

Peta Sebaran Intensitas Anomali Magnetik Di Daerah Prospek Geothermal Kepahiang Berdasarkan Survei Metode Geomagnet

Parjuangan Simbolon^{1*}, Refrizon², dan Nanang Sugianto^{2**}

¹ Program Studi Fisika, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Indonesia

² Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Indonesia

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel:

Draft diterima: 20 November 2020

Revisi diterima: 18 Desember 2020

Diterima: 23 Desember 2020

Tersedia Online: 26 Desember 2020

Corresponding author:

*parjuangan.simbolo@gmail.com

**nanang.s@unib.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Kepahiang merupakan salah satu daerah yang berada di *ring of fire Pacific* sehingga memiliki potensi geothermal yang cukup potensial untuk menghasilkan energi terbarukan agar dapat dipergunakan untuk daya penyuplai listrik. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan pola sebaran anomali magnetik daerah yang diduga sebagai distribusi dan reservoir panas bumi Kepahiang secara menyeluruh. Penelitian ini menggunakan *Proton Precision Magnetometer (PPM)* yang tersebar di 143 titik pengukuran. Nilai anomali total yang tinggi dari hasil pengukuran dominan berada di bagian timur, tenggara, selatan, barat daya dan barat daerah penelitian dengan nilai 0 nT sampai 1500 nT, sedangkan pada bagian barat laut, utara dan timur laut di dominasi anomali total rendah dengan nilai 0 nT sampai -1500 nT. Pada peta sebaran intensitas anomali magnetik total dominan bernilai rendah dengan nilai 0 nT sampai -1500 nT yang berarti daerah tersebut dipengaruhi oleh panas bumi. Sedangkan nilai anomali magnetik di sekitar Sesar Musi dominan tidak dipengaruhi oleh panas bumi karena bernilai tinggi yaitu 0 nT sampai 600 nT. Pada daerah mata air panas sumber aliran berasal dari barat laut dengan nilai 0 nT sampai 300 nT.

Kata kunci: magnetik, anomali, panas bumi

ABSTRACT

Kepahiang regency is one of the areas in the ring of fire pacific, it has a large enough geothermal potential to produce renewable energy used as electricity supply. Therefore, this study was conducted to know the distribution of magnetic anomalies in the suspected area of distribution and reservoir of geothermal Kepahiang thoroughly. The study used Proton Precision Magnetometer (PPM) spread across 143 measurement points. The results of the anomaly measurement of high total anomaly values were predominantly in the eastern, southeast, south, southwest and western parts of the study area with a value of 0 nT to 1500 nT, while in the northwest, north and northeast the dominance of total anomalies were low, with a value of 0 nT to -1500 nT. On the distribution map the intensity of the dominant total magnetic anomaly was low with a value of 0 nT to -1500 nT which mean the area was affected by geothermal. In other area, the magnetic anomaly around the dominant Musi Fault was not influenced by geothermal because its value was high about 0 nT to 600 nT. In hot springs, the source of the flow came from the northwest with value of 0 nT to 300 nT.

Keywords: magnetic, anomaly, geothermal

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan daerah yang mengandung panas bumi dapat dilakukan, pada daerah yang terdapat di sekitar lempeng tektonik yang disebabkan oleh aktivitas tektonik aktif yang menghasilkan panas bumi. Potensi energi panas bumi terdapat di Kabupaten Kepahiang yang terletak di Provinsi Bengkulu, berada di busur magmatik Pulau Sumatera. Peta geologi Gafoer menunjukkan

bahwa aktivitas vulkanik Gunung Kaba menyebabkan daerah Kabupaten Kepahiang masih dipengaruhi panas bumi [1]. Adanya sumber air panas, pH netral, solfatara, fumarol dan batuan yang teralterasi merupakan daerah yang terdapat panas bumi di sekitar Air Sempiang [2]. Geologi bawah permukaan bumi dapat dilakukan pengukuran geomagnet berdasarkan anomali medan magnet total yang mendeteksi batas litologi antara batuan dan intrusi dengan batuan lainnya [3]. Berdasarkan hasil penyelidikan oleh Arsadipura, dkk (2010), Kurnadi, dkk (2010) dan Sugianto, dkk (2011) dilakukan survei Magnetotellurik (MT) yang di fokuskan di lereng sebelah selatan dan barat daya dari Gunung Kaba, daerah prospek panas bumi Kepahiang [4] [2] [5]. Selanjutnya Herlambang, dkk (2016) melakukan penelitian yang menjelaskan terdapat daerah Babakan Bogor memiliki sumber mata air panas dan fumarol namun, terletak jauh dari Gunung api Kaba [6]. Dengan melihat manifestasi ini, Sari, dkk (2017) melakukan investigasi sebaran panas bumi dilakukan pada daerah yang terletak jauh dari Gunung api Kaba [7].

Penelitian ini menghasilkan bahwa distribusi panas bumi secara 2D berada pada kedalaman 1500 sampai 5000 m di bawah permukaan tanah dengan panjang distribusi panas bumi mencapai 3000 m dari daerah Taba Tebelet sampai Pagar Gunung. Setelah itu, Anggini, dkk (2019) melakukan penelitian distribusi panas bumi di daerah Babakan Bogor, Taba Tebelet dan Kuto Rejo dan diduga bawah distribusi panas bumi berada pada daerah Taba Tebelet dan daerah Babakan Bogor yang berada pada kedalaman 200-2000 m [8]. Penelitian tersebut dilakukan dengan 2 lintasan akuisisi data menyilang yang kemudian di rekonstruksi menjadi 2,5 dimensi (2,5D). Selanjutnya Broto (2011) dan Afandi, dkk (2013) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa anomali magnetik yang rendah dipengaruhi oleh panas bumi. Sehingga dari penelitian tersebut dapat dilakukan penelitian yang mengetahui sebaran dari anomali magnet pada daerah yang diduga distribusi reservoir panas bumi menggunakan metode geomagnet [9] [10].

Data geomagnet didasarkan pada sifat kemagnetan (kerentanan magnet batuan), apabila daerah tersebut dipengaruhi oleh panas bumi, maka anomali magnet yang ditimbulkan relatif rendah [11]. Kerentanan tersebut ditentukan oleh nilai susceptibilitas, yang merupakan kemampuan suatu material termagnetisasi yang dituliskan sebagai persamaan 1:

$$M = k H \quad (1)$$

dimana M = intensitas magnetisasi (dalam A/m), k = susceptibilitas anomali, dan H = kuat medan magnet (dalam A/m) [11]. Pengukuran medan magnet dipengaruhi oleh medan magnet utama bumi (IGRF), medan magnet luar (VH) dan medan anomali. Maka medan anomali dapat diperoleh dengan persamaan 2:

$$\Delta H = H_{Total} \pm H_{VH} \pm H_{IGRF} \quad (2)$$

dimana H_{Total} adalah nilai medan magnet observasi (nT), H_{IGRF} adalah nilai medan magnet teoritis berdasarkan IGRF (nT), dan H_{VH} adalah nilai medan magnet akibat variasi harian (nT) [11].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian tentang sebaran anomali magnet ini dilakukan dengan menggunakan metode geomagnet dengan beberapa tahapan yang dilakukan yaitu tahap pertama berupa survei lapangan di Kabupaten Kepahiang yang berfungsi untuk mengamati lokasi pengambilan data, mengamati medan menuju titik pengambilan data sehingga dapat direncanakan teknis untuk mendapatkan akuisisi data yang memenuhi prosedur operasional standar sesuai target serta mengurus perizinan ke pemerintah setempat. Selanjutnya dilakukan pengukuran data lapangan meliputi data *base station*, kuat medan magnet bumi, waktu, koordinat dan elevasi setiap titik lintasan. Pengukuran kuat medan magnet di Kabupaten Kepahiang dilakukan dengan spasi 500-600 m dan setiap stasiun dilakukan pembacaan masing-masing lima kali. Data yang terekam oleh *Proton Precision Magnetometer* (PPM) kemudian diolah dengan langkah-langkah berikut:

1. Data medan magnet bumi dikoreksi dengan medan magnet utama bumi (IGRF) dan variasi magnetik harian.
2. Data elevasi, medan magnet bumi, IGRF, dan anomali medan magnet dipetakan menggunakan *software* ArcGis 10.3.

Hasil pengolahan data tersebut dilanjutkan dengan interpretasi kualitatif data magnetik. Peta kontur anomali medan magnet total dianalisis sesuai dengan interpretasi kualitatif data magnetik.

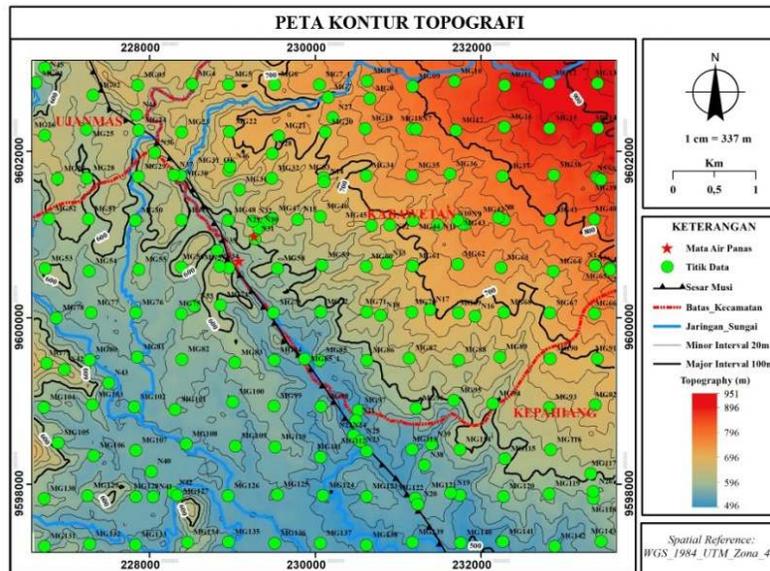
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Interpretasi Kualitatif Data Magnetik Dan Peta Kontur Topografi Daerah Kepahiang

Interpretasi kualitatif pada data magnetik bertujuan untuk melihat pola penyebaran dan lokasi anomali medan magnet pada daerah penelitian yang dihubungkan dengan tatanan geologi. Interpretasi kualitatif ini digunakan untuk mengetahui keadaan bawah permukaan dari daerah penelitian. Topografi merupakan gambaran atau *relief* permukaan dari suatu daerah berdasarkan

ketinggian dari permukaan laut sebagai titik acuan (0 meter). Dalam penelitian ini titik pengambilan data tersebar diantara koordinat Lintang $03^{\circ}35'24,0''$ LS sampai $03^{\circ}38'24,1''$ LS dan koordinat Bujur $102^{\circ}32'21,1''$ BT sampai $102^{\circ}36'01,6''$ BT. Topografi pada daerah penelitian memiliki ketinggian yang beragam dan terdapat sesar Musi yang merupakan rekahan akibat terjadi pergeseran antar batuan [12] seperti pada Gambar 1.

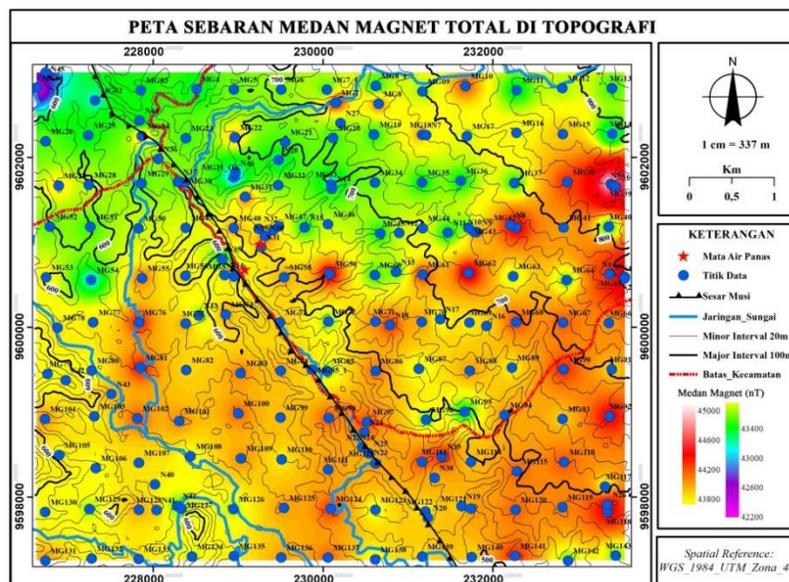
Berdasarkan peta kontur topografi tersebut terlihat bahwa daerah penelitian merupakan daerah yang memiliki lembah dan perbukitan dengan ketinggian yang signifikan. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa bagian timur laut daerah penelitian memiliki ketinggian yang lebih tinggi dibandingkan bagian barat daya daerah penelitian. Perbedaan ketinggian titik ukur untuk daerah tertinggi dan terendah adalah 429,4 m. Titik tertinggi berada pada ketinggian 937,7 mdpl dan titik terendah berada pada 508,3 mdpl. Titik tertinggi berada di Kecamatan Kabawetan yang berwarna merah dan titik terendah berada di Kecamatan Kepahiang yang berwarna biru.



Gambar 1. Peta Kontur Topografi Daerah Penelitian

3.2. Peta Kontur Intensitas Medan Magnet Total (H_{Total}) Daerah Kepahiang

H_{Total} dikoreksi dengan variasi harian dan IGRF untuk memperoleh anomali magnetik total di daerah penelitian [13]. Peta kontur intensitas medan magnet total daerah Kepahiang ditunjukkan pada Gambar 2 yang memberikan informasi mengenai sebaran intensitas magnet total daerah Kecamatan Kepahiang, Kecamatan Kabawetan dan Kecamatan Ujanmas.

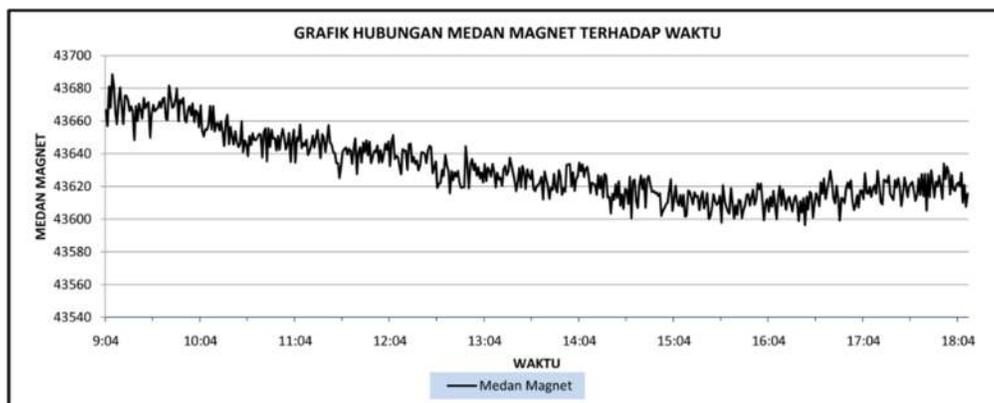


Gambar 2. Peta Kontur Medan Magnet Total di Topografi

Nilai H_{Total} mencapai 42250,5 nT hingga 45533,3 nT dan dikelompokkan menjadi, intensitas magnet rendah, intensitas magnet sedang dan intensitas magnet tinggi. Nilai intensitas tinggi terdapat pada bagian timur, tenggara dan selatan daerah penelitian dengan rentang nilai 44200 nT sampai dengan 45533,3 nT. Nilai intensitas sedang berada di bagian barat, barat daya dan timur laut dengan rentang nilai 44200 nT hingga 43800 nT. Nilai intensitas rendah terdapat pada barat laut, utara dan timur laut dengan rentang nilai 43800 nT sampai dengan 42250,5 nT.

3.3. Variasi Harian

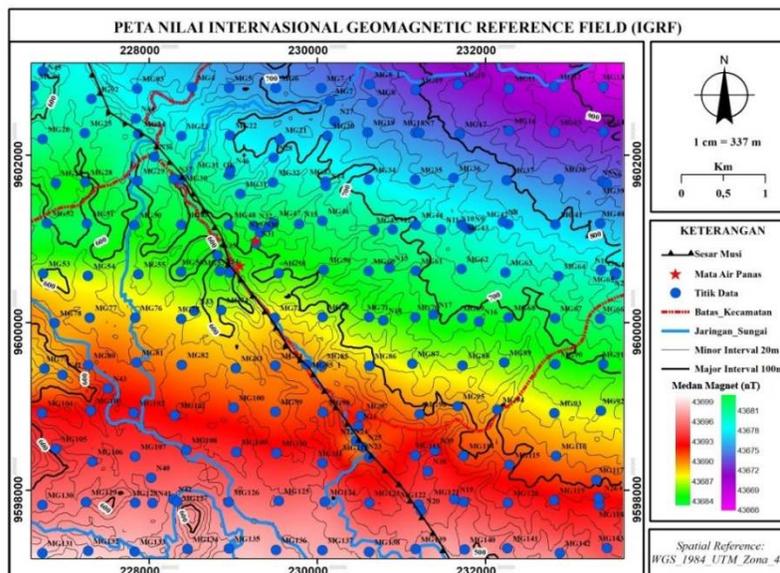
Koreksi variasi harian bertujuan untuk menghilangkan noise dari luar bumi pada H_{Total} . Variasi harian diukur dengan interval waktu pengukuran 1 menit diperlihatkan pada Gambar 3. Pada Gambar tersebut penyimpangan nilai variasi harian dalam satu hari pengukuran yaitu 67,2 nT.



Gambar 3. Grafik Penyimpangan Nilai Magnetik Bumi Dalam Satu Hari Pengukuran

3.4 International Geomagnetic Reference Field (IGRF)

Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan kontribusi IGRF terhadap H_{Total} yang terukur di lapangan. Pada peta sebaran nilai IGRF (Gambar 4) terlihat pola IGRF yang regional dengan nilai beragam. Nilai IGRF tertinggi berada di bagian barat daya yaitu 43698.6 nT dan nilai terendah berada di timur laut daerah penelitian yaitu 42250.5 nT. Gambar tersebut juga memperlihatkan bahwa nilai IGRF di daerah semakin kecil kearah timur laut dan semakin besar kearah barat daya.

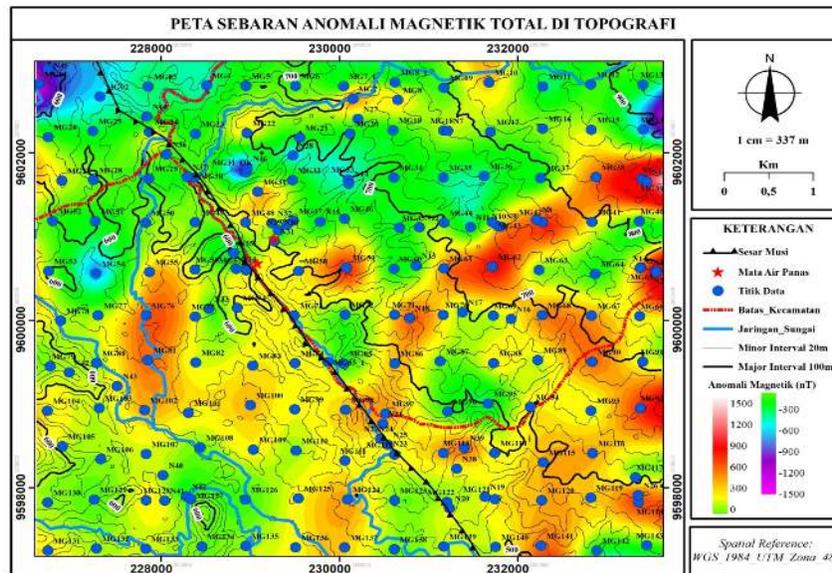


Gambar 4. Peta Sebaran Nilai IGRF (International Geomagnetic Reference Field) Di Daerah Penelitian Overlay Topografi

3.5 Peta Kontur Anomali Total Daerah Kepahiang

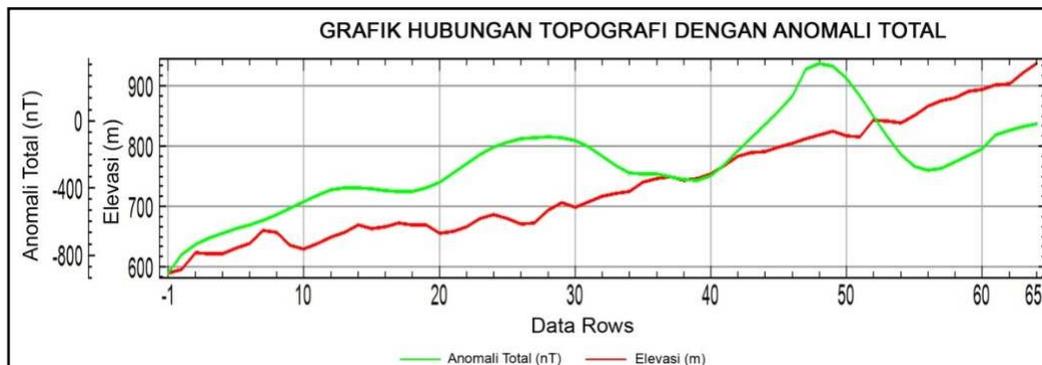
Anomali total atau anomali medan magnetik total adalah harga medan magnet di suatu titik yang dihasilkan oleh batuan di bawah permukaan yang menjadi target dari penelitian yang menggunakan metode geomagnetik. Medan magnet total yang telah terkoreksi dengan variasi harian dan IGRF [14], didapatkan sebaran anomali di daerah penelitian. Pada Gambar 5

diperlihatkan bahwa sebaran anomali total di daerah penelitian mempunyai nilai yang tinggi dan rendah. Dimana anomali tinggi dominan berada di bagian timur, tenggara, selatan, barat daya dan barat dengan nilai 0 nT sampai 1846,6 nT, sedangkan pada bagian barat laut, utara dan timur laut di dominasi anomali rendah dengan nilai 0 nT sampai dengan -1444,5 nT.



Gambar 5. Peta Sebaran Intensitas Anomali Magnetik Total Di Daerah Penelitian Overlay Topografi

Berdasarkan Gambar 5, nilai anomali total tinggi dominan berada di bagian timur, tenggara, selatan, barat daya dan barat daerah penelitian dengan nilai 0 nT sampai 1500 nT, sedangkan pada bagian barat laut, utara dan timur laut di dominasi anomali total rendah dengan nilai 0 nT sampai dengan -1500 nT yang menunjukkan bahwa daerah tersebut dipengaruhi oleh panas bumi seperti Sugiyo (2015) yang menyatakan hal serupa pada penelitian yang telah dilakukannya [15]. Anomali total sejajar dengan topografi, dimana semakin tinggi topografi maka anomali total yang terukur juga akan semakin tinggi (Gambar 6).



Gambar 6. Grafik Hubungan Topografi Dengan Anomali Total (1 Garis)

4. KESIMPULAN

Pada peta sebaran intensitas anomali magnetik total dominan bernilai rendah dengan nilai 0 nT sampai -1500 nT yang berarti daerah tersebut dipengaruhi oleh panas bumi. Sedangkan nilai anomali magnetik di sekitar sesar musu dominan tidak dipengaruhi oleh panas bumi karena bernilai tinggi yaitu 0 nT sampai 600 nT. Pada daerah mata air panas sumber aliran berasal dari barat laut dengan nilai 0 nT sampai 300 nT.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu dalam penyelesaian penelitian ini yaitu tim GeoRunners dan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Bengkulu.

6. REFERENSI

- [1] S. Gafoer, T. Amin and R. Pardede, "Peta geologi lembar bengkulu dan sekitarnya," Bandung, 1992.
- [2] D. Kusnadi, M. N. Hadi and Suparman, "Penyelidikan terpadu geologi dan geokimia daerah panas bumi kepahiang, kabupaten kepahiang, bengkulu," in *Prosiding hasil kegiatan pusat sumber daya geologi tahun anggaran 2010*, 2010.
- [3] B. Nurdiyanto, W. Wahyudi and I. Suyanto, "analisis data magnetik untuk mengetahui struktur bawah permukaan daerah manifestasi air panas di lereng utara gunung api ungaran," in *prosiding PIT HAGI*, 2004.
- [4] S. Arsadipura, M. Kholid and D. Djukardi, "Penyelidikan Geofisika terpadu gaya berat, geomagnet dan geolistrik daerah panas bumi kepahiang, kecamatan kabawetan, kabupaten kepahiang, provinsi bengkulu," in *Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi Tahun Anggaran 2010*, 2010.
- [5] A. Sugianto and A. W. Kritianto, "Survey MAgnetotellurik daerah panas bumi kepahiang," in *prosiding hasil kegiatan pusat sumber daya geologi tahun anggaran 2011*, 2011.
- [6] R. F. Herlambang and K. Novranza, "pemetaan kelurusan menggunakan remote sensing dan korelasinya terhadap distribusi manifestasi permukaan di daerah potensi geothermal kepahiang, bengkulu," in *prosiding seminar nasional fisika (e-journal)*, 2016.
- [7] L. P. Sari and A. M. Lubis, "Investigasi distribusi panas bumi dengan menggunakan metode magnetotellurik(MT) di daerah babakan bogor dan sekitarnya kabupaten kepahiang provinsi bengkulu," Universitas bengkulu, bengkulu, 2017.
- [8] D. Anggini, M. Farid and A. M. Lubis, "Estimasi distribusi potensi panas bumi (geothermal) secara 2,5 dimensi di daerah kepahiang dengan inversi data magnetotellurik(MT)," Universitas Bengkulu, Bengkulu, 2019.
- [9] S. Broto, "aplikasi metode geomagnet dalam eksplorasi panas bumi," *teknik*, vol. 32, no. 1, pp. 79-87, 2011.
- [10] A. Afandi, S. Maryanto and A. Rachmansyah, "identifikasi reservoir daerah panas bumi dengan metode geomagnetik daerah belawan kecamatan sempol kabupaten bondowoso," *Jurnal fisika dan aplikasinya*, vol. 6, no. 1, pp. 1-10, 2013.
- [11] W. M. Telford, L. Geldart and R. E. Sheriff, *Applied geophysics*, Cambridge University Press, 1990.
- [12] D. Ilahude and B. Rachmat, "Pola anomali magnet lokal dari aplikasi trend surface analysis(TSA) pada pemetaan geologi kelautan bersistem di perairan selat malaka sumatera utara," *jurnal geologi kelautan*, vol. 9, no. 2, pp. 109-118, 2016.
- [13] D. Santoso, "Vulkanologi dan eksplosi geothermal," Institut teknologi bandung, Bandung, 2002.
- [14] S. Bijaksana, "Analisis mineral magnetik dalam masalah lingkungan," *Jurnal geofisika*, vol. 1, pp. 19-27, 2002.
- [15] E. W. Sugiyo, "Kajian panas bumi daerah medini-gonoharjo berdasarkan data geomagnetik," Universitas negeri semarang, semarang, 2015.