

## **Pemetaan Potensi Energi Panas Bumi Pada Provinsi Sumatera Utara Berbasis Digital Melalui Quantum GIS**

<sup>1)</sup> \* **Agung Dwi Laksono**, <sup>1)</sup> **Ahmad Afif Setiawan Habibi**, <sup>1)</sup> **Deva Tri Febiana**, <sup>1)</sup> **Nida Ayu Magfiroh Bahri**, <sup>1)</sup> **Sa'adatun Nisa'**, <sup>2)</sup> **Siti Diah Ayu Febriani**.

<sup>1)</sup> *Mahasiswa Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Jember, Indonesia*

<sup>2)</sup> *Dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Jember, Indonesia*

e-mail: <sup>1)</sup> \* [agungcarlos22@gmail.com](mailto:agungcarlos22@gmail.com), <sup>2)</sup> \* [siti\\_diah@polije.ac.id](mailto:siti_diah@polije.ac.id)

Diterima: 05.01.2022, Disetujui: 29.11.2022, Diterbitkan: 14.12.2022

### **ABSTRACT**

The location of Indonesia, which is located between three major tectonic plates, has an advantage in the field of alternative energy, namely geothermal heat. This research was conducted in order to facilitate the government and the community in North Sumatra Province regarding the existing geothermal potential. Geothermal energy or can be called geothermal is heat energy contained in water fluid or in the form of steam, liquid or a mixture of both which is at a depth of more than 1 kilometer below the earth's surface. Indonesia has geothermal potential of 40% of the total geothermal potential in the world, Indonesia is in second place, which is 23.76 GigaWatt (GW). One example is in North Sumatra in the Sarulla (330 MW) and Sibayak (120 MW) and Dolok Marawa (38 MW) areas. This study aims to create a mapping of geothermal potential in the province of North Sumatra using Quantum GIS by conducting literature studies, data collection, data management and map visualization on Quantum GIS. reduce the use of fossil energy that is not friendly to the environment. The results show that the largest Geothermal Working Capacity Area (WKP) in North Sumatera is in South Tepanuli Regency with a total of 1,046 MW in Sibual Buali WKP and the second highest is Mandailing Regency of 240 MW.

*Keywords: Geothermal, North Sumatera, and Quantum GIS*

### **ABSTRAK**

Letak Indonesia yang berada diantara tiga lempeng besar tektonik mendapatkan keuntungan di bidang energi alternatif yaitu pans bumi. Penelitian ini dilakukan agar memudahkan pemerintah maupun masyarakat di Provinsi Sumatera Utara terkait potensi panas bumi yang ada. Energi panas bumi atau bisa disebut geothermal merupakan energi panas yang terkandung dalam fluida air atau dalam bentuk uap, cair maupun campuran keduanya yang berada pada kedalaman lebih dari 1 kilometer di bawah permukaan bumi. Indonesia memiliki potensi panas bumi sebesar 40% dari total potensi panas bumi di dunia, Indonesia berada di nomor urut kedua yaitu sebesar 23,76 GigaWatt (GW). Salah satu contohnya adalah di wilayah Sumatera Utara pada daerah Sarulla (330 MW) dan Sibayak (120 MW) serta Dolok Marawa (38 MW). Penelitian ini bertujuan untuk membuat pemetaan potensi panas bumi di provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan Quantum GIS dengan melakukan studi literatur, pengumpulan data, pengelolaan data dan visualisasi peta pada Quantum GIS, harapannya dengan adanya penelitian ini potensi panas bumi tersebut dapat digunakan secara optimal sebagai upaya untuk mengurangi penggunaan energi fosil yang tidak ramah bagi lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Wilayah Kapasitas Kerja Panas Bumi (WKP) terbesar di Sumatera Utara berada di Kabupaten Tepanuli Selatan dengan total 1.046 MW pada WKP Sibual Buali dan tertinggi kedua yaitu kabupaten Mandailing sebesar 240 MW.

**Kata kunci: Panas Bumi, Sumatera Utara, dan Quantum GIS**

## I. Pendahuluan

### A. Latar Belakang

Berdasarkan kondisi geologis Indonesia, Indonesia terletak diantara tiga lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Hal ini menyebabkan Indonesia memiliki banyak gunung berapi aktif, memiliki tanah yang subur, kaya akan hasil tambang dan memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi sehingga Indonesia lebih unggul dibandingkan negara lainnya. Dari ujung pulau Sumatera sampai dengan wilayah Timur Indonesia terdapat banyak gunung api yang berpotensi tinggi sebagai sumber energi alternatif panas bumi atau *geothermal*.

Energi *geothermal* adalah energi panas yang terkandung dalam fluida air atau dalam bentuk uap, cair maupun campuran keduanya yang berada pada kedalaman lebih dari 1 kilometer di bawah permukaan bumi. Penggunaan panas bumi di Indonesia masih rendah sedangkan Indonesia memiliki potensi sebesar 40% dari total potensi *geothermal* di dunia. Dalam kajian Think Geo Energy pada tahun 2020, Indonesia berada di nomor urut kedua dalam potensi *geothermal* yaitu sebesar 23,76 GigaWatt (GW). Tetapi menurut data terbaru dari Direktorat Panas Bumi, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi tercatat sumber daya panas bumi yang dimanfaatkan mencapai 1.948,5 MW yang terdiri dari 13 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) pada 11 Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP).

Untuk memudahkan dimana saja wilayah yang berpotensi sebagai PLTP yaitu dengan menggunakan aplikasi QGIS. QGIS merupakan suatu sistem yang terdiri dari *software*, *hardware*, manusia atau organisasi dan data yang berfungsi sebagai alat untuk memperoleh, memproses, mengelola, menyimpan, memanggil kembali, memanipulasi dan menganalisis serta menyajikan data dengan referensi geografi.

### B. Tujuan

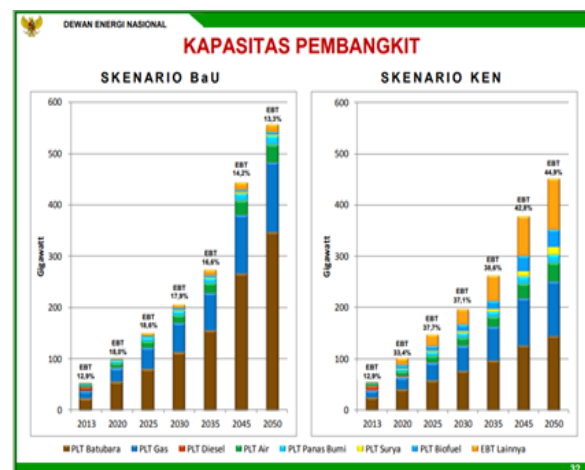
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memberikan informasi terkait potensi panas bumi di Sumatera Utara dalam bentuk peta menggunakan aplikasi Quantum GIS.

## C. Tinjauan Pustaka

### 1. Peran EBT di Indonesia

Produksi batubara terus meningkat selama periode 2003-2013 akibat naiknya ekspor batubara. Peran EBT pada tahun 2013 sebesar 8%, sedangkan Arifin dalam sambutannya pada acara Forum Kehumasan Dewan Energi Nasional (DEN) mengatakan bahwa “target pemerintah dalam bauran energi baru terbarukan pada tahun 2025 adalah sebesar 23%” dan untuk mencapai target tersebut dibutuhkan upaya peningkatan pangsa EBT yaitu dengan memanfaatkan potensi-potensi EBT ada di Indonesia.

Pada scenario BaU (business As Usual) pasitas pembangkit tahun 2021 naik menjadi 150GW dan pada tahun 2050 sebesar 555 GW. Sedangkan pada scenario KEN (kementerian Energi Nasional) kapasitas pembangkit naik dengan laju pertumbuhan lebih lambat 6,1% pertahun selama taun proyeksi. Hal ini berbanding lurus dengan scenario BaU dan KEN untuk Pembangkit EBT. Dimana pada scenario BaU pembangkit EBT pada tahun 2013 sebesar 8,6GW, 28 GW pada tahun 2021, dan 74 GW pada tahun 2050. Pada scenario KEN setelah tahun 2035 pembangkit EBT dominan dengan rata rata sebesar 40%.



Gambar 1. Grafik kapasitas pembangkit  
Sumber: Dewan Energi Nasional 2014

### 2. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) merupakan pembangkit listrik alternatif yang berasal dari energi panas bumi. Sumber panas bumi di Indonesia dibedakan

menjadi tiga yaitu energi panas bumi uap, energi panas bumi air panas, dan energi panas bumi batuan panas. Terjadinya sumber energi panas bumi di Indonesia serta karakteristiknya dijelaskan oleh Budihardi (1998) sebagai berikut. Ada tiga lempengan yang berinteraksi di Indonesia, yaitu lempeng Pasifik, lempeng India-Australia dan lempeng Eurasia. Tumbukan yang terjadi antara ketiga lempeng tektonik tersebut telah memberikan peranan yang sangat penting bagi terbentuknya sumber energi panas bumi di Indonesia. Sumber energi panas bumi di Indonesia dijelaskan oleh Sistem panas bumi di Indonesia umumnya memiliki temperatur tinggi sebesar ( $>225^{\circ}\text{C}$ ), dengan temperatur sedang sebesar ( $150-225^{\circ}\text{C}$ ) dan pada umumnya merupakan sistem hidrotermal panas bumi jenis ini terbentuk sebagai hasil perpindahan secara konduksi dan konveksi. Terdapat empat hal penting yang sangat berpengaruh untuk sistem panas bumi yaitu sumber panas (Hot Source), fluida panas bumi, *reservoir*, dan batuan penutup (caprock).

### 3. Potensi PLTP

Indonesia terletak di daerah “ring of fire” atau biasa disebut dengan cincin api. Sisi buruk dari letak ini adalah Indonesia menjadi negara yang rawan akan bencana alam, sedangkan sisi baiknya potensi sumber daya alam yang melimpah ruah. Berada di daerah *ring of fire* membuat Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang besar yaitu panas bumi.

Panas bumi merupakan salah satu energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. Pada dasarnya prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) hampir sama dengan PLTU yang membedakan adalah bahan bakar. PLTU menggunakan bahan bakar batubara sedangkan PLTP memanfaatkan panas yang berasal dari perut bumi. Untuk mendapatkan panas bumi dibutuhkan pengeboran sedalam kurang lebih 4 kilometer.

Menurut Herman Darnel Ibrahim dalam acara Organizing Committee World Geothermal 2010, beliau adalah Vice President International Geothermal Association. Total potensi panas bumi di dunia mencapai 40.000 GW, sedangkan kebutuhan energi seluruh dunia setara 15.000 GW. “Potensi *geothermal* dunia itu setara 40.000 GW sedangkan kebutuhan energi dunia setara 15.000 GW jadi *geothermal* sendiri secara teori dapat mengatasi

keperluan energi dunia”, ujar Herman Darnel Ibrahim. Potensi panas bumi di Indonesia mampu menggantikan energi fosil namun hingga saat ini pemanfaatan belum bisa dilakukan secara maksimal karena adanya beberapa faktor baik dari segi perizinan, biaya investasi awal yang tinggi, dan lain-lain.

Menurut data PT Pertamina Geothermal Energy (PGE), Indonesia memiliki 40% dari seluruh potensi panas bumi di dunia. Sumber-sumber tersebut tersebar di 251 lokasi Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku, hingga ujung barat Papua. Dari 40% potensi energi panas bumi yang ada di Indonesia, pemanfaatan energi tersebut saat ini baru mencapai 4,2% (1.189 MW), masih berkaitan dengan peningkatan pemanfaatan panas bumi pemerintah telah menyusun roadmap pemanfaatan energi panas bumi. Roadmap tersebut dituangkan dalam Kebijakan Energi Nasional dan menargetkan pemanfaatan panas bumi menjadi 5% pada tahun 2025 atau setara dengan kapasitas PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) sebesar 9.500 MW.

### 4. QGIS

GIS singkatan dari *Geographic Information System* yang dalam Bahasa Indonesia yaitu Sistem Informasi Geografis. GIS atau SIG yaitu suatu sistem yang terdiri dari *software*, *hardware*, manusia/organisasi dan data yang berfungsi untuk alat agar memperoleh, memproses, mengelola, menyimpan, memanggil kembali, memanipulasi dan menganalisa serta menyajikan data dengan referensi geografi (lokasi/ruang) dan agar bisa digunakan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks. GIS atau SIG tersebut merupakan sistem informasi berbasis komputer khusus untuk mengkaji dan menyajikan data geografis. Salah satu bentuk penerapan GIS adalah peta oleh karena itu produsen peta tersebut merupakan pengguna dan pengembang GIS. Hal yang dibutuhkan QGIS yaitu, membutuhkan data untuk menghasilkan data, membutuhkan *hardware*, membutuhkan *software* *aps*, terdiri dari pengguna (user) dan pemanfaat (konsumen), pelaku dan pengelas GIS. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2017). Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1. Jakarta: Direktorat Panas Bumi.

## II. Metode Penelitian

Jenis metodologi yang digunakan adalah metode *Systematic Literature Review* (SLR) dimana peneliti mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi, dan menafsir potensi PLTP di daerah Sumatera Utara.

Tabel 1. Pelaksanaan penelitian

No.	Waktu	Bab Pengkajian	Detail Pengkajian
1.	1 Desember 2021	Judul penelitian	Menentukan letak daerah potensi EBT yang akan diteliti
2.	5 Desember 2021	Pendahuluan	Latar belakang pengambilan judul penelitian
3.	15 Desember 2021	Tinjauan Pustaka	Pengambilan data secara teoritis yang berhubungan dengan judul
4.	20 Desember 2021	Metodologi	Penentuan jenis metodologi yang akan digunakan
5.	24 Januari 2021	Data dan pembahasan	Pengkajian data yang dihasilkan
6.	1 Januari 2021	Penutup	Berisi kesimpulan dan saran yang bisa dijadikan bahan evaluasi
7.	2 Januari 2022	Abstrak	Membuat ringkasan keseluruhan

## III. Hasil dan Pembahasan

### A. Data

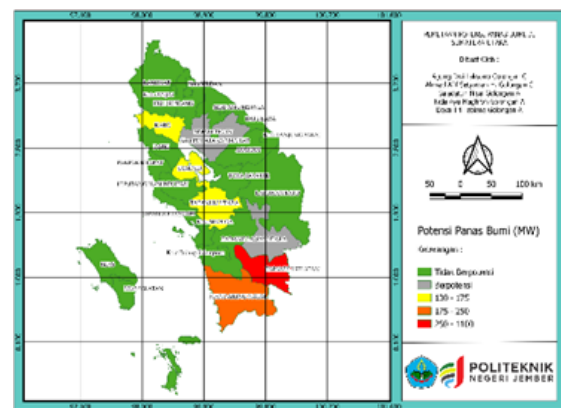
Tabel 2. Data Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP)

No	Wilayah WKP	Kabupaten	Total Kapasitas Potensi yang diketahui (MW)
1	WKP Sorik Marapi Roburan Sampuraga	Mandailing Natal	240 MW
2	WKP Sipoholon Ria-Ria	Tapanuli Utara	172 MW
3	WKP Samosir	Samosir	150 MW
4	WKP Sibual Buali	Tapanuli Selatan	1.046 MW
5	WKP Gunung Sibayak – Gunung Sinabung	Karo	114 MW

Tabel 3. Data Potensi Panas Bumi

No	Wilayah Potensi	Kabupaten	Potensi (MW)
1	Potensi Dolok Marawa	Simalungun	52 MW
2	Potensi Panas bumi Pincurak	Mandailing	50 MW
3	Potensi Panas Bumi Sibubuhan	Padang Lawas	100 MW

### B. Pembahasan Peta



Gambar 2. Peta Potensi Panas Bumi di Sumatera Utara

Tabel 4. Kapasitas Panas Bumi

No	Wilayah (Kabupaten)	Kapasitas	Kategori
1.	Simalungun	52 MW	Rendah
2.	Mandailing	50 – 240 MW	Tinggi
3.	Samosir	150 MW	Sedang
4.	Tapanuli Utara	172 MW	Sedang
5.	Padang Lawas	100	Sedang
6.	Tapanuli Selatan	1.046 MW	Tinggi
7.	Karo	114 WH	Sedang

Keterangan:

Rendah = > 100 MW

Sedang = 100 – 225 MW

Tinggi = 225 – 707 MW

Pada tabel diatas, kabupaten yang memiliki Wilayah Kapasitas Kerja Panas Bumi (WKP) terbesar di Sumatera Utara yaitu pada kabupaten Tapanuli Selatan dengan total kapasitas sebesar 1.046 MW dengan WKP

Sibual Buali. Sibual Buali sudah ditetapkan menjadi WKP. Tertinggi dengan urutan kedua yaitu pada Kabupaten Mandailing dengan total kapasitas sebesar 240 MW. Untuk kategori sedang berada pada kabupaten Samosir dan Tapanuli Utara. Samosir dengan daya sebesar 150 MW dan Tapanuli Utara sebesar 172 MW.

Kategori sedang dan belum termasuk Wilayah Kapasitas Kerja Panas Bumi (WKP) atau hanya berpotensi yaitu Kabupaten Padang Lawas dengan kapasitas sebesar 100 MW. Sedangkan kategori rendah yaitu pada Kabupaten Simalungun dengan kapasitas 52 MW, dan Kabupaten Mandailing juga terdapat menjadi Wilayah Kapasitas Kerja Panas Bumi (WKP) dengan SK dan sudah beroperasi. Sedangkan yang berpotensi masih belum beroperasi, hal ini dapat dikembangkan dan diterapkan menjadi pembangkit listrik tenaga panas bumi sehingga perlu adanya kelanjutan agar dapat dikelola dengan baik.

Pengaruh besar kecilnya kapasitas terbangkit dari panas bumi tergantung pada jumlah energi panas bumi setiap daerah tersebut berbeda-beda. Daerah yang memiliki kandungan besar berarti memiliki kandungan panas yang tinggi pula sehingga sangat baik untuk dibangun pembangkit atau PLTP.

Sumber data yang digunakan dalam penulisan ini yaitu data yang relevan lalu dikelola menjadi peta menggunakan aplikasi QGIS sehingga terbentuk pembagian potensi panas bumi di daerah Sumatera Utara, sehingga dapat ditelaah dan dibaca dengan mudah. Wilayah yang berpotensi dengan total kapasitas sebesar 50 MW.

Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi yang paling banyak memiliki Wilayah Kapasitas Kerja Panas Bumi (WKP) dan potensi energi panas bumi yang terdapat di berbagai kabupaten. Ada 2 kondisi Panas Bumi di Sumatera Utara yaitu Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) dan Berpotensi. Kedua kondisi tersebut berbeda karena WKP sudah ditetapkan

#### IV. Kesimpulan

Indonesia merupakan salah satu Negara yang memiliki banyak potensi energi terbarukan, khususnya panas bumi. Sekitar 40 % potensi panas bumi dunia terletak di Indonesia yang tersebar di beberapa wilayah seperti Sumatera, Sulawesi, Jawa dan Bali.

Khususnya di daerah Sumatera Utara berdasarkan sumber data yang diperoleh terdapat 7 kabupaten yang sudah menjadi Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) ataupun yang masih berpotensi untuk diterapkan dan diproduksi suatu pembangkit listrik tenaga Panas Bumi. Sumatera Utara tepatnya di daerah Sarulla termasuk dalam kategori wilayah dengan potensi panas bumi terbesar di dunia yang dapat diterapkan dan diproduksi dengan kapasitas total lebih dari 1000 MW. Panas bumi terbesar pada wilayah Sumatera Utara terletak di Kabupaten Padang Lawas dengan total kapasitas sebesar 476 MW, sedangkan kapasitas terbangkit paling rendah terdapat pada kabupaten Karo dengan kapasitas sebesar 12 MW.

Ada 2 kondisi panas bumi di Sumatera Utara yaitu Wilayah Kapasitas Kerja Panas Bumi (WKP) dan potensi energi panas bumi. Biasanya yang sudah ditetapkan menjadi Wilayah Kapasitas Kerja Panas Bumi (WKP) dengan SK dan sudah beroperasi. Sedangkan yang berpotensi masih belum beroperasi namun dapat dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga panas bumi.

Aplikasi QGIS dapat dijadikan sebagai *software* untuk pemetaan suatu daerah, karena sistem yang dimiliki terbilang mudah dan juga lengkap. Berdasarkan percobaan yang dilakukan aplikasi QGIS dapat mempermudah pemerintah untuk mengolah data panas bumi yang ada di Sumatera Utara, karena sumber dalam bentuk data dapat dikemas menjadi peta sehingga data yang kita peroleh dengan mudah terbaca.

#### Daftar Pustaka

- Adiatma, A. P. (2020). *Laporan Status Energi Bersih Indonesia*. Jakarta: Institute for Essential Services Reform (IESR).
- Alisafa, L. O. (2018). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) di Desa Kaindi Kecamatan Lainya Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Fokus Elektroda (Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali)*.

- Bahri, S., Midyanti, D. M. dan Hidayati, R. (2020). Pemanfaatan QGIS untuk Pemanfaatan Fasilitas Layanan Masyarakat di Kota Pontianak. *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, 5. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/ini-dia-sebaran-pembangkit-listrik-panas-bumi-di-indonesia>.
- Dewan Energi Nasional. 2014. Outlook Energi Indonesia 2014.
- Febriadi, F. D., Hutabarat, J. dan Hendri, R. (2020). Potensi Permeabilitas Daerah Prospek Panas Bumi Sorik Marapi, Mandailing Natal, Sumatera Utara. *Padjajaran Geoscience Journal*.
- Hardianto, R., Fajrizal, F. dan Darmayunata, Y. (2020). Pelatihan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Lokasi Lembaga Swadaya Masyarakat di Krsbangpol Pekanbaru. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 78-85.
- Hawi, F. N., Ramdani, F., dan Rokhmawati, R. I. (2018). Evaluasi Tampilan Antarmuka QGIS dan ArcGIS Menggunakan Pendekatan User-Concentred Design (UCD): Study Kasus Fungsi Geoprocessing Tools. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2, 2851-2852.
- Ismail, A. (2017). *Modul Pelatihan Pengolahan Data GeoSpasial Menggunakan Quantum GIS*. Jakarta: Direktorat Perencanaan dan Evaluasi Pengelolaan DAS.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2017). *Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Panas Bumi.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). *Sebaran Pembangkit Listrik Panas Bumi di Indonesia*. Retrieved September 23, 2021, from [esdm.go.id](https://www.esdm.go.id):
- Mudassir, R. (2021). *Punya Potensi Besar, Energi Panas Bumi Masih Kurang Dimanfaatkan di Indonesia*. Retrieved Januari 2, 2022, from [bisnis.com](https://bisnis.com): [https://ekonomi.bisnis.com/read/20210926/44/1446892/punya-potensi-besar-energi-panas-bumi-masih-kurang-dimanfaatkan-di-indonesia#:~:text=Berdasarkan%20kajian%20Think%20Geo%20Energy,%2C76%20gigawatt%20\(GW\)](https://ekonomi.bisnis.com/read/20210926/44/1446892/punya-potensi-besar-energi-panas-bumi-masih-kurang-dimanfaatkan-di-indonesia#:~:text=Berdasarkan%20kajian%20Think%20Geo%20Energy,%2C76%20gigawatt%20(GW))
- Octavani, A.S., Kadri, M. (2018). Analisis Resistivitas Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Werner-Schlumberger dan Dipole-dipole di Daerah Gheothermal Gunung Sibayak Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Einstein*.
- Panasbumi Sumatera Utara Munculkan Pembangkit Terbesar di Dunia*. (2019). Retrieved Desember 3, 2021, from [pabumnews](https://www.panasbuminews.com): <https://www.panasbuminews.com/panasbumi-sumatera-utara-munculkan-pembangkit-terbesar-di-dunia/>
- Risakotta, M. Y. S. (2019). Potensi Energi Panas Bumi dan Rekomendasi Pemanfaatannya pada Daerah Haruku Maluku Tengah. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 13.
- Simanulang, Y. D. dan Kadri, M. (2020). Karakterisasi Struktur Bawah Tanah di Daerah Potensi Geothermal Kabupaten Mandailing Natal dengan Metode Magnetik. *Einstein (e-Journal)*.
- Tampubolon dan E, Yahezkiel (2020). *Studi Prakiraan Potensi Pembangkit Listrik Panas Bumi di PLTP Sarulla*. Medan: Skripsi Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Sumatera  
Utara.

Utami, R. B., Sasmito, B. dan Bashit, N.  
(2019). Analisis Rekomendasi Daerah  
PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga  
Panas Bumi) Menggunakan Sistem  
Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi  
Undip*, 8.

Wulandari, T. (2021). *Kondisi Geologis  
Indonesia: Pengertian, Penjelasan,  
dan Dampaknya Lengkap*. Retrieved  
January 2, 2022, from DetikEdu:  
[https://www.detik.com/edu/detikpedia/  
d-5669463/kondisi-geologis-  
indonesia-pengertian-penjelasan-dan-  
dampaknya-lengkap](https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5669463/kondisi-geologis-indonesia-pengertian-penjelasan-dan-dampaknya-lengkap)