



KARAKTERISASI STRUKTUR BAWAH TANAH DI DAERAH POTENSI GEOTHERMAL KABUPATEN MANDAILING NATAL DENGAN METODE MAGNETIK

Yosni Destina Simanullang dan Muhammad Kadri

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Medan

yosnimanullang@gmail.com

Diterima: April 2020. Disetujui: Mei 2020. Dipublikasikan: Juni 2020

ABSTRACT

The aim of the study is determine the characterization of geothermal potential area using magnetic methods and identification of rock constituent minerals by XRD test in the geothermal area of Roburan Dolok Sorik Marapi Village, Mandailing Natal Regency, Geographically the area is at coordinates 0o44'49" SL and 99o31'32" EL. Field data were obtained by magnetic methods using PPM (Proton Precision Magnetometer), GPS (Global Positioning System) and Geological Compass. The data is processed using Microsoft Excel, Surfer11, and Mag2dc software, so that the susceptibility is interpreted by color coding. The XRD test was carried out using a Jeol-350 Shimadzu 6100 diffractometer. Data collection was performed at 30 measurement points. The results of the study qualitatively have magnetic anomaly values ranging from -20 nT to 420 nT. The results of quantitative interpretation of A-A' incision modeling show that the study area has a susceptibility value ranging from -0,011 to 0.0343 (in SI) and is a clastic sedimentary rock (sandstone, siltstone, claystone). Mineral constituents of geothermal rocks Sorik Marapi is quartz (O₂Si) with a trigonal crystal system (hexagonal axes) with a crystal size of 9,655,267 Å. The mineral is the main constituent mineral of sandstone.

Keywords: *Magnetic Method, Magnetic Anomaly, Susceptibility, XRD Test*

PENDAHULUAN

Eskalator adalah salah satu alat transportasi vertikal berupa konveyor untuk mengangkut orang, yang dapat bergerak ke atas dan ke bawah mengikuti jalur yang berupa rail atau rantai yang digerakkan oleh driver (Sadi S, 2015). Eskalator atau tangga berjalan banyak diaplikasikan pada pusat perbelanjaan, bandara, sistem transit, pusat perdagangan, hotel, dan kebutuhan akan energi terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dunia dan perkembangan teknologi yang semakin pesat. Salah satu kecenderungan besar dalam permintaan energi terjadi secara luar biasa di bidang transportasi (bahan bakar) dan listrik. Hal ini mengakibatkan semakin menipisnya sumber energi yang menjadi andalan saat

ini, dimana sumber energi tersebut merupakan sumber energi yang terbatas. Oleh karena itu eksplorasi sumber energi baru (alternatif) terus menerus diupayakan oleh manusia.

Indonesia memiliki 40% potensi panas bumi di dunia dengan total potensi energi mencapai 28.100 MWe. Ironisnya, baru 4% saja (1.189 KWe) dari potensi panas bumi tersebut yang telah dimanfaatkan. Minimnya pemanfaatan energi panas bumi ini tergambar dari komposisi sumber listrik di Tanah Air. Listrik yang digunakan di Indonesia sebagian besar memanfaatkan energi konvensional. Baru 3% saja dari tenaga listrik yang ada di Indonesia yang memanfaatkan energi panas bumi (Chaerunnisah, dkk, 2016).

Melihat besarnya potensi panas bumi yang terkandung di bawah bumi Indonesia (256 lokasi, 16 lokasi diantaranya terdapat di Provinsi Sumatera Utara), energi panas bumi merupakan salah satu energi alternatif yang cocok untuk dikembangkan. Selain itu energi panas bumi merupakan energi yang dapat diperbaharui (renewable) dan ramah lingkungan (Iim, dkk, 2007).

Salah satu daerah di Provinsi Sumatera Utara yang memiliki potensi panas bumi adalah di Kabupaten Mandailing Natal. Potensi sumber panas bumi yang di daerah Mandailing Natal terletak di Sorik Marapi. Sorik Marapi secara administratif berada di Desa Sibanggor Julu, Kecamatan Puncak Sorik Marapi, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara. Koordinat puncak gunung adalah 0o 41' 11" LS dan 99o 32' 13" BT.

Metoda geomagnet dapat digunakan untuk menginterpretasikan lapisan bawah permukaan beserta jenis batuan berdasarkan intensitas medan magnet yang terukur di permukaan. Metoda geomagnet dilakukan berdasarkan pengukuran anomali geomagnet yang diakibatkan oleh perbedaan kontras suseptibilitas atau permeabilitas geomagnet tubuh jebakan dari daerah sekelilingnya. Perbedaan permeabilitas relatif itu diakibatkan oleh perbedaan distribusi mineral ferromagnetic, paramagnetic, dan diamagnetic (Broto dan Putranto, 2011).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Roburan Dolok, Kecamatan Panyabungan Selatan, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara dengan titik koordinatnya adalah 0o44'49" LU dan 99o31'32" BT. Penelitian dilakukan selama 1 hari pada tanggal 2 Juli 2019.

Data lapangan diperoleh dengan metode geomagnet menggunakan Proton Precision Magnetometer (PPM) Type Else 770 untuk mengukur medan magnet total, GPS untuk menentukan posisi pengukuran secara presisi dan kompas geologi untuk penunjuk arah sebanyak 30 titik pengukuran dengan jarak tiap titik yaitu 10 meter.

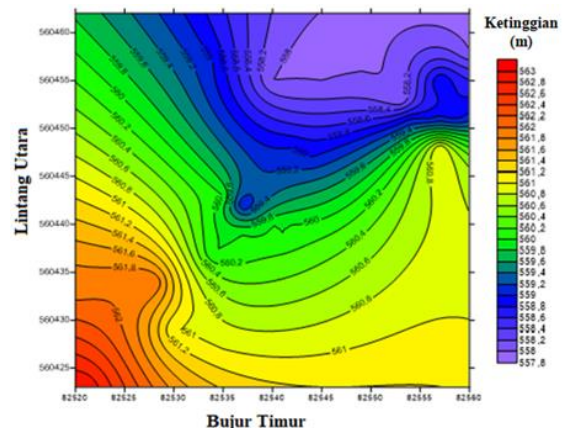
Analisis dan interpretasi data dilakukan dengan menggunakan komputer menggunakan software Microsoft Excel, Surfer11, MagPick, dan Mag2DC, sehingga akan diperoleh model penampang geomagnetik yang mempunyai terjemahan dalam bentuk gambar dengan menunjukkan nilai suseptibilitas dan warna berdasarkan lapisan batuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Hasil penelitian survei magnet bumi adalah data topografi dengan menggunakan GPS Garmin Etrex, data pengamatan medan magnet bumi di field diperoleh dari hasil pembacaan Proton Precession Magnetometer (PPM) Type elsec 770 dan data pengamatan magnet bumi di base stasiun diperoleh dari hasil pembacaan PPM model G-856 AX. Daerah yang diteliti memiliki ketinggian sekitar 563 mdpl hingga 557,8 mdpl.

Hasil penggridan data lapangan menggunakan program surfer11 berdasarkan ketinggian permukaan di daerah penelitian pengukuran yang didapat menggunakan GPS. Hasil yang ditampilkan berupa kontur permukaan pengukuran seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

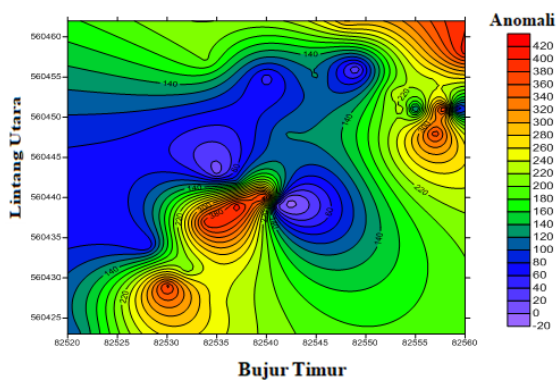


Gambar 1. Kontur Daerah Penelitian Menggunakan Surfer11

Berdasarkan gambar 1 diketahui bahwa lokasi penelitian memiliki distribusi intensitas medan magnetik yang berbeda berdasarkan ketinggiannya. Dimana intensitas medan magnetik tinggi ditandai dengan warna kuning hingga kemerahan berada pada

ketinggian sekitar 561-563 mdpl. Sedangkan distribusi intensitas medan magnetik sedang ditandai dengan warna kuning hijau berada pada ketinggian 559,4-560,8 mdpl. Sedangkan intensitas medan magnetik rendah ditandai dengan warna ungu hingga biru berada pada ketinggian 557,8-559,2 mdpl.

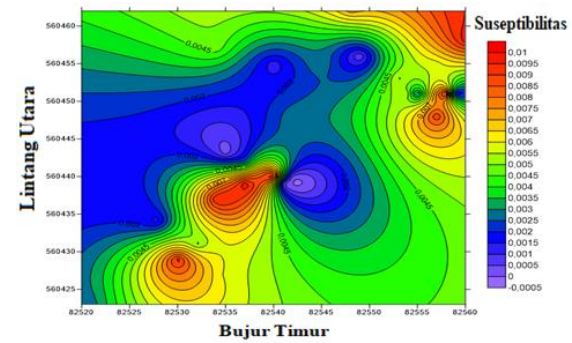
Berdasarkan hasil pengukuran data variasi harian dengan nilai intensitas medan magnet dan juga nilai IGRF lokasi penelitian yaitu sebesar 41226.4, hasil perhitungan yang dapat ditampilkan dalam bentuk peta kontur anomali dengan menggunakan software surfer11 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Kontur Anomali Magnet Bumi di Lokasi Survei

Dari gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa nilai anomali magnetiknya berkisar antara -20 nT sampai 420 nT. Untuk anomali magnetik dengan intensitas rendah dengan kisaran nilai -20 – 120 nT terdistribusi pada bagian utara lokasi penelitian ditandai dengan warna biru tebal. Sedangkan untuk anomali dengan intensitas sedang dengan kisaran nilai 140 - 220 nT terdistribusi pada bagian tenggara hingga barat ditandai dengan warna hijau. Untuk anomali dengan intensitas tinggi dengan kisaran nilai 240 - 420 nT terdistribusi pada bagian barat daya dan timur laut ditandai dengan warna kuning hingga kemerahan.

Gambaran yang jelas tentang sifat-sifat kemagnetan yang dijumpai di daerah penelitian dilakukan pengukuran suseptibilitas magnetik di setiap titik pengukuran dan diperoleh gambar berikut:

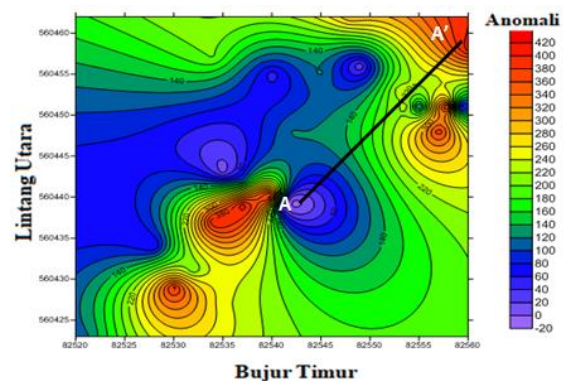


Gambar 3. Hasil Nilai Kontur Suseptibilitas

Dari perhitungan nilai suseptibilitas diperoleh bahwa daerah panas bumi Sorik Marapi mempunyai nilai suseptibilitas dari yang paling rendah sampai suseptibilitas yang paling besar yaitu -0,0005 s.d 0,01 nT. Harga suseptibilitas yang didapat akan digunakan untuk mengetahui jenis batuan di bawah permukaan daerah panas bumi Sorik Marapi merupakan jenis batuan sedimen. Pada survey panas bumi anomali yang dicari yaitu anomali rendah hal ini dikarenakan adanya proses demagnetisasi oleh alterasi hidrotermal sehingga mineral dari suatu batuan menjadi mineral paramagnetik bahkan diamagnetik.

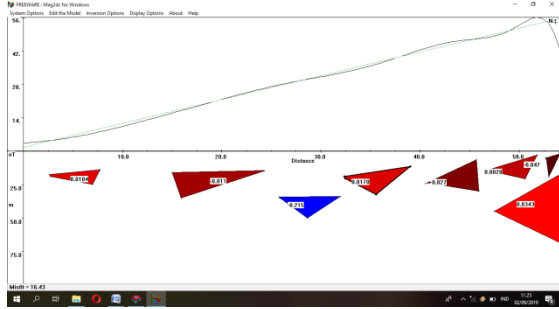
2. Pembahasan

Berdasarkan anomali magnetik dan suseptibilitas batuan yang diperoleh, maka dibuat pemodelan anomali magnetik untuk menginterpretasikan struktur batuan bawah permukaan Langkah awal pemodelan berupa line section (lintasan A-A') dari anomali rendah menuju tinggi yang diduga sebagai sumber anomali magnetik di atas peta kontur anomali seperti yang terlihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Peta Kontur Magnetik Bumi dengan Sayatan A-A'

Interpretasi kuantitatif diperlukan untuk menggambarkan struktur bawah permukaan dari pengukuran data. Interpretasi kuantitatif bertujuan untuk menentukan litologi daerah penelitian. Interpretasi dilakukan membuat model penampang geomagnetik menggunakan software Mag2dc, sehingga akan diperoleh gambar 5 yang mempunyai terjemahan dalam bentuk gambar dengan menunjukkan nilai suseptibilitas dan warna berdasarkan lapisan batuan. Dalam melakukan pemodelan numerik diperlukan beberapa parameter medan magnetik bumi daerah penelitian yang meliputi nilai IGRF (41226.4), sudut deklinasi (-0.1905o), sudut inklinasi (-15.39214o), serta beberapa parameter pemodelan. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 5. Model Penampang Geomagnetik Menggunakan *Mag2dc*

Berdasarkan pemodelan untuk sayatan A-A' diperoleh hasil seperti ditampilkan diatas, dimana struktur litologi bawah permukaan daerah penelitian memiliki nilai suseptibilitas yang berkisar antara -0,011 – 34,3 x 10⁻³ (dalam SI) dan merupakan batuan sedimen klastik (batu pasir, batu lanau, batu lempung). Nilai penampang geomagnetik pada (gambar 5) dihubungkan dengan tabel nilai suseptibilitas batuan Thelfrod. Penafsiran litologi batuan pada daerah penelitian juga didasarkan pada peta geologi. Nilai negatif yang terdapat pada hasil diatas merupakan batuan yang memiliki mineral bersifat diamagnetik seperti kalsit atau kuarsa yang memiliki nilai suseptibilitas negative.

Pengujian Sample dengan XRD

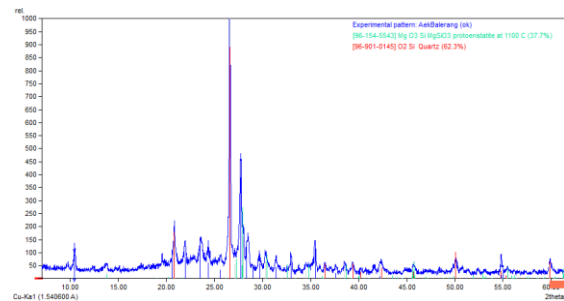
Dari hasil pengujian menggunakan difraksi sinar-X dan pengolahan data menggunakan software Match diperoleh gambar dalam

bentuk grafik dan data output pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Data hasil pengujian difraksi sinar-X

Chemical Formula	Mineral Name	Quant (weight %)
O ₂ Si	Quartz	53,0
Mg	Magnesium	37,7

Berdasarkan tabel 1, diketahui bahwa komposisi mineral batuan daerah panas bumi Desa Roburan Dolok, Sorik Marapi dititik pengambilan data Aek Balerang di dominasi oleh Quartz (O₂Si) dan magnesium (Mg).



Gambar 6. Grafik XRD

Tabel 1 dan grafik gambar 6 dapat disimpulkan bahwa ada 6 peak dari 36 peak yang mengandung dengan peak tertinggi pada peak ke-11 dengan intensitas 1022 di sudut 26,5560.

Analisa kandungan fasa mineral yang diperoleh dari sampel batuan menunjukkan bahwa batuan merupakan materi kristal dengan kandungan utama quartz (O₂Si) dan Magnesium. Sistem kristal quartz adalah trigonal (hexagonal axes) dengan ukuran kristal 9.655267 Å. Mineral quartz memiliki puncak tertinggi berturut-turut pada sudut 2θ = 26,620 ; 20,840 ; 50,080 intensitas (i) 891,6 ; 177,4 ; 101,5. Mineral magnesium memiliki puncak tertinggi berturut-turut pada sudut 2θ = 27,980 ; 45,580 ; 30,300 intensitas (i) 275,1 ; 116,0 ; 91,9).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan

bahwa: Nilai anomali magnetik di daerah survei berkisar antara -20 nT - 420 nT. Berdasarkan nilai suseptibilitas yang diperoleh, struktur batuan bawah permukaan terdiri atas batuan sedimen klastik (batu pasir, batu lanau, batu lempung) dengan nilai suseptibilitas yang berkisar antara -0,011 - 0,0343 (dalam SI). Mineral utama penyusun batuan panas bumi Sorik Marapi adalah quartz (O₂Si) dengan sistem kristal trigonal (hexagonal axes) dengan ukuran kristal 9.655267 Å. Mineral tersebut merupakan mineral penyusun utama batu pasir.

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian, maka penulis menyarankan hal-hal berikut: Dari semua rangkaian penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan penelitian ini, yaitu: melakukan penelitian lebih lanjut dengan memperluas daerah pengambilan data, sehingga penyebaran jenis batuan dapat terlihat baik di permukaan maupun di bawah permukaan, menggunakan metode geofisika yang lain seperti, metode gravitasi, geolistrik dan lain-lain, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam melakukan interpretasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan geologi, (2010), Hidup di atas tiga lempeng Energy, Mineral dan Geodiversity, Badan Geologi, Kementerian Energy dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Banjarnahor, E.A & Kadri, M., (2015), Penentuan Pola Penyebaran Fluida Geothermal dan Identifikasi Mineral Batuan Daerah Panas Bumi Tinggi Raja Kabupaten Simalungun, *Jurnal Einstein* 2(2): 13-21, ISSN: 12338-1981
- Broto, S & Putranto, T.T., (2011), Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi Panasbumi, *Teknik* 32(1), ISSN: 0852-1697
- Chaerunnisah, L.F, dkk, (2016), Identifikasi Panasbumi Krakal dengan Menggunakan Metode Geomagnetik sebagai Informasi Pengembangan dan Pembangunan Lanjutan Daerah Berpotensi, *Journal of Creativity Students* 1(1) ISSN: 2502-1958
- Fatimah, (2018), Analisis Potensi Panas Bumi Dengan Metode Geomagnet Di Daerah Gedung Songo Ungaran Jawa. *Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi* 10(1).
- Iim, D, Kusnadi, D, & Dahlan, (2007), Penyelidikan Geologi Dan Geokimia Terpadu Daerah Panas Bumi Sampuraga Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara, *Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan Dan Non Lapangan Tahun 2007 Pusat Sumber Daya Geologi*.
- Kadri, M., dkk, (2018), Determine Geothermal Fluid Spreading Pattern Under Subsurfae Using 2d Resistivity Imaging And Geomagnetic Method At Silaou Kahean, *Journal of Physics* 1120(1), ISSN: 1742-6596
- Kadri, M., dkk, (2018), Identification of Surface Rock Types in Durin Mbelang Kutambaru Area Langkat, North Sumatera Using 2d Resistivity Imaging, *Journal of Physics Conference Series* 1120(1): 012064
- Lestari, T., Wibowo, N. & Darmawan D., (2016), Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panas Bumi Desa Karangrejo Kecamatan Arjosari, Pacitan Menggunakan Metode Geomagnet, *Jurnal Fisika* Vol. 5 No. 1.
- Octaviani, A.S., & Kadri, M., (2018), Analisis Resistivitas Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger dan Dipole-Dipole di Daerah Geothermal Gunung Sibayak Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara, *Jurnal Einstein* 6(2), ISSN: 2338-1981
- Sutama, I., & Kadri, M., (2017), Identifikasi Sebaran Situs Purbakala di Desa Lobu Tua Kabupaten Tapanuli Tengah Dengan Metode Geolistrik dan Penginderaan Jauh, *Jurnal Einstein* 5(1), ISSN: 2338-1981
- Telford, W.M., Geldart, L.P. & Sheriff, R.P, (1990), *Applied Geophysics* Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge