

# INTERPRETASI BAWAH PERMUKAAN DAERAH MANIFESTASI PANAS BUMI DESA KARANGREJO KECAMATAN ARJOSARI, PACITAN MENGGUNAKAN METODE GEOMAGNET

## *SUBSURFACE INTERPRETATION OF GEOTHERMAL MANIFESTATIONS KARANGREJO VILLAGE ARJOSARI SUBDISTRICT, PACITAN WITH GEOMAGNETIC METHOD*

Oleh: Tri Eva Lestari, Universitas Negeri Yogyakarta<sup>1\*</sup>, Nugroho Budi Wibowo<sup>2</sup>, Denny Darmawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta

<sup>2</sup> Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta

\* [trievalestari93@gmail.com](mailto:trievalestari93@gmail.com)

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran anomali medan magnet dan mengidentifikasi struktur bawah permukaan dan *cap rock* daerah manifestasi panas bumi Karangrejo. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari dengan spasi antar titik adalah 500 m dan 100 m menggunakan *Proton Precession Magnetometer* (PPM). Pengolahan data dilakukan dengan koreksi harian, koreksi IGRF, koreksi topografi, reduksi ke kutub dan kontinuitas ke atas. Proses interpretasi data dilakukan dengan menganalisa anomali lokal yang telah dilakukan reduksi ke kutub dan kontinuitas ke atas dengan ketinggian 300 m yang telah dimodelkan dengan menggunakan *software Mag2DC*. Hasil interpretasi memperlihatkan nilai anomali lokal yang telah direduksi ke kutub adalah -600 nT sampai 100 nT sedangkan interpretasi dari hasil pemodelan dari 2 sayatan menunjukkan dominasi batuan lava dan breksi.

Kata kunci: geomagnet, manifestasi panas bumi, Karangrejo.

### Abstract

*The goal is to find out the distribution of the residual anomaly of magnetic field and identification of subsurface and cap rock geothermal manifestation in Karangrejo. Data collection was carried out during 3 days with spacing between points were 500 m and 100 m using Precision Proton Magnetometer (PPM). Data processing was done with diurnal correction, IGRF correction, topography correction, reduction to the pole and upward continuation. Interpretation process of the data was done by analyzing the local anomaly that has been done to the reduction to the pole and upward continuation to a height of 300 m which has been modeled using Mag2DC software. Interpretation results show that the value of local anomaly magnetic field to the pole is -600 nT to 100 nT while interpretation of the results of 2 slices model indicate the domination of lava rock and breccia rock*

Keywords: geomagnetic method, geothermal manifestation, Karangrejo.

## PENDAHULUAN

Panas bumi (*Geothermal*) adalah sumber daya alam berupa air panas atau uap yang terbentuk di dalam reservoir bumi melalui pemanasan air bawah permukaan oleh batuan panas. Sistem panas bumi merupakan salah satu sistem yang terjadi dalam proses geologi yang berjalan dalam orde ratusan bahkan jutaan tahun yang dewasa ini membawa manfaat bagi manusia

baik dimanfaatkan dengan menjadikan manifestasi untuk pariwisata maupun pemanfaatannya untuk pertanian dan peternakan (Winarsih, 2014).

Indonesia memiliki potensi panas bumi yang besar karena dilewati oleh cincin api (*ring of fire*). Sekitar 40% atau 29.000 MW total panas bumi dunia berada di Indonesia karena Indonesia

2 *Jurnal Fisika Volume 5, Nomor 1, Tahun 2016*  
adalah negara yang memiliki potensi gunung api yang tinggi (Wahyuni, 2012).

Daerah Jawa Timur memiliki potensi panas bumi sekitar 1024 MW (Mochamad *et.al*, 2011). Ditandai dengan manifestasi panas bumi seperti mata air panas salah satunya adalah objek wisata air hangat di Tirta Husada di Desa Karangrejo, Kecamatan Arjosari, Pacitan dengan temperatur sekitar 40<sup>0</sup> C dan pH normal (Utama, 2012).

Metode geomagnet telah banyak digunakan dalam penelitian-penelitian tentang panas bumi. Penelitian di daerah manifestasi panas bumi Parang Tritis menggunakan metode geomagnet untuk mengetahui adanya panas bumi dari nilai suseptibilitas (Indratmoko *et al*, 2009). Penelitian di daerah panas bumi Tiris Probolinggo menggunakan metode geomagnet untuk mengetahui nilai anomali dan dominasi batuan (Fernania *et al*, 2013).

Penelitian awal pada daerah manifestasi panas bumi Karangrejo telah dilakukan pada tahun 1993. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa daerah panas bumi Karangrejo muncul pada batuan gunung api tersier melalui retakan-retakan lava tersier akibat dari peresapan fluida hidrotermal yang bersifat asam sulfat pada zona kekar (*tracturing zone*) batuan gunung api tersier dan jumlah potensinya relatif kecil yaitu kurang dari 0,5 MWE (Akbar *et al*, 1993).

Penelitian pendahulu tersebut hanya meneliti tentang kemunculan dari manifestasi panas bumi sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui sebaran anomali medan magnet dan struktur bawah permukaan serta *cap rock* pada daerah manifestasi panas bumi Karangrejo. Penelitian ini juga diharapkan

dapat memberikan informasi yang lebih detail mengenai daerah panas bumi Karangrejo dan dapat memberikan kontribusi dalam membantu upaya pemerintah untuk pemanfaatan energi panas bumi.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 sampai 4 April 2015 di Desa Karangrejo, Kecamatan Arjosari, Pacitan, Jawa Timur. Batasan pengambilan data terletak pada koordinat 8°5'34.65" hingga 8°5'18.83" LS dan 111°7'49.88" hingga 111°7'50.00" BT seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Area Penelitian.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini dibedakan menjadi dua yaitu:

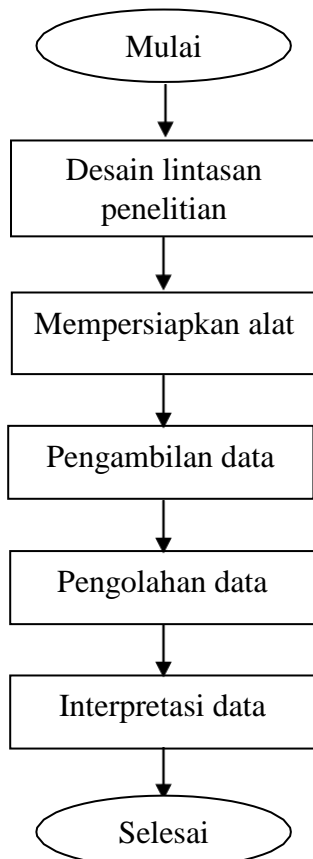
1. Perangkat keras: satu set alat PPM (*Proton Precession Magnetometer*) seri G-856, GPS, kompas dan lembar *check list* PPM.
2. Perangkat lunak: Global Mapper 13, Surfer 12, Geosoft Oasis Montaj dan Mag2DC.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data medan magnet total yang didapatkan dari hasil pengukuran medan magnet dengan

menggunakan alat PPM pada lokasi penelitian. Data tersebut akan diolah dengan menggunakan beberapa perangkat lunak untuk menghasilkan anomali dan struktur bawah permukaan target. Cara pengambilan data menggunakan metode *lapping* PPM. Metode *lapping* menggunakan satu alat PPM yang berfungsi sebagai *base* dan *rover*. Pengukuran pada setiap titik dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan dengan arah sensor menghadap ke utara.

### Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan beberapa persiapan seperti pembuatan desain penelitian yang ditunjukkan oleh Gambar 2 dan didukung dengan pembuatan desain lintasan untuk membantu dalam proses pengambilan data.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

### Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahap yaitu:

#### 1. Koreksi Topografi

Koreksi topografi digunakan untuk mengetahui pengaruh kontur terhadap nilai sebaran anomali medan magnet. Koreksi ini dilakukan dengan membandingkan peta anomali medan magnet total dengan peta topografi daerah penelitian.

#### 2. Koreksi Harian

Koreksi harian dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar yang berasal dari luar anomali target dengan menggunakan persamaan:

(1)

#### 3. Koreksi IGRF

Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet utama pada medan magnet terukur dengan menggunakan persamaan:

(2)

#### 4. Reduksi Ke Kutub (*Reduction To Pole*)

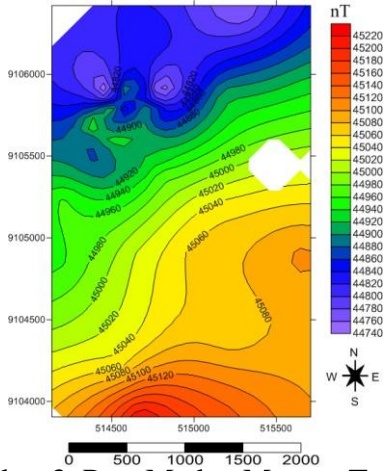
Reduksi ke kutub berguna untuk mentransformasikan medan magnet tempat pengukuran menjadi medan magnet di kutub utara dengan mengubah nilai inklinasi dan deklinasi sehingga benda penyebab anomali berada tepat pada posisinya.

#### 5. Kontinuasi Ke Atas (*Upward Continuation*)

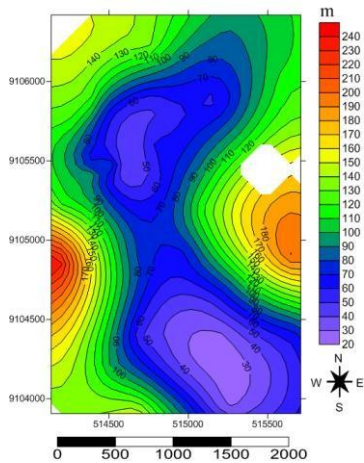
Kontinuasi ke atas berfungsi untuk mengoreksi pengukuran medan potensial kedalaman suatu permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan daerah permukaan data sehingga dapat memperkecil gangguan atau *noise*.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Data medan magnet total yang ditunjukkan pada Gambar 3 akan dibandingkan dengan peta topografi yang ditunjukkan pada Gambar 4 untuk melakukan koreksi topografi.



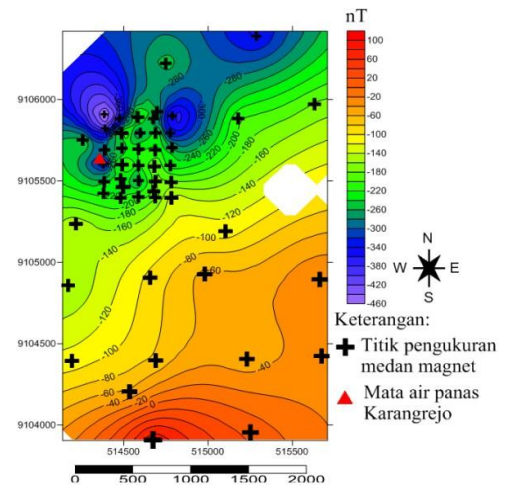
Gambar 3. Peta Medan Magnet Total.



Gambar 4. Peta Topografi.

Pada peta medan magnet total dan peta topografi nampak bahwa nilai medan magnet total rendah berada di bagian utara peta sedangkan pada peta topografi kontur rendah berada di daerah tengah peta. Hal tersebut memperlihatkan bahwa medan magnet total tidak dipengaruhi oleh topografi daerah tersebut.

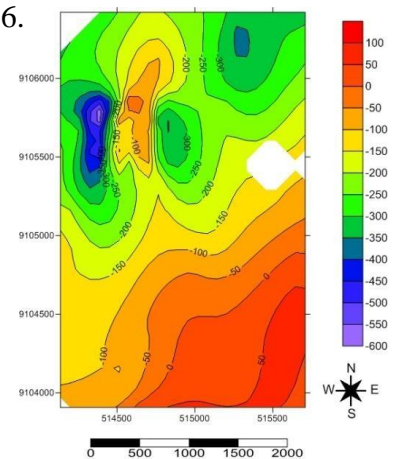
Medan magnet total akan dikoreksi dengan variasi harian dan koreksi IGRF untuk mereduksi medan luar dan medan magnet utama sehingga didapatkan anomali lokal yang ditunjukkan oleh Gambar 5.



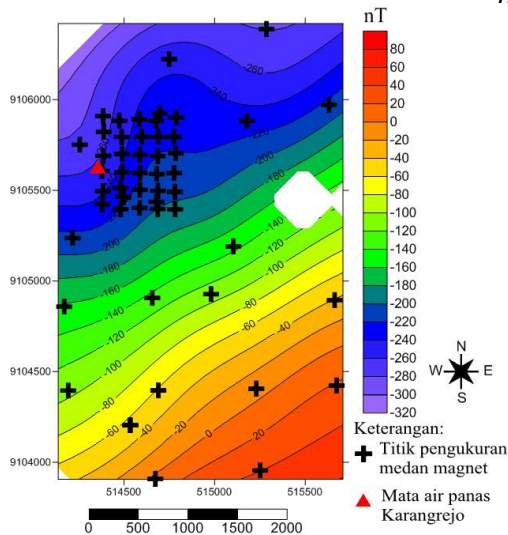
Gambar 5. Peta Anomali Medan Magnet.

Gambar 5 menunjukkan adanya variasi nilai anomali medan magnet dengan nilai berkisar antara -460 nT sampai 100 nT. Variasi nilai tersebut juga ditunjukkan dengan skala warna dimana warna merah menunjukkan nilai anomali yang tinggi sedangkan nilai biru menunjukkan nilai anomali yang rendah terutama di daerah yang dekat dengan manifestasi panas bumi.

Anomali medan magnet yang didapatkan masih terdapat pengaruh anomali regional sehingga diperlukan proses kontinuitas ke atas untuk menghilangkan anomali regionalnya yang ditunjukkan oleh Gambar 7. Sebelum melakukan kontinuitas ke atas dilakukan reduksi ke kutub untuk menunjukkan sumber anomali magnet berada tepat pada posisinya sehingga dapat terlihat dengan jelas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



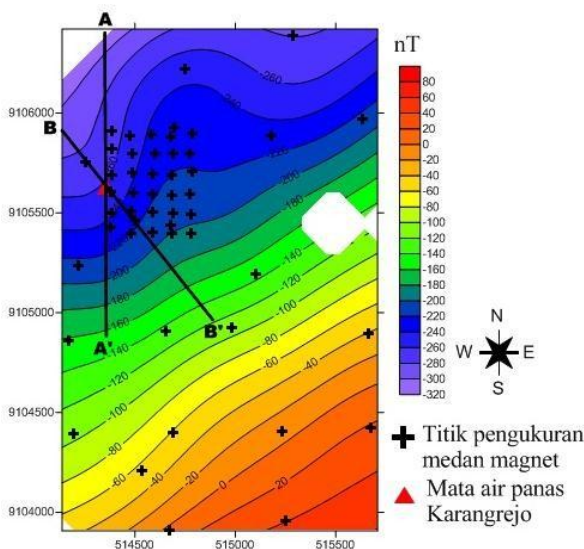
Gambar 6. Peta Anomali Medan Magnet Hasil Reduksi Ke Kutub.



Gambar 7. Peta Anomali Medan Magnet Hasil Kontinuasi Ke Atas Dengan Ketinggian 300 m.

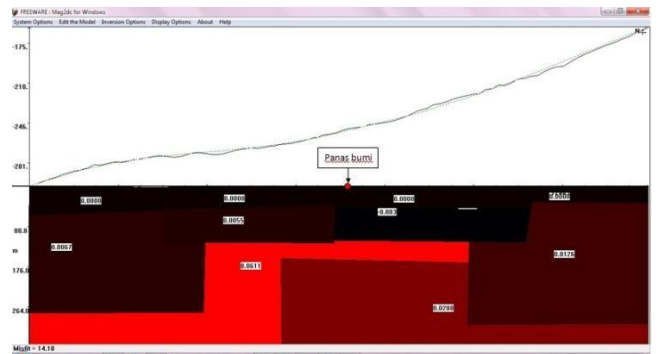
Gambar 7 menunjukkan anomali medan magnet lokal dengan nilai berkisar antara -320 nT sampai 80 nT. Anomali medan magnet yang berwarna biru atau rendah berada di daerah yang dekat dengan daerah manifestasi panas bumi. Hal tersebut disebabkan adanya proses demagnetisasi batuan akibat adanya sistem panas bumi di daerah tersebut.

Proses interpretasi data dilakukan dengan pemodelan bawah permukaan menggunakan sayatan (*slice*) pada peta anomali medan magnet hasil kontinuasi ke atas yang ditunjukkan oleh Gambar 8. Pemodelan tersebut dilakukan dengan *software Mag2DC*.

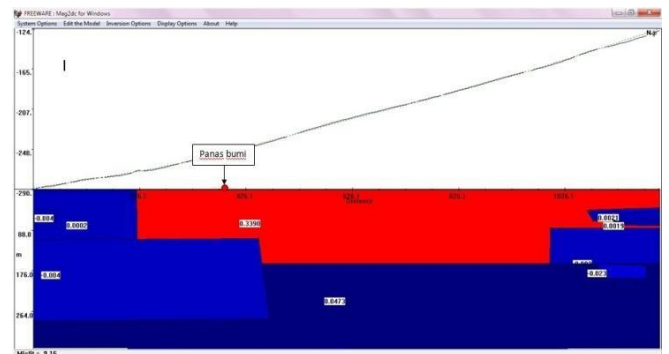


Gambar 8. Sayatan A-A' dan B-B'.

Gambar 8 menunjukkan sayatan A-A' dan B-B'. Sayatan tersebut didasarkan pada geologi dan anomali daerah penelitian. Sayatan A-A' melintang dengan sudut 90<sup>0</sup> sedangkan sayatan B-B' melintang dengan sudut 45<sup>0</sup> dari arah utara ke selatan melewati sumber air panas. Hasil pemodelan sayatan A-A' dan B-B' ditunjukkan oleh Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Hasil Pemodelan Sayatan A-A'.

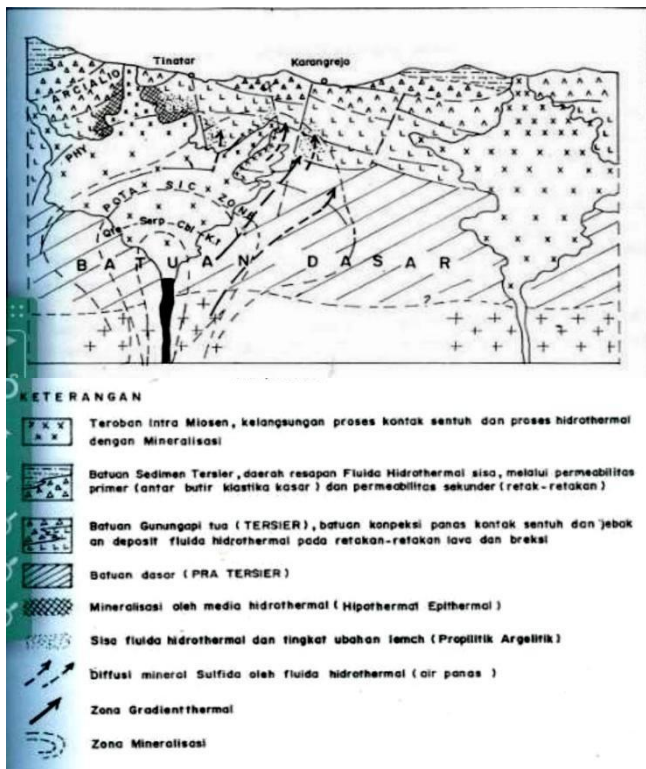


Gambar 10. Hasil Pemodelan Sayatan B-B'.

Gambar 9 menunjukkan bahwa terdapat batuan lava andesit (0.0288 dalam SI) pada kedalaman 150 m sampai 350 m, batuan andesit terubah (0.0611 dalam SI) pada kedalaman 100 m sampai 350 m, batuan breksi (0.0126 dalam SI) pada kedalaman 50 m sampai 300 m dan batuan lava dasitik (0.000 dalam SI sampai 0.0067 dalam SI) pada kedalaman 0 m sampai 270 m. Sedangkan pada Gambar 10 menunjukkan bahwa terdapat batuan lava andesit (0.0473 dalam SI) pada kedalaman 150 m sampai 350 m, batuan breksi (0.023 dalam SI) pada kedalaman 100 m

6 *Jurnal Fisika Volume 5, Nomor 1, Tahun 2016*  
sampai 200 m, batuan andesit piroksen (0.03390 dalam SI) pada kedalaman 0 m sampai 100 m dan batuan lava dasitik (-0.004 dalam SI sampai 0.0028 dalam SI) pada kedalaman 0 m sampai 300 m. Nilai suseptibilitas yang mendekati nilai nol tidak diidentifikasi sebagai mineral karena membutuhkan uji laboratorium yang lebih lanjut.

Berdasarkan pemodelan dua sayatan yang telah dilakukan, nampak adanya dominasi dari batuan lava dan breksi. Hal tersebut sesuai dengan peta geologi lembar Pacitan yang menyatakan bahwa struktur daerah penelitian terdiri dari formasi Arjosari dan Mandalika yang didominasi oleh batuan breksi gunung api dan batuan lava. Selain itu, batuan lava andesit pada sistem panas bumi Karangrejo diidentifikasi sebagai batuan *cap rock*.



Gambar 11. Sistem Panas Bumi Karangrejo (Akbar *et al*, 1993).

Gambar 11 memperlihatkan bahwa pemodelan yang telah dilakukan tidak memperlihatkan batuan dasar (batuan tersier) namun memperlihatkan batuan gunung api

sehingga batuan tersebut pada pemodelan diidentifikasi sebagai *cap rock*. Hal tersebut mengacu pada sistem batuan penyusun *reservoir* panas bumi adalah batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi, sedangkan batuan lava andesit memiliki sifat impermeable. Selain itu, dari gambar di atas nampak bahwa sistem panas bumi Karangrejo juga dikontrol oleh sesar di sekitar daerah tersebut yang menjadi permeabilitas sekunder, sedangkan yang menjadi permeabilitas utama dari kemunculan manifestasi panas bumi Karangrejo adalah batuan breksi dan lava.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Sebaran anomali medan magnet daerah manifestasi panas bumi Karangrejo memiliki nilai -340 nT sampai 80 nT.
2. Struktur bawah permukaan didominasi oleh batuan breksi dan lava dengan batuan lava andesit berfungsi sebagai *cap rock* dalam sistem panas bumi Karangrejo

### Saran

Perlu dilakukan survei lanjutan pada arah utara daerah penelitian karena terdapat nilai anomali rendah yang kemungkinan terdapat kontak dengan sistem panas bumi Karangrejo.

## DAFTAR PUSTAKA

- Winarsih, Fiqih Puji. (2014). Identifikasi Litologi Daerah Manifestasi Panas Bumi Parangwedang Kabupaten Bantul DIY dengan Metode Magnetik. *Skripsi*, tidak dipublikasikan. UIN Sunan Kalijaga.
- Wahyuni, Nurseffi Dwi. (2012). Indonesia Bakal Jadi Penghasil Listrik Panasbumi Terbesar di Dunia. Diakses tanggal 21 April 2015

dari

<http://bisnis.liputan6.com/read/461333/indonesia-bakal-jadi-penghasil-listrik-panas-bumi-terbesar-di-dunia>.

Utama, Andhika Putera *et al.* (2012). Green Field Geothermal System in Java, Indonesia. *Prosiding, ITB Geothermal Workshop*. ITB.

Mochamad Nur Hadi, Dedi Kusnadi & Yuanno Rezky. (2011). Penyelidikan Terpadu Geologi dan Geokimia Daerah Panas Bumi Arjuno-Wilering, Kabupaten Mojokerto dan Malang, Provinsi Jawa Timur. *Prosiding, Hasil Penyelidikan Terpadu ESDM*. Badan Geologi Kementerian ESDM.

Indratmoko, Putut, dkk. (2009). Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panas Bumi Parang Tritis Kabupaten Bantul DIY Dengan Metode Magnetik. *Jurnal UNDIP*. Universitas Diponegoro Semarang.

Fernania, Nella dkk. (2013). Identifikasi Litologi Panasbumi Tiris Probolinggi Berdasarkan Metode Magnetik. *Jurnal Universitas Brawijaya*. Universitas Brawijaya Malang.

Akbar, M., *et al.* (1993). Penyelidikan Prospeksi Panas Bumi Daerah Karangrejo dan Sekitarnya. *Hasil Penyelidikan Terpadu ESDM*. Departemen Pertambangan dan Energi Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral Direktorat Vulkanologi.