digunakan untuk mencatat data lapangan yang di dapat pada manifestasi mata air panas. Dan yang terakhir ada Kamera untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian.

Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Teknik pengolahan dan analisis data di lakukan dengan mengambil data-data yang di peroleh baik itu data primer maupun data sekunder, tahap selanjutnya yaitu mengukur luas manifestasi dan pengukuran temperatur lokasi meliputi temperatur manifestasi dan temperatur udara. Dari data tersebut kemudian melakukan pengolahan dan analisis data. Dimana temperatur udara dan manifestasi di interpolasikan terlebih dahulu, kemudian perhitungan hilang panas alamiah pada manifestasi tersebut di teliti menggunakan persamaan hilang panas alamiah secara evaporasi. Hasil perhitungan hilang panas alamiah di manifestasi tersebut kemudian di jumlahkan nilai total hilang panas alamiah untuk menentukan potensi sumber daya spekulatif pada manifestasi yang diteliti.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data hasil pengukuran langsung di lapangan yaitu di lokasi Desa Pinaesaan, Kecamatan Tomposo Baru, Kabupaten Minahasa, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran di manifestasi

Mata Air Panas	$T_m(^{\circ}\text{C})$	$T_0(^{\circ}\text{C})$
Pinaesaan	71,3	24,7

Tabel 3. Hasil Temperatur Rata-rata Manifestasi dan Udara

Titik Koordinat	$T_m(^{\circ}\text{C})$			$T_0(^{\circ}\text{C})$			Luas (m^2)	
	1	2	3	1	2	3	P	L
0°0'4.041"								
LU,								
118°3'40.55"	71	73	70	22	24	28	2,1	1,4
BT								

Tabel 4. Hasil Perhitungan Hilang Panas Alamiah

$T_m(^{\circ}\text{C})$	$T_0(^{\circ}\text{C})$	Q_m	Q_0	$Q_{\text{evaporasi}}$
71,3	24,7	6,864	0,57325	0,0185

Selanjutnya dari hasil perhitungan Hilang Panas Alamiah, diperoleh hasil perhitungan potensi Sumber Daya Spekulatif yaitu 0,185 MW.

Pembahasan

Daerah ini pada umumnya tersusun oleh morfologi perbukitan, lembah dan dataran terutama pada daerah dekat sungai serta pantai.

Perjalanan menuju ketempat penelitian dari tempat tinggal peneliti lumayan jauh karena bisa memakan waktu kurang lebih 3 jam perjalanan menggunakan kendaraan beroda dua. Setelah sampai di desa tempat penelitian, di butuhkan waktu sekitaran 10 menit untuk sampai di tempat penelitian yaitu mata air panas. Data pengukuran di lapangan pada manifestasi mata air panas di desa Pinaesaan di lakukan sebanyak tiga kali dengan cuaca yang berbeda. Peneliti mengukur temperatur manifestasi menggunakan termometer dan luas manifestasi dengan menghitung panjang dan lebar manifestasi menggunakan meteran roll.

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data menggunakan metode perhitungan hilang panas alamiah secara evaporasi dapat terlihat bahwa nilai hilang panas alamiah yang keluar dari manifestasi mata air panas cukup kecil nilainya yaitu 0,0185 MW.

Dari hasil *heat loss*, bisa di dapatkan daya spekulatif dari mata air panas Desa Pinaesaan, dengan menggunakan perhitungan hasil dikalikan 10.

$$\begin{aligned}\text{Daya Spekulatif} &= Q_{\text{evaporasi}} \times 10 \\ &= 0,0185 \times 10 = 0,185 \text{ MW}\end{aligned}$$

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran data lapangan, yang kemudian di lakukan pengolahan data maka disimpulkan bahwa temperatur rata-rata manifestasi mata air panas di desa Pinaesaan sebesar 71,3°C dan temperature udara rata-rata 24,7°C. Dengan menggunakan persamaan hilang panas alamiah secara evaporasi sehingga di dapatkan perkiraan atau estimasi Hilang Panas Alamiahnya sebesar 0,0185 MW. Selain itu, diperoleh besar potensi sumber daya spekulatif yaitu 0,185 MW.

6. REFERENSI

Bujung, C. A. N., Dungus, F., dan Yasin, K. C. 2020. Karakteristik Reservoir Panas Bumi Berdasarkan Analisis Kimia Fisik Fluida

- Area Bolaang Mongondow Timur. JSME, Vol. 8, No.1, 42-49.
- Broto, S., & Putranto, T.T. 2011. Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi Panas Bumi. Teknik, Vol. 32, No. 1, 79-87.
- Buchori, L. 2004. Perpindahan Panas Bagian I. Semarang : Universitas Diponegoro
- Hochstein, M. P. 1994. Classification of Surface Discharge Features and Heat Loss Surveys, Universitas of Auckland, Auckland, 43-108
- Karyanto, dkk. 2020. Analisis *Heat Loss* Dan Pemetaan Sebaran Suhu Permukaan Manifestasi Di Lapangan Panas Bumi Way Ratai. Prosiding SINTA 3 (2021) 101, 1-7.
- Mongan, Satyano. 2020. Hilang Panas Alamiah Manifestasi Panas Bumi Di Daerah Minahasa Sulawesi Utara. Jurnal FISTA, Vol.1, No.1, 17-19.
- Palilingan, R. N., Tumimomor, F. R., dan Mumek, C. 2020. Perbandingan Cadangan Listrik Dan Hilang Panas Alamiah Pada Manifestasi Mata Air Panas Di Kawah Gunung Ambang Dan Panas Bumi Lahendong. JSME, Vol.8, No.1, 17-22.
- Saptadji, N. M. 2001. Catatan Kuliah "Tenik Panas Bumi". Bandung: Penerbit ITB.
- Saragih, B.F., Prasetyo Y., dan Sasmito B. 2015. Identifikasi Manifestasi Panas Bumi Dengan Memanfaatkan Kanal Thermal Pada Citra Landsat (Studi Kasus: Kawasan Dieng). Jurnal Geodesi Undip, Vol. 4, No.4, 25-33.
- Sompotan, A. F. 2012. Struktur Geologi Sulawesi. Bandung. Institut Teknologi Bandung.