



Potensi dan Pemanfaatan Energi Panas Bumi di Indonesia

Auzan Fildzah Hakim^{*1}, Krismadiana², Fahridhotul Sholihah³, Riva Ismawati⁴, dan Nuryunita Dewantari⁵

^{1,2,3,4,5} Prodi Pendidikan IPA Universitas Tidar, Magelang

Info Artikel

Article History

Disubmit 28 Agustus 2022

Diterima 30 November 2022

Diterbitkan 31 Desember 2022

Kata Kunci

Panas bumi, Indonesia, Potensi, Pemanfaatan

Abstrak

Indonesia merupakan suatu negara yang dianugerahi dengan potensi panas bumi yang cukup besar, didukung dengan letak Indonesia yang berada di cincin vulkanik. Hampir semua wilayah di Indonesia terdapat sumber panas bumi yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Dengan pemanfaatan sumber panas bumi yang diubah menjadi energi akan mengurangi polusi di lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tentang bagaimana potensi panas bumi di Indonesia dan sejauh mana pemanfaatan energi panas bumi di daerah-daerah yang memiliki potensi panas bumi tersebut. Penyusunan artikel ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan yang digunakan berupa studi literatur. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan studi lebih dari 25 artikel terdahulu yang digunakan sebagai referensi. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, didapatkan hasil, yaitu Indonesia memiliki potensi panas bumi yang tersebar di Pulau Sumatera, Maluku, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, dan Papua. Pada pulau-pulau tersebut, sebagian besar energi panas bumi dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Namun, masih ada potensi panas bumi di beberapa daerah yang belum dimanfaatkan.

Abstract

Indonesia is an area that has enormous geothermal potential, supported by Indonesia's location which is in a volcanic ring. Almost all regions in Indonesia have geothermal resources that can be utilized as a substitute for fossil fuels. By utilizing geothermal resources that are converted into energy, it will reduce pollution in the environment. This study aims to examine how geothermal potential is in Indonesia and the extent to which geothermal energy is utilized in areas that have geothermal potential. The preparation of this article uses a qualitative research method with the approach used in the form of a literature study. Data collection was carried out by studying more than 25 previous articles which were used as references. Based on the literature study conducted, the results obtained were that Indonesia has geothermal potential spread over the islands of Java, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Maluku and Papua. On these islands, most of the geothermal energy is utilized for power plants. However, there is still geothermal potential in some areas that has not been utilized.

*E-mail: auzanfildzakhakim19@gmail.com

Address: Jl. Kapten Suparman No. 39, Tuguran, Potrobangsari, Kota Magelang, Jawa Tengah

PENDAHULUAN

Letak Indonesia yang berada diantara gunung-gunung api dan tumbukan lempeng tektonik serta garis khatulistiwa menjadikannya negara yang memiliki potensi energi terbarukan panas bumi yang besar. Dengan memanfaatkan panas bumi banyak keuntungan yang akan didapatkan dibandingkan penggunaan bahan bakar fosil, panas bumi dapat dijadikan sebagai alternatif energi terbarukan yang keberadaannya selalu tetap dan tidak bergantung pada cuaca serta musim (Nurwahyudin & Harmoko, 2020). Dalam UU No. 27 Tahun 2003 tertulis bahwa "Sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air dan batuan serta mineral & gas lainnya secara genetika semuanya tidak dapat dipisahkan pada suatu sistem geothermal & guna pemanfaatannya dibutuhkan proses penambanan.

Sumber energi panas atau geothermal hampir menyebar secara merata di Indonesia, berdasarkan pada catatan yang ada terdapat lebih dari 300 titik sumber panas bumi atau geothermal yang tersebar dari Sabang sampai Merauke. Energi geothermal dapat dimanfaatkan untuk pengganti sumber-sumber energi tak terbarukan seperti bahan bakar dari fosil untuk pembangkit listrik dan transportasi. Adanya pemanfaatan energi geothermal secara nyata akan mengurangi dan membantu terpenuhinya energi listrik yang saat ini masih menjadi masalah yang belum juga sudah diselesaikan oleh Pemerintah Indonesia (Nurwahyudin & Harmoko, 2020).

Tercatat di tahun 2018 Total Produksi Energi Primer (TPEP) Indonesia baik minyak bumi, gas, batu bara, serta energi terbarukan mencapai angka 411,6 MTOE. Sementara sebanyak 64% dari total keseluruhannya digunakan untuk ekspor batu bara dan juga gas alam cair (LNG). Pemerintah Indonesia juga mengimpor minyak mentah yang digunakan dalam pembuatan BBM sebanyak 43,2 MTOE serta batubara berkalori tinggi dengan jumlah kecil guna keperluan industri. Di Indonesia sendiri penggunaan energi tercatat paling tinggi digunakan pada bidang transportasi dengan besaran mencapai 40%, kemudian sektor industri yang mencapai angka 36%, pada posisi ketiga adalah rumah tangga dengan angka 16%, serta kegiatan komersial dan sektor lain sebesar 8% (Hakim, 2020; Nurwahyudin & Harmoko, 2020).

Pemanfaatan energi terbarukan memerlukan suatu perencanaan guna mengetahui potensi yang tersedia di alam. Rancangan yang telah dibuat oleh Pemerintah Indonesia mengenai lokasi dan jumlah energi terbarukan mencapai 23% pada tahun 2025 dan akan meningkat sampai 31% pada 2050. Sementara, bauran atau jumlah energi tak terbarukan seperti minyak bumi akan

mengalami penurunan hingga separuh dari jumlah yang ada pada saat ini, yaitu sebanyak 40% di tahun 2050. Data tersebut merupakan suatu fakta yang perlu diperhatikan bahwa potensi energi terbarukan di Indonesia begitu besar (Nurwahyudin & Harmoko, 2020).

Dengan demikian pemanfaatan energi panas bumi perlu adanya peningkatan untuk menindaklanjuti Kebijakan Energi Nasional (KEN) pada tahun 2025. Pemanfaatan panas bumi di Indonesia pada tahun 2014 tercatat masih pada angka yang cukup kecil yaitu 248 Megawatt atau hanya sekitar 1,15% dari jumlah total energi panas bumi yang ada di Indonesia. Kendala atau permasalahan yang menyebabkan kurang berkembangnya panas bumi di Indonesia salah satunya adanya tumpang tindih lahan hutan lindung yang mana ketika panas bumi akan dieksplor maka secara tidak langsung akan menggundulkan kawasan hutan itu, dengan hutan yang rusak maka secara tidak langsung lingkungan dan ekosistem akan ikut terganggu. Selain faktor lingkungan kekurangan data geologi, geofisika, geokimia, sector biaya investasi yang tinggi juga menjadi penyebab terkendalanya perkembangan pemanfaatan panas bumi di Indonesia (Hakim, 2020).

Pada beberapa artikel yang ditulis oleh peneliti terdahulu, telah dijelaskan mengenai potensi dan pemanfaatan energi panas bumi di daerah atau provinsi tertentu. Namun, belum ada artikel yang mengulas keseluruhan potensi dan pemanfaatan panas bumi di Indonesia secara rinci, sehingga untuk pembaca yang ingin menambah wawasan mengenai penyebaran potensi panas bumi di Indonesia masih mengalami kesulitan. Oleh karena itu, pembuatan artikel ini bertujuan untuk mengkaji tentang bagaimana potensi panas bumi di Indonesia dan sejauh mana pemanfaatan energi panas bumi di daerah-daerah yang memiliki potensi panas bumi tersebut.

METODE

Penelitian bersifat kualitatif dengan pendekatan yang digunakan yaitu berupa studi literatur atau studi kepustakaan. Studi literatur dilakukan dengan review terhadap lebih dari 25 artikel hasil penelitian terdahulu untuk menyimpulkan: (1) Bagaimana potensi energi panas bumi yang ada di Indonesia. (2) Bagaimana pemanfaatan dari potensi yang sudah ada tersebut. (3) Bagaimana efek atau dampak dari adanya potensi energi panas bumi terhadap lingkungan sekitarnya.

Berikut langkah-langkah penyusunan artikel ini:

1. Pemilihan tema

2. Studi literatur
3. Pengumpulan data
4. Konsep yang diteliti
5. Konseptualisasi
6. Analisa data
7. Hasil dan Pembahasan
8. Kesimpulan dan Saran

Studi literatur dimulai dengan memilih beberapa jurnal berdasarkan konteksnya. Pemilihan tersebut didasarkan pada kecocokan dari yang paling relevan, relevan, sampai cukup relevan. Analisis data dilakukan dengan menganalisis isi untuk mendapatkan inferensi dengan valid dan dapat diteliti kembali menurut konteksnya. Setiap jurnal yang sudah dipilih berdasarkan pengelompokan atau kriterianya, selanjutnya akan dibuat kesimpulan dengan gambaran menjelaskan bagaimana potensi dan pemanfaatan energi panas bumi yang ada di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kerak bumi, terbentuk suatu sumber energi panas yang disebut dengan panas bumi. Pada sebuah sistem panas bumi, energi ini terkandung dalam uap air, air panas, dan batuan, serta gas-gas dan mineral lainnya yang tidak dapat dipisahkan (el Fandari et al., 2014). Panas bumi termasuk salah satu contoh energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan meminimalisir dampak buruk bagi lingkungan (Mukhamad et al., 2018). Indonesia memiliki potensi energi panas bumi yang cukup besar dan menguntungkan karena Indonesia memiliki letak geografis yang cukup strategis, yaitu terletak di kawasan lempeng tektonik teraktif di dunia. Indonesia berada di batas antara Indo-Australia, Filipina, Pasifik dan lempeng tektonik Eurasia (el Fandari et al., 2014).

Indonesia menempati urutan pertama negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia, dimana potensi energi ini tersebar di 285 lokasi sepanjang area vulkanik. Potensi energi panas bumi yang cukup banyak di Indonesia sangat memungkinkan untuk dikembangkan dan dimanfaatkan, misalnya sebagai pembangkit listrik dan industri pertanian, karena sebagian besar memiliki entalpi yang cukup tinggi dari total potensi sekitar 29 GWe. Ditambah lagi total potensi cadangan dan sumber daya energi panas bumi mencapai kurang lebih 28.579 Mwe. Energi ini paling banyak dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik, tetapi pemanfaatannya pun belum optimal. Energi ini hanya dimanfaatkan sekitar 1,2 GWe sebagai energi listrik yang sebagian besar terfokus di Pulau Jawa. Berikut data total potensi

panas bumi di pulau-pulau di Indonesia (el Fandari et al., 2014):

1. Sumatera, total potensi mencapai 13.516 MW yang tersebar di 86 titik potensi
2. Jawa, total potensi mencapai 10.092 MW yang tersebar di 71 titik potensi
3. Bali, total potensi mencapai 296 MW yang tersebar di 5 titik potensi
4. Nusa Tenggara, total potensi mencapai 1.471 MW yang tersebar di 22 titik potensi
5. Kalimantan, total potensi mencapai 115 MW yang tersebar di 8 titik potensi
6. Sulawesi, total potensi mencapai 2.519 MW yang tersebar di 55 titik potensi
7. Maluku, total potensi mencapai 954 MW yang tersebar di 26 titik potensi
8. Papua, total potensi mencapai 75 MW yang tersebar di 3 titik potensi

Beberapa lokasi di Pulau Jawa memiliki potensi panas bumi yang cukup besar sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Salah satunya yaitu di Kawasan lapangan panas bumi ZW, kabupaten Garut, Jawa Barat. Kawasan panas bumi ini berada di dataran tinggi vulkanik dari sebelah Barat, yaitu Gunung Rakutak hingga ke sebelah Timur, yaitu Gunung Guntur. Berdasarkan data hasil penelitian terdahulu menggunakan metode perhitungan *heat loss* konveksi, potensi panas bumi di kawasan tersebut sekitar 48,2 MWe, sedangkan saat menggunakan metode perhitungan volumetrik, potensi sumber daya hipotetik sebesar 469,4 MWe (Zulwidyatama, 2014).

Daerah lain penyumbang panas bumi di Jawa Barat adalah kawasan Gunung Lawu. Gunung Lawu memiliki batuan basalt dan andesit yang dapat mengalami kristalisasi pada suhu tinggi sehingga hal ini dapat menjadi ladang energi panas bumi. Potensi panas bumi di kawasan ini mencapai 275 MWe dengan luas daerah sekitar 17km². Bukti panas bumi di kawasan ini, berupa mata air panas dengan suhu sekitar 34 °C – 40 °C, fumarol dengan suhu sekitar 93 °C – 94 °C, dan solfatara (Amalisana et al., 2017). Luas area di daerah tersebut yang memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai PLTP sebesar 50,717 km² (Hariyanto & Narendra Robawa, 2016).

Kawasan Kawah Ciwidey, Gunung Patuha juga menghasilkan panas bumi dan dimanfaatkan sebagai PLTP Patuha yang beroperasi mulai tahun 2014. Pembangkit listrik ini berkapasitas sekitar 1 x 60 MW, dengan besar cadangan yang telah ditemukan atau terbukti, yaitu sekitar 190 MWe. Bukti adanya panas bumi di kawasan ini adalah ditemukannya sumber mata air panas, fumarol, keluaran gas dingin (Khasmadin & Harmoko, 2021). Daerah lainnya, yaitu Cisolok, Sukabumi juga merupakan daerah yang berpotensi panas

bumi di Jawa Barat. Indikasi keberadaan pas bumi di Cisolok, berupa dan sedimen travertine, uap panas, dan mata air panas. Mata air panas di daerah ini memiliki suhu sekitar $71\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan derajat keasaman berkisar $6,4$ – $7,4$. Pemanfaatan panas bumi secara langsung di Cisolok, antara lain sebagai pengobatan karena mengandung mineral yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit, kolam pemandian air hangat, dan destinasi wisata (LPPM UPNVY, 2017).

Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi penyumbang potensi panas bumi yang cukup besar di Indonesia. Potensi tersebut salah satunya berada di Candi Umbul. Candi ini terletak di desa Kartoharjo, Kecamatan Grabag, Jawa Tengah. Indikasi adanya energi panas bumi di daerah ini yaitu mata air hangat $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan gelembung gas. Manifestasi panas bumi tersebut dimanfaatkan sebagai pemandian air hangat dan wisata skala menengah (Listyani et al., 2022). Selain itu indikasi adanya panas bumi tersebut sering disebut air asin oleh masyarakat sekitar sehingga dapat dimanfaatkan sebagai obat penyakit kulit. Potensi panas bumi yang berada di candi ini berasal dari aktivitas vulkanik Gunung Telomoyo. Manifestasi berupa mata air panas di daerah ini memiliki pH berkisar $7,52$ – 9 dan dimanfaatkan untuk kolam pemandian air hangat. Mata air panas tersebut juga sering dimanfaatkan sebagai obat untuk penyakit kulit oleh masyarakat sekitar (Harmoko et al., 2012).

Daerah lain di Jawa Tengah yang berpotensi adanya energi panas bumi, yaitu Gedong Songo, Kabupaten Semarang. Potensi panas bumi di daerah tersebut dapat ditemukan di Kawasan Candi Gedong Songo yang terletak di desa Candi, Kecamatan Bandungan, Jawa Tengah. Ada juga potensi panas bumi di bagian barat Rawa Pening. Potensi panas bumi di daerah tersebut karena adanya aktivitas vulkanik dari Gunung Ungaran. Potensi ini disebabkan oleh adanya zona akuifer, antara lain zona akuifer breksi vulkanik Ungaran Muda dan akuifer breksi - lava Ungaran Tua. Wujud adanya potensi panas bumi di Gedong Songo berupa fumarol (lubang kerak bumi yang menghasilkan uap), mata air panas, batuan alterasi, dan keluaran gas (Listyani & Budiadi, 2013). Mata air panas di kawasan Gedong Songo memiliki derajat keasaman netral dan memiliki suhu berkisar $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $75\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sementara itu, fumarol di daerah tersebut memiliki derajat keasaman sekitar $3,5$ yang berarti bersifat asam dan memiliki suhu berkisar $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Rezky et al., 2012). Panas bumi di daerah ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pemandian air hangat, destinasi wisata, PLTPB skala menengah, dan pengeringan produk hutan pinus (Listyani et al., 2022).

Dieng merupakan salah satu dataran tinggi penghasil panas bumi di Jawa Tengah. Potensi panas bumi di daerah ini sebesar 280 MW . Manifestasi energi panas bumi di daerah ini berupa sumber mata air panas, antara lain sumber mata air Sipandu, Siglagah, Bitingan, dan kawah, antara lain kawah Sileri dan Sikidang. Pemanfaatan manifestasi tersebut, antara lain pembuatan pompa pemanas air untuk keperluan *homestay* dan pemandian air panas (Subekti & Harmoko, 2020).

Pulau berikutnya di Indonesia yang memiliki potensi panas bumi adalah pulau Sumatra. Salah satunya yang terletak di Kabupaten Empat Lawang, Sumatera Selatan, yaitu lapangan panas bumi air kelinsar. Manifestasi panas bumi di daerah ini, yaitu berupa mata air panas yang memiliki temperatur sekitar $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $98\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mata air panas tersebut dapat dijumpai di daerah vulkanik dan retakan di kawasan Air Kelinsar dan Penantian (Suharno, 2012). Selain itu, potensi panas bumi juga terdapat di kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, yaitu pada daerah panas bumi Way Selabung. Panas bumi di daerah ini berasal dari Gunung Seminung dan Danau Ranau yang memiliki banyak batuan basalt dan andesit. Di daerah tersebut juga ditemukan manifestasi panas bumi, berupa mata air panas yang memiliki suhu $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $93\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ilmi et al., 2020). Lapangan panas bumi Rantau Dedap juga merupakan potensi panas bumi di Sumatera Selatan. Kawasan panas bumi ini mencakup tiga daerah, antara lain Kabupaten Muara Enim, Lahat, Pagar Alam. Daerah tersebut akan dikembangkan oleh pemerintah menjadi PLTP dalam skala kecil (Sukaryadi et al., 2016).

Sementara itu, di Provinsi Sumatera Utara ditemukan potensi panas bumi entalpi rendah sebesar 170 MWe dan entalpi tinggi sebesar 2253 MWe . Dari total potensi tersebut, sebanyak 12 MW dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik di Sibayak dan 330 MW sebagai pembangkit listrik di Sarulla. Manifestasi panas bumi di Sumatera Utara salah satunya adalah mata air panas bertemperatur $37,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $89,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ yang berada di Desa Simbolon. Selain itu di Desa Pusuk Buhit juga memiliki mata air panas dengan suhu $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $56,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Prasetyo et al., 2017). Daerah lain di Sumatra yang memiliki potensi panas bumi, yaitu di Sumatera Barat tepatnya di Talago Biru, Kecamatan. Pada daerah tersebut terdapat panas bumi sebesar $12,5\text{ MWe}$ dan konservasi energi panas bumi sebesar 10% (Damar Romadhani et al., 2019).

Pulau Kalimantan juga tak luput dari keberadaan potensi panas bumi di Indonesia. Salah satu daerah penyumbang panas bumi di Kalimantan adalah Batu Bini, Kalimantan Selatan. Daerah tersebut menyimpan potensi panas bumi kurang lebih sebesar 20 MWe dan sampai saat ini

belum dimanfaatkan dengan baik. Panas bumi di daerah tersebut memiliki sistem panas bumi non-vulkanik. Indikasi keberadaan panas bumi di Batu Bini berupa mata air panas dengan suhu berkisar 39 °C – 48,8 °C. Luas area panas bumi di daerah ini sekitar 101 km² (Ramadhan & Saputra, 2021). Di Kalimantan Timur, tepatnya di Desa Petai, Kabupaten Kartanegara, terdapat potensi panas bumi yang ditandai dengan adanya mata air panas. Temperatur air di permukaan yang sudah bercampur dengan air dingin sekitarnya berkisar 40 °C - 50 °C. Namun, diperkirakan suhu air dari mata air panas itu sendiri lebih dari 50 °C. Pemanfaatan adanya mata air panas tersebut yaitu sebagai destinasi wisata karena tempatnya yang dekat dengan jalan raya Balikpapan-Samarinda. Untuk lebih menarik perhatian wisatawan, pada tempat wisata tersebut juga ada kolam pemandian air hangat dengan memanfaatkan mata air panas tersebut (Marzani, 2013).

Potensi panas bumi juga tersedia di Kepulauan Maluku, yaitu di Jailolo, Kabupaten Halmahera, Provinsi Maluku Utara. Potensi panas bumi di Jailolo yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik sebesar 75 MW. Ada pula potensi panas bumi di Maluku yang dimanfaatkan sebagai lokasi wisata masyarakat domestik, yaitu di Desa Idamdehe, Kabupaten Halmahera Barat. Besar temperatur uap panas yang dihasilkan di daerah panas bumi desa Idamdehe sebesar 70 °C – 130 °C. Pemanfaatan energi panas bumi di Maluku, selain sebagai lokasi wisata juga untuk pengeringan ikan menggunakan oven modifikasi dan membutuhkan waktu selama 4 jam untuk proses pengeringannya (Baksir et al., 2019).

Pulau lain penyumbang panas bumi di Indonesia, yaitu Pulau Sulawesi. Salah satu potensi panas bumi di pulau ini, yaitu di Bittuang, Tana Toraja, Sulawesi Selatan. Indikasi adanya potensi panas bumi di daerah tersebut, yaitu fumarol, solfatar, batuan vulkanik, dan mata air panas. Manifestasi mata air panas tersebut dibedakan menjadi dua, yaitu manifestasi Cepeng dan manifestasi Balla. Manifestasi mata air panas cepeng memiliki suhu sekitar 39,8 °C. Sedangkan manifestasi mata air panas Balla memiliki suhu 48,1 °C – 96 °C. Panas bumi di daerah ini berasal dari Gunung Karua (Risdianto et al., 2013). Di daerah Sulili, Pinrang, Sulawesi Selatan, terdapat potensi panas bumi yang juga ditandai dengan adanya mata air panas dimana setiap titik memiliki suhu berbeda-beda, yaitu berkisar 45 °C – 57 °C. Pemanfaatan mata air panas tersebut, antara lain dapat dimanfaatkan sebagai air minum karena kualitas air yang cukup baik, sebagai destinasi wisata, baik bagi kesehatan, dan sebagai tempat penelitian atau studi ilmiah (Umar et al., 2020).

Potensi lain di Sulawesi, yaitu di Sulawesi Tenggara. Potensi panas bumi di daerah ini mencakup daratan Sulawesi sampai ke Pulau Buton. Panas bumi di daerah ini berasal dari gabungan struktur geologi serta cekungan sedimen dan panas dari aktivitas vulkanik. Manifestasi panas bumi di Sulawesi Tenggara berupa mata air panas yang dimanfaatkan sebagai destinasi wisata pemandian air panas yang berada di Mangolo, Kabupaten Kolaka. Mata air panas Mangolo memiliki temperatur berkisar 42 °C – 53 °C. Suhu tertinggi, yaitu 53 °C berada di pusat atau tengah mata air panas. Manifestasi panas bumi ini dimanfaatkan sebagai pemandian air panas Mangolo (Raivel & Firman, 2020). Potensi panas bumi ditemukan juga di Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara. Potensi ini berada di Desa Leilem, Kecamatan Sonder. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan, Jumlah keseluruhan manifestasi panas bumi di desa tersebut sebesar 6,84 MW (Mongan, 2020).

Sementara itu, di Pulau Papua, tepatnya di Manokwari Selatan, Papua Barat, terdapat potensi panas bumi yang ditandai dengan adanya mata air panas bertemperatur sekitar 45 °C. Potensi ini tergolong bersuhu rendah sehingga sulit dimanfaatkan menjadi pembangkit listrik, tetapi dengan temperatur reservoir 70 °C–85 °C, memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Namun, mata air panas ini belum banyak diketahui oleh warga sekitar. Mata air panas ini terletak 3 km dari jalan besar dan masih sangat sulit untuk diakses sehingga diperlukan banyak perbaikan jika tempat tersebut akan dijadikan lokasi wisata (Denny et al., 2017). Selain di Papua Barat, Papua Utara juga memiliki potensi panas bumi, yaitu berada di Kabupaten Pegunungan Arfak. Indikasi adanya panas bumi di daerah tersebut yaitu adanya mata air panas Ibor. Air pada manifestasi panas bumi ini memiliki temperatur berkisar 31,7 °C dan termasuk energi panas bumi bertemperatur rendah. Namun, temperatur reservoirnya sebesar 86 °C sehingga dapat dimanfaatkan sebagai PLTP melalui metode siklus binari (Raharjo, n.d.)

PENUTUP

Simpulan

Indonesia memiliki potensi panas bumi yang tersebar di berbagai pulau, mulai dari Pulau Sumatra hingga Papua. Total potensi panas bumi di Indonesia sebar 29 Gwe. Potensi panas bumi di Pulau Sumatra mencapai 13.516 MW yang tersebar di beberapa daerah, antara lain Kabupaten Empat Lawang, Ogan Komering Ulu Selatan, Sibayak, Sarulla, Desa Pusuk Buhit, Simbolon, dan Talago Biru. Potensi panas bumi di Pulau Jawa sebesar

10.092 MW tersebar di beberapa daerah, yaitu Kabupaten Garut, Gunung Lawu, Kawah Ciwidey, Cisolok, Candi Umbul, Gedong Songo, dan Dieng. Potensi panas bumi di Pulau Kalimantan mencapai 115 MW yang tersebar di beberapa daerah, antara lain Batu Bini dan Kabupaten Kartanegara. Di Pulau Sulawesi, terdapat potensi panas bumi sebesar 2.519 MW yang tersebar di beberapa daerah, antara lain Bittuang, Sulili, Manggolo, dan Kabupaten Minahasa. Potensi panas bumi di Kepulauan Maluku sebesar 954 MW yang tersebar di beberapa daerah, antara lain Jailolo dan desa Idamdehe, Kabupaten Halmahera Barat. Sementara itu, Pulau Papua memiliki potensi panas bumi mencapai 75 MW yang tersebar di beberapa daerah, antara lain Manokwari Selatan dan Kabupaten Pegunungan Arfak. Sebagian besar pemanfaatan potensi panas bumi di Indonesia, yaitu sebagai destinasi wisata dan pembangkit tenaga listrik. Bahkan, di beberapa daerah berpotensi panas bumi, energi ini belum dimanfaatkan karena potensi panas bumi yang dimiliki tergolong dalam panas bumi bersuhu rendah.

Saran

Potensi panas bumi yang dimiliki Indonesia harus dimanfaatkan dengan baik. Pemanfaatan potensi panas bumi perlu dikembangkan lagi sehingga dapat menguntungkan bagi Indonesia, baik dalam segi ekonomi, pembangunan, pariwisata, pendidikan, kesejahteraan masyarakat, dan sebagainya. Selain memanfaatkan potensi tersebut, masyarakat dan pemerintah wajib untuk mengelola lingkungan sekitar panas bumi dengan baik. Jangan sampai pemanfaatan potensi tersebut merusak lingkungan yang sudah ada.

Ucapan Terima Kasih

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia, dan hidayah-Nya, penulisan artikel ilmiah ini dapat terselesaikan. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada Ibu Riva Ismawati, M.Sc. dan Ibu Nuryunita Dewantari, M.Pd., selaku dosen Program Studi Pendidikan IPA Universitas Tidar yang telah membimbing dan membantu dalam menyelesaikan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalisana, B., Pin, T., & Saraswati, D. R. (2017). *Penentuan Potensi Panas Bumi Menggunakan Landsat 8 dan Hubungannya dengan Kondisi Geologi Gunung Lawu*.
- Baksir, A., Daud, K., Wibowo, E. S., Akbar, N., & Haji, I. (2019). PEMANFAATAN SUMBER ENERGI PANAS BUMI UNTUK PENGERINGAN IKAN DI DESA IDAMDEHE KABUPATEN HALMAHERA BARAT PROVINSI MALUKU UTARA.
- Damar Romadhani, R., Noor, D., Denny, D., & Kadarisman, S. (2019). *GEOLOGI DAERAH BUKITBUAL DAN SEKITARNYA KECAMATAN KOTO VII KABUPATEN SIJUNJUNG SUMATERA BARAT DAN POTENSI SUMBERDAYA PANAS BUMI DAERAH TALAGO BIRU KECAMATAN PADANG GANTING KABUPATEN TANAH DATAR SUMATERA BARAT*.
- Denny, A., Raharjo, U., Prasetyo, N., Nugroho, P., & Resesiyanto, D. H. (2017). POTENSI PANAS BUMI DI KABUPATEN MANOKWARI SELATAN PROVINSI PAPUA BARAT BERDASARKAN ANALISA GEOKIMIA. *In Oktober (Vol. 6, Issue 2)*. El
- Fandari, A., Daryanto, A., & Suprayitno, G. (2014). 412-1312-1-PB.
- Hakim, R. R. al. (2020). ANDASIH Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan.
- Hariyanto, T., & Narendra Robawa, F. (2016). PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (Studi Kasus: Kawasan Gunung Lawu).
- Harmoko, U., Yulianto, G., Widada, S., Dewantoro Herlambang, Y. (2012). ANALISIS STRUKTUR DAN MUKA AIR TANAH SEBAGAI KLARIFIKASI MODEL KONSEPTUAL SISTEM PANAS BUMI CANDI UMBUL, KARTOHARJO, MAGELANG.
- Ilmi, I., Syafri, I., Didit Haryanto, A., & Ahmad Zarkasyi, dan. (2020). MAKALAH ILMIAH PEMODELAN INVERSI 2-D MENGGUNAKAN DATA MAGNETOTELLURIK DAERAH PANAS BUMI WAY SELABUNG, KABUPATEN OGAN KOMERING ULU SELATAN, PROVINSI SUMATERA SELATAN 2-D INVERSION MODELING USING MAGNETOTELLURIC DATA AT WAY SELABUNG GEOTHERMAL AREA, SOUTH OGAN KOMERING ULU REGENCY, SOUTH SUMATERA PROVINCE (Vol. 15).
- Khasmadin, M. F., & Harmoko, U. (2021). Kajian Potensi dan Pemanfaatan Energi Panas Bumi di Wilayah Kerja Panas Bumi Patuha Ciwidey. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan, 2(2), 101-113*. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11187>
- Listyani, T., & Budiadi, E. (2013). TINJAUAN HIDROGEOLOGI SEBAGAI PENDUKUNG POTENSI PANAS BUMI DAERAH GEDONGSONGO, JAWA TENGAH. *In Jurnal Teknologi (Vol. 6, Issue 1)*.
- Listyani, T., Budiadi, E., Misdiyanta, P., Geologi, P. T., & Pertambangan, P. T. (2022). Inventarisasi Manifestasi Panasbumi dan Potensi Geowisata di Provinsi Jawa Tengah. *In Jurnal Abdimas PHB (Vol. 5, Issue 1)*.
- LPPM UPNVY. (2017). 17.Paper Cisolok-min.
- Marzani, Y. (2013). SEMINAR NASIONAL ke 8 Tahun 2013: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL, 14 Desember 2013 S 37 KIMIA MATA AIR PANAS BUMI UNTUK PENGEMBANGAN PARIWISATA DI

- DAERAH SAMBOJA KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA PROPINSI KALIMANTAN TIMUR.
- Mongan, S. (2020). HILANG PANAS ALAMIAH MANIFESTASI PANAS BUMI DI DAERAH MINAHASA SULAWESI UTARA (Vol. 1).
- Mukhamad, F., Umam, F., Muhammad, D. W., Adityatama, D. P., & Purba, A. (2018). Tantangan Pengembangan Energi Panas Bumi Dalam Perannya terhadap Ketahanan Energi di Indonesia.
- Nurwahyudin, D. S., & Harmoko, U. (2020). Pemanfaatan dan Arah Kebijakan Perencanaan Energi Panas Bumi di Indonesia Sebagai Keberlanjutan Maksimalisasi Energi Baru Terbarukan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(3), 111-123. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.10032>
- Prasetyo, R., Laksmiingpuri, N., & Pratikno, B. (2017). *Karakterisasi Isotop dan Geokimia Area Panas Bumi Danau Toba, Sumatera Utara Isotopes and Geochemical Characterization of Toba Lake Geothermal Area, North Sumatera*.
- Raharjo, A. D. U. (n.d.). POTENSI PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK PANASBUMI SUHU RENDAH DI KABUPATEN PEGUNUNGAN ARFAK PROVINSI PAPUA BARAT.
- Raivel, R., & Firman, F. (2020). Geologi dan Panas Bumi Daerah Permandian Air Panas Mangolo Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara.
- Ramadhan, R. F., & Saputra, R. A. (2021). Identifikasi Area Prospek Panas Bumi Menggunakan Integrasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS dan DEM: Studi Kasus Batu Bini, Kalimantan Selatan. *Majalah Ilmiah Swara Patra*, 11(2), 37-50. <https://doi.org/10.37525/sp/2021-2/294>
- Rezky, Y., Zarkasyi, A., & Risdianto, D. (2012). MAKALAH ILMIAH.
- Risdianto, D., Hermawan, D., Kusnadi, D., Kholid, M., & Yuano Rezky Pusat Sumber Daya Geologi Jalan Soekarno-Hatta No, dan. (2013). SIMULASI NUMERIK SISTEM PANAS BUMI BITTUANG KABUPATEN TANATORAJA, SULAWESI SELATAN. *In Buletin Sumber Daya Geologi (Vol. 8)*.
- Subekti, R. A., & Harmoko, U. (2020). Overview dan Analisis Potensi Pemanfaatan Langsung (Direct Use) Panas Bumi pada Wilayah Kerja Panas Bumi Dieng Jawa Tengah. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(3), 133-141. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.10047>
- Suharno. (2012). 2012 Sain Mipa Sharno. Sains MIPA.
- Sukaryadi, D., Putriyana, L., Herdiani, N. P., Ketenagalistrikan, P., Baru, E., Energi, K., Ciledug, J., Kav, R., 109 Cipulir, K., Lama, J., & Selatan, I. (2016). KAJIAN SUMUR PANAS BUMI UNTUK PLTP SKALA KECIL DI LAPANGAN PANAS BUMI RANTAU DEDAP, SUMATERA SELATAN GEOTHERMAL WELL ANALYSIS FOR SMALL SCALE GEOTHERMAL PLANT IN RANTAU DEDAP GEOTHERMAL FIELD, SOUTH SUMATERA (Vol. 15, Issue 2).
- Umar, E. P., Nawir, A., Husain, J. R., Tamar, K. R., . M., . J., & Wakila, M. H. (2020). ANALISIS FLUIDA DAN PEMANFAATAN MATA AIR PANAS DAERAH SULILI KABUPATEN PINRANG PROVINSI SULAWESI-SELATAN. *Jurnal Geosaintek*, 6(3), 161. <https://doi.org/10.12962/j25023659.v6i3.8108>
- Zulwidyatama, W. (2014). ANALISIS GEOKIMIA FLUIDA UNTUK PENENTUAN POTENSI SUMBERDAYA PANASBUMI LAPANGAN ZW, KABUPATEN GARUT, PROVINSI JAWA BARAT.