



PERBANDINGAN CADANGAN LISTRIK DAN HILANG PANAS ALAMIAH PADA MANIFESTASI MATA AIR PANAS DI KAWAH GUNUNG AMBANG DAN PANAS BUMI LAHENDONG

Rolles N. Palilingan, Farly R. Tumimomor, dan Christofel M. Mumek
Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado
mumekchristovel@gmail.com

ABSTRAK. Sulawesi Utara adalah daerah yang memiliki potensi sumber energi panas bumi, ditandai dengan adanya manifestasi mata air panas, gunung api aktif dengan temperatur berkisar 80-200 °C, salah satunya yang ada di kawah timur gunung amabang dan daerah panas bumi lahendong. Penelitian ini dilakukan untuk menghitung dan mengetahui besar hilang panas alamiah (*Heatloss*) serta cadangan listrik dari manifestasi mata air panas di kawah timur gunung api ambang dan daerah panas bumi Lahendong, juga mengetahui persamaan dan perbedaan dari manifestasi tersebut. Metode yang digunakan adalah pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan dengan mengukur parameter yang diperlukan dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian, besar hilang panas alamiah dari manifestasi mata air panas di kawah timur gunung api ambang sebesar 0,1047 MW dan daerah panas bumi Lahendong sebesar 0,0690 MW dengan cadangan listrik di kawah timur gunung ambang sebesar 1,047 MW dan daerah Panas Bumi Lahendong sebesar 0,690 MW.

Kata kunci: Ambang, Lahendong, hilang panas, listrik.

ABSTRACT. North Sulawesi is an area that has the potential for geothermal energy sources, characterized by the manifestation of hot springs, active volcanoes with temperatures ranging from 80-200 0C, one of which is in the eastern crater of Mount Amabang and the geothermal area of Lahendong. This research was conducted to calculate and determine the amount of natural heat loss (*Heatloss*) and electricity reserves from the manifestation of hot springs in the eastern crater of the threshold volcano and Lahendong geothermal area, also to find out the similarities and differences of these manifestations. The method used is direct observation and measurement in the field by measuring the parameters needed in this study. Based on the results of the study, the large natural heat dissipation from the manifestation of hot springs in the eastern crater of the threshold volcano by 0.1047 MW and the geothermal area of Lahendong by 0.0690 MW with electricity reserves in the eastern crater of the threshold mountain by 1,047 MW and the Geothermal Lahendong area amounting to 0.690 MW.

Keywords: Threshold, Lahendong, heat loss, electricity.

PENDALUHUAN

Panas bumi (*Geothermal*) adalah sumber daya alam berupa air panas atau uap yang terbentuk di dalam reservoir bumi melalui pemanasan air bawah permukaan oleh batuan panas. (Winarsih, 2014).

Indonesia terletak pada daerah pertemuan antara tiga lempeng tektonik yang besar yaitu lempeng Eurasia, Pasifik dan Indo-Australia. Indonesia juga terletak pada jalur deretan gunung api yang tersebar di pulau Sumatera mengarah ke pulau Sulawesi. Menurut kementerian ESDM pada tahun 2014 menyatakan bahwa potensi panas bumi di Indonesia sebesar 40% dari potensi dunia, yaitu sebesar 28.617MW (Wahyuni, 2012).

Sulawesi Utara adalah salah satu daerah yang memiliki daerah yang berpotensi sumber energi panas bumi. 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. Dan salah satu yang menjadi fokus penelitian peneliti yaitu Mata air panas yang berada di daerah Gunung api ambang dan daerah panas bumi Lahendong. Gunung Api ambang terletak di Bolaang mongondow Timur dengan ketinggian 1795 atau 5889 kaki di atas permukaan laut. Gunung api ambang terakhir melakukan erupsi yaitu pada tahun 2014 yang mengeluarkan awan putih tebal yang ketinggiannya 200 meter.

Gunung api ambang memiliki 2 kawah utama yaitu kawah mooat dan kawah moyayat, Medan tempuh untuk mencapai kawah cukup berbahaya sulit untuk dilalui maka dari itu, peneliti tidak mengukur secara keseluruhan manifestasi yang ada di kawah timur gunung api ambang di karenakan medannya yang cukup sulit untuk di tempuh peneliti hanya mengambil objek penelitian mata air panas untuk mencari besar cadangan listrik yang

ada di kawah timur gunung api ambang kemudian di bandingkan dengan daerah manifestasi panas bumi Lahendong, karena data yang diperlukan hanya untuk dibandingkan dan mengetahui besar potensi cadangan listrik.

Lokasi kedua kelurahan Lahendong, Kecamatan Tomohon selatan yang memiliki Manifestasi permukaan berupa mata air, tanah beruap, dan kolam lumpur yang ada di hutan pinus Lahendong, dan daerah Lahendong terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) yang merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga panas dari perut bumi dalam bentuk uap air dan merupakan energi terbarukan cara kerjanya menggunakan siklus pompa injeksi. beroperasi sejak tanggal 21 agustus 2001 dengan kapasitas pembangkit 80 MWe.

Dalam penentuan potensi panas bumi disuatu daerah diperlukan kehilangan panas alamiah. Hal ini perlu dilakukan karena dalam suatu sistem geotermal, adanya manifestasi permukaan berupa mata air panas (hot spring) , kolam air panas (mud pool), fumarol, solfatara, dan tanah uap. Keberadaan manifestasi tersebut berguna sebagai indikasi awal suatu sistem geotermal. Selain itu, adanya manifestasi ini juga akan mengurangi cadangan panas yang ada di dalam reservoir karena manifestasi tersebut merupakan media keluarnya panas yang ada di reservoir menuju permukaan. Hilangnya panas yang ada akan mempengaruhi besar kecilnya potensi panas bumi suatu daerah.

Evaporasi (penguapan) merupakan proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (air) kemudian berubah menjadi gas (uap air). Dimana perhitungan hilang panas evaporasi tidak menggunakan debit aliran, jadi perhitungan ini hanya bisa dilakukan pada manifestasi tertentu yang tidak ada debit alirannya (Sangkoy, 2015).

Hal inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian mengenai "Perbandingan cadangan listrik dan hilang

panas alamiah pada manifestasi mata air panas di daerah kawah timur gunung Ambang dan daerah panas bumi lahendong”. Parameter yang di gunakan yaitu dengan mengukur temperatur manifestasi permukaan untuk mengestimasi hilang panas alamiah sehingga dapat menentukan sumber daya spekulatif atau cadangan listrik.

METODE

Lokasi pertama yaitu di daerah Kawah timur Gunung ambang, Bongkudai baru, modayag, kabupaten Bolaang mongondow timur, Sulawesi utara. Titik koordinat 0° 45’14.2” N dan 124° 24’59.1” E.

Lokasi yang kedua yaitu di daerah Lahendong, Tomohon selatan, kota Tomohon, Sulawesi utara. Dengan titik koordinat 1° 16’59.8” N dan 124° 49’17.5”E.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan meliputi, GPS yang digunakan untuk mencari titik koordinat daerah manifestasi. Termometer digunakan untuk mengukur temperatur manifestasi dan temperature udara. Meteran roll digunakan untuk mengukur panjang lebar daerah manifestasi. Alat tulis digunakan untuk mencatat data hasil pengukuran. Kamera digunakan untuk mendokumentasikan hasil dari penelitian. Bahan sampel air dari manifestasi mata air panas.

Teknik Pengolahan Data

Pengukuran data yang dilakukan yaitu dengan mengambil data – data yang telah diperoleh baik itu data primer data lapangan maupun data sekunder, tahap selanjutnya yakni mengukur luas manifestasi dengan menggunakan meteran yang telah disediakan, pengukuran meliputi temperatur panas dan temperatur udara menggunakan termometer. Dari data tersebut kemudian melakukan pengolahan dan analisis data. Dimana suhu udara dan manifestasi di interpolasikan terlebih dahulu kemudian melakukan perhitungan

untuk menentukan luas daerah. Kemudian hitung panas yang hilang pada manifestasi yang diteliti menggunakan persamaan hilang panas alamiah melalui evaporasi;

Hilang panas alamiah di hitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Q = m (h_{fT} - h_{fT_0}) \approx m.c (T - T_0)$$

(Hochstein, 1988)

Keterangan :

- Q = Laju Perpindahan Panas (watt)
- M = Masa Fluida (p.q)
- c = Kapasitas Kalor
- T = Temperatur fluida (°C)
- T₀ = Temperatur Udara (°C).

Hilang Panas Evaporasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

Dimana;

- Q_{evaporasi} : besarnya hilang panas evaporasi
- A : luas manifestasi (m) $A = \pi r^2$
- Q_T : interpolasi manifestasi (kJ/m²s)
- Q_{T0} : intepolasi udara (kJ/m²s)

Tabel 1. Hilang Panas Evaporasi

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

(Sumber : N. Saptdji:2012)

Hasil perhitungan dari masing-masing manifestasi kemudian di jumlahkan untuk mendapatkan nilai total hilang panas alamiah dengan rumus :

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

Untuk menentukan potensi listrik dengan melakukan perhitungan: Q_{total} x 10. Kemudian hasil masing-masing perhitungan manifestasi dijumlahkan untuk mendapat nilai total hilang panas alamiah. Selanjutnya dari nilai total hilang panas alamiah dihitung lagi untuk menentukan potensi listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data di peroleh dari hasil pengukuran Langsung di Lokasi pertama yaitu di Kawah Timur Gunung Ambang, Bongkudai baru, modayag, kabupaten Bolaang mongondow timur, Sulawesi utara. Titik koordinat 0° 45'14.2" N dan 124° 24'59.1" E.

Tabel 2. Hasil pengukuran T_{udara} (T₀) Gunung Ambang

Jenis Manifestasi	Koordinat		T ₀		
	North	East	1	2	3
Mata Air	00 44	124 25	28.7	28	28
Panas	57.1	20.5			

Tabel 3. Hasil Pengukuran T_{manifestasi} Gunung Ambang

Jenis Manifestasi	Luas		T _{manifestasi}		
	P (m)	L (m)	1	2	3
Mata Air	2.4	2.6	94.5	94.3	94
Panas					

Lokasi yang kedua yaitu di daerah Lahendong, Tomohon selatan, kota Tomohon, Sulawesi utara. Titik koordinat 1° 16'59.8" N dan 124° 49'17.5"E.

Tabel 4. Hasil Pengukuran T_{udara} (T₀) Lahendong

Jenis Manifestasi	Koordinat		T ₀		
	North	East	1	2	3
Mata Air	116	124 49	27.5	26	28
Panas	59.57	17.51			

Tabel 5. Hasil Pengukuran T_{manifestasi} Lahendong

Jenis Manifestasi	Luas		T _{manifestasi}		
	P (m)	L (m)	1	2	3
Mata Air	2.2	1.9	91.5	91	91
Panas					

Dari data hasil Pengukuran di dapatkan Nilai Rata-rata dapat di lihat pada tabel 5,6

Tabel 6. Hasil Perhitungan Gunung Ambang

Jenis Manifestasi	T _m (C ⁰)	T ₀ (C ⁰)
Mata Air Panas	94.4	28.63

Tabel 7. Hasil Perhitungan Lahendong

Jenis Manifestasi	T _m (C ⁰)	T ₀ (C ⁰)
Mata Air Panas	91.5	27.03

Hasil akhir dari pengukuran dan pengambilan data manifestasi mata air panas di lokasi kawah timur gunung api ambang dan panas bumi Lahendong dapat di lihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan

Lokasi	T _m	T ₀	Q _m	Q ₀	Q _{evaporasi}	Potensi Listrik
Kawah timur gunung ambang	94.4	28,63	19.07	0.75	104.79	1,047
Daerah Lapangan Panas Bumi Lahendong	91.5	27.03	17.21	0,68	69.095	0,690

Pembahasan

Proses untuk mencapai Kawah timur gunung api Ambang cukup menyita waktu dari perjalanan dari tempat tinggal peneliti hingga sampai di desa Modayag tepatnya di pos pengamatan kurang lebih 3 jam perjalanan menggunakan kendaraan bermotor, kemudian dari Pos sampai ke puncak Gunung api ambang kurang lebih 1 jam 30 menit, untuk sampai di lokasi kawah timur peneliti harus berjalan kaki dari puncak gunung harus menuruni bebatuan dan tebing kurang lebih 30 menit untuk sampai dilokasi penelitian kawah timur, untuk proses pengukuran temperatur di kawah timur peneliti mengukur hanya pada manifestasi mata air panas dengan melakukan 3 kali dengan menggunakan termometer untuk pengukuran sehingga dapat di peroleh temperatur manifestasi mata air panas berkisar 90°C - 94,5°C, dan temperatur udara berkisar 28.3°C – 29°C.

Lokasi kedua daerah panas bumi lahendong tepatnya di hutan pinus kurang perjalanan ditempuh kurang lebih 1 jam dari tempat peneliti hingga sampai ke lokasi penelitian dengan menggunakan kendaraan bermotor medan yang di lalui tidak terlalu sulit untuk sampai di lokasi, untuk proses pengukuran temperatur

peneliti menggunakan termometer untuk mengukur temperatur manifestasi sehingga dapat di peroleh suhu manifestasi berkisar $91,3^{\circ}\text{C} - 92^{\circ}\text{C}$ dan untuk suhu udara dari data yang di peroleh berkisar $26,8^{\circ}\text{C} - 27,5^{\circ}\text{C}$. Perlu diketahui bahwa perubahan cuaca tidak berpengaruh terhadap temperatur yang ada pada manifestasi tersebut. Kemudian setelah kita dapatkan data tempertur udara dan temperatur manifestasi dari kedua lokasi, tahap selanjutnya kita uji hilang panas alamiah dan evaporasi dengan menggunakan rumus. $Q_{\text{evaporasi}} = A(Q_m - Q_0)$. Q_m dan Q_0 dihitung dengan menginterpolasi data, dengan data manifestasi yang di dapat di lapangan menggunakan rumus $\frac{x-x_1}{x_2-x_1} - \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$ dengan tetapan menggunakan angka yang ada pada tabel periodic hilang panas evaporasi dapat dilihat pada Tabel 1. Kemudian data yang di peroleh dihitung untuk mendapatkan hasil dengan satuan KW (Kilowatt) selanjutnya $Q_{\text{evaporasi}}$ diubah dari KW(Kilowatt) ke MW(megawatt) dengan dikalikan 10^{-3} , hasil $Q_{\text{evaporasi}}$ dengan satuan MW dikalikan 10 untuk mendapatkan hasil dari cadangan listrik.

Dari perhitungan yang dilakukan maka perbedaan besar cadangan listrik pada manifestasi mata air panas dapat di lihat pada tabel 8. Kawah Timur Gunung Ambang sebesar 1,047 MW. dan daerah panas bumi lahendong sebesar 0,690 MW. Dari cadangan listrik yang telah di ukur pada manifestasi mata air panas di Kawah Timur Gunung Ambang dan daerah panas bumi Lahendong, ternyata memiliki hasil cadangan listrik yang berbeda dengan selisih sebesar 1.04MW.

Struktur geologi Gunung Ambang

Berdasarkan analisis foto udara dan data lapangan struktur geologi yang berkembang di daerah Gunung Ambang adalah sesar normal, kelurusan dan struktur Gunung api (kawah). Sesar normal berarah timur laut barat daya dengan bagian barat laut yang relatif turun. Pada umumnya sesar normal tersebut memotong

batuan vulkanik tua. Pada sesar normal di desa tuduaog terdapat 2 kubah lava yaitu Gunung Ilantak dan Gunung Kayumanis yang pemunculannya diperkirakan dipicu oleh sesar yang berarah tenggara barat laut yang terjadi sebelumnya. Indikasi dari sesar normal tenggara barat laut ini dapat dikenal dari adanya kelurusan pada lereng Gunung Ilantak dan Gunung kayumanis.

Struktur geologi daerah Lahendong

Struktur geologi yang berkembang di Lahendong terdiri dari cincin kaldera Tondano dan sesar normal berarah timur laut barat daya. Manifestasi panas bumi yang muncul di lapangan panas bumi lahendong berupa tanah beruap, mata air panas, dan batuan alterasi hasil analisis air panas menunjukkan fluida di daerah Lahendong bertipe air klorida. Litologi daerah Lahendong tersusun oleh batuan hasil dari runtunya kaldera tondano dan batuan vulkanik seperti dan piroklastik berumur kuartar hasil erupsi gunung api yang masih aktif hingga kini, yaitu soputan, mahawu dan lokon.

Kesimpulan

Perbandingan cadangan listrik pada manifestasi mata air panas di Kawah Timur Gunung Ambang Sebesar 1,047 MW dan Daerah Panas Bumi Lahendong sebesar 0,690 MW. Dari Cadangan Listrik yang telah di ukur pada manifestasi Mata air panas di Kawah Timur Gunung Ambang dan daerah panas bumi Lahendong, ternyata memiliki hasil cadangan listrik yang berbeda dengan selisih sebesar 1.04MW. Perbedaan cadangan listrik inilah yang menyebabkan kawah timur memiliki potensi listrik yang lebih besar di banding manifestasi mata air panas di daerah lapangan Panas Bumi Lahendong.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayany, H, Yunitha M, Risakota S. (2019). *Potensi energi panas bumi dan rekomendasi pemanfaatannya pada daerah haruku maluku tengah*. Jurnal: ilmu matematika dan terapan 13 (2), 069 -074

- Ditjen EBTKE Lapangan panas bumi Lahendong – Tompaso 1*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, (2012), Profil Potensi Panas Bumi Indonesia. Di akses 28 mei 2019. <http://panasbumi.sulutprov.go.id/id/2016/09/02/lapangan-panas-bumi-lahendong-tompaso/>
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). *Struktur Geologi G. Ambang*. ESDM 28 Mei 2014. Di akses 28 mei 2019 http://www.vsi.esdm.go.id/index.php/kegiatan-pvmbg/download-center/doc_download/394-g-ambang
- Winarsih, (2014). *Mengidentifikasi struktur bawah permukaan dan cap rock daerah manifestasi karangrejo*. Artikel. <http://eprints.uny.ac.id/29183/2/BAB%20I.pdf>. Di akses 12 april 2019
- Setianingsih, W. (2011). *Potensi lapangan panas bumi Gedongsongo sebagai sumber energi alternative dan penunjang perekonomian daerah*. Jurnal geografi FIS-Unnes. 8 (1). 11-14.