

Eksplorasi Mineral Menggunakan Metode Geomagnet dan SEM-EDS di Area Panas Bumi Desa Makula Tana Toraja

Mineral Exploration Using Geomagnet and SEM-EDS Methods in Geothermal Area Makula Village Tana Toraja

Usman¹⁾, Pariabti Palloan²⁾, Nasrul Ihsan³⁾, dan Vistarani Arini Tiwow⁴⁾

^{1) 2) 3) 4)} Jurusan Fisika, Program Studi Fisika, Universitas Negeri Makassar

Received 06th January 2018 / Accepted 27th February 2018

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sebaran anomali magnetik dari mineral dari bawah permukaan serta mengidentifikasi komposisi unsur sampel batuan dan morfologi permukaan di area panas bumi Desa Makula menggunakan metode SEM-EDS (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy). Berdasarkan pengamatan langsung maka didapatkan suhu tertinggi dari area panas bumi Desa Makula adalah 43,6°C. Area panas bumi daerah Desa Makula Tana Toraja mempunyai karakteristik nilai anomali magnetik beragam mulai dengan -340,5 nT sampai dengan 1015,8 nT. Hasil pemodelan penampang A dan B menggunakan Oasis menunjukkan bahwa struktur batuan dibawah permukaan hingga kedalaman yang maksimal, diperoleh beberapa bentuk body anomali yaitu: calcite, clay, coal, lava andesit breksi, basalt, dan granit. Hasil pengujian SEM-EDS menunjukkan bahwa struktur mikro dari sampel batuan pada umumnya berbentuk lempengan yang tidak teratur dengan ukuran yang bervariasi dan didominasi oleh magnesium dan silikon.

Kata kunci: area panas bumi, mineral, anomali magnetik, SEM-EDS.

ABSTRACT

This study aims to determine the characteristics of the magnetic anomaly distribution of minerals from the subsurface and to identify the composition of rock samples and surface morphology in the geothermal area of Makula Village using the SEM-EDS (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy) method. Based on direct observation, the highest temperature obtained from the geothermal area of Makula Village is 43,6°C. The geothermal area of Makula Village Tana Toraja has the characteristics of various magnetic anomaly values ranging from -340,5 nT up to 1015,8 nT. The results of the A and B cross-section modeling using the Oasis software show that the structure of the rocks below the surface to the maximum depth, obtained some form of anomalous bodies namely, calcite, clay, coal, andesite breccia, basalt, and granite. The SEM-EDS test results show that the microstructure of rock samples is generally irregularly shaped with varying sizes and dominated by magnesium and silicon.

Keywords: geothermal area, mineral, magnetic anomaly, SEM-EDS.

**Korespondensi:
email: kpspn_usma@yahoo.co.id*

PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang mendukung kemajuan suatu negara adalah ketersediaan sumber daya alam. Mineral merupakan komponen penting untuk menunjang kehidupan manusia karena mineral tersebut dapat diolah menjadi suatu yang bermanfaat dan bernilai jual mahal. Seperti yang diketahui bersama bahwa untuk menemukan mineral tentunya harus ada tindakan eksplorasi.

Dalam hal eksplorasi instrument-instrumen geofisika memainkan peran besar dalam mengumpulkan data geologi yang digunakan dalam eksplorasi mineral. Metode - metode eksplorasi mineral yang berada pada tahapan-tahapan proses yang berbeda bergantung pada luas area yang dieksplorasi, maupun kepadatan dan jenis informasi yang dicari.

Salah satu metode eksplorasi geofisika yang paling sering digunakan adalah metode magnetik. Metode magnetik adalah pendekatan yang sangat populer dan murah untuk deteksi mineral logam dekat permukaan. Prinsip pengoperasiannya cukup sederhana. Ketika material besi berada dalam medan magnet bumi, ia akan menghasilkan sebuah medan magnet induksi. Medan induksi yang dilapiskan di atas medan bumi pada lokasi itu menciptakan anomali magnetik. Deteksi tergantung pada jumlah bahan magnetik yang ada dan jaraknya dari sensor. Anomali biasanya disajikan pada peta kontur warna (Rivas, 2009). Sebagaimana hasil penelitian Broto dan Putranto (2011) yang juga menggunakan metode gemagnet dalam mengeksplorasi kuat medan magnet yang ada pada area geotermal atau panas bumi.

Seperti yang diketahui bersama mengapa area panas bumi harus dioptimalkan untuk dikelola karena kebanyakan dari daerah panas yang dimiliki Indonesia hanya digunakan sebagai tempat rekreasi saja yang disebabkan oleh minimnya pengetahuan masyarakat Indonesia melihat prospek yang sangat menjajikan dari area panas bumi yang seperti halnya pada area penelitian yang dituju yakni di Desa Makula Kabupaten Tana Toraja yang hanya dijadikan tempat berlibur saja.

Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan metode magnetik untuk memetakan potensi mineral di bawah permukaan yang sifatnya terpadu dan sampel galian pada area panas bumi dikarakterisasi dengan menggunakan metode *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy*.

METODE

Lokasi penelitian di Desa Makula Kabupaten Tana Toraja berada di sekitar titik koordinat $3^{\circ}1'59.96'' - 3^{\circ}9'59.94''$ LS dan $119^{\circ}50'58.85'' - 119^{\circ}58'58.96''$ BT. Lokasi ini dipilih karena secara pengamatan langsung di lapangan terdapat sumber air panas dengan suhu tertinggi $43,6^{\circ}$ dan diduga mengandung berbagai jenis mineral.

Proton Procession Magnetometer (PPM)

1. Pembuatan Lintasan

Eksplorasi Mineral Menggunakan Metode Geomagnet dan SEM-EDS di Area Panas Bumi Desa Makula Tana Toraja

Pembuatan lintasan jalur pengukuran kuat medan magnet pada area panas bumi yang ada pada Desa Makula Tanah Toraja.

2. Akuisisi Data

Proses akuisisi data menggunakan 2 Proton Precession Magnetometer (PPM), satu berfungsi sebagai pengukur kuat medan magnet di base dengan pengambilan data setiap 15 menit. Sementara satu alat lagi berperan sebagai roover magnetometer yang berfungsi untuk mengukur total medan magnet di setiap station pengukuran yang disebut medan magnetik observasi (Tobs).

3. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menganalisis data hasil pengukuran di lapangan menggunakan persamaan 1, dengan terlebih dahulu mengkalkulasi TIGRF di web NOAA.

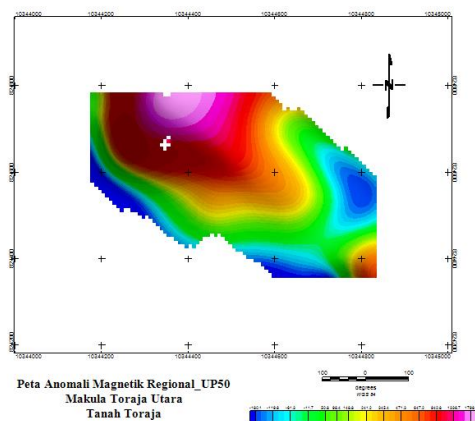
$$\Delta T = T_{\text{obs}} - T_{\text{IGRF}} \pm T_{\text{VH}} \dots\dots\dots(1)$$

4. Pemodelan Kontur

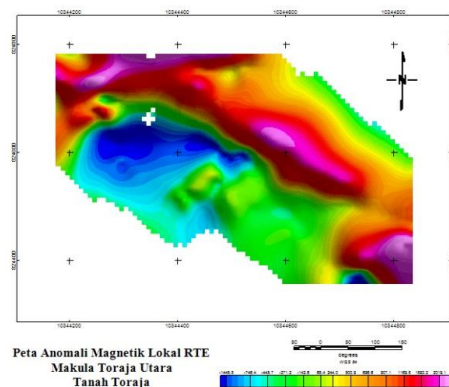
Pemodelan kontur menggunakan software Surfer 11.

5. Interpretasi

Tahap ini untuk mengidentifikasi mineral sehingga karakteristik anomali magnetik pada area penelitian dapat diketahui.



Gambar 1. Peta Anomali Magnetik Regional_UP50 Makale Toraja Utara Tanah Toraja



Gambar 2. Peta Anomali Magnetik Lokal RTE Makale Toraja Utara Tanah Toraja

Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS)

1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel batuan dilakukan dengan cara random pada lima titik

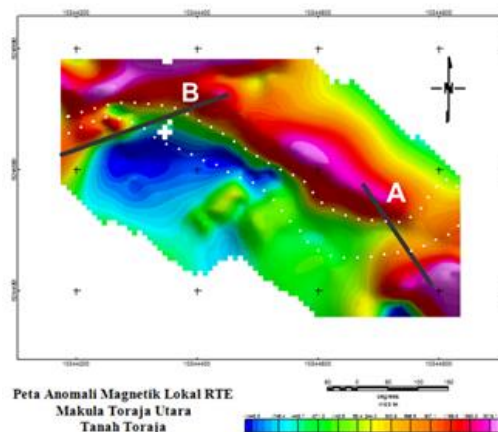
2. Analisis laboratorium

Analisis laboratorium di lakukan pada beberapa sampel batuan yang berasal dari daerah eksplorasi. Analisis ini menggunakan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS)* untuk mengetahui komposisi unsur dan morfologi permukaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Anomali Medan Magnet

Anomali medan magnet total diperoleh dengan melakukan beberapa koreksi pada data hasil pengukuran di lapangan, yaitu koreksi IGRF dan koreksi variasi harian. Anomali medan magnet total adalah nilai medan magnet di suatu titik yang dihasilkan oleh batuan di bawah permukaan yang menjadi target dari pengukuran metode magnetik (Gambar 3).



Gambar 3. Peta kontur anomali magnetik

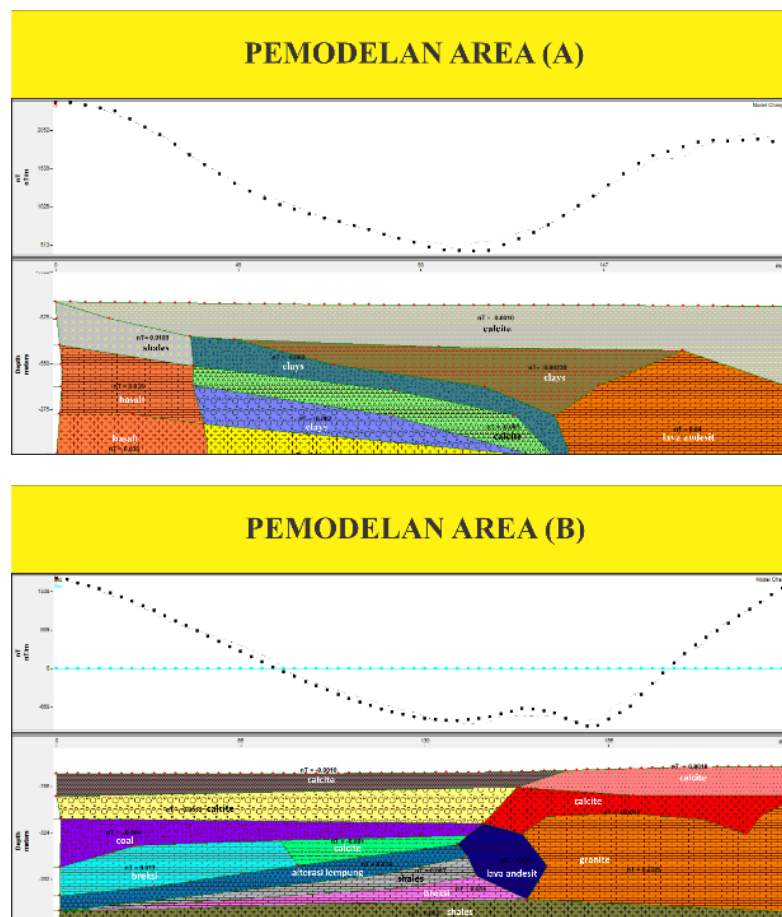
Setelah harga anomali total didapatkan maka selanjutnya adalah melakukan langkah berikutnya yakni, *continuasi* (pengangkatan). Pada penelitian ini digunakan *upward continuation* atau pengangkatan ke atas untuk memisahkan antara anomali lokal dan anomali regional sehingga dapat dipisahkan antara batuan penyebab anomali pada posisi yang lebih dalam dengan yang lebih dangkal pada suatu kedalaman tertentu di bawah permukaan daerah pengukuran.

Hasil sayatan tersebut kemudian akan diinterpretasikan menggunakan *software Oasis* sehingga akan menghasilkan profil anomali observasi yang digunakan sebagai acuan dalam membuat model struktur lapisan bawah permukaan dari daerah pengamatan. Daerah yang dihubungkan dengan garis hitam merupakan

Eksplorasi Mineral Menggunakan Metode Geomagnet dan SEM-EDS di Area Panas Bumi Desa Makula Tana Toraja

daerah yang diduga sebagai daerah tersebut dimana *body pluton* berada, berarti terdapat *body* batuan di bawahnya.

Pada software Oasis selanjutnya akan muncul kurva yang kemudian akan diinterpretasi membentuk *body* dengan nilai suseptibilitas sesuai batuan dan mineral bawah permukaan. Kurva hasil model sayatan penampang pada lintasan A dan B terdapat sumbu x dan sumbu y, dimana sumbu x menunjukkan panjang sayatan sedangkan sumbu y positif menunjukkan variasi nilai intensitas magnetik dan sumbu y negatif menunjukkan kedalaman. Lintasan ini terjadi fenomena naik turunnya nilai anomali magnetik, sehingga menghasilkan dua buah puncak positif dan satu puncak negatif. Hal ini diduga karena adanya terdapat sesar atau patahan yang terdapat pada lintasan pengukuran. Pada kurva interpretasi area sayatan A dan B dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai anomali magnetik, diduga penurunan nilai anomali itu terjadi akibat adanya kontak geologi batuan yang juga menandakan adanya lapisan reservoir disekitar titik itu.



Gambar 4. Hasil pemodelan sayatan area A dan area B

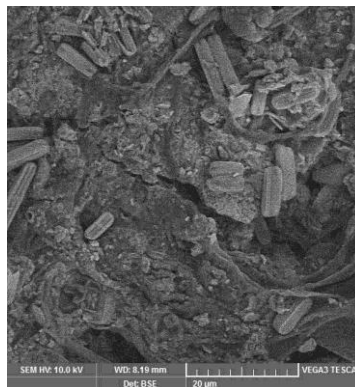
Pemodelan A didapatkan jenis batuan dan mineral seperti calcite, shales, cays, basalt, dan lava andesit. Shales yang didapatkn ini diduga berasal dari bongkahan

batuan Basalt. Sedangkan untuk pemodelan B didapatkn jenis batuan dan mineral seperti calcite, coal, breksi, alterasi lempung, shales, breksi, lava andesit, dan granite. Mineral coal yang didapat ini merupakan mineral batu bara muda.

2. Morfologi Permukaan dan Komposisi Unsur Batuan

Dari hasil uji SEM menunjukkan bahwa struktur mikro dari sampel batuan pada umumnya struktur kristalnya berbentuk lempengan yang tidak teratur dengan ukuran yang bervariasi.

Sedangkan hasil pengujian EDS menunjukkan bahwa sampel batuan tersebut mengandung unsur silikon dan magnesium dalam jumlah mayor. Selain dari itu diperoleh pula unsur mineral dalam jumlah minor seperti sodium, sulfur, chlorine, phosphorus, potassium, kalsium, titanium dan besi.



Gambar 5. Citra SEM sampel batuan dari Desa Makula Kabupaten Tana Toraja

Tabel 1. Komposisi unsur batuan dari Makula, Tana Toraja

Oxide	Persentase massa sampel (wt.%)				
	1	2	3	4	5
Sodium (Na ₂ O)	3,95	0,36	3,78	1,92	0,66
Magnesium (MgO)	7,14	-	3,43	1,68	1,34
Aluminium (Al ₂ O ₃)	18,89	14,11	23,95	28,53	40,72
Silicon (SiO ₂)	51,88	69,15	51,96	50,84	45,11
Sulfur (SO ₃)	7,16	3,05	2,55	-	-
Chlorine	2,09	-	0,73	-	-
Phosphorus (P ₂ O ₅)	4,71	-	3,48	0,87	0,21
Potassium (K ₂ O)	0,69	2,40	1,26	1,68	0,52
Calcium (CaO)	2,96	-	5,26	0,83	-
Titanium (TiO ₂)	0,53	0,07	1,26	4,99	1,83
Iron (FeO)	-	10,86	2,34	8,67	9,61

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan baik secara kualitatif maupun kuantitatif yang telah diuraikan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Area panas bumi daerah Desa Makula Tana Toraja mempunyai karakteristik nilai anomali magnetik beragam mulai dengan -340,5 nT sampai dengan 1015,8 nT.
2. Hasil pemodelan penampang A dan B menggunakan *Oasis* menunjukkan bahwa struktur batuan dibawah permukaan hingga kedalaman yang maksimal, diperoleh beberapa bentuk body anomali yaitu: *calcite, clay, coal, lava andesit, breksi, Basalt, dan granit.*
3. Dari hasil uji SEM-EDS menunjukkan bahwa struktur mikro dari sampel batuan pada umumnya struktur kristalnya berbentuk lempengan yang tidak teratur dengan ukuran yang bervariasi dan didominasi oleh silikon dan magnesium.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. *How to Recognize Minerals*. <http://www.mineralogicalassociation.ca/young/recognize.php> Diakses tanggal 10 Februari 2016.
- Arsyad, M. 2002. *Pengetahuan Tentang Bumi*. Makassar: Badan Penerbit UNM.
- Azwar, M., dkk. 1988. *Pengantar Dasar Ilmu Gunungapi*. Bandung: Penerbit Nova.
- Chatterjee, Sanat K. 2010. *X-Ray Diffraction: Its Theory and Application*. New Delhi PHI Learning Private Limited.
- Dar A.M, and Lasitha S. 2015. *Application of Geophysical Ground Magnetic Method for the Delineation of Geological Structures: A Study in Parts of Villupuram District*. Tamilnadu. J Geol Geophys 4: 209.
- Graha, Dodi S. 1987. *Batuan dan Mineral*. Bandung: Nova.
- Mottana, A., Crespi, R., Liborio, G. 1988. *Rocks and Minerals*. New York: Simon & Schuster's.
- Mukasa-Tebandeke, I.Z., Ssebuwufu, P.J.M., Nyanzi, S.A., Schumann, A., Nyakairu, G.W.A., Ntale, M. and Lugolobi, F. 2015. *The Elemental, Mineralogical, IR, DTA and XRD Analyses Characterized Clays and Clay Minerals of Central and Eastern Uganda*. Advances in Materials Physics and Chemistry, 5, 67-86.
- Rafferly, J. P. 2011. *Minerals (Geology: Land forms, minerals, and rocks)*. New York: Britannica Educational Publishing.
- Richardson, A. D. 2002. *Minerals. Minnesota: Capstone Press*.
- Smekalov, T. N., Voss, O., Smekalov, S. L. 2008. *Magnetic Surveying in Archaeology, 2nd Editions*. St.Petersburg: Publishing House of the Polytechnical University, PP:8-14.

- Santoso, D. 2002. *Volkanologi dan Eksplorasi Geothermal*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Saptadji, N. M.. 2002. *Teknik Panas Bumi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Situmorang, T. 2007. *Penyelidikan Geomagnet Daerah Panas bumi Ria-Ria Sipoholo, Tarutung, Tapanuli Utara-Sumatra Utara*.
<http://www.dim.esdm.go.id/index.php?option=content&task=view&id=137&Itemid=174> diakses tanggal 21 Januari 2016.
- Telford, W.M., Geldard, L.P., and Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics: Second Edition*. New York: Cambridge University Press.