



**IDENTIFIKASI POTENSI PANAS BUMI DI DESA LIMANG KECAMATAN  
TIGABINANGA KABUPATEN KARO MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8  
DAN GEOLISTRIK RESISTIVITAS**

**Muhammad Kadri dan Angelina Siallagan**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan,  
Indonesia

*kdrmhmmmd8@gmail.com*

Diterima: Agustus 2023. Disetujui: September 2023. Dipublikasikan: Oktober 2023.

**ABSTRAK**

Penelitian yang dilakukan untuk mengidentifikasi potensi panas bumi di Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo menggunakan citra satelit landsat 8 dan geolistrik resistivitas terletak pada koordinat 03°07'13" LU dan 98°14'08" BT yang berada 600-700 meter di atas permukaan laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya anomali panas sebagai pendugaan terdapatnya potensi panas bumi di bawah permukaan daerah tersebut dengan menggunakan metode citra landsat 8 dan geolistrik resistivitas. Pengambilan data dilakukan dengan dua cara yaitu pengunduhan data citra landsat 8 yang telah disesuaikan pada laman USGS untuk metode penginderaan jauh dan melakukan penelitian di lapangan dengan alat geolistrik resistivitas (ARES-G4 v4,7, SN: 0609135). Data yang telah diperoleh kemudian diolah untuk dianalisis dan diinterpretasikan, pengolahan dan analisis data dilakukan dengan software Envi, ArcGIS, Res2dinv dan lainnya. Hasil penelitian citra landsat 8 menunjukkan korelasi NDVI dan LST dan korelasi LST dengan tutupan lahan dan elevasi yang menunjukkan adanya anomali yang kemudian disesuaikan dengan faktor penyebabnya. Metode geolistrik resistivitas menunjukkan nilai resistivitas pada daerah tersebut berkisar dari 0,904  $\Omega$ m sampai dengan 1,26  $\Omega$ m pada lintasan 1 dan 0,114  $\Omega$ m sampai dengan 9,93  $\Omega$ m pada lintasan 2 yang menginterpretasikan bahwa struktur lapisan bawah permukaan tersebut didominasi oleh air tanah yang terkontaminasi oleh air sungai yang mengalir di dekat daerah penelitian dan tanah lempung atau lanau, yang merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung silika oleh asam karbonat dan aktivitas panas di bawahnya dan mengakibatkan munculnya manifestasi air panas di atas permukaan di daerah tersebut.

**Kata Kunci:** Landsat 8, Geolistrik Resistivitas, Wenner-Schlumberger, Panas Bumi

**ABSTRACT**

*Research conducted to identify geothermal potential in Limang Village, Tigabinanga District, Karo Regency using Landsat 8 satellite imagery and resistivity geoelectricity is located at coordinates 03°07'13" LU and 98°14'08" East which is 600-700 metres above sea level. This research aims to find out the existence of heat anomalies as an estimation of the presence of geothermal potential in the subsurface of the area using the Landsat 8 image and resistivity geoelectric method. Data collection is done in two ways, namely downloading Landsat 8 image data that has been adjusted on the USGS page for remote sensing methods*

**Muhammad Kadri dan Angelina Siallagan**; Identifikasi Potensi Panas Bumi di Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dan Geolistrik Resistivitas

*and conducting field research with a resistivity geoelectric tool (ARES-G4 v4.7, SN: 0609135). The data that has been obtained is then processed to be analysed and interpreted, data processing and analysis are carried out with Envi, ArcGIS, Res2dinv and other software. The results of the Landsat 8 image research show the correlation of NDVI and LST and the correlation of LST with land cover and elevation which shows anomalies which are then adjusted to the causal factors. The resistivity geoelectric method shows resistivity values in the area ranging from 0.904  $\Omega m$  to 1.26  $\Omega m$  on track 1 and 0.114  $\Omega m$  to 9.93  $\Omega m$  on track 2 which interprets that the structure of the subsurface layer is dominated by groundwater contaminated by river water flowing near the research area and clay or silt, which is the result of weathering of silica-containing rocks by carbonic acid and thermal activity underneath and resulting in the emergence of hot water manifestations above the surface in the area.*

**Keywords:** Landsat 8, Resistivity Geoelectric, Wenner-Schlumberger, Geothermal

## PENDAHULUAN

Keberadaan energi mengambil peran penting dalam keberlangsungan hidup di bumi ini. Jumlah makhluk hidup yang semakin meningkat berbanding lurus dengan angka energi yang dibutuhkan. Sehingga, perlu diupayakan adanya pengembangan energi alternatif yang dapat diperbaharui untuk menghindari terjadinya krisis energi. Salah satu energi alternatif yang terbarukan dan berkelanjutan yang memiliki potensi dan pemanfaatan yang ramah lingkungan adalah energi panas bumi (Nur Suhartono, 2012).

Pengembangan energi panas bumi sebagai energi alternatif di Indonesia memiliki peluang yang cukup besar, hal ini didukung oleh keberadaan Indonesia yang terletak pada pertemuan tiga lempeng aktif (lempeng tektonik Eurasia, Australia dan Pasifik) (Nasution., B, 2016), yang bergerak aktif secara konvergen dan menyebabkan terjadinya subduksi atau deretan gunung api (*ring of fire*) (Nasution, B., 2021) (Wahyu Setyaningsih, 2011). Pulau Sumatera menjadi pulau dengan potensi panas bumi terbesar yang mencapai 13.470 MW di Indonesia (Awaliyatun F.Z dan Juniar Hutahaean, 2015). Di Sumatera Utara sendiri memiliki sebaran lapangan potensi panas bumi yang besar seperti panas bumi Sarrula (330 MW), Sibayak (120 MW), Dolok Marawan (38 MW) dan beberapa daerah yang belum pernah dieksplorasi (Nasution, 2017). Salah satu zona keberadaan potensi sumber

panas bumi ini yang juga kurang disadari dan belum pernah dieksplorasi adalah manifestasi panas bumi di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo Sumatera Utara, yang merupakan bagian dari wilayah yang memiliki gunung api aktif dan secara geografis terletak diantara 03°07'12' Lintang Utara dan 98°14'08' Bujur Timur. Adapun manifestasi panas bumi yang terdapat di sekitar sungai tersebut ditandai dengan adanya mata air panas dan kolam air panas yang muncul di permukaan sekitar Desa Limang. Berdasarkan pengakuan dari masyarakat setempat, uap panas dan air panas yang muncul ke permukaan umumnya masih hanya dimanfaatkan sebagai kebutuhan sehari-hari dan objek wisata saja sedangkan untuk prospek pengembangan sumber energi panas bumi belum pernah dikaji secara matang. Sehingga perlu dilakukan eksplorasi tahap awal untuk mengembangkan potensi daerah tersebut dengan melakukan penyelidikan dengan tujuan memperoleh informasi mengenai kondisi geologi dan lapisan penyusun bawah permukaan di daerah tersebut.

Kondisi geologi dapat diidentifikasi dengan memanfaatkan kemajuan teknologi tanpa harus melakukan riset ke lapangan secara langsung guna mengefisiensi waktu dan biaya sebagai langkah awal eksplorasi sumber daya. Teknologi penginderaan jauh sebagai solusi yang tepat untuk peninjauan ini sudah banyak dimanfaatkan dalam kegiatan

eksplorasi termasuk eksplorasi panas bumi (Armenta, 1995). Keberhasilan teknik penginderaan jauh pada survei geothermal bergantung pada deteksi radiasi yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan atau manifestasi permukaan yang selanjutnya dipisahkan dari emisi yang berasal dari lingkungan sekitarnya. Data yang direkam oleh sensor kemudian diinterpretasikan dalam bentuk peta sehingga pengembang pertambangan panas bumi dapat dengan mudah mengenali lokasi yang termasuk dalam prospek panas bumi. Proses pemetaan ini dilakukan dengan cara menganalisis struktur yang tampak ke permukaan, peta temperatur permukaan tanah dan batuan permukaan. Selain dari interpretasi suhu tanah, keberadaan potensi panas bumi diasumsikan berkaitan dengan kondisi geologi seperti kerapatan kelurusan dan satuan litologi tertentu. Kerapatan kelurusan dapat menjelaskan adanya sistem patahan atau sesar yang aktif, sedangkan satuan litologi dapat menjelaskan adanya sistem struktur batuan yang menghasilkan jalur energi panas bumi. Data citra yang digunakan adalah citra satelit landsat 8 karena memiliki kemudahan dalam mendapatkan dan mengolah datanya serta sangat efektif dalam mengidentifikasi karakteristik spektral permukaan dikarenakan wilayah penelitian yang cukup luas.

Penggunaan metode geolistrik tahanan jenis (*resistivity*) dilakukan untuk menentukan resistivitas batuan yang ada pada zona geothermal dan mengetahui pengaruh suhu reservoir terhadap resistivitas. Sehubungan dengan metode geolistrik yang sangat bagus untuk mengetahui kondisi atau struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi tahanan jenis batuan. Terutama untuk daerah yang mempunyai kontras tahanan jenis yang cukup jelas terhadap sekitarnya, seperti untuk keperluan eksplorasi panas bumi. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di bawah permukaan dan pendugaan keadaan di bawah permukaan, seperti pendugaan jenis bahan penyusun batuan yang didasarkan pada

pengukuran nilai resistivitasnya (Telford dan Sheriff, 1982).

Metode geolistrik Wenner-Schlumberger merupakan gabungan dari konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger. Kelebihan dari konfigurasi gabungan ini adalah memanfaatkan kelebihan dari kedua konfigurasi dan saling melengkapi kekurangan tiap konfigurasi, kelebihan konfigurasi schlumberger adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak antar elektroda dan untuk mengetahui struktur bawah permukaan baik secara lateral maupun vertikal sedangkan kekurangan dari konfigurasi ini adalah ketelitian pembacaan tegangan yang kurang akurat, terutama ketika jarak elektrodanya diperbesar. Hal inilah yang justru menjadi keunggulan dari peran konfigurasi Wenner. Pemilihan konfigurasi perlu dilakukan karena tidak semua masalah dapat dipecahkan oleh satu konfigurasi, sehingga harus ditentukan tujuan penelitian untuk memilih jenis konfigurasi yang akan dipakai. Pemilihan konfigurasi sendiri bergantung pada tipe struktur yang akan dipetakan, sensitivitas alat tahanan jenis dan tingkat noise yang ada.

## METODE PENELITIAN

Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo Sumatera Utara, merupakan bagian dari wilayah yang memiliki gunung api aktif dan secara geografis terletak diantara 03°07'12" Lintang Utara dan 98°14'08" Bujur Timur, terletak pada ketinggian 527-950 meter di atas permukaan laut serta memiliki luas wilayah 9,73 km<sup>2</sup>. Lokasi Penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desa Limang

### Citra Landsat

Metode Citra Landsat bertujuan mengidentifikasi luas daerah penelitian, struktur geologi, densitas kelurusan, elevasi dan suhu permukaan tanah menggunakan formula LST serta kerapatan vegetasi menggunakan formula NDVI yang memanfaatkan Citra Satelit Landsat 8 OLI yang diambil dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2021, berkaitan dengan tahun terjadinya erupsi gunung aktif yang terletak 20 km di sekitar daerah tersebut. Data Landsat diperoleh dengan mengunduh data pada situs <https://earthexplore.usgs.gov> path 129 dan row 58 atau mengetikkan Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo pada kolom address/alamat.

### Geolistrik

Metode Geolistrik merupakan salah satu metode yang baik dalam eksplorasi Panas Bumi. Geolistrik Resistivitas memiliki prinsip kerja dengan menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui dua elektroda arus dan mengukur beda tegangan yang dihasilkan oleh dua elektroda potensial yang juga diinjeksikan untuk dapat mengetahui distribusi resistivitas dan menentukan lapisan bawah permukaan tanah. Konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi Wenner-Schlumberger.

### Analisis Data

Teknik analisis data metode penginderaan jauh citra satelit landsat 8 yakni dengan melakukan pengolahan data menggunakan aplikasi ArcGIS (yang sebelumnya sudah melalui tahap koreksi citra) dengan algoritma kalkulasi NDVI dihitung dari nilai reflektansi spektral band inframerah (band 5 pada landsat 8) dan band merah (band 4 pada landsat 8), dengan persamaan:

$$NDVI = \frac{Band\ 5 - Band\ 4}{Band\ 5 + Band\ 4}$$

Untuk algoritma pengukuran LST dengan menggunakan band 10 dan band 11 pada citra landsat 8. Kemudian dikaitkan dengan pengukuran NDVI dan emisivitasnya (USGS (2001) dalam Zanter et al. (2019)). Pengolahan data citra landsat 8 ini sebaiknya

dilakukan pada perangkat laptop/komputer dengan RAM > 32GB.

Untuk mengetahui nilai resistivitas semu  $\rho_s$  pada metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger dapat dihitung secara manual menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut (Yudha Arman, 2012):

$$\rho_s = K \frac{\Delta V}{I}$$

$\rho_s$  merupakan resistivitas semu ( $\Omega m$ ), K Faktor Geometri, R Resistivitas Pendugaan ( $\Omega$ ),  $\Delta V$  Potensial (V), dan I Arus (A). Faktor geometri pemodelan konfigurasi Wenner-Schlumberger diperoleh melalui persamaan:

$$(R) = \frac{\Delta V}{I}$$

Nilai resistivitas material dan batuan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Resistivitas material dan batuan

Material	Resistivitas ( $\Omega m$ )
Air tanah	0,5-150
Lempung	1-100
Pasir	1-1000
Andesit	100-200
Aluvium	10-800
Kerikil	100-600
Batu Pasir	200-8000
Gamping	50-(1x10 <sup>7</sup> )
Granite	5x10 <sup>3</sup> -10 <sup>6</sup>
Basalt	10 <sup>3</sup> -10 <sup>6</sup>
Sandstone	8-4x10 <sup>3</sup>
Limestone	5-4x10 <sup>3</sup>
Tufa Vulkanik	20-100
Lava	100-5x10 <sup>4</sup>
Konglomerat	2x10 <sup>3</sup> -2x10 <sup>4</sup>

Sumber (Telford et all, 1990)

Untuk menghitung besar potensi panas bumi digunakan persamaan Lump parameter berikut (Wiliam W X, 2019):

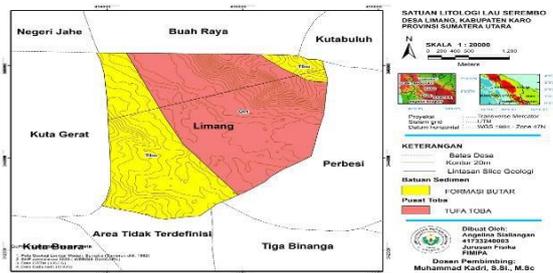
$$Q = 0,2317 \times A \times (T_R - T_C)$$

Q merupakan potensi panas bumi terduga (MW), A luas daerah prospek (km<sup>2</sup>),  $T_R$  temperature reservoir, dan  $T_C$  temperature cut-off.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Interpretasi dan Pembahasan Landsat 8**

Analisa Geologi merupakan langkah awal dalam penentuan daerah potensi panas bumi, yang mana penentuannya bergantung dari struktur geologinya seperti patahan, sesar, rekahan, dan sebagainya. Dari peta struktur geologi daerah tersebut diperoleh informasi mengenai struktur geologi hasil interpretasi data DEMNAS, struktur geologi hasil pengukuran langsung di lapangan dan jenis batuan vulkanik dan patahan/rekahan yang ada di daerah tersebut. Desa Limang merupakan salah satu desa yang berada dekat dengan lokasi gunungapi Sinabung yang terbentuk dari dua jenis batuan yaitu batuan sedimen dengan formasi Butar dan batuan tufa Toba, dengan luas prospek Desa Limang 9,73 km<sup>2</sup>. Dari hasil interpretasi Peta Geologi Lembar Medan Sumatera Utara diperlihatkan bahwa daerah Limang tidak dilintasi oleh sesar sehingga dalam penentuan kelurusan hanya menggunakan hasil interpretasi data DEMNAS.



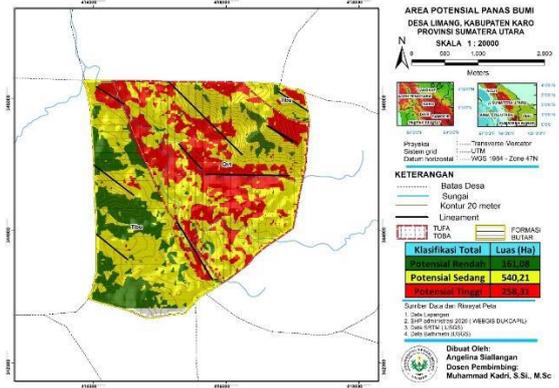
**Gambar 2.** Peta satuan geologi Desa Limang

Analisis citra satelit yaitu menggunakan data citra landsat 8 pada tahun 2019, 2020 dan 2021. Dalam analisis data citra, band yang digunakan adalah band 4 dan band 5 untuk kerapatan vegetasi serta band 10 dan band 11 untuk suhu permukaan.

Dari hasil citra satelit tahun 2019, 2020 dan 2021 menunjukkan perubahan persentase kelas tingkat kerapatan vegetasi (NDVI). Perubahan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti penebangan hutan, kebakaran hutan, pembukaan lahan untuk pembangunan maupun pertanian palawija yang menjadi mata pencaharian masyarakat

setempat yang kemudian dikaitkan dengan tutupan lahan yang terjadi di daerah tersebut.

Demikian juga hasil intepretasi sebaran suhu permukaan tanah dari tahun 2019, 2020 dan tahun 2021 yang menunjukkan sebaran titik yang berbeda-beda di setiap tahun. Selain dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi, tinggi-rendahnya suhu permukaan tanah juga dipengaruhi oleh elevasi (ketinggian) keadaan alam dan kondisi cuaca saat pengambilan data citra maupun data di lapangan. Korelasi antara suhu permukaan dan elevasi yang berbeda dengan teori menunjukkan adanya anomaly panas yang terdapat di beberapa titik. Adanya anomaly panas tersebut juga disebabkan oleh kondisi alam, aktivitas manusia dan bahkan keberadaan aktivitas panas di lapisan bawah permukaannya. Anomali ini dapat diketahui penyebabnya dengan melihat kondisi di sekitar titik pengukuran tersebut.



**Gambar 3.** Estimasi area potensial panas bumi

Hasil interpretasi pemetaan 2019, 2020, 2021 kemudian dioverlay menggunakan metode fuzzy logic dan menunjukan daerah dengan potensi tinggi yang memiliki luasan 258,31 Ha dan mencakup 26,92% dari luas wilayah cenderung berada diatas jenis batuan Tufa Toba dan berada disekitar kulurusan morfologi serta umumnya berada pada dataran yang cenderung rendah yang ditunjukan dengan adanya aliran sungai yang juga terdapatnya manifestasi permukaan. Dimana, nilai potensial juga dipengaruhi oleh jenis batuan dan tingkat kerapatan kelurusan.

**Hasil Interpretasi dan Pembahasan Geolistrik**

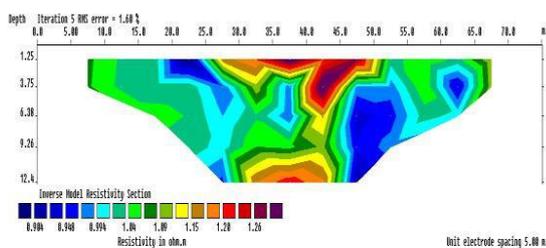
Pengambilan data dengan menggunakan Ares-G4 v4.7, SN:0609135 (*Automatic*

*Resistivity System*) pada dua lintasan yang sejajar, data kemudian diunduh untuk kemudian diolah dengan mengalikan dengan faktor geometri (konfigurasi wenner-schlumberger) untuk mendapatkan nilai resistivitas semu ( $\rho_s$ ), yang tampilan kontur dapat dilihat menggunakan software Res2Dinv.

Hasil penampang kontur resistivitas di setiap lintasan memiliki degradasi warna yang berbeda. Perbedaan warna pada penampang berfungsi untuk membedakan setiap perlapisan dari lintasan berdasarkan klasifikasi nilai resistivitasnya. Skala warna mewakili nilai tahanan jenis sehingga dapat ditentukan jenis material dan batuan yang terdapat di bawah permukaan tanah.

### Lintasan I

Lintasan 1 terletak pada titik koordinat  $03^{\circ}07'17''$  N sampai dengan  $03^{\circ}07'13''$  N dan  $98^{\circ}14'10''$  E sampai dengan  $98^{\circ}14'08''$  E yang membentang dari arah barat daya ke arah timur laut dengan panjang lintasan 75 meter yang memiliki spasi 5 meter, sehingga diperoleh kedalaman dari lintasan ini adalah 12,4 meter dan 600-700 mdpl, nilai resistivitasnya berkisar antara  $0,904 \Omega m$  sampai dengan  $1,26 \Omega m$ .



**Gambar 4.** Penampang ketiga Pemodelan Inversi Kontur 2-D Resistivitas sebenarnya Lintasan 1

Penampang ketiga kontur pemodelan inversi resistivitas pada lintasan pertama memiliki warna yang berbeda dan setiap warna memiliki nilai resistivitas yang berbeda. Warna biru tua hingga toska terdapat pada posisi lateral di jarak 25 meter sampai 30 meter pada kedalaman 1,25 meter sampai 12,4 meter menandakan nilai resistivitas yang rendah yaitu berkisar antara  $0,904 \Omega m - 0,944 \Omega m$  dan

muncul pada posisi lateral 35 meter sampai 40 meter di kedalaman 3,75 meter sampai 9,26 meter membentuk kantung air yang diapit oleh jenis material atau lapisan penyusun yang sama yang berbeda nilai resistivitasnya dengan lapisan yang didegradasi dengan warna biru serta muncul kembali pada posisi lateral 45 meter sampai 65 meter di kedalaman 1,25 meter sampai 12,4 meter, sedangkan warna hijau hingga kuning pada kedalaman sekitar 1,25 meter sampai 12,4 meter memiliki nilai resistivitas berkisar antara  $0,945 \Omega m - 1,15 \Omega m$ , warna coklat tersebar pada kedalaman 1,25 meter sampai 6,38 meter dan pada kedalaman 12,4 yang menunjukkan nilai resistivitas antara  $1,16 \Omega m - 1,19 \Omega m$  dan warna merah dan ungu yang menandakan nilai resistivitas tertinggi pada setiap gambar penampang yang terdapat pada kedalaman 1,25 meter sampai 6,38 meter serta warna merah yang muncul kembali di kedalaman 12,5 meter memiliki resistivitas berkisar antara  $1,20 \Omega m - 1,26 \Omega m$ , lapisan berwarna merah-ungu mengapit lapisan warna biru sehingga membentuk kantung air. Lintasan 1 memiliki nilai resistivitas antara  $0,904 \Omega m - 1,26 \Omega m$  yang berarti menandakan adanya material air tanah yang terkandung dalam struktur lapisan atau adanya perubahan struktur lapisan tanah yang disebabkan oleh intrusi air tanah yang berasal dari sungai Saremba yang mengalir di dekat lintasan 1 sehingga mengakibatkan nilai resistivitas berkisar antara  $0,2 \Omega m$  sampai dengan  $50 \Omega m$  berdasarkan Tabel 1 (Nilai Resistivitas Batuan). Pada lintasan I yang memiliki jarak pengukuran sejajar dan dekat dari aliran sungai yaitu  $\pm 3$  meter memiliki nilai resistivitas terkecil yaitu  $0,904 \Omega m$ . Nilai resistivitas yang tergolong rendah dan tidak kuat (tidak terdapat lapisan yang keras) tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti adanya intrusi air tanah maupun magma yang terjadi pada lapisan bawah permukaan tanah dan adanya sistem di bawah permukaan yang bersuhu tinggi yang berdampak terhadap resistivitas material penyusunnya. Jenis tanah/batuan lapisan penyusun Lintasan 1 diinterpretasikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Interpretasi Nilai Resistivitas Lintasan 1

Kedalaman (m)	Posisi (m)	Resistivitas ( $\Omega m$ )	Interpretasi
1,25 – 12,4	25-30	0,904 – 0,944	Lapisan air tanah yang terkontaminasi dengan pasir
3,75 – 9,26	35-40		
1,25 – 12,4	45-65		
1,25 – 12,4	5-10	0,945 – 1,15	Lapisan batuan sedimen terkontaminasi air tanah (lapisan lanau, lempung, napal, serpih)
	25		
	50 - 75		
1,25 – 6,38	25 – 50	1,16 – 1,19	Lapisan batuan sedimen (lapisan lanau, lempung, napal, serpih)
12,4	30 - 45		
1,25 – 6,38	35 – 50	1,20 - 1,26	Lapisan batuan sedimen (lapisan lanau, lempung, napal, serpih) yang terkontaminasi dengan batuan formasi tufa toba (vulkanik)
>12,4	35 - 40		

Dalam Jurnal Riski Febriani dkk 2020, dijelaskan bahwa lapisan lanau diinterpretasikan sebagai tempat sebaran manifestasi panas bumi air panas karena berasal dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan aktivitas panas bumi yang hanya dapat menyimpan air tetapi tidak dapat mengalirkannya sehingga menyebabkan terjadinya kantung air pada kedalaman 3,75 m dan 6,38 m pada jarak 35 m – 40 m dan di antara elektroda 8 dan 9 seperti yang terlihat di penampang lintasan 1. Kantung air ini

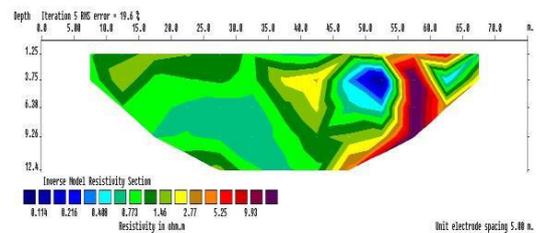
kemudian mencapai suhu titik didihnya oleh pemanasan yang dilakukan aktivitas sistem panas bumi di bawahnya dan memaksa keluar menuju permukaan sehingga diidentifikasi sebagai manifestasi air panas yang terdapat di daerah penelitian. Daerah dengan nilai resistivitas paling tinggi yang ditunjukkan dengan degradasi warna kuning sampai ungu ( $1,15 \Omega m - 1,26 \Omega m$ ) diinterpretasikan sebagai lapisan lempung yang terkontaminasi dengan batuan formasi tufa toba (vulkanik). Usher dkk, 2000 menyimpulkan bahwa kandungan mineral lempung dengan air pori yang salinitasnya rendah maka akan mempengaruhi nilai resistivitas.

**Lintasan II**

Lintasan 2 terletak pada titik koordinat  $03^{\circ}07'18''$  N sampai dengan  $03^{\circ}07'15''$  N dan  $98^{\circ}14'11''$  E sampai dengan  $98^{\circ}14'09''$  E yang membentang dari arah baratdaya ke arah timur laut dengan panjang lintasan 75 meter yang memiliki spasi 5 meter, sehingga diperoleh kedalaman dari lintasan ini adalah 12,4 meter.

Data yang diperoleh dengan menggunakan alat Geolistrik (*Resistivity Meter*) adalah nilai resistivitas semu ( $\rho_s$ ) bervariasi karena struktur bawah tanah sangat bervariasi. Nilai resistivitas semu yang terukur adalah 0,114 sampai dengan 9,93 . Panjang lintasan kedua adalah 75 meter, dengan jarak antar elektroda 5 meter dengan ketinggian 600 -700 meter di atas permukaan laut.

Data resistivitas 2-D diinversikan dengan menggunakan Software Res2DinV sehingga diperoleh gambar penampang bawah tanah seperti Gambar 5:



**Gambar 5.** Penampang ketiga Pemodelan Inversi Kontur 2-D Resistivitas sebenarnya Lintasan 2

Penampang kontur resistivitas pada lintasan kedua memperlihatkan bahwa setiap

warna memiliki nilai resistivitas yang berbeda. Warna biru terdapat secara lateral pada jarak 45 meter hingga 55 meter pada kedalaman 2 meter sampai 6 meter menunjukkan nilai resistivitas antara  $0,114 \Omega m - 0,408 \Omega m$ , warna hijau terdapat pada kedalaman 1,25 meter sampai 12,4 meter dan terletak pada jarak 5 meter hingga 55 meter dan muncul di bawah lapisan degradasi warna merah pada jarak 60 meter hingga 70 meter yang menunjukkan nilai resistivitas antara  $0,409 \Omega m - 2,77 \Omega m$ , warna kuning, coklat dan kuning kemerahan pada kedalaman 1,25 meter sampai 12,4 meter menunjukkan nilai resistivitas antara  $2,77 \Omega m - 5,25 \Omega m$ , dan warna merah dan ungu pada kedalaman 1,25 meter sampai 12,4 meter menandakan nilai resistivitas paling tinggi yaitu  $5,26 \Omega m - 9,93 \Omega m$ . Lintasan II memiliki nilai resistivitas antara  $0,114 \Omega m$  sampai dengan  $9,93 \Omega m$  menandakan adanya intrusi air yang terjadi pada lapisan penyusun bawah permukaan daerah tersebut dimana jika pada suatu lintasan terjadi intrusi air yang bersifat konduktif dapat mempengaruhi lapisan penyusunnya akan berdampak pada nilai resistivitasnya (Rahmadani dan Juliani, 2019), namun pada lapisan penyusun lintasan II tidak mengalami intrusi air tanah sebesar pada lapisan penyusun lintasan I.

Tabel 3.

Kedalaman (m)	Posisi Lateral (m)	Resistivitas ( $\Omega m$ )	Interpretasi
2 - 6	45 - 55	0,114 - 0,408	Lapisan air tanah yang terkontaminasi dengan pasir
1,25 - 12,4	5 - 55	0,409 - 2,77	Lapisan batuan sedimen terkontaminasi
	60 - 70		(lapisan lanau, lempung, napal, serpih)
2 - 6, 38	35 - 45	2,78 - 5,25	Lapisan batuan sedimen
1,25 - 12,4	45 - 70		(lapisan lanau, lempung, napal, serpih)
1,25 - 12,4	50 - 65	5,26 - 9,93	Lapisan

batuan sedimen (lapisan lanau, lempung, napal, serpih) yang terkontaminasi dengan batuan formasi tufa

## KESIMPULAN DAN SARAN

Potensi Panas Bumi di Desa Limang sebesar 78,9 MW yang dihitung menggunakan persamaan Lamp parameter dengan metode perbandingan klasifikasi kelas spekulatif. Tampilan citra landsat menampilkan adanya pengaruh NDVI dan elevasi terhadap LST dan ketidaksesuaian korelasi diantara parameterparameternya sehingga diindikasikan sebagai anomali terdapat potensi panas bumi di daerah tersebut.

Struktur bawah permukaan di daerah Desa Limang memiliki nilai resistivitas yang diinterpretasikan memiliki lapisan penyusun berupa air tanah yang dikontaminasi keberadaan aliran sungai di sekitar lintasan dan Lapisan batuan sedimen berupa lapisan lanau, lempung, napal, serpih dan kontaminasi formasi batuan tufa toba (vulkanik), lapisan lanau diindikasikan berasal dari proses batuan silika oleh asam karbonat dan aktivitas panas bumi yang memerangkap air sehingga berbentuk kantung yang mengalami pendidihan lalu melesak keluar permukaan sebagai manifestasi permukaan, seperti yang telah ditampilkan pada penampang geolistrik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Armenta, R. (1995). Identification of Hydrothermal Alteration Using Satellite Images in Area with Dense Vegetation Cover. Proc. Of the World Geothermal Congress. Florence.
- Arman, Yudha. (2012). Identifikasi Struktur Bawah Tanah di Kelurahan Pangmilang Kecamatan Singkawang Selatan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas dan Inversi Lavenberg-

- Marquardt. *Jurnal POSITRON*. 2(1):6-11.
- Awaliyatun F.Z dan Juniar Hutahaean. (2015). Penentuan Struktur Bawah Permukaan Tanah Daerah Potensi Panas Bumi dengan Metode Geomagnetik di Tinggi Raja Kabupaten Simalungun. *Jurnal Einstein*. 3 (1): 1-8
- Nasution, B., dan Purqon, A. (2016). Uji Respon Struktur Bangunan Bertingkat Terhadap Gempa Bumi Menggunakan Metode Elemen Hingga. *SNIPS 2018*. 150-158.
- Nasution, B. (2021). Analisis Pengaruh Massa Pada Struktur Bangunan Bertingkat Pada Saat Gempa Bumi Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Einstein*. 9 (1): 59-68.
- Faishal Saputra, Satrio Agung Baskoro, Supriyadi, Nurul Priyantari. (2020). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Wenner-Schlumberger Pada Daerah Mata Air Panas Kali Sengon di Desa Blawan-Ijen. *Jurnal Berkala Sainstek*. 8(1):20-24.
- Fauziyah S, Khumaedi, S Linuwih. (2015). Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Mata Air Panas Krakal Kebumen dengan Metode Geolistrik. *Jurnal MIPA*. 38(2):138-143.
- Febriani Riski, Juandi M, Nur Islami. (2020). Interpretasi Energi Panas Bumi Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole di Desa Pawan Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Aceh Phys. Soc*. 9(2):31-36.
- Kadri, M., Nasution, N., Iskandar, M., Masthura, Jumiaty, E. (2018). Determine Geothermal Fluid spreading pattern under subsurface using 2d Resistivity Imaging and geomagnetic method at Silaou Kahean. *Journal of Physics: Conference Series*. 1120. 012065. 10.1088/1742-6596/1120/1/012065.
- Kadri, Muhamad & Nordiana, M.M.. (2021). Geothermal Fluid Identification at Geothermal Area Sorik Marapi using 2d Resistivity Imaging. *Journal of Physics: Conference Series*. 1819. 012067. 10.1088/1742-6596/1819/1/012067.
- Purwanto, M.S., Bashri, A., Harto, M., Syahwirawan, Y. (2016). Citra Satelit Landsat 8 + Tris sebagai Tinjauan Awal dari Manifestasi Panas Bumi di Wilayah Gunung Argopura. *Jurnal Geosaintek*. 3(1):13-16.
- Suhartono, N. (2012). Pola Sistem Panas dan Jenis Geothermal dalam Estimasi Cadangan Daerah Kamojang. *Jurnal Ilmiah MTG*. 5(2).
- Rahmadani N, Juliani R., (2019). Penentuan Tingkat Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Schlumberger dan Konduktivimeter di Daerah Situs Kota Cina. *Jurnal Einstein*. 7(3).
- Telford, W. M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. R., *Applied Geophysics Second Edition*, New York : Cambridge University Press, 1990.
- Tampubolon, Juniar Hutahean, Rita Juliani, Yowlanda Panggabean. (2019). Identification of Geothermal Environments by Using Landsat Imagery at PLTP Sarulla unit I, Pahae Jae Subdistrict, North Tapanuli. *Journal of Physics: Conference Series* 1245 (2019) 012030. IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1245/1/012030.
- Utama, A. P., A. Dwinanto, J. Situmorang, M. Hikmi, & R. Irsamukti. (2012). Green Field Geothermal System in Java. *Proceeding 1st ITB Geothermal Workshop 2012*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Vebrianto, Suhendra. (2016). Eksplorasi Metode Geolistrik Resistivitas Polarisasi Terinduksi dan Potensial Diri. Malang: Universitas Brawijaya Press (UB Press).
- Wahyuningsih, Rina. (2005). Potensi dan Wilayah Kerja Pertambangan Panas

**Muhammad Kadri dan Angelina Siallagan;** Identifikasi Potensi Panas Bumi di Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dan Geolistrik Resistivitas

Bumi di Indonesia. Kolokium Hasil Lapangan – DIM. Subdit Panas Bumi. Hal 1-9.

Waresindo, William X. (2019). Analisa Potensi Sumber Energi di Indonesia serta Tantangan Eksplorasinya. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Wildan Dadan dan Wahyu Syahfrima. (2015). Studi Awal Karakteristik Pola Resistivitas Sistem Panas Bumi Temperature Rendah-Menengah di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Fisika. Vol.4.

Zanter, LSDS, USGS. (2019). Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. South Dakota: Departement Of Interior US Geological Survey.