

**IDENTIFIKASI POTENSI PANAS BUMI KAWASAN GUNUNG
GEUREUDONG MENGGUNAKAN LANDSAT 8 OLI SERTA
REKOMENDASI LOKASI PEMBANGKIT LISTRIK PANAS BUMI**

Lyska Coyoga¹, Arifima Nurlaila Dewi² and Roisah Salsabila³
Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri
Yogyakarta, Indonesia

¹lyskacoyoga.2018@student.uny.ac.id, ²arifima2048fis.2019@student.uny.ac.id,

³roisahsalsabila.2019@student.uny.ac.id

Abstrak

The potential of geothermal areas lies in the area of volcanic formation and manifestations in the form of hot water are indicators of geothermal potential. One of the areas that hold considerable geothermal potential is the Mount Geureudong area. The purpose of the study is to identify, and determine the recommended areas and sustainable development goals of potential exploration plans in the Mount Geureudong area. Research Using remote sensing techniques. In Landsat 8 processing, thermal channels can be used so that the results show surface spectral characteristics, temperature anomalies, and several parameters that can indicate the presence of geothermal potential. Land classification, land height, and environmental conditions utilize geographic information systems. Mount Geureudong in Central Aceh Regency is thought to have considerable geothermal potential. The magnitude of the geothermal potential is analyzed in a geographic information system so that it can determine the location of the construction of the Geothermal Power Plant in the appropriate area. As well as, having a distance between the calculation of exploration activities and the surrounding settlements. Based on the results of Land Surface Temperature, show the potential for Geothermal Power Plants to be built in Pintu Rime Gayo, and Wih Pesam Districts. Because it is traversed also by a fault.

Keywords: Geothermal, Landsat, Remote Sensing, Geothermal Power Plant,
Geographic Information System

Pendahuluan

Sederhananya, listrik merupakan kebutuhan mendasar yang esensial bagi negara-negara di dunia termasuk Indonesia. Listrik berperan penting kehidupan sehari-hari dalam menunjang pertumbuhan perekonomian bagi negara Indonesia. Secara umum, peningkatan kebutuhan listrik terkait erat dengan dinamika jumlah dan kualitas penduduk, serta aktivitas pertumbuhan ekonomi, keperluan pertanian, industri hingga keperluan domestik yang sesuai (Gizawi *et al.*, 2017). Indonesia berada dalam kerangka struktural dunia, yang erat kaitannya dengan potensi energi panas bumi.

Sumber energi panas bumi Indonesia tersebar salah satunya di kawasan Gunung Geureudong, Bener Meriah, diperkirakan memiliki potensi geotermal sebesar 110 megawatt. Rencana pengembangan PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) Gunung Geureudong di Bener Meriah yang terletak di Provinsi Aceh, sebagai rencana alternatif bagi pemenuhan listrik Provinsi Aceh. Energi panas bumi didefinisikan sebagai suatu *reservoir*, energi tersebut bersifat ramah dan terbarukan hal tersebut yang menjadi keunggulannya. Energi panas bumi hanya dapat ditransfer dalam bentuk energi listrik, maka nantinya sangat ideal untuk dimanfaatkan memenuhi kebutuhan energi lokal salah satunya di Provinsi Aceh.

Gunung Geureudong adalah daerah pegunungan stratovolcano kompleks yang berukuran sangat besar memiliki diameter sekitar 18 km dengan kerucut muda. Usia pegunungan Geureudong berkisar dari pleistosen hingga holosen. Juga tersebar berupa perselingan piroklasik andesitik-dasitik dan batuan lava. Diperkiraan batuan pada gunung Geureudong tersusun terdiri dari batuan metamorf tingkat rendah, intrusi granit hingga batuan sedimen. Tanda-tanda manifestasi panas dan zona alterasi pada gunung Geureudong ditemukan pada empat wilayah yaitu Wih Pesam, Uning Bertih, Pepanji dan Wih Porak. Permeabilitas bawah permukaan mempunyai hubungan dengan struktur dasar bawah laut yang sejajar dengan struktur besar Sumatera dan struktur terarah Timur Laut -Barat daya yang sejajar dengan gaya tekan horizontal. Manifestasi panas di permukaan serta distribusinya alterasi hidrotermal adalah indikator terbaik dalam menentukan prospek Panas Bumi (Donato *et al.*, 2021).

Pengembangan energi alternatif berupa energi panas bumi memiliki implikasi akan menimbulkan dampak salah satunya dampak lingkungan hidup, dampak tersebut dapat menimbulkan dari segi negatif hingga merugikan sekitar dan dapat juga menimbulkan dampak positif atau menguntungkan bagi lingkungan hidup sekitar, sehingga dampak tersebut yang ditimbulkan oleh kegiatan pengembangan panas bumi yaitu pada komponen biofisik (Gizawi *et al.*, 2017). Pertimbangan Identifikasi potensi panas bumi dan rekomendasi salah satu langkah strategis dalam menangani permasalahan pengembangan energi panas bumi, sehingga nantinya dapat berdampak langsung kepada masyarakat dengan meminimalisir dampak negatif disekitar pembangunan.

Upaya pemanfaatan pengembangan energi panas bumi juga sejalan dengan

sustainable development goals nomor 7 yang bertujuan untuk memastikan bahwa setiap orang memiliki akses terhadap energi yang terjangkau, andal, berkelanjutan, dan modern. Pembangunan panas bumi selanjutnya mendukung tujuan nomor 13 (aksi iklim) secara langsung ketika panas bumi energi digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Juga akan memperluas infrastruktur dan meningkatkan teknologi modern dan berkelanjutan untuk negara berkembang terutama Indonesia dan mempertimbangkan dampak lingkungan dan dukungan pembangunan *sustainable development goals* 2030.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi rencana eksplorasi panas bumi dengan sistem informasi geografis di kawasan Gunung Geureudong. Tujuan penelitian yang kedua adalah untuk menentukan wilayah rekomendasi lokasi pembangkit listrik panas bumi di Bener Meriah. Tujuan ketiga dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan potensi panas bumi dalam pembangunan berkelanjutan di Kawasan Gunung Geureudong.

Metode Penelitian

A. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Gunung Geureudong, Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh. Beberapa Kabupaten seperti Bener Meriah, Aceh Tengah, serta Aceh Utara di kawasan Gunung geureudong memiliki potensi panas bumi yang tinggi. Lokasi penelitian secara rinci berada di Kabupaten Bener Meriah, Nanggroe Aceh Darussalam. Pada tahun 2014 Kabupaten Bener Meriah ditetapkan menjadi Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP). Hal inilah yang menjadi alasan dipilihnya Kabupaten Bener Meriah sebagai lokasi penelitian. Dipilihnya lokasi ini dengan alasan, karena lokasi ini memiliki potensi geotermal sebesar 120 mw dan terdapat sistem panas bumi pada Gunung Geureudong yang ditandai dengan temuan beberapa manifestasi seperti fumarol, batuan teralterasi, dan mata air panas (Hakim *et al.* 2017).

B. Data dan Alat

Dalam penelitian ini, alat dan data yang digunakan terdiri dari:

Tabel 1. Data dan Alat

Data	Alat
Citra Landsat 8 Oli 2A 2021/11/20	Asus VivoBook 14 Core i3 Gen 11 Ram 8
Geoportal Bener Meriah	Software dalam Pengolah Citra

BPS (Bener Meriah Dalam Angka) 2021
 Peta RBI Skala 1: 25.000
 Demnas Lembar Bener Meriah
 Hillshade SRTM 20 Minutes
 Penggunaan Lahan KemLHK 2020

ArcGIS 10.3
 Microsoft Office 2016 untuk membuat laporan
 Software Pembuatan diagram alir

C. Tahap Pengumpulan Data

Studi literatur serta akumulasi data menjadi tahap pertama dalam penelitian ini. Informasi dikumpulkan berkaitan dengan pengolahan data citra satelit, analisis potensi panas bumi, dan analisis penggunaan lahan untuk mengoptimalkan potensi panas bumi. Data yang terkumpul kemudian diolah dan digunakan sebagai pendukung untuk melakukan analisis penggunaan lahan dan daerah potensi panas bumi. Data yang diolah adalah Peta RBI berskala 1:25.000 dan Citra Sentinel 2A.

D. Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data terdiri dari:

1. Untuk memperoleh Peta LST dan NDVI dilakukan pengolahan Citra Citra Landsat 8 Oli dengan langkah:
 - a) Data Citra Landsat 8 Oli yang dimanfaatkan untuk pengolahan LST terdiri dari band 5, 4, seta 10. Kemudian nilai NDVI dicari dengan menggunakan band 4 serta band
 - b) Melakukan proses koreksi citra (koreksi radiometric) yaitu *Digital Number* (DN) diubah menjadi *Spectral Radiance*. Peta Suhu Permukaan Tanah didapatkan dengan menghitung nilai *brightness temperature* dilanjutkan dengan pengolahan cell statis- mean padang masing-masing band *thermal*.
 - c) Melakukan transformasi NDVI, selanjutnya dibagi menjadi kelas-kelas kerapatan vegetasi sehingga menghasilkan Peta Kerapatan Vegetasi.
2. Pengolahan informasi kontur berskala 1:25.000 pada Peta RBI untuk mendapatkan Peta Ketinggian Lahan dan dan Peta Tutupan Lahan
 - a) Membuat data *Digital Elevation Model* (DEM) dengan teknik digitasi sehingga didapatkan vektor dari fitur kontur.
 - b) Data DEM yang sudah terkoreksi ke dalam format Raster dikonversikan lalu dilakukan reklasifikasi untuk mendapatkan Peta Ketinggian Lahan.

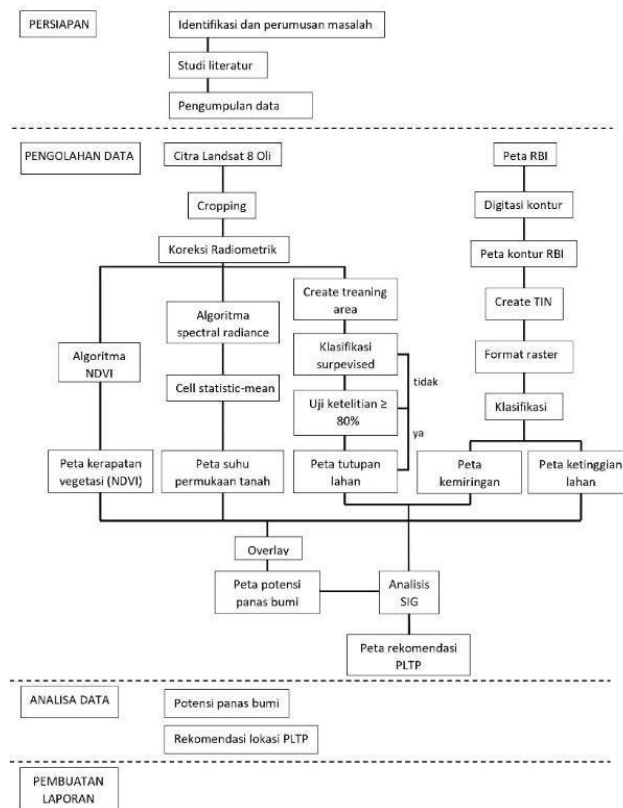
- c) Citra Landsat 8 Oli yang diproses menggunakan *maximum likelihood* kemudian dilakukan proses koreksi geometrik. Langkah pertama adalah menentukan area sampel piksel yang akan ditetapkan menjadi berbagai macam tutupan lahan. Hasil interpretasi dan peta RBI dijasikan sebagai kriteria untuk pengambilan sampel tutupan lahan. *Algoritma maximum likelihood* digunakan untuk memperoleh citra tutupan lahan dengan mengolah sampel yang didapatkan (Robawa, 2016).

E. Tahap Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis data metode overlay atau tumpang susun. Overlay atau tumpang susun merupakan bentuk penggabungan suatu peta yang bersifat digital beserta atributnya di peta yang bersifat digital lainnya. Hasil dari overlay adalah berupa peta penggabungan dari kedua peta yang didalamnya memuat informasi atribut (Maryono *et al.*, 2019). Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari persiapan, pengolahan data, analisis, dan penyusunan laporan. Peta tutupan lahan, kepadatan vegetasi, ketinggian lahan, suhu permukaan tanah dan penggunaan lahan di overlay sehingga menghasilkan peta rekomendasi wilayah PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) Gunung Geureudong untuk mengoptimalkan pembangunan berkelanjutan di Bener Meriah.

F. Tahap Penelitian

Dalam penelitian ini tahapannya terdiri dari pengumpulan data, pengolahan data, serta analisis data. Tahapan penelitian dijelaskan dalam diagram alir berikut:

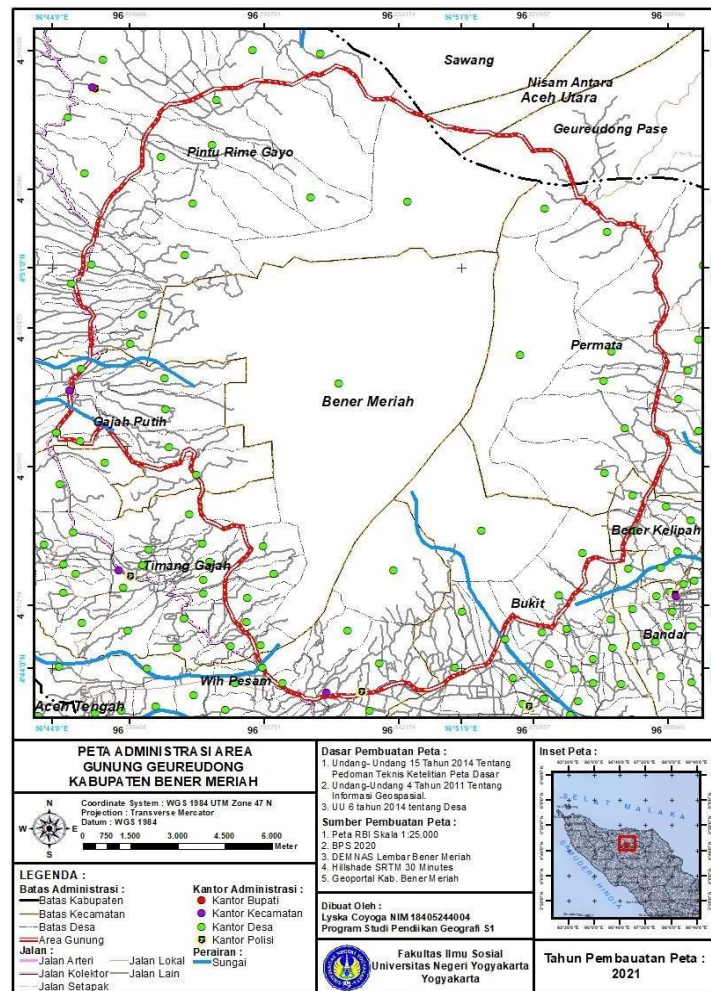


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

A. Administratif Gunung Geureudong

Gunung Geureudong adalah salah satu gunung api yang masih aktif. Secara administratif terletak di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh, Sumatera Barat. Secara astronomis Gunung Geureudong atau yang disebut Bur ni Geureudong atau Bur ni Telong terletak di sekitar 4.766 LU dan 96.813 BT (Muksin *et al.*, 2019). Keberadaan kerucut vulkan menandakan bahwa kawasan Gunung Geureudong merupakan kompleks vulkan. Lokasinya yang terletak pada deretan dari sesar Batee, Lampahan, Geureudong, Aceh, dan Seulimeum menyebabkan kawasan Gunung Geureudong berpotensi besar terjadi pergerakan lempeng.



Gambar 2. Peta Administrasi Wilayah Gunung Geureudong

Secara administratif, Gunung Geureudong terletak di kawasan Bukit Mulie, Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh. Letak astronomis Gunung Geureudong berada pada $4^{\circ}38'47''$ – $4^{\circ}88'32''$ LU dan $96^{\circ}44'42''$ – $96^{\circ}55'03''$ BT. Kecamatan yang memiliki potensi geothermal di kawasan Gunung Geureudong tersebar di Kabupaten Bener Meriah, antara lain Kecamatan Timang Gajah, Gajah Putih, Pintu Rime Gayo, Permata, Kecamatan Bukit, dan Wih Pesam. Selain itu, sebagian kawasan gunung tersebut juga berada di Kabupaten Aceh Utara, tepatnya di Kecamatan Geureudong Pase dan Nisam Utara.

B. Geologi Dan Geomorfologi Gunung Geureudong

Kabupaten Bener Meriah didominasi bentuklahan vulkanik berupa perbukitan dan pegunungan dengan tanah yang subur. Ditinjau dari aspek topografi, Kabupaten Bener Meriah memiliki kelas kelerengan yang bervariasi,

diantaranya: 0 – 8%; 8 – 15%; 15 – 25%; 25 – 40% dan; > 40%. Kelas kelerengan yang paling dominan di Kabupaten Bener Meriah adalah > 40% dimana luas wilayahnya mencapai 89.588,16 Ha (40,81%) dari luas wilayah keseluruhan kabupaten tersebut.

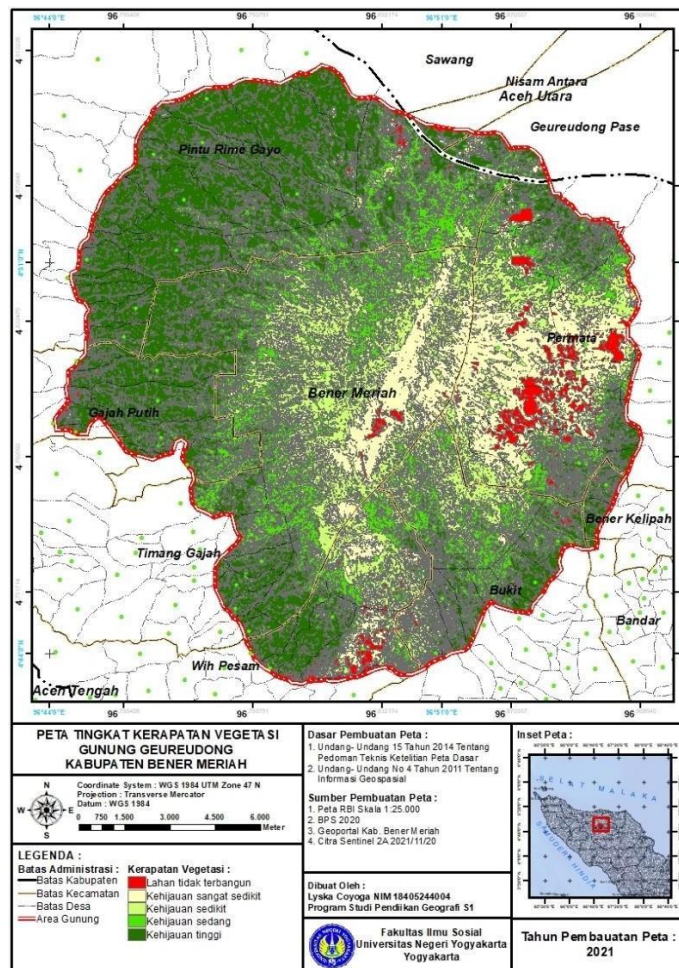
Gunung Geureudong adalah kompleks gunung besar yang memiliki 2 kerucut parasit muda bernama Gunung Bur ni Telong dan Gunung Pepanji di sebelah selatannya. Jenis batuan endapan yang terletak di kawasan Gunung Geureudong adalah batuan vulkanik Enang Enang (Qvee) (Cesarian, Abir and Isa, 2018). Kabupaten Bener Meriah memiliki potensi panas bumi, ditandai dengan asap fumarol yang tipis dan lemah. Terdapat tiga sumber air panas, yaitu Pemandian Air Panas Pondok Gresek di Kecamatan Bukit, Uning Pemandian Air Panas Bertih di Desa Lampahan, Wih Pesam dan Pemandian Air Panas di Pintu Kabupaten Rime Gayo (Isa *et al.*, 2022).

Pada peta geologi, Bener Meriah terletak di ujung patahan besar Sumatera. Kondisi geologi Kabupaten Bener Meriah terdiri dari jenis batuan vulkanik, batuan sedimen, dan aluvial (Amin, 2018). Terdapat tiga sistem patahan yang menjadi struktur geologi daerah Geureudong yaitu timur-barat, barat laut-tenggara, serta utara-selatan (Isa *et al.*, 2022). Sebaran batuan sedimen hampir merata di wilayah bagian selatan dan terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain sedimen kapur, glaukosit bermaterial halus, sedimen bermaterial kasar konglomerat, mika, dan batu pasir. Jenis batuan di Kabupaten Bener Meriah terdiri atas batuan beku, metamorf, batuan sedimen, batuan gunung api tua dan muda, dan batu gamping. Keberadaan batuan sedimen banyak ditemukan di daerah lembah dan mempengaruhi jenis tanah yang ada di wilayah tersebut. Jenis tanah yang banyak ditemukan di Kabupaten Bener Meriah adalah percampuran tanah kambisol dengan jenis tanah lain seperti regosol, gleisol, aluvial, podsolik, dan andosol.

C. Indeks Vegetasi Gunung Geureudong

Kawasan Gunung Geureudong memiliki kerapatan vegetasi tinggi jika dilihat dari hasil pengolahan NDVI. Kerapatan vegetasi rendah terdapat di wilayah Timang Gajah dan Permata dengan tingkat kehijauan sangat sedikit. Di sisi lain, terdapat pula wilayah lahan tidak terbangun dengan luasan kecil di Bener Meriah dan tersebar dengan luasan cukup besar di wilayah Permata. Jika

dikaitkan dengan peta tutupan dan ketinggian lahan, maka wilayah Bener Meriah dengan ketinggian >1.857 merupakan wilayah dengan vegetasi jarang. Jika diamati bersama peta distribusi suhu permukaan tanah, bagian yang menunjukkan adanya potensi panas bumi memiliki vegetasi yang beragam yakni jarang sampai lebat sehingga sebagian manifestasi panas bumi tidak mempengaruhi vegetasi di atasnya.



Gambar 3. Peta Kerapatan Vegetasi Gunung Geureudong

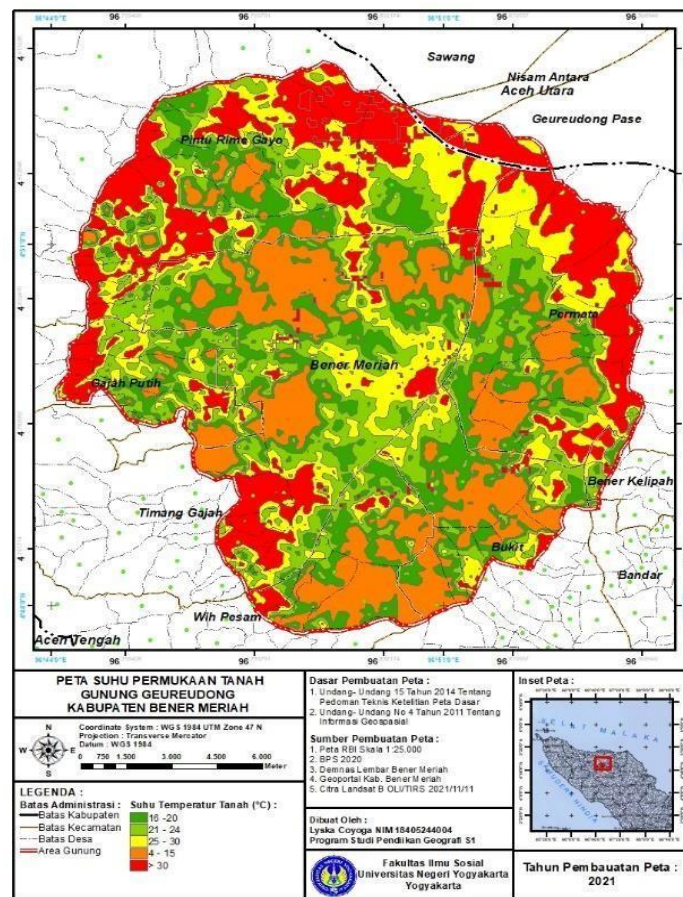
Peta tutupan lahan didapatkan dari hasil proses digitasi pada peta RBI. Terdapat 5 kelas tutupan lahan dari hasil proses digitasi yang ditunjukkan dalam (Gambar 3). Jika dilihat pada gambar, tutupan lahan Gunung Geureudong didominasi oleh hutan di Bener Meriah dengan kelas ketinggian tinggi hingga sedang yang kemudian dikelilingi oleh kebun dan campuran semak belukar di ketinggian yang lebih rendah. Area perkebunan dan sawah irigasi yang cukup luas terdapat pada bagian selatan dan utara Gunung Geureudong, dan sempit di wilayah kecamatan Permata. Selain itu, terdapat kawasan industri dan

pemukiman yang tersebar di sekeliling Gunung Geureudong di wilayah yang lebih rendah di antara perkebunan dan campuran semak.

Ketinggian lahan daerah Gunung Geureudong diperoleh dari data DEM lembar Bener Meriah dan geoportal Kabupaten Bener Meriah. Kelas ketinggian lahan daerah penelitian ini dibagi menjadi lima. Wilayah Bener Meriah berada di ketinggian $>1.857\text{m}$ dan wilayah lainnya dengan ketinggian yang sama dengan area sempit di Selatan Bener Meriah. Wilayah ini ditandai vegetasi rendah atau hutan yang jarang. Ketinggian Bener Meriah ini dikelilingi oleh wilayah lain dengan ketinggian yang lebih rendah ($1.406\text{m} - 1.627\text{m}$) seperti wilayah Permata dan Bukit di sebelah timur dengan identifikasi lahan kebun campuran dan hutan yang jarang. Sedangkan ketinggian lahan terendah ($754\text{m} - 1.158\text{m}$) terdapat di bagian barat hingga barat daya yakni wilayah Timang Gajah, Gajah Putih, dan Pintu Rime Gayo.

D. Identifikasi Potensi Rencana Eksplorasi Panas Bumi menggunakan *Land Surface Temperature*

Analisis potensi rencana eksploitasi panas bumi dilakukan dengan memanfaatkan teknologi SIG menggunakan data dari *Land Surface Temperature*. Sehingga diperoleh hasil nilai suhu permukaan tanah pada lokasi penelitian terbagi menjadi lima kategori yaitu $4-15^{\circ}\text{C}$ disimbolkan dengan warna oranye, $16-20^{\circ}\text{C}$ disimbolkan dengan warna hijau tua, $21-24^{\circ}\text{C}$ disimbolkan dengan warna hijau muda, $25-30^{\circ}\text{C}$ disimbolkan dengan warna kuning, serta $> 30^{\circ}\text{C}$ disimbolkan dengan warna merah. Pada peta, simbol merah teridentifikasi terletak pada sisi-sisi terluar dari lokasi penelitian. Suhu permukaan minimum tersebar di beberapa daerah dan identik di bagian dalam dan di bagian luar selatan dan tenggara area Gunung Geureudong (Gambar 4). Kawasan Wih Pesam dan Pintu Rime Gayo memiliki nilai temperatur yang tertinggi.

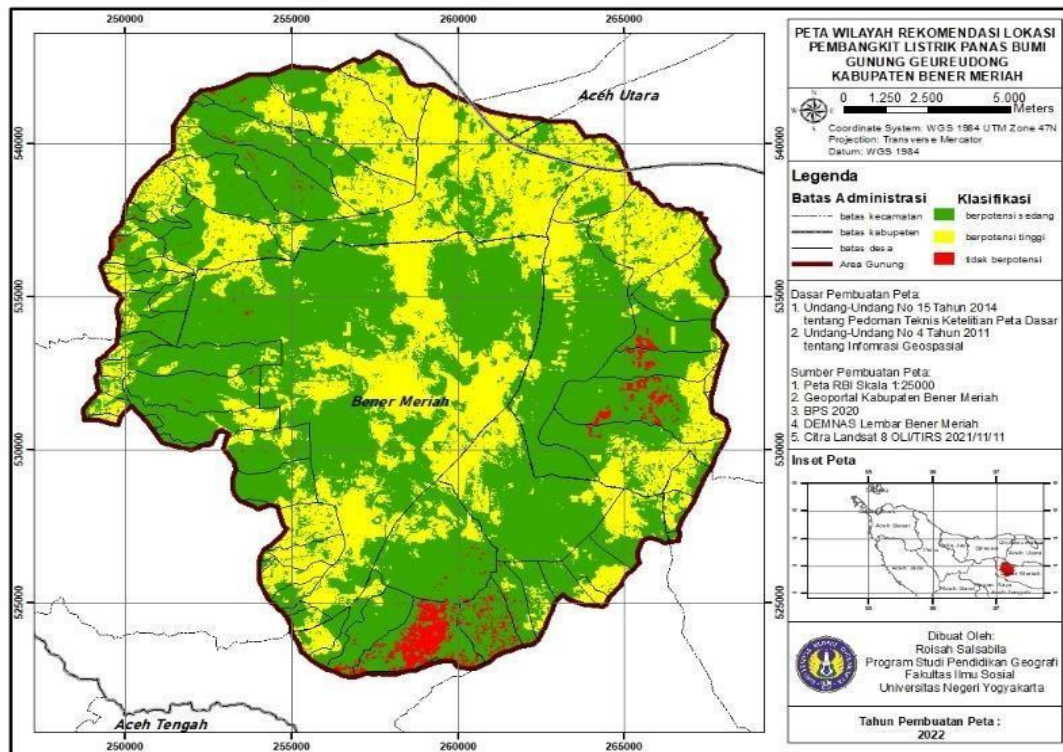


Gambar 4. Peta Suhu Permukaan Tanah Gunung Geureudong Kabupaten Bener Meriah

Fluida yang keluar dari bawah permukaan menyebabkan suhu permukaan pada daerah tersebut meningkat dibandingkan daerah sekitarnya. Sementara pada perbatasan kawasan Permata tergolong sedang. Manifestasi termal yang muncul dipengaruhi oleh nilai temperatur yang terekam oleh satelit (Hakim *et al.*2017).

E. Wilayah Rekomendasi Lokasi Pembangkit Listrik Panas Bumi Gunung Geureudong

Daerah yang sesuai untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) ditentukan berdasarkan parameter suhu permukaan tanah (*Land Surface Temperature/LST*), kemiringan, kerapatan vegetasi, tutupan lahan, dan ketinggian lahan. Selanjutnya data diolah dengan teknik analisis SIG menghasilkan peta wilayah rekomendasi lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Gunung Geureudong.



Gambar 5. Peta Wilayah Rekomendasi Lokasi Pembangkit Listrik Panas Bumi Gunung Geureudong Kabupaten Bener Meriah

Untuk rekomendasi lokasi PLTP dengan luas area penelitian sebesar 1.454,09 km² didapatkan area yang cocok untuk lokasi PLTP. Proses pengolahan data yang dilakukan menghasilkan tiga kategori lokasi PLTP yang terdiri dari lokasi berpotensi sedang dengan warna hijau, lokasi berpotensi tinggi dengan warna kuning, serta lokasi tidak berpotensi dengan warna merah (Gambar 5). Secara keseluruhan kecamatan di Kabupaten Bener Meriah berpotensi menjadi lokasi PLTP. Hal ini dikarenakan suhu permukaannya yang tinggi. Jika dikaitkan dengan analisis *Land Surface Temperature*, semakin tinggi suhu permukaan maka akan semakin berpotensi untuk dibangun PLTP (Gambar 4). Lokasi yang paling berpotensi dibangun PLTP berada di sekitar Kecamatan Sili Nara, Kecamatan Wih Pesam, dan Kecamatan Pintu Rime Gayo (Gambar 5).

Kecamatan Sili Nara, Kecamatan Wih Pesam, dan Kecamatan Pintu Rime Gayo berpotensi sebagai lokasi pembangunan PLTP dikarenakan daerah tersebut memiliki parameter penentuan lokasi PLTP yang cukup sesuai. Selain itu, sesar yang ada pada daerah tersebut menjadikan adanya manifestasi panas bumi yang tinggi. Meskipun daerah Kecamatan Sili Nara, Kecamatan Wih Pesam, dan

Kecamatan Pintu Rime Gayo memiliki vegetasi tinggi yang menunjukkan manifestasi panas bumi, namun nilai suhu permukaan di daerah tersebut juga tinggi (Hakim, L., *et al.*, 2017). Kondisi ini sedikit berbeda dengan teori dari (Fadlin *et al.*, 2020) yang mengatakan bahwa “semakin banyak vegetasi suatu daerah maka semakin kecil potensi panas buminya. Sedangkan semakin sedikit vegetasi suatu daerah maka semakin besar potensi panas buminya”. Hal ini dapat terjadi karena tingginya energi termal dari bawah permukaan akibat keberadaan sesar di tiga kecamatan tersebut.

F. Pembangunan Berkelanjutan Potensi Panas Bumi Gunung Geureudong

Indonesia menyimpan potensi sumber energi panas yang cukup besar, salah satunya sumber energi panas yang tersimpan di dalam bumi. Potensi panas bumi yang tersimpan sebesar 28,5 gigawatt dan belum dimanfaatkan dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari penggarapan potensi panas bumi yang masih minim di Indonesia. Pada bulan September 2018, hanya sekitar 1.948,5 Megawatt panas bumi dari 12 PLTP di Indonesia yang dimanfaatkan. Dilihat dari RUEN (Rencana Umum Energi Nasional), tahun 2025 ditargetkan penggunaan panas bumi secara nasional sejumlah 7,2 Gigawatt dengan 12 PLTP yang ada di Indonesia (Batubara, 2018).

Ditinjau dari sektor ketenagalistrikan, di Indonesia khususnya Pulau Sumatera masih mengalami defisit daya listrik (Fitra & Asirin, 2018). Kondisi tersebut tentunya akan menghambat ketercapaian tujuan SDGs 2030 ke-7 jika tidak segera ditangani lebih lanjut. Oleh karenanya, melalui pengembangan potensi geothermal di kawasan Gunung Geureudong, cadangan energi listrik di Pulau Sumatera dapat diperkirakan akan meningkat, dan akhirnya berdampak pada tercapainya target-target dalam tujuan SDGs ke-7, yang meliputi: (1) memperbaiki laju efisiensi energi dalam mendorong investasi pembangunan infrastruktur energi bersih; (2) mengoptimalkan fungsi infrastruktur sosial serta mutu teknologi melalui pengembangan masing-masing sumber energi terbarukan; (3) meningkatkan kolaborasi internasional guna menyediakan akses yang berhubungan dengan penelitian dan teknologi energi bersih, energi terbarukan, serta pengembangan teknologi energi fosil yang lebih maju dan ramah lingkungan (Vijay *et al.*, 2018). Penggunaan energi baru terbarukan dapat diubah dari penggunaan energi fosil menjadi energi panas bumi. Hal tersebut

merupakan satu langkah secara logis dan praktis tanpa meminimalisir pemanfaatan listrik secara nasional (Al Hakim, 2020).

Sedangkan ditinjau dari manajemen resiko lingkungan, identifikasi bahaya merupakan landasan dari manajemen risiko yang menjawab pertanyaan potensi bahaya yang terjadi, baik itu organisasi maupun lingkungan masyarakat yang di sekitarnya (Busyairi *et al.*, 2017). Wilayah penelitian merupakan kawasan perkebunan dan hutan, memiliki lahan yang baik dengan didominasi tingkat kerapatan vegetasi sedang hingga tinggi sehingga menjadi tempat terakumulasinya air dari gunung. Masyarakat sekitar Gunung Geureudong menggunakan air dari pegunungan tersebut, sehingga dalam pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi perlu analisis lebih lanjut lagi. Selain itu, perkebunan kopi seluas 273 hektar sebagai sumber pendapatan masyarakat Bener Meriah juga akan terkena dampak pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Pans Bumi

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- a. Tutupan lahan lokasi penelitian didominasi oleh badan air dan hutan/vegetasi lebat, lalu diikuti oleh kebun dan campuran semak belukar, perkebunan dan sawah irigasi, kawasan industri dan pemukiman, serta lahan kosong.
- b. Vegetasi pada daerah tersebut sedang hingga tinggi, terutama pada bagian barat. Potensi geothermal tersebar hampir di seluruh bagian Gunung Geureudong dengan suhu tertinggi terdapat di kawasan Pintu Rime Gayo dan Wih Pesam, sehingga pengembangannya dapat meningkatkan cadangan energi listrik di Pulau Sumatera, khususnya Provinsi Aceh.
- c. *Land Surface Temperature* menunjukkan bahwa Kecamatan Pintu Rime Gayo dan Wih Pesam memiliki nilai temperatur yang tertinggi.
- d. Kecamatan Wih Pesam, dan Kecamatan Pintu Rime Gayo berpotensi sebagai lokasi pembangunan PLTP dikarenakan adanya sistem patahan yang melalui kawasan tersebut yang menjadikan adanya potensi panas bumi.
- e. Panas bumi Gunung Geureudong merupakan potensi energi keberlanjutan dan mendorong infrastruktur bersih sehingga selaras dengan target SDGs 2030 yaitu tujuan SDGs ke-7.

Daftar Pustaka

- Amin, R. A. M. (2018). Rasio Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar*, 4(1), 41–51. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v4i1.588>
- Batubara, M. (2018). *Pengembangan Panas Bumi: Sebagai Energi Kearifan Lokal di Indonesia*. Yayasan Pengkajian Sumber Daya Indonesia (YPSI/IRESS).
- Busyairi, M., Nurlaila, R., & Meicahayanti, I. (2017). Identifikasi Potensi Bahaya Kerja dan Pengukuran Fisik Bangunan Kerja di Laboratorium PLTU Embalut. *Seminar Nasional IENACO*, 202–214.
- Donato, A., Tassi, F., Pecoraino, G., Manzella, A., Vaselli, O., Candela, E. G., & Capeccchiacci, F. (2021). Geochemical investigations of the geothermal systems from the Island of Sicily (southern Italy). *Geothermics*, 95, 102–120. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2021.102120>
- Fadlin, F., Kurniadin, N., & Prasetya, F. V. A. S. (2020). Analisis Indeks Kekritisn Lingkungan Di Kota Makassar Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Oli/Tirs. *Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 3(1), 55–63. [Online]
- Fitra, H. A., & Asirin, A. (2018). Ketahanan Masyarakat terhadap Ancaman Krisis Energi Listrik di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 6(1), 58–73. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.1.58-73>
- Gizawi, A. S., Ritohardoyo, S., & Haryono, E. (2017). Kajian Ekologi Bentanglahan dan Persepsi Masyarakat terhadap Rencana Eksplorasi Panas Bumi. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(1), 1 – 11. <https://doi.org/10.22146/mgi.24223>
- Hakim, L., Ismail, N., & Faisal, F. (2017). Kajian Awal Penentuan Daerah Prospek Panas Bumi di Gunung Bur Ni Telong Berdasarkan Analisis Data DEM SRTM dan Citra Landsat 8. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 13(3), 125. <https://doi.org/10.17529/jre.v13i3.8332>
- Isa, M., Zulfadhli, Z., Thahul, C. F., & Cesarian, D. P. (2022). Geothermal Distribution Analysis of Geureudong Volcano Based On Satellite Data and Fault Fracture Density (FFD). *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 7(2), 354–367. <http://dx.doi.org/10.22373/ekw.v7i2.9728>
- Maryono, Y. N., Jamil, A. M. M., & Kurniawati, D. (2019). Pemetaan Kualitas Permukiman dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kelurahan Sukun, Kecamatan Sukun, Kota Malang. *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, 4(2), 72–86. <https://doi.org/10.21067/jpig.v4i2.3537>
- Muksin, U., Bauer, K., Muzli, M., Ryberg, T., Nurdin, I., Masturiyono, M., & Weber, M. (2019). Acehseis Project Provides Insights Into The Detailed Seismicity Distribution And Relation To Fault Structures In Central Aceh, Northern Sumatra. *Journal Of Asian Earth Sciences*, 171, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2018.11.002>
- Vijay, V., Singh, P., & Vijay, V. K. (2018). Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy. In Sinha, R. K. (Ed). *Sustainable 18 Development Goals and Panchayats*, 61–68. ISBN: 978036781496