

Aplikasi Metode Magnetik Pada Pemetaan Sumber Panas Bumi di Kawasan Wisata Air Putih, Lebong, Bengkulu

Septi Endang Lestari, Astra Yunita, Riskia Abdul Rahman, Refrizon*, Nanang Sugianto

Program Studi Geofisika, Universitas Bengkulu, Indonesia

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel:

Draft diterima: 4 Agustus 2022

Revisi diterima: 10 Oktober 2022

Diterima: 28 Oktober 2022

Tersedia Online: 31 Oktober 2022

Corresponding author:

refrizon@unib.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran dengan menggunakan metode geomagnet di Kawasan Wisata Air Putih Desa Tambang Sawah, Kecamatan Pinang Belapis, Kabupaten Lebong dengan luas 2000 m x 2500 m. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan peralatan *Proton Procession Magnetometer* (PPM) model G-856 yaitu sebuah alat dengan sensor proton yang bekerja berdasarkan precess dari inti proton akibat adanya perubahan medan magnet di sekitarnya dan dilengkapi dengan peralatan teknis lainnya, seperti GPS portabel (sistem penentuan posisi Global), jenis navigasi (peta daerah survei), seperti talky, payung, pena, serta catatan data yang dapat diamati. Penelitian ini berfungsi untuk memetakan potensi Panas Bumi (*geothermal*), metode geofisika yang mempunyai keunggulan dalam pencarian sumber panas bumi ialah metode magnetik. Pengolahan data dilakukan hanya menggunakan Microsoft excel yang hanya dapat plot anomali magnetik dan menafsirkan secara kualitatif menjadi penelitian awal. Untuk mendapatkan animali total maka dilakukan koreksi IGRF (*International Geomagnetics Reference Field*) dan koreksi Nilai Magnet Harian (diurnal). Hasil dari pengukuran ini didapatkan grafik anomali medan magnetik. Grafik ini menunjukkan nilai suseptibilitas magnet yang tinggi terdapat pada titik 43 yang di duga sebagai kawasan terdapatnya mineral batuan yang bernilai ekonomis dan berada di zona-zona rekahan (*fracture zones*) dan batuan yang nilai suseptibilitas rendah terdapat pada titik 29 yang dapat diduga sebagai kawasan sumber air panas (*hidrotermal*).

Kata Kunci : *Geomagnet, Anomali dan Hydrothermal.*

ABSTRACT

Measurements have been made using the geomagnetic method in the Air Putih Tourism Area, Tambang Sawah Village, Pinang Belayar District, Lebong Regency with an area of 2000 m x 2500. Data collection was carried out using a Proton Procession Magnetometer (PPM) model G-856, which is a device with a proton sensor, which works based on the precess of the proton nucleus due to changes in the surrounding magnetic field and is equipped with other technical equipment, such as portable GPS (Global positioning system), types of navigation (maps of survey areas), such as talkies, umbrellas, pens, and recorded data. can be observed.. This research serves to map the potenTial for geothermal (geothermal), because this method is one of the geophysical methods that has advanTages in finding geothermal sources. Data processing is carried out using only Microsoft excel which can only plot magnetic anomalies and interpret qualitatively into initial research. To get the total animali, correction of IGRF (International Geomagnetics Reference Field) and correction of Daily Magnetic Value (diurnal). The results of this measurement obtained a magnetic field anomaly graph. This graph shows the high magnetic susceptibility value is found at poinT 43 which is suspected to be an area of economic value rock minerals and is in fracture zones and rocks with low susceptibility values are found at point 29 which can be suspected as a source area. hot water (hydrothermal).

Keywords : *Geomagnetic, Anomaly, and Hydrothermal*

1. PENDAHULUAN

Seiring yang dialami oleh seluruh dunia dengan menipisnya cadangan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas (migas) akibat adanya eksploitasi yang dilakukan secara terus-menerus, maka sangat dibutuhkan cara untuk mencari energi terbarukan untuk kehidupan di masa yang akan datang. Energi *geothermal* atau dikenal energi panas bumi merupakan energi terbarukan yang memiliki potensi yang sangat besar untuk kelangsungan hidup.

Indonesia menempati urutan ketiga setelah china dan india yang memiliki kepadatan penduduk. Hal ini dikarenakan jumlah penduduk yang terus bertambah dan kebutuhan energi yang selalu berkurang, sehingga peneliti mencari sumber energi alternatif untuk bertahan hidup. Indonesia merupakan negara yang rawan bencana karena terletak di tiga lempeng: lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik menyebabkan terbentuknya deretan gunung api di sebagian wilayah Indonesia,

dan menyebabkan terbentuknya sumber energi panas bumi di sekitar gunungapi tersebut. Indonesia memiliki sumber energi panas bumi terbesar di dunia yang berasal dari aktivitas gunung berapi. Gunung berapi yang aktif maupun tidak aktif terletak dari Sabang sampai Merauke. Gunung berapi yang tergolong aktif beberapa terletak di Provinsi Bengkulu, tepatnya di Rejang Lebong dan Kepahiang. Gunung berapi Bengkulu memiliki potensi panas bumi yang besar sebagai sumber energi terbarukan untuk pembangkit listrik. Daerah potensi sumber daya panas bumi yang tersedia adalah yang berada di sepanjang batas lempeng kerak yang menyebabkan aktivitas kerak aktif dan menghasilkan sumber energi panas bumi yang besar [1].

Daerah dengan ciri panas bumi berupa mata air panas ini berada di Provinsi Bengkulu tepatnya di kabupaten Lebong. Sebagian mata air panas menyembur keluar dari tepi sungai dan tebing, menjadikannya salah satu tempat wisata dan kawasan pemandian air panas. Berdasarkan informasi tersebut, studi dilakukan untuk memetakan potensi sumber panas bumi (*geothermal*). Ada beberapa metode dalam geofisika yang sering digunakan dalam penentuan struktur bawah permukaan daerah panas bumi seperti gravity atau metode gaya berat, metode seismik, dan metode magnetik. Beberapa metode geofisika yang digunakan dalam mengidentifikasi struktur bawah permukaan memiliki kelebihan dari kekurangannya masing-masing. Untuk area panas bumi metode magnetik sering digunakan karena proses akuisisi datanya yang terbilang tidak terlalu rumit dibandingkan dengan metode gravity dan metode seismik, namun metode ini sangat sensitif terhadap perubahan vertical yang sering digunakan untuk menyelidiki penyusup, Batuan dasar, urat hidrotermal yang melimpah Mineral feromagnetik, struktur geologi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode magnetik, sebagai salah satu metode geofisika yang mendukung penemuan sumber panas bumi. Metode magnetik merupakan metode geofisika digunakan untuk eksplorasi minyak bumi, gas bumi dan batuan mineral yang berkerja berdasarkan sifat magnetik batuan bawah permukaan [2]. Metode magnetik juga digunakan untuk menentukan struktur geologi seperti sesar, lipatan, intrusi batuan beku dan reservoir *geothermal*, yang berkerja berdasarkan pengukuran variasi kecil intensitas medan magnet di permukaan bumi [3]. Pada umumnya batuan dalam sistem panas bumi mempunyai magnetisasi rendah diakibatkan oleh proses demagnetisasi oleh proses alterasi hidrotermal. Proses tersebut mengubah mineral yang ada menjadi mineral paramagnetik dan diamagnetik, nilai magnet yang rendah tersebut dapat mengintrepretasikan zona potensial sebagai reservoir dan sumber panas.

Metode magnetik lebih banyak digunakan pada survei panas bumi karena memiliki kelebihan yaitu proses akuisisi data yang tidak serumit metode gravity dan seismik. Selain itu metode magnetik sangat sensitif terhadap perubahan vertical, selain itu mudah mengidentifikasi mineral-mineral yang mendekati *temperature curie*, oleh karena itu metode ini efektif digunakan untuk mempelajari daerah potensi *geothermal* [4].

Energi panas bumi berasal dari proses magmatik vulkanik yang menyebabkan perubahan suhu batuan dan sifat kemagnetan batuan. Ketika batuan dipanaskan oleh magma, sifat magnetiknya berkurang. Batuan yang terletak di sumber air panas (*geothermal*) memiliki nilai kemagnetan batuan yang rendah dibandingkan batuan di sekitarnya yang memiliki nilai kemagnetan tinggi, yang dapat menjadi dasar penggunaan metode kemagnetan dalam prospeksi panas bumi [5].

Suhu di wilayah anomali panas bumi dapat bervariasi secara signifikan, dan ini mungkin terkait erat dengan konveksi air panas. Anomali termal dapat disebabkan oleh adanya berbagai sumber air panas dan ada untuk jangka waktu yang lama di daerah intrusi mata air panas yang dalam. Akuifer permukaan dengan difusi panas rendah merupakan sumber panas baru yang potensial [6].

Bumi memiliki medan magnet yang kuat, yang tercipta saat Bumi berputar, menggerakkan partikel bermuatan di dalam cairan inti luar Bumi untuk menciptakan medan magnet. Nilai medan magnet total sangat bervariasi dengan garis lintang dan garis bujur. Sebuah benda magnet yang ditempatkan dalam medan magnet mengalami magnetisasi induksi. Medan magnet total atau induksi magnet total dari area terbuka material di Bumi, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (1) di bawah ini.

$$B = \mu\mu_0 \cdot H \tag{1}$$

H merupakan intensitas medan magnet, μ_0 merupakan permeabilitas magnet relative dan μ adalah pemebilitas magnetik diruang hampa. Persamaan ini menunjukkan bahwa jika medan magnetik permanen dan luar bumi diabaikan, maka medan magnet total yang terukur oleh magnetometer di permukaan bumi ialah penjumlahan dari medan bumi utama H dan variasinya. Kemagnetan pada batuan atau kerentanan magnet (*susceptibility*), secara matematis dapat ditulis seperti persamaan (2) di bawah ini :

$$J = kH \tag{2}$$

J adalah kekuatan magnet induksi dan k adalah suseptibilitas magnetik tak berdimensi mineral batuan.

Suseptibilitas magnetik yang rendah terdapat pada batuan sedimen dan batuan beku yang bersifat asam, karena bergantung pada komposisi mineral magnetiknya [7].

Provinsi Bengkulu merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi cadangan dan pengembangan panas bumi. Bengkulu memiliki beberapa prospek yang dapat dikembangkan, antara lain: B. Air panas (panas bumi) di kabupaten Lebong. Secara umum geologi daerah Lebong didominasi oleh batuan andesit dan tuff, dengan dasit-tuff-dasit, breksi dan

granodiorit terlihat jelas. Batuan ini merupakan lingkungan geologi yang cocok untuk mineralisasi dari larutan hidrotermal dingin [8].

Mengacu pada kondisi geologi daerah penelitian di atas, maka sistem panas bumi di Sumatera berada dalam keadaan kesetimbangan parsial, sehingga dapat disimpulkan terdapat energi panas bumi di daerah Air Putih yang tergolong sebagai calon energi panas bumi. Sifat air umumnya dikaitkan dengan vulkanisme andesit berbentuk berlian, yang mungkin disebabkan oleh ventilasi panas bumi yang lebih asam dan kental.

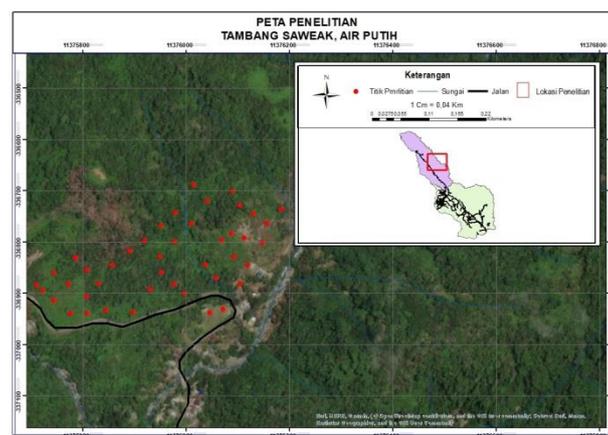
Reservoir panas bumi di Sumatera biasanya menempati batuan sedimen yang telah mengalami beberapa gerakan tektonik dan patahan. Hal ini menciptakan porositas atau permeabilitas sekunder pada batuan, sehingga menghasilkan konduktivitas fluida yang sangat baik [9].

Sumber energi panas bumi tetap tersedia jika masyarakat dan penduduk setempat menjaga lingkungan dalam proses pembangkitan energi panas bumi secara berkelanjutan. Mengingat energi panas bumi tidak dapat diekspor pemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri, energi panas bumi akan mengurangi ketergantungan Indonesia pada sumber energi fosil yang semakin menipis dan memberikan nilai tambah bagi Indonesia. Situasi untuk mengoptimalkan penggunaan berbagai sumber energi di Indonesia. Selain energi panas bumi yang tergolong energi terbarukan, energi ini disebut juga energi hijau atau energi bersih karena tidak menimbulkan polusi, dan diharapkan dapat menjadi primadona energi masa depan.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menambah informasi tentang energi panas bumi di Air Putih dan memberikan informasi untuk penelitian-penelitian selanjutnya dengan menggunakan metode yang berbeda sehingga hasil yang diperoleh sinergis. Secara umum, akan memberikan kesimpulan yang benar tentang potensi panas bumi yang diklaim Air Putih.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan survei regional atau pengukuran langsung di lapangan yang bertujuan memprediksi struktur bawah permukaan di area panas bumi di Desa Air Putih, Kecamatan Pinang Berlapis, Kabupaten Lebong. Secara geografis daerah penelitian terletak pada pada posisi $3^{\circ}02'40''$ S - $102^{\circ}11'40''$ Seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua set *presisi proton magnetometer* (PPM) yang terdiri dari badan magnetometer proton presisi, tabung sensor, dan batang aluminium yang digunakan untuk merekam kuat medan magnet di daerah penelitian. *Sistem Posisi Global* (GPS) digunakan untuk menentukan posisi dan jarak pengukuran yang dilakukan. Kompas geologi yang digunakan sebagai alat untuk menunjukkan arah utara medan magnet bumi.

Buku kerja digunakan untuk mencatat nilai kekuatan medan magnet total dan hari, tanggal, waktu, koordinat, serta kondisi lingkungan pada saat pengumpulan data. Jam tangan atau jam lain yang digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data medan magnet di lokasi penelitian. Kamera digunakan untuk merekam selama pengumpulan data. Juga unit computer atau laptop yang digunakan untuk memproses data kekuatan medan magnet total dan data posisi dari GPS yang diperoleh di lapangan. Software Argis dapat digunakan untuk membuat peta survei.

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebelum dilakukannya pengambilan data magnetik perlu dilakukan observasi yang dilaksanakan di wilayah air panas yang terletak di Desa Air Putih, Kecamatan Pinang Berlapis, Kabupaten Lebong. Dengan menggunakan alat PPM (*Proton Precession Magnetometer*), GPS (*Global Position System*). Proses akuisisi data dilakukan di sekitar lapangan panas bumi Air Putih, Lebong, dengan lintasan sekitar 10 m. Jumlah maksimum titik pengukuran untuk Kawah Air Putih adalah 49 dengan spasi antar titik sekitar 10 m dan alat yang digunakan dalam penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Alat PPM (Proton Precession Magnetometer)

Proses analisis data pada penelitian ini, data magnetik yang di peroleh dari lapangan berupa medan magnet yang harus di koreksi dengan nilai medan magnetik harian (diurnal) dan nilai magnetik global (IGRF atau International Geomagnetic Reference Field), termasuk perbedaan elevasi titik pengukuran. Koreksi IGRF dilakukan guna untuk menghilangkan pengaruh medan magnet dari dalam bumi yang disebabkan oleh medan magnet utama (Out Core) serta medan magnet dari kerak bumi. Seangkan koreksi harian berfungsi untuk menghilangkan pengaruh medan magnetik yang berasal dari luar bumi seperti pengaruh atmosfer (ionosfer).

Selain iu dilakukan juga koreksi drift yang berfungsi sebagai faktor koreksi database. Tujuan dilakukannya koreksi ini untuk melihat perubahan nilai intensitas magnetik di base station yang bergantung pada waktu.

$$T_{dc} = T_{obs} - \frac{T_{Base2} - T_{Base1}}{t_{Base2} - t_{Base1}} X (t_{obs} - t_{Base1}) \quad (3)$$

Dimana T_{dc} adalah nilai medan magnetic variasi harian, T_{obs} merupakan nilai medan magnet yang terukur di lapangan, T_{Base2} adalah nilai medan magnet akhir terukur tiap station, T_{Base1} Nilai medan magnet awal terukur tiap station, t_{Base1} adalah waktu pengukuran awal tiap station, t_{Base2} adalah waktu pengukuran akhir tiap station dan t_{obs} adalah waktu pengukuran medan magnet di base station. Setelah melalui peroses koreksi IGRF dan koreksi harian, maka akan didapatkan nilai anomal magnetik total lapangan yang merupakan nilai magnetik kerak bumi.

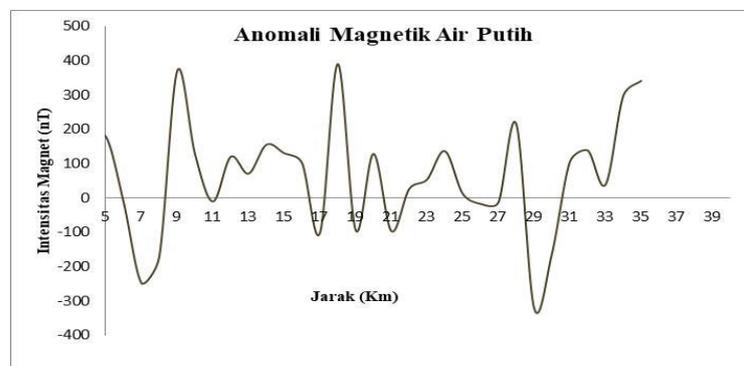
$$\Delta T = T_{obs} - T_{IGRF} \pm T_{dc} \quad (4)$$

Dengan ΔT adalah anomali magnetik total, T_{obs} merupakan nilai medan magnet yang terukur di lapangan (nT), T_{IGRF} adalah medan magnet utama (nT), T_{dc} adalah nilai medan magnetik variasi harian (nT).Setelah proses pengolahan data selesai dilakukan, maka hasil akhir adalah membuat grafik guna untuk melihat perubahan anomali magnetik kawasan Air Putih, Lebong

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran medan magnetik dilakukan di sekitar kawasan air panas (geothermal) sampai dengan sekitar lahan pertanian warga dengan panjang lintasan sekitar 10 km. Pada penelitian ini didapatkan 49 titik, dan setelah dilakukan koreksi hanya ada beberapa data yang bisa terpakai yang dapat dilihat pada Gambar 3.

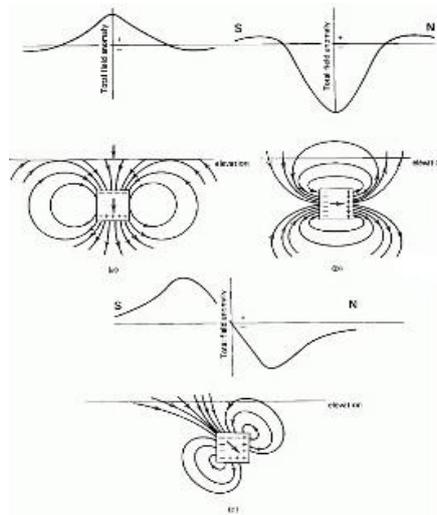
Nilai anomali magnetik yang di dapatkan dilapangan masih memiliki nilai yang bervariasi, maka perlu dilakukan koreksi yaitu koreksi harian (diurnal) dan koreksi IGRF. Koreksi IGRF dapat dicari dengan menggunakan kalkulator bumi yang ada di internet dengan memasukkan koordinat dan ketinggian daerah pengukuran. Nilai tertinggi anomali magnetik pada hari pertama sekitar 390,45 nT di titik 29 dan nilai terendahnya ialah -320,7 nT yang berada di titik 43. Berdasarkan perhitungan pada website http://www.geomag.bgs.ac.uk/data_service/models_compass/wmm_calc.html nilai deklinasi medan magnet pada daerah tersebut pada saat pengukuran adalah -0,842° nilai kemiringan -23.514°. Nilai gradien medan magnet di daerah tereduksi memiliki pengaruh besar pada interpretasi plot anomali magnetik. Hal ini karena nilai kemiringan diukur pada -23.514° atau dekat ekuator medan magnet (kemiringan 0°).



Gambar 3. Grafik perubahan anomali magnetik kawasan Air Putih, Lebong.

Anomali positif dihasilkan jika sudut kemiringan mengarah ke arah yang sama dengan pengamatan batuan, dan sebaliknya. Respon anomali magnetik minimal menunjukkan batuan atau mineral yang sangat magnetis. Respon anomali

magnetik yang tinggi menunjukkan adanya batuan dengan nilai kemagnetan rendah di bawahnya [10]. Respon anomali magnetik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi medan magnet bumi yang menginduksi batuan bawah permukaan dan respon nilai anomali magnetik dengan sudut inklinasi medan magnet yang berbeda (sumber:<http://principles.ou.edu>)

pada Gambar 4 dapat dijelaskan tentang respon anomali magnetik terhadap kemiringan sudut (a) respon inklinasi pada 90° , (b) respon inklinasi pada 0° , (c) respon inklinasi pada 45° . Respon anomali kecil dengan nilai $-320,7$ nT yang ditemukan pada titik pengukuran 43 menunjukkan bahwa batuan bawah permukaan memiliki sifat kemagnetan yang tinggi dan diduga merupakan mineral batuan. Respon outlier yang rendah menunjukkan zona rekahan dengan mineral batuan yang bernilai ekonomis.

Respon anomali magnetik tertinggi terdapat pada titik 29 dengan nilai anomali magnetik sebesar $390,45$ nT. Anomali tertinggi ini menunjukkan adanya batuan dengan nilai suseptibilitas magnetik yang rendah di bawah atau di sekitar lokasi survei. Batuan dengan nilai magnetik rendah dianggap sebagai reservoir. Karena titik 29 berada pada daerah yang dekat dengan formasi hidrotermal (geothermal), maka dapat diasumsikan terdapat penopang atau reservoir hidrotermal di daerah tersebut. Pembacaan anomali magnetik rendah ini juga menunjukkan adanya lubang panas bumi bawah tanah.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan nilai yang diukur dengan metode geomagnetik di tempat wisata Air Putih di Desa Pinang Belapis Kabupaten Lebong. Sebagai hasil dari penelitian ini, ditemukan batuan dengan nilai suseptibilitas magnetik tinggi di titik 43, yang dianggap sebagai kawasan yang diduga bernilai ekonomis untuk mata air panas (*hidrotermal*). *Fraktur zones* atau zona patahan ditemukan di sekitar lokasi penelitian pada pengamatan ini.

4. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Bapak Refrizon, S.Si., M.Si dan Nanang Sugianto, S.Si., M. Sc selaku dosen pembimbing. Kami berterima kasih kepada tim peneliti dan Departemen Fisika, Laboratorium Geofisika Fakultas MIPA Universitas Bengkulu atas bantuannya dalam mengumpulkan data lapangan untuk penelitian ini.

5. REFERENSI

- [1] P. Simbolon, "PEMODELAN 3D STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DI DAERAH PROSPEK GEOTERMAL KEPAHANG MENGGUNAKAN METODE GEOMAGNET," in *Skripsi, FMIPA, Universitas Bengkulu*, 2018, pp. 10–27.
- [2] A. I. Hadi, "Lereng Utara dengan Menggunakan Metode Magnetik," pp. 13–23.
- [3] F. . Z. Awaliyatun and J. Hutahaean, "Penentuan Struktur Bawah Permukaan Tanah Daerah Potensi Panas Bumi dengan Metode Geomagnetik di Tinggi Raja Kabupaten Simalungun," *J. Einstein*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2015.
- [4] Muspayanti, P. Palloan, and N. Ihsan, "Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Daerah Prospek," vol. 14, no. 3, pp. 84–92, 2018.
- [5] Defta Okta Andeska, "INVESTIGASI STRUKTUR BATUAN BAWAH PERMUKAAN DAERAH MANIFESTASI PANAS BUMI DENGAN METODE MAGNETIK DI TELAGA TUJUH WARNA BUKIT DAUN," in *Skripsi, FMIPA, Universitas Bengkulu*, vol. 7, no. 2, 2021, pp. 107–15.

- [6] IMARS_BG12KTR, "Operation Manual 偏振分析仪," *Thorlabs*, vol. 100, no. January, pp. 1–40, 2019.
- [7] Putri Rahayu, "Penyelidikan struktur bawah permukaan daerah potensi panas bumi di talang rimbo lama dengan menggunakan metode geomagnetik," in *Skripsi Universitas Bengkulu*, 2018.
- [8] M. Kadri and T. F. Sudarma, "Penentuan Struktur Bawah Permukaan Daerah Geothermal Menggunakan Metode Geolistrik di Desa Penen Kecamatan Biru Biru Kabupaten Deli Serdang," vol. 08, no. 01, pp. 6–11, 2019.
- [9] I. W. Kurniawan, "Studi Pembangunan PLTP Seulawah Agam dengan Kapasitas 1X 55 MW dan Penyeluruhnya terhadap TDL Regional Nanggroe Aceh Darusalam," *ITS Surabaya*, 2012.
- [10] I. Kearey, P. Brook, M & Hill, "An Introduction to Geophysical Exploration.," in *Blacwell Science. Ltd.USA.*,