



# Plagiarism Checker X - Report

## Originality Assessment

Overall Similarity: **14%**

Date: Jan 29, 2022

Statistics: 632 words Plagiarized / 4600 Total words

Remarks: Low similarity detected, check with your supervisor if changes are required.

Penyunting: Prof. Mohammad Badaruddin, Ph.D (ketua) Irza Sukmana, S.T .., M.T ., Ph.D Dr. Joni Agustian, S.T ., M.Sc. Dr. Lilis Hermida, S.T ., M.T . Dr. F .X. Arinto, S.T ., M.T . Dr. Ir. Yanuar Burhanudin, M.T . Dr. Shirley Savetlana, S.T ., M.Sc. Dr. Nandi Haeruddin, S.T ., M.T . Muhammad Hanif, S.T ., M.T . ISSN 2655-2914 Diterbitkan Oleh: Fakultas T eknik Universitas Lampung Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng Bandar Lampung (35145) T elp. (0721)704947 12 Hak cipta dilindungi Undang-Undang Dilarang memperbanyak karya

tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit. PROSIDING

Prosiding Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA) 2020 “Peranan Teknologi dalam Mendukung Keberlangsungan Riset Selama Masa Pandemi

COVID19” Penyunting: Prof. Mohammad Badaruddin, PhD (ketua) Irza Sukmana, S.T., M.T.,

PhD Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc. Dr. Lilis Hermida, S.T., M.T. Dr. F.X. Arinto, S.T., M.T. Dr. Ir.

Yanuar Burhanudin, M.T. Dr. Shirley Savetlana, S.T., M.Sc. Dr. Nandi Haeruddin, S.T., M.T.

Muhammad Hanif, S.T., M.T. ISSN 2655-2914 Design Layout: Fikri

Muhammad Diterbitkan Oleh: Fakultas Teknik Universitas Lampung Jl. Prof. Sumantri

Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng Bandar Lampung (35145) Telp. (0721)704947 6 Hak

cipta dilindungi Undang-Undang Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR Sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas riset di perguruan tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Kementrian Riset dan Teknologi dan Badan Riset Nasional secara berkelanjutan mendorong para ilmuwan untuk melakukan terobosan dalam riset dan pengembangan yang mendukung Revolusi Industri 4.0. Sejak awal Maret 2020, Indonesia dinyatakan sebagai salah satu Negara yang terdampak bencana nasional pandemi Corona Virus Disease 2019 (Covid19). Kondisi pandemi ini menjadi tantangan keberlangsungan kegiatan riset, dan hanya perguruan tinggi serta lembaga riset yang mempunyai fasilitas laboratorium canggih dan memadai mampu melakukannya. Guna memfasilitasi luaran riset tersebut, Fakultas Teknik Universitas Lampung menyelenggarakan Seminar Nasional tahunan bertajuk Seminar Nasional Ilmu

Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA), dan pada tahun ini, SINTA 2020 dilaksanakan secara daring. SINTA 2020 adalah seminar nasional tahunan ke-3 yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Lampung <sup>3</sup> dengan mengusung tema “PERANAN TEKNOLOGI DALAM MENDUKUNG KEBERLANGSUNGAN RISET SELAMA MASA PANDEMI COVID-19”. SINTA 2020 menghadirkan Prof. Muh. Nur dari Universitas Diponegoro dan Prof. Suharso dari Universitas Lampung sebagai Keynote Speaker. Turut hadir PT Tamara Overseas Corporindo dan PT Dynatech Internasional yang telah mendukung berjalannya kegiatan ini. SINTA 2020 <sup>3</sup> dibuka secara resmi oleh Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung pada Rabu, 14 Oktober 2020 yang berpusat di Aula Fakultas Teknik. Sebanyak 50 topik telah masuk ke dalam sistem easy chair baik berupa abstrak maupun manuskrip, dan lebih dari 55% berasal dari perguruan tinggi diluar Universitas Lampung dan lembaga riset. Dalam <sup>3</sup> penyelenggaraan SINTA 2020 ini ada beberapa poin yang menjadi perhatian kami secara substansi yaitu perbaikan format artikel (selingkung) yang diterbitkan dalam bentuk prosiding, proses peer review sebelum artikel dinyatakan layak diterima, pemeriksaan similarity yang tidak lebih dari 25% dan kelengkapan unsur dalam artikel (gambar dan tabel) serta kesalahan pengetikan. Bandar Lampung, 5 Mei 2021 Penyunting, Prof. Moh. Badaruddin

DAFTAR ISI Identifikasi kelas emosi majemuk pada kalimat majemuk Bahasa Indonesia menggunakan model multinomial Naïve Bayes Aripin, W Agastya dan H Haryanto 098(1-7) Evaluasi problem pemboran berdasarkan analisa geopressure sumur “AIG-1” untuk perencanaan offset wells A I G Capah, R A M Putra, C Julianto 099(1-7) Rekonstruksi penampang zona rawan longsor di daerah Pidada, Bandar Lampung, menggunakan metode tomografi seismik refraksi I Dani, R Z Sinambela, I B S Yogi 100(1-6) Analisis heat loss dan pemetaan sebaran suhu permukaan manifestasi di <sup>1</sup> lapangan panas bumi Way Ratai Karyanto, M Sarkowi, A Hidayatika, F Ukhti, N Haerudin, I G B Darmawan 101(1-7) Masalah infusion resin pada sandwich composite honeycomb structure menggunakan metode vari K I Jaya, N L Muzayadah, T S Nurtiasto, R Fitriansyah, M F Ramadhan 102(1-6) Rancang bangun mesin cuci tangan otomatis cutato-Unhan berbasis

karakteristik anthropometri L Y W Rukmono, A S Jaya, A Aulia, E I Bhiftime

104(1-6) Mitigasi bencana longsor **5 dengan kombinasi metode** kontrol dan perkuatan di

kabupaten Tanggamus A Syaha, S Erfani, I Dani 105(1-7) Analisis tabrak burung pada

windshield pesawat komuter 19 penumpang dengan variasi perbedaan massa burung B A

Warsiyanto, A Nurrohmad, R Fitriansyah, S A Sitompul, A B Utama 106(1-6) Pengaruh

media pendingin yang tersirkulasi pada proses quenching terhadap kekerasan dan

ketahanan aus pada baja AISI 1045 D E Hartanto, H Supriadi, dan S Savetlana

107(1-4) Perhitungan gas content berdasarkan formula Kim pada seam batubara formasi

Muaraenim R Juniarto, A I G Capah, N K Hisan 108(1-4) Analisis pengendalian kualitas

produk di ukm roti uci berdasarkan pendekatan six sigma dan metode kaizen pada tahap

improve dalam six sigma D Lutfiah, K Sariza, S Ananda, H Oktaviani 109(1-6)

Penyisihan kadar amoniak (NH<sub>3</sub>) dalam limbah cair karet dengan kombinasi adsorben

bentonit dan zeolit secara kontinyu R Mayasari, E Purba, M Djana 110(1-4) Privatisasi ruang

publik trotoar: "Koridor jalan di lingkungan kampus Universitas Lampung" Nandang, D Lisa,

D Hardilla, D Jhonnata 111(1-10) Kajian dampak lingkungan sistem pengelolaan sampah

di kawasan wisata pantai Pariaman menggunakan metode life cycle assessment S

Nurunnissa, R Aziz 112(1-5) Analisis kebutuhan prosesor, memori dan bandwidth jaringan

untuk kebutuhan kuliah nirruang M R Rathomi, dan F Chahyadi 113(1-4) Konsep awal

penerapan alat akselerometer dan LoRa sebagai pendeteksi ketahanan jembatan yang

dapat dipantau melalui data center M F Yassar, Nurwahyudi, Z Meidina, I G B Darmawan

114(1-4) Aplikasi respon surface methode box behnken design pada proses las gesek titik

metode refill AA2024-T3 O Sumardi, I Sukmana, Y Burhanuddin 115(1-4) Reduksi suara

bising genset menggunakan kotak genset berperedam 3 cm A Suudi, A Lubis, N Tanti,

Ardimansyah 116(1-6) Analisis pola perjalanan kereta api studi kasus pengembangan jalur

ganda Gedebage-Cicalengka A M Siregar, I Kustiani, R Widyawati, dan A Purba

117(1-9) Persepsi pengunjung terhadap taman Kalpataru Bandar

Lampung sebagai taman layak anak A Sekarini, C Persada, H A Fitra 118(1-8) Kajian pola

isoterm adsorpsi zat pewarna kristal violet padaadsorben dari karbon cangkang kelapa

sawit dengan pelapisan partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Buhani, F Luziana, Suharso, M Rilyanti, Sumadi, D Permatasari 119(1-6) Investigasi kinetika adsorpsi kristal violet dan metilen biru pada hibrida alga Spirulina sp.-silika Buhani, D Permatasari, Suharso, I Aditya 120(1-5) Sistem pakar diagnosis hama dan penyakit pada tanaman lada menggunakan metode backward chaining berbasis android Y Mulyani, M Komarudin, Heridian, Pariyem 121(1-5) Budaya visual perkembangan arsitektur di Kabupaten Lampung Barat D Lisa, C Persada, F Rusmiati 122(1-7) Degradasi kekuatan tarik baja karbon rendah AISI 1018 pada suhu tinggi A Prasetyo, M Salimar, M

Badaruddin

123(1-7)

Prosiding SINTA 3 (2020) 101 2655-2914/©2020 Fakultas Teknik-Universitas Lampung.

Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA) A lamat P rosiding:

sinta.eng.unila.ac.id Analisis heat loss dan pemetaan sebaran suhu permukaan manifestasi

di **1 lapangan panas bumi Way Ratai** Karyanto, M Sarkowi, A Hidayatika, F Ukhti, N Haerudin, dan I G B Darmawan \* **15 Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145** INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK Riwayat

artikel: Diterima 10 Agustus 2020 Direvisi 1 Oktober 2020 Penelitian heat loss dan pemetaan sebaran suhu permukaan manifestasi panas bumi di Way Ratai dilakukan untuk menghitung sumber daya spekulatif. Pemetaan sebaran suhu permukaan manifestasi serta analisis potensi sumber daya spekulatif pada sistem **2 panas bumi Way Ratai** dilakukan dengan metode heat loss. Pengukuran heat loss dilakukan sebanyak 33 titik, menghasilkan suhu manifestasi berada pada rentang 46°C sampai  $\geq 100^\circ\text{C}$ . Hasil perhitungan nilai heat loss total di seluruh manifestasi terukur di wilayah **1 panas bumi Way Ratai** mencapai 6414 kWe atau setara dengan 6.4 MWe. Hasil ini menunjukkan pola yang cukup berbeda dengan sebaran suhu manifestasi. Suhu manifestasi tinggi didominasi oleh manifestasi Margodadi, Way Asin dan Bambu Kuning, sedangkan nilai heat loss total didominasi oleh manifestasi Padok, Kalitiga, Way Hurang dan Cangkuang. Kemungkinan karena area terukur sangat kecil sehingga heat loss total rendah, maka diperlukan perbandingan dengan metode lainnya seperti metode volumetrik. Kata kunci: Heat loss Manifestasi Panas bumi

Suhu permukaan Way Ratai 1. Pendahuluan 2 Lapangan panas bumi Way Ratai merupakan salah satu lokasi potensi energi panas bumi yang terletak di Gunung Ratai, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung (Karyanto et al., 2020). Status pekerjaan yang sampai saat ini dilakukan di Way Ratai masih pada tahap eksplorasi. Salah satu tahapan dalam kegiatan eksplorasi ini adalah menghitung besaran sumber daya potensial yang ada di lapangan panas bumi. Pada tahapan ini, keberadaan dan jenis manifestasi di lapangan panas bumi menjadi penting dan cukup menentukan dalam proses menghitung besarnya heat loss alamiah. Namun untuk melakukan analisis heat loss diperlukan sebaran data suhu permukaan dan manifestasi di 1 lapangan panas bumi tersebut. Permasalahan 4 ini menjadi salah satu penghambat proses eksplorasi yang berujung pada terhambatnya peningkatan pemanfaatan sumber daya energi baru dan terbarukan khususnya panas bumi di Way Ratai, Pesawaran, Lampung. Studi panas bumi di Way Ratai menggunakan geolistrik yang berhasil mencitrakan dua sumber manifestasi mata air panas yang saling berhubungan (Karyanto, 2003; Pratama, 2018). Manifestasi di 1 lapangan panas bumi Way Ratai diidentifikasi sebagai bagian dari struktur berarah barat-laut-tenggara melalui mata air panas Bambu Kuning dan Margodadi (Haerudin et al., 2016). Struktur yang diduga sebagai sesar tersebut \* I Gede Boy Darmawan. E-mail: igedeboy@staff.unila.ac.id. mempengaruhi hasil pengukuran konduktivitas termal di Way Ratai (Donovan et al., 2018). Hal ini selaras dengan inversi 5 data Audio Magnetotelluric (AMT) di Way Ratai yang juga menggambarkan konseptual model panas bumi dengan cap rock berada pada kedalaman 100-750 meter, reservoir pada kedalaman 300-1600 meter dan batuan basement yang berada pada kedalaman 700-3000 meter (Suryadi et al., 2017). Penelitian tim yang terbaru berupa analisis geokimia dengan geotermometer Na-K menunjukkan bahwa suhu reservoir di 1 lapangan panas bumi Way Ratai berkisar antara 196°C sampai dengan 218°C (Dewi, 2018). Belum adanya penelitian mengenai analisis heat loss untuk perhitungan sumber daya energi listrik pada sistem panas bumi Way Ratai menjadi peluang kebaruan pada penelitian ini. Selain itu, penelitian ini juga selaras dengan isu energi baru dan terbarukan yang menjadi salah satu prioritas ketahanan energi nasional selain energi

angin, solar dan biofuel 100% (B-100). <sup>2</sup> Penelitian ini bertujuan khusus untuk melakukan pemetaan sebaran suhu permukaan manifestasi serta menganalisis potensi sumber daya spekulatif pada sistem panas bumi Way Ratai dengan metode heat loss. Metode ini menggunakan konsep dasar Hukum Kekekalan Massa melalui panas yang keluar dan yang terkandung di dalam reservoir adalah sama. Metode ini berpedoman pada hilangnya energi panas di permukaan oleh

<sup>2</sup> Darmawan dkk./Prosiding SINTA 3 (2020) 101 manifestasi. Untuk mendapatkan parameter lapangan sebagai data yang diinput, kegiatan pengukuran sebaran suhu manifestasi, pengukuran laju aliran massa air dan laju aliran massa uap di <sup>1</sup> lapangan panas bumi Way Ratai sangat diperlukan. Kegiatan <sup>11</sup> ini dimaksudkan untuk mendapatkan data luas, suhu, enthalpi air, enthalpi uap, laju massa air dan laju massa uap sebagai parameter kondisi heat loss di lapangan. Untuk menghitung besarnya potensi sumber daya listrik dengan teknik ini, nilai panas yang hilang secara konveksi akan dijumlahkan dengan total panas yang hilang secara konduksi (Zulwidyatama, 2014). Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya perhitungan sumber daya spekulatif untuk memberikan gambaran potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari <sup>1</sup> lapangan panas bumi Way Ratai. Data ini menjadi krusial <sup>6</sup> sebagai bagian dari proses pengambilan keputusan apakah lapangan panas bumi layak untuk diteruskan ke tahapan selanjutnya atau menunggu data pendukung lainnya. Melalui penelitian ini diharapkan analisis heat loss tersebut dapat memberikan nilai sumber daya spekulatif dari energi panas bumi Way Ratai <sup>11</sup> sehingga dapat memberikan kontribusi pada upaya peningkatan status eksplorasi panas dan ilmu pengetahuan. Penelitian ini ditargetkan untuk menemukan besaran heat loss dan menghitung sumber daya spekulatif dari energi panas dan suhu permukaan manifestasi yang mendekati kondisi sebenarnya di <sup>1</sup> lapangan panas bumi Way Ratai. Sebaran pengukuran heat loss pada manifestasi panas bumi Way Ratai sebagian besar merupakan mata air panas dan kolam air panas. Manifestasi <sup>2</sup> yang paling banyak berada di area manifestasi Margodadi, kemudian di sebelah utaranya terdapat manifestasi mata air panas Way Asin, Bambu Kuning dan Padok. Manifestasi lainnya yaitu Kali Tiga, Way

Hurang, Cangkuang dan Padang Cermin berada di arah baratdaya dari manifestasi Margodadi. Gambar 2. Untuk memformat gambar dapat digunakan Microsoft Word template style: Jika gambar terdiri atas 11 lebih dari satu bagian dapat digunakan label (a), (b), dan seterusnya. Keterangan gambar ditulis dalam rata justify. Format penulisan keterangan sumbu grafik menggunakan font 8 point (diakhir caption gambar tidak boleh ada tanda baca titik).

2. Metodologi Metode heat loss panas bumi merupakan metode perhitungan 7 panas yang hilang melalui manifestasi permukaan panas bumi. Panas yang hilang secara konveksi bisa diartikan sebagai proses perpindahan panas melalui pergerakan fluida. Fluida panas bumi dapat berupa air maupun gas, sehingga perpindahan panas ini bergantung pada laju aliran massa air serta laju aliran massa uap. Panas yang hilang (heat loss) yang diperhitungkan ini adalah panas yang keluar bersamaan dengan fluida (air dan uap) sebagai media yang mengandung panas. Pola sebaran suhu permukaan menunjukkan daerah potensial heat loss di 1 lapangan panas bumi. Pengukuran heat loss akan bergantung pada jenis manifestasi di lapangan. Hal 6 ini disebabkan oleh adanya perbedaan proses transfer panas pada tiap jenis manifestasi (Williams, 2005). Perhitungan heat loss secara konvektif diakibatkan oleh 2 perpindahan panas secara konveksi yang umum diterapkan pada manifestasi mata air panas, fumarol dan sebagainya. Persamaan 7 yang digunakan untuk menghitung heat loss konveksi adalah:  $QQ = mm \times cc \times (TT - TT_0) = (hll \times qqmmmm) + (hvv \times qqmmvv)$  (1) dimana:  $QQ =$  Laju aliran panas hilang (heat loss (J/s atau W))  $mm =$  Massa (kg)  $cc =$  Kapasitas panas/kalor (J/kg °C)  $TT =$  Suhu manifestasi (°C)  $TT_0 =$  Suhu udara (°C)  $hll =$  Enthalpy air (J/kg)  $hvv =$  Enthalpy uap (J/kg)  $hll =$  Enthalpy air (J/kg)  $qqmmmm =$  Laju massa air (kg/s)  $qqmmvv =$  Laju massa uap (kg/s) Sementara untuk menghitung perpindahan panas dengan metode konveksi namun melibatkan proses evaporasi, seperti yang umum terjadi pada tipe manifestasi kolam air panas, maka persamaan perhitungan heat loss menggunakan persamaan berikut:  $QQ = AA \times (QQ_{tt} - QQ_{tt0})$  (2) dengan:  $QQ =$  Laju aliran panas hilang (heat loss (J/s atau W))  $AA =$  Luas area manifestasi ( $mm^2$ )  $QQ_{tt} =$  Nilai  $QQ$  pada suhu manifestasi (°C)  $QQ_{tt0} =$  Nilai  $QQ$  pada

suhu udara ( $^{\circ}\text{C}$ ) dimana nilai  $Q_{tt}$  dan  $Q_{tt0}$  dapat dikonversi dari nilai referensi yang ditunjukkan oleh Tabel 1 berikut ini. Tabel 1. Nilai heat loss referensi untuk  $Q_{tt}$  dan  $Q_{tt0}$  pada manifestasi panas bumi

Temperatur/suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Q ( $\text{kkkk} / \text{mm}^2\text{ss}$ )
20	0,35
40	1,3
60	3,7
80	9,2
98.5	~ 22

Kemudian untuk menghitung nilai heat loss pada manifestasi yang mengalami **7 proses perpindahan panas** secara konduksi seperti tanah beruap dan tanah hangat, dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Mwawasi, 2012; Toth, 2012):

$$Q = AA \times CC \times (dddd - (dddd)_0) \quad (3)$$

dimana:  $Q$  = Laju aliran panas hilang (heat loss (J/s atau W))  $AA$  = Luas area manifestasi ( $\text{mm}^2$ )  $CC$  = Konduktivitas batuan rata-rata (kJ/kg)  $dddd$  = Gradien termal manifestasi ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ )  $(dddd)_0$  = Gradien termal normal ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) Untuk menghitung total sumber daya spekulatif dengan teknik heat loss **11 dapat dilakukan dengan** menjumlahkan seluruh hasil perhitungan dari setiap model perpindahan panas di seluruh manifestasi panas bumi di lapangan. Hasil penjumlahan ini menjadi total sumber daya spekulatif **2 energi listrik yang** berpotensi dapat dihasilkan dari lapangan panas bumi tersebut dalam satuan KWe maupun MWe.

### 3. Hasil dan pembahasan

#### 3.1 Pengukuran di Lapangan Way Ratai

Pengukuran heat loss di **1 lapangan panas bumi Way Ratai** dilakukan sebanyak 33 titik yang tersebar di seluruh manifestasi permukaan panas bumi. Pengukuran manifestasi di Margodadi merupakan titik yang terbanyak dengan total 22 titik manifestasi tersebar **2 di wilayah ini**. Manifestasi **di wilayah ini** didominasi oleh **mata air panas dan** kolam air panas. Total sebanyak tiga titik telah diukur di lokasi manifestasi Way Asin dengan keseluruhan adalah manifestasi **mata air panas**. Sedangkan dua titik pengukuran di manifestasi Padok dan Bambu Kuning. Manifestasi Padok dan manifestasi Bambu Kuning juga merupakan **mata air panas** dengan suhu pengukuran di atas  $90^{\circ}\text{C}$ .

Gambar 2. Kegiatan pengukuran heat loss di manifestasi Margodadi Way Ratai, Pesawaran Untuk manifestasi Way Hurang dan Padang Cermin telah dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat sekitar. Pemanfaatan tersebut dalam bentuk kawasan wisata pemandian air panas di Way Hurang dan sumber air panas umum di Padang Cermin. Pengukuran berikutnya berada di manifestasi Kali Tiga dan Cangkuang. Manifestasi **11 ini berada di** arah barat daya dari manifestasi Margodadi. Hasil pengukuran di seluruh area

manifestasi disajikan dalam Tabel 2. Berdasarkan tabel hasil pengukuran di atas, diperoleh data suhu tertinggi manifestasi 2 yang ada di Way Ratai adalah 103,6°C yang berada pada mata air panas Margodadi. Sedangkan untuk manifestasi 8 panas bumi yang paling luas berada di kawasan Way Hurang dengan luas manifestasi kurang lebih 49,14 meter persegi. Peta sebaran suhu manifestasi Way Ratai ditunjukkan oleh Gambar 3.

4 Darmawan dkk./Prosiding SINTA 3 (2020) 101 Tabel 2. Hasil pengukuran suhu dan luas manifestasi di 1 lapangan panas bumi Way Ratai

No Nama Manifestasi	Luas (m <sup>2</sup> )	Suhu Qt (°C)	Laju massa air (kg/s)	Entalphy air (J/kg)
1 Margodadi	3,14	91,6	0,16	383,68
2 Margodadi	3,00	74	0,00	0
3 Margodadi	12,81	85,3	0,00	0
4 Margodadi	5,31	89,3	0,00	0
5 Margodadi	0,49	89	0,00	0
6 Margodadi	0,15	98,1	0,00	0
7 Margodadi	0,20	99,6	0,00	0
8 Margodadi	49,14	65,6	0,18	274,78
9 Margodadi	0,08	94,3	0,00	0
10 Margodadi	0,38	100,8	0,00	0
11 Margodadi	0,15	98,4	0,00	0
12 Margodadi	2,97	97,6	0,00	0
13 Margodadi	0,18	94,7	0,00	0
14 Margodadi	0,20	103	0,00	0
15 Margodadi	6,25	45,9	0,17	192,27
16 Margodadi	0,59	99,2	0,00	0
17 Margodadi	2,27	92,1	0,00	0
18 Margodadi	3,14	91,6	0,16	383,68
19 Margodadi	3,00	74	0,00	0
20 Margodadi	0,95	83,9	0,00	0,00
21 Kalitiga	2,76	89	0,00	0,00
22 Kalitiga	43,34	76,3	0,09	319,60
23 Way hurang	23,10	56,6	0,06	237,09
24 Way hurang	49,14	65,6	0,18	274,78
25 Padok	1,04	97,1	0,24	406,71
26 Bambu Kuning	2,08	94,3	0,02	394,98
27 Way Asin	5,89	86,9	0,07	363,99
28 Way Asin	2,34	89,1	0,12	373,20
29 Way Asin	0,33	84	0,12	351,84
30 Cangkuang	1,52	72,1	0,35	302,01
31 Padang Cermin	6,25	45,9	0,17	192,27
32 Margodadi	0,75	80,1	0,00	0,00
33 Margodadi	0,20	98	0,00	0,00

Gambar 3. Peta sebaran suhu hasil pengukuran manifestasi panas bumi di Way Ratai

### 3.2 Analisis Heat Loss

Dengan menggunakan persamaan perhitungan heat loss yang telah disajikan pada persamaan 1, 2 dan 3 maka diperoleh nilai besaran heat loss di area manifestasi 14 panas bumi Way Ratai yang disajikan pada Tabel 3. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa nilai heat loss evaporasi di manifestasi Way Ratai tersebar dengan nilai yang beragam dengan nilai terendah sebesar 0,312 kWe yang berada di area Margodadi. Sedangkan nilai Qt tertinggi untuk heat loss evaporasi bernilai 55,177 kWe yang berada pada lokasi

manifestasi Kali Tiga. Nilai heat loss evaporasi dihitung berdasarkan persamaan 2 dengan memanfaatkan suhu manifestasi dan suhu permukaan sebagai selisih panas yang dihasilkan. peta sebaran nilai  $Q_t$  heat loss evaporasi disajikan pada Gambar 4. Hasil perhitungan heat loss akibat proses evaporasi yang ditunjukkan oleh Gambar 4 menunjukkan sebaran nilai energi setara kWe yang cukup rendah di daerah manifestasi Way Asin, Bambu Kuning, Padok, Padang Cermin dan Cangkuang. Sedangkan untuk nilai heat loss evaporasi **2 yang cukup besar** hanya berada di manifestasi Kali Tiga, Way Hurang, dan beberapa Margodadi. Kondisi ini tercermin dari jenis manifestasi di wilayah selain Kali Tiga yang didominasi oleh **mata air panas**.

Darmawan dkk./Prosiding SINTA 3 (2020) 101 5 Selain itu, luas area yang menghasilkan proses evaporasi juga sangat mempengaruhi perhitungan nilai heat loss evaporasi di Way Ratai. Persamaan **2 yang digunakan untuk** melakukan perhitungan heat loss konveksi adalah persamaan 1. Perhitungan nilai heat loss konveksi fokus pada perhitungan energi yang tersalurkan melalui fluida air. Perhitungan **16 laju massa air** menjadi parameter utama dalam perhitungan ini. Lalu dicari dengan menggunakan data suhu udara dan data suhu manifestasinya. Adapun sebaran nilai heat loss konveksi (Gambar 5) manifestasi Margodadi memiliki nilai **6 yang lebih tinggi** dibandingkan manifestasi lainnya. Sedangkan nilai energi pada manifestasi lainnya seperti Padang Cermin, Way Hurang, Bambu Kuning, dan Cangkuang memiliki nilai yang rendah. Manifestasi Padok memiliki nilai manifestasi **11 yang cukup tinggi** karena pada manifestasi Padok selaras dengan salah satu upaya pemanfaatan direct use yang pernah dipasang oleh BPPT. Instalasi yang dipasang adalah alat pengering kopra yang memanfaatkan heat exchanger dari manifestasi **8 panas bumi** di Padok. Tabel 3. Hasil perhitungan nilai besaran heat loss di area manifestasi **1 panas bumi Way Ratai**

No Nama Manifestasi	$Q_t$ Konveksi (kWe)	$Q_t$ Evaporasi (kWe)	$Q_t$ Konduksi (kWe)
1 Margodadi	37,233	11,981	0,029
2 Margodadi	271,740	27,471	0,060
3 Margodadi	216,930	35,602	0,117
4 Margodadi	222,320	2,144	0,009
21 Kali tiga	246,260	14,746	0,048

7,069 0,027 5 Margodadi 251,020 1,578 0,004 22 Kali tiga 17,777 55,177 0,427 6 Margodadi  
293,020 0,823 0,001 23 Way hurang 7,026 13,652 0,231 7 Margodadi 299,460 1,151 0,002  
24 Way hurang 26,919 41,431 0,491 8 Margodadi 209,160 1,219 0,006 25 Padok 63,458  
3,299 0,015 9 Margodadi 266,175 0,312 0,001 26 Bambu Kuning 5,830 6,840 0,031 10  
Margodadi 305,620 2,393 0,003 27 Way Asin 17,362 11,713 0,049 11 Margodadi 294,280  
0,825 0,001 28 Way Asin 38,597 6,258 0,023 12 Margodadi 258,930 10,546 0,027 29 Way  
Asin 19,950 0,726 0,003 13 Margodadi 279,020 0,797 0,002 30 Cangkuang 54,844 1,721  
0,011 14 Margodadi 309,960 1,311 0,002 31 Padang Cermin 13,451 2,275 0,031 15  
Margodadi 315,140 6,764 0,009 32 Margodadi 212,380 1,497 0,007 16 Margodadi 294,980  
3,297 0,005 33 Margodadi 289,590 0,547 0,002 17 Margodadi 264,320 8,611 0,021  
6104,502 307,648 1,758

Gambar 4. Peta sebaran nilai  $Q_t$  heat loss evaporasi dari manifestasi **1 panas bumi Way Ratai**.

Gambar 5. Peta sebaran nilai  $Q_t$  heat loss konveksi. Perhitungan yang terakhir adalah nilai heat loss konduksi, yaitu nilai **16 panas yang**

**dipindahkan** melalui proses konduksi seperti panas batuan atau tanah. Hasil perhitungan

heat loss konduksi ditunjukkan oleh Gambar 6. Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 3 menunjukkan nilai heat loss konduksi **7 yang tidak terlalu besar**. Meskipun

manifestasi Kali Tiga dan Way Hurang memiliki nilai heat loss konduksi **yang lebih besar**

**dari** manifestasi lainnya, namun nilai **ini jauh lebih** kecil dibandingkan nilai heat loss

6 Darmawan dkk./Prosiding SINTA 3 (2020) 101 lainnya. Nilai ini memang tercermin dalam kondisi lapangan manifestasi yang umumnya **2 berupa mata air panas dan** kolam air

panas. Untuk mengetahui nilai sebaran heat loss secara keseluruhan, maka dilakukan

penjumlahan antara nilai heat loss konveksi, evaporasi dan konduksi. Nilai total heat loss di

**1 lapangan panas bumi Way Ratai** ditunjukkan oleh Gambar 7. Hasil penjumlahan total

nilai heat loss di manifestasi **panas bumi Way ratai** menunjukkan pola yang cukup berbeda

dengan sebaran suhu manifestasi, dimana pada sebaran suhu manifestasi area Margodadi,

Padok, dan Bambu Kuning memiliki nilai yang rendah. Dari persebaran suhu manifestasi

semakin ke selatan nilai akan semakin kecil terutama di area manifestasi Padang

Cermin. Perubahan **6 ini disebabkan oleh** salah satu faktor yaitu luas area manifestasi.

Adapun hasil perhitungan nilai heat loss total di sajikan dalam Tabel 4 di bawah ini. Gambar 6. Peta sebaran nilai  $Q_t$  heat loss konduksi dari manifestasi panas bumi Way Ratai. Gambar 7. Peta sebaran nilai  $Q_t$  heat loss total dari manifestasi panas bumi Way Ratai. Tabel 4. Nilai heat loss total di lapangan panas bumi Way Ratai. Nilai Heat Loss  $Q$  (kWe)  $Q_t$  konveksi 6104,502  $Q_t$  evaporasi 307,648  $Q_t$  konduksi 1,758  $Q_t$  Total 6413,909. Hasil perhitungan ini menunjukkan nilai heat loss total di seluruh manifestasi terukur di wilayah panas bumi Way Ratai mencapai 6414 kWe atau setara dengan 6.4 MWe. Jika dibandingkan dengan besaran umum energi panas bumi yang ekonomis dengan nilai setidaknya 55 Mwe, maka nilai ini sangatlah kecil. Namun demikian, perhitungan heat loss pada penelitian ini baru berfokus pada area manifestasi yang benar-benar nampak terukur dari sumber keluarnya fluida panas. Sehingga kemungkinan area terukur menjadi sangat kecil dan menyebabkan perhitungan heat loss total menjadi sangat kecil. Hal ini karena penelitian baru berfokus pada area manifestasi yang benar-benar nampak terukur dari sumber keluarnya fluida panas yaitu proses pengambilan luas area hanya diambil pada area manifestasi terlihat tidak pada seluruh area batuan teralterasi. Area manifestasi diperkirakan tidak lebih dari 10% dari area batuan teralterasi.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan dan perhitungan nilai heat loss manifestasi panas bumi di Way Ratai dalam penelitian ini berhasil memetakan sebanyak 33 titik dengan sebaran pengukuran heat loss pada manifestasi panas bumi Way Ratai sebagian besar merupakan mata air panas dan kolam air panas. Manifestasi yang paling banyak berada di area manifestasi Margodadi, kemudian di sebelah utaranya terdapat manifestasi mata air panas Way Asin, Bambu Kuning dan Padok. Manifestasi lainnya yaitu Kali Tiga, Way Hurang, Cangkuang dan Padang Cermin berada di arah baratdaya dari manifestasi Margodadi. Data suhu tertinggi manifestasi yang ada di Way Ratai adalah 103,6°C yang berada pada mata air panas Margodadi. Sedangkan untuk manifestasi panas bumi yang paling luas berada di kawasan Way Hurang dengan luas manifestasi kurang lebih 49,14 m<sup>2</sup>. Hasil perhitungan nilai heat loss total di seluruh manifestasi terukur di wilayah panas bumi Way Ratai mencapai 895,55 kWe atau setara dengan 0,895 MWe. Hasil ini

menunjukkan pola yang cukup berbeda dengan sebaran suhu manifestasi. Suhu manifestasi tinggi didominasi oleh manifestasi Margodadi, Way Asin dan Bambu Kuning, sedangkan nilai heat loss total didominasi oleh manifestasi Margodadi. Pola ini menunjukkan jika suhu tinggi berada di area tenggara puncak Gunung Ratai sedangkan semakin ke selatan sampai baratdaya suhu manifestasi semakin rendah. Untuk mendapatkan perbandingan nilai sumberdaya listrik yang lainnya diperlukan perhitungan lanjutan dengan metode volumetrik. Metode ini dapat menambahkan nilai volume ke dalam perhitungan <sup>6</sup> jika dibandingkan dengan metode heat loss yang hanya menggunakan luas permukaan. <sup>8</sup> Oleh karena itu, diperlukan data tambahan lainnya seperti data geokimia untuk geothermometer serta data geofisika untuk mendapatkan geometri dari potensi reservoir dalam melakukan perhitungan sumber daya energi listrik dari lapangan panas bumi Way Ratai. <sup>6</sup> Ucapan terima kasih Terima kasih disampaikan kepada LPPM Unila dan Fakultas Teknik Unila yang telah mendanai kegiatan ini sebagai bagian dari luaran penelitian DIPA FT. <sup>14</sup> Ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada Bapak Aceng beserta seluruh mahasiswa yang terlibat dan telah banyak membantu dalam kegiatan penelitian ini. Daftar pustaka Dewi, E. K. S. (2018). Integrasi Data Citra Landsat-8, DEM ALOS PALSAR, Isotop Radon, dan Geokimia untuk Penentuan Distribusi Batuan Alterasi dan Struktur Permeabel Gunung Way Ratai, Lampung. Universitas Lampung. Donovan, R., Karyanto, K., & Dewanto, O. (2018). <sup>5</sup> Studi Sifat Termal Batuan Daerah Lapangan Panas Bumi Way Ratai Berdasarkan Pengukuran Metode Konduktivitas Darmawan dkk./Prosiding SINTA 3 (2020) 101 <sup>7</sup> Termal. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 4, 103–119. Haerudin, N., Karyanto, & Kuntoro, Y. <sup>9</sup> (2016). Radon and thoron mapping to delineate the local-fault in the way Ratai geothermal field lampung Indonesia. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11, 4804–4809. Karyanto. (2003). Pencitraan <sup>1</sup> Bawah Permukaan Daerah Panas Bumi Way Ratai Lampung Dengan Metode Tahanan Jenis <sup>2</sup> Dimensi. 9, 55–59. Karyanto, Haerudin, N., Mulyasari, R., Suharno, & Manurung, P. (2020). Geothermal <sup>3</sup> Potential Assesment of Way Ratai Area Based on Thermal Conductivity Measurement to Measure Thermal Properties of <sup>4</sup> Rocks. 45, 89–98. Mwawasi, H. M. (2012).

Heat loss assessment of selected Kenyan geothermal prospects. 17 Transactions - Geothermal Resources Council. Pratama, W. (2018). 10 Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger untuk Mengidentifikasi Litologi Batuan Bawah Permukaan dan Fluida Panas Bumi Way Ratai di Area Manifestasi Padok di Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Universitas Lampung.

Suryadi, Haerudin, N., Karyanto, & Sudrajat, Y. (2017). 5 Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Lapangan Panas Bumi Way Ratai Berdasarkan Data Audio Magnetotelluric (AMT). *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 3, 85–97. Toth, An. N. (2012). Heat Losses In 9 A Geothermal Reservoir. *Geosciences and Engineering*, 1, 321–327. Williams, C. F. (2005). Evaluating Heat Flow as a Tool for Assessing Geothermal Resources. Thirty-Eighth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering. Zulwidyatama, W. (2014). 13 Analisis Geokimia Fluida untuk Penentuan Potensi Sumberdaya Panasbumi Lapangan Zw, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. *Geological Engineering E-Journal*, 6, 618–630.

## Sources

1	<a href="https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/article/view/2775/0">https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/jtaf/article/view/2775/0</a> INTERNET 3%
2	<a href="http://repo.itera.ac.id/depan/by_date">http://repo.itera.ac.id/depan/by_date</a> INTERNET 2%
3	<a href="http://eng.unila.ac.id/fakultas-teknik-unila-laksanakan-sinta/">http://eng.unila.ac.id/fakultas-teknik-unila-laksanakan-sinta/</a> INTERNET 1%
4	<a href="https://silemlit21.unila.ac.id/docs/laporan/4aeae2f9178df5fe0ae2c73de651e941.pdf">https://silemlit21.unila.ac.id/docs/laporan/4aeae2f9178df5fe0ae2c73de651e941.pdf</a> INTERNET 1%
5	<a href="https://scholar.google.co.id/citations?user=ro5UHNoAAAAJ&amp;hl=en">https://scholar.google.co.id/citations?user=ro5UHNoAAAAJ&amp;hl=en</a> INTERNET 1%
6	<a href="https://adoc.pub/hak-cipta-dilindungi-undang-undang-dilarang-memperbanyak-kar.html">https://adoc.pub/hak-cipta-dilindungi-undang-undang-dilarang-memperbanyak-kar.html</a> INTERNET 1%
7	<a href="https://text-id.123dok.com/document/dzx90vzr-rancang-bangun-mesin-pendingin-tenaga-surya-dengan-luas-kolektor-0-25-m2.html">https://text-id.123dok.com/document/dzx90vzr-rancang-bangun-mesin-pendingin-tenaga-surya-dengan-luas-kolektor-0-25-m2.html</a> INTERNET 1%
8	<a href="http://www.manajemen-energi.org/2013/12/artikel-khusus-07-renewable-energy_17.html">http://www.manajemen-energi.org/2013/12/artikel-khusus-07-renewable-energy_17.html</a> INTERNET 1%
9	<a href="https://jesphys.ut.ac.ir/article_76441.html">https://jesphys.ut.ac.ir/article_76441.html</a> INTERNET 1%
10	<a href="http://jge.eng.unila.ac.id/index.php/geoph/article/view/21">http://jge.eng.unila.ac.id/index.php/geoph/article/view/21</a> INTERNET 1%
11	<a href="https://idoc.pub/documents/pedoman-akademik-20132014pdf-ylyx3xe83dnm">https://idoc.pub/documents/pedoman-akademik-20132014pdf-ylyx3xe83dnm</a> INTERNET 1%
12	<a href="https://www.pom.go.id/new/admin/dat/20210605/Buku_FQA_kosmetik_2020.pdf">https://www.pom.go.id/new/admin/dat/20210605/Buku_FQA_kosmetik_2020.pdf</a> INTERNET <1%
13	<a href="https://www.neliti.com/publications/184092/analisis-geokimia-fluida-untuk-penentuan-potensi-sumberdaya-panasbumi-lapangan-z">https://www.neliti.com/publications/184092/analisis-geokimia-fluida-untuk-penentuan-potensi-sumberdaya-panasbumi-lapangan-z</a> INTERNET <1%
14	<a href="https://adoc.pub/prosiding-seminar-nasional151739096316743.html">https://adoc.pub/prosiding-seminar-nasional151739096316743.html</a> INTERNET <1%

15

[http://www.iabi-indonesia.org/front/Anggota/Anggota\\_aktif](http://www.iabi-indonesia.org/front/Anggota/Anggota_aktif)  
INTERNET  
<1%

---

16

<http://pendingin.teknik.ub.ac.id/wp-content/uploads/2017/03/Modul-Praktikum-Mesin-Pendingin-2016-2017.doc>  
INTERNET  
<1%

---

17

<https://archive.geothermal.org/transactions.html>  
INTERNET  
<1%

---