

## Analisa Geofisika di Sekitar Air Hangat Kaliulo Jawa Tengah

Lia Yunita<sup>1</sup>, Anastasi Neni C.P<sup>1</sup>, Aji Wisnu Waskito<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Geofisika, UPN Veteran Yogyakarta

Korespondensi : yunitalia478@gmail.com

### ABSTRAK

Air hangat di Kaliulo Semarang merupakan salah satu manifestasi panas bumi di kawasan gunung api deretan Ungaran-Telomoyo-Merbabu-Merapi yang mempunyai potensi untuk pemanfaatan panas bumi. Suhu air panas Kaliulo sekitar 36-48 °C. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa geofisika disekitar air panas Kaliulo untuk membuktikan adanya anomali magnetik dan . Metodologi yang digunakan menggunakan metode magnetik dikorelasikan dengan data geologi yang meliputi stratigrafi dan peta topografi. Peralatan yang digunakan meliputi Proton Precision Magnetometer Ground Positioning System, laptop dan *software surfer 15 serta Oasis version 7.0.1* untuk mengolah data. sampai 1,3 nT melalui koreksi IGRF dan harian, hal ini membuktikan bahwa adanya anomali magnetik di sekitar manifestasi air hangat dan berdasarkan peta *stacking* terdapat adanya struktur yang menerus seiring bertambahnya kedalaman. Nilai anomali magnetik terendah didapatkan disekitar manifestasi air hangat Kaliulo.

Kata kunci: Analisa, Geofisika, Air hangat, Kaliulo

### ABSTRACT

*Warm water in Kaliulo Semarang is one of the manifestations of geothermal energy in the Ungaran-Telomoyo-Merbabu-Merapi volcanic area which has the potential for geothermal utilization. The temperature of Kaliulo hot water is around 36-48 0C. This study aims to perform a geophysical analysis around the Kaliulo hot springs to prove the presence of magnetic and anomalies. The methodology used using the magnetic method is correlated with geological data which includes stratigraphic and topographic maps. The equipment used includes the Proton Precision Magnetometer Ground Positioning System, laptop and surfer 15 software and Oasis version 7.0.1 for data processing. up to 1.3 nT through IGRF and daily corrections, this proves that there are magnetic anomalies around warm water manifestations and based on the stacking map there is a continuous structure with increasing depth. The lowest magnetic anomaly values were found around the Kaliulo warm water manifestations.*

*Keywords: Analysis, Geophysics, Warm water, Kaliulo*

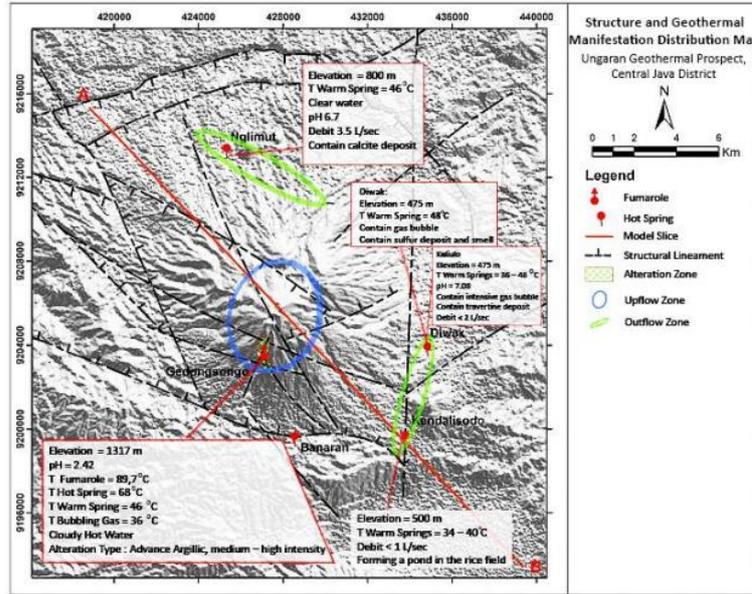
### 1. PENDAHULUAN

Panas bumi sebagai sumber daya alam yang ramah lingkungan dan terbarukan merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan untuk menghasilkan listrik dan mendukung pertumbuhan pembangunan ketenagalistrikan di Indonesia. Indonesia memiliki potensi panas bumi yang melimpah. Lapangan panas bumi Klepu merupakan kawasan gunung api deretan Ungaran-Telomoyo-Merbabu-Merapi. Salah satu potensi lapangan panas bumi di Jawa Tengah adalah Klepu Salatiga yang mempunyai sumber daya spekulatif sebesar 25 MWe, hal ini ditunjukkan dengan adanya manifestasi permukaan di lapangan Klepu berupa mata air panas Kaliulo dengan suhu berkisar antara 36 - 48°C. [1]

Di pulau Jawa, sebagaimana di semua pulau busur dalam Indonesia banyak terdapat deretan gunungapi. Salah satu deretan gunungapi yang menarik adalah deretan Ungaran-Telomoyo-Merbabu-Merapi di Jawa Tengah, sehingga banyak penelitian yang dilakukan untuk menyelidiki deretan gunungapi tersebut. Bemmelan mengatakan hal yang sangat menarik tentang deretan gunungapi karena memperlihatkan lebih dari satu generasi pembentukan[2]. Hal ini disebabkan karena tubuh semua gunungapi ini mengalami ambrolan tektonik. Selain penelitian mengenai struktur geologinya, gunungapi Ungaran juga menyimpan potensi di bidang panasbumi. Sistem panasbumi Ungaran berasosiasi dengan volkanisme kuarter dari gunungapi Ungaran Hal ini memunculkan manifestasi di permukaan dengan adanya fumarol, airpanas dan batuan teriliterasi. Daerah prospek fumarole hanya terdapat di daerah Gedongsongo. Manifestasi air panas muncul di daerah Banaran, Nglimut, Diwak dan Kali UIo [3]

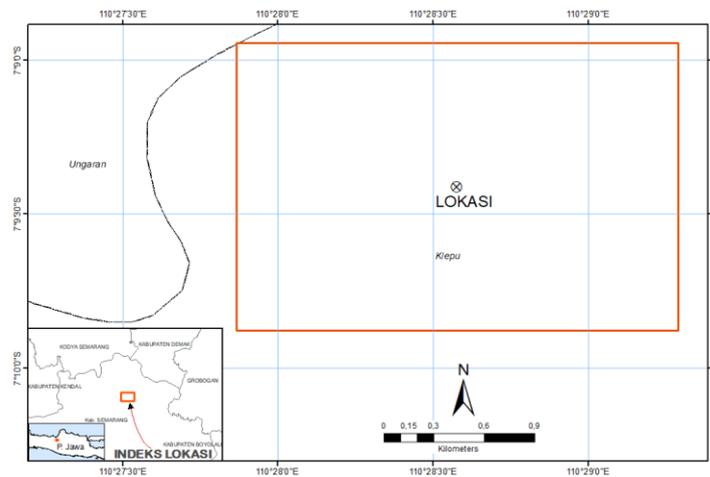
Kajian meliputi analisis geologi wilayah, peta geomorfologi, kolom stratigrafi, peta struktur, peta alterasi, dan distribusi manifestasi panas bumi. Berdasarkan Van Bemellen, evolusi Gunung Api Ungaran dimulai sejak awal Pleistosen sebagai Ungaran Tua. Itu mulai runtuh pada akhir Pleistosen dan menyebabkan

pasokan magma baru yang masuk membentuk Gunung Api Ungaran Muda[2]. Mengenai ringkasan evolusi Gunung Api Ungaran ini, maka perlu dipertimbangkan Panas Bumi Ungaran Prospek diselenggarakan oleh kompleks vulkanik kuaterner. Justifikasi terjadinya sumber daya panas bumi didasarkan pada munculnya manifestasi panas bumi yang tersebar di sekitar Gunung Api Ungaran. Fumarol, mata air panas, mata air hangat, dan singkapan batuan yang berubah didistribusikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.[4]



Gambar 1. Struktur dan Peta Sebaran Manifestasi Panas Bumi [3]

Manifestasi panas bumi Kali Ulo terdapat di desa Klepu sebelah timur laut. Secara umum desa Klepu Kecamatan Pringapus Semarang Jawa Tengah merupakan areal perbukitan, di sebelah selatan berbatasan dengan Desa Jatunggo. Di sebelah barat daya dilewati oleh jalan tol Semarang Solo. Secara geografis, lokasi terletak pada posisi 7° 08' 56" LS - 7° 09' 52" LS dan koordinat bujur 110° 27' 52" BT - 110° 29' 17" BT. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

Metode magnetik adalah metode geofisika yang banyak digunakan untuk mengetahui kedalaman sumber panasbumi melalui parameter anomaly medan magnet. Prinsip kerja metode magnetik yaitu mengukur variasi intensitas medan magnetik di permukaan bumi, kemudian meng-hitung dan memetakan anomalinnya. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan dihitung untuk mendapatkan medan magnet total dari komponen medan magnet vertikal dan medan magnet horizontal. Data medan magnet total yang terukur terdiri dari medan utama, medan luar dan medan anomali, maka untuk menghilangkan efek-efek anomali dari medan magnet luar dan anomali medan magnet utama dilakukan perhitungan koreksi-koreksi

sebagai berikut: koreksi variasi harian, koreksi drift (kesalahan alat), koreksi penyesuaian, koreksi IGRF, dan pemisahan anomali residual dan regional. [5]

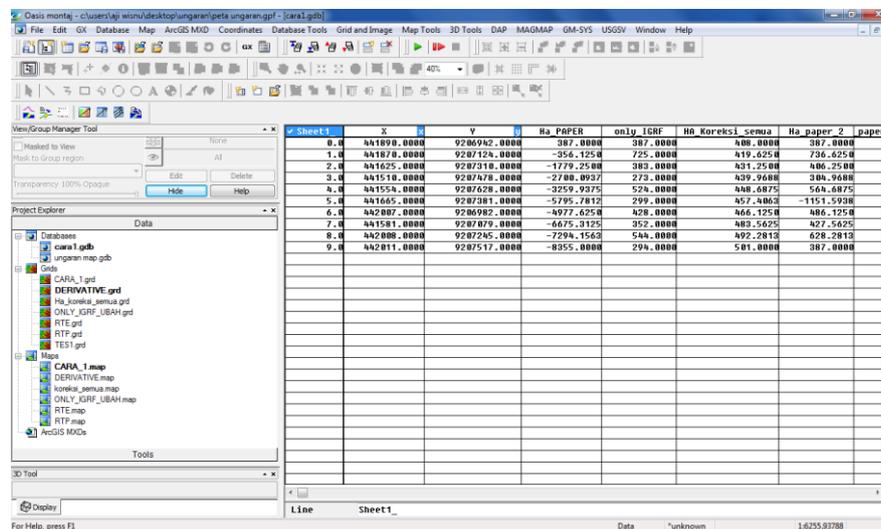
Dalam eksplorasi panas bumi, metode magnetik digunakan untuk mengetahui variasi medan magnet di daerah penelitian. Variasi magnet disebabkan oleh sifat kemagnetan yang tidak homogen dari kerak bumi. Dimana batuan di dalam sistem panas bumi pada umumnya memiliki magnetisasi rendah dibanding batuan sekitarnya. Hal ini disebabkan adanya proses demagnetisasi oleh proses alterasi hidrotermal, dimana proses tersebut mengubah mineral yang ada menjadi mineral-mineral paramagnetik atau bahkan diamagnetik. Nilai magnet yang rendah tersebut dapat menginterpretasikan zona-zona potensial sebagai reservoir dan sumber panas. [6]

## 2. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu seperangkat Proton Precision Magnetometer, GPS, kompas geologi, peta topografi dan buku kerja. Pengambilan data dilakukan di sekitar manifestasi air panas Kaliulo dengan luasan 750 meter x 550 meter dan didapatkan sepuluh stasiun pengukuran. Data yang dicatat selama proses pengukuran adalah hari, tanggal, waktu, kuat medan magnetik. Dalam melakukan akuisisi data magnetik yang pertama dilakukan adalah menentukan *base station* dan membuat stasiun – stasiun pengukuran (usahakan membentuk grid – grid). Ukuran gridnya disesuaikan dengan luas lokasi pengukuran, kemudian dilakukan pengukuran medan magnet di stasiun – stasiun pengukuran di setiap lintasan, pada saat yang bersamaan pula dilakukan pengukuran variasi harian di *base station* Pengukuran stasiun pertama dilakukan di sekitar air hangat Kaliulo kemudian dilakukan pengukuran selanjutnya dilakukan sesuai perencanaan awal dengan interval sekitar 200 meter.

## 3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengukuran berupa adanya anomali magnet total. Anomali magnet total diperoleh dari nilai magnet total yang diolah melalui beberapa koreksi terhadap data hasil pengukuran di lapangan yaitu berupa koreksi harian dan koreksi IGRF (*International Geomagnetik Reference Field*). Medan magnet dalam dan luar bumi merupakan hal yang mempengaruhi nilai magnet total hasil pengukuran, sehingga perlu dilakukan koreksi supaya didapatkan nilai magnet total. Anomali magnet total selalu kontras antara nilai medan magnet total dengan nilai medan magnet utama bumi. Data input hasil pengukuran kedalam *software Oasis* ditunjukkan Gambar 3.



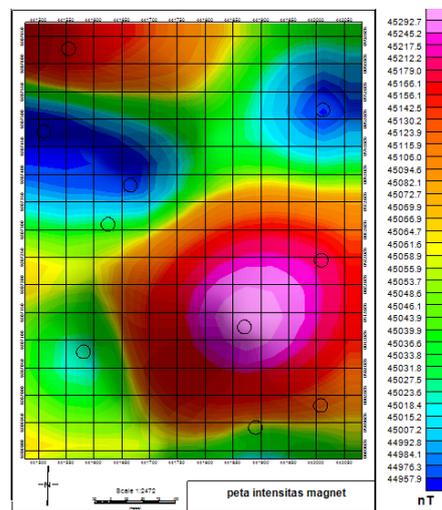
Sheet1	X	Y	Ha PAPER	only IGRF	Ha Koreksi semua	Ha paper 2	paper
0. R	441890.0000	9286942.0000	387.0000	387.0000	400.0000	387.0000	387.0000
1. R	441870.0000	9287124.0000	-356.1250	725.0000	419.6250	736.6250	736.6250
2. R	441625.0000	9287310.0000	-1779.2500	383.0000	431.2500	406.2500	406.2500
3. R	441510.0000	9287478.0000	-2700.0937	273.0000	439.9688	304.9688	304.9688
4. R	441554.0000	9287628.0000	-3259.9375	524.0000	448.6875	564.6875	564.6875
5. R	441665.0000	9287881.0000	-5795.7812	299.0000	457.4062	-1151.5938	-1151.5938
6. R	442007.0000	9286982.0000	-4977.6250	428.0000	466.1250	486.1250	486.1250
7. R	441581.0000	9287879.0000	-6675.3125	352.0000	483.5625	427.5625	427.5625
8. R	442000.0000	9287245.0000	-7294.1562	544.0000	492.2812	628.2812	628.2812
9. R	442811.0000	9287517.0000	-8955.0000	294.0000	501.0000	387.0000	387.0000

Gambar 3. Data Input Software Oasis

Gambar 4 menunjukkan lokasi sepuluh *stasiun* pengukuran dengan *google earth*. Hasil pembacaan alat pada sepuluh stasiun pengukuran didapatkan kisaran 44957 – 45292 nT. Gambar 5 menunjukkan hasil dari *output software oasis* sebelum dilakukan koreksi ditunjukkan Gambar 5.



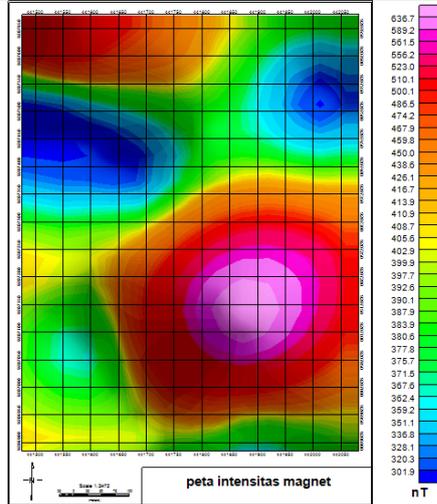
Gambar 4. Lokasi Sepuluh Stasiun Pengukuran PPM dengan *Google Earth*



Gambar 5. Hasil *Output Software Oasis* sesuai Pembacaan Alat

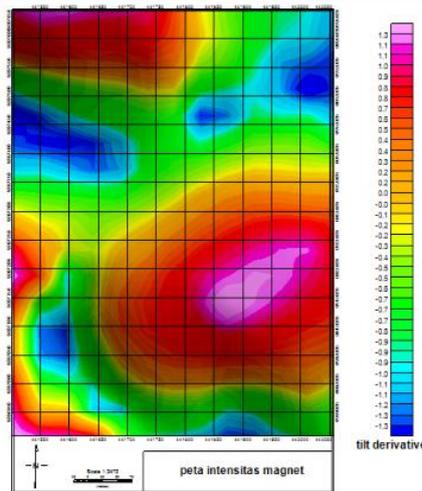
Data hasil pengukuran medan magnetik pada dasarnya adalah kontribusi dari tiga komponen dasar, yaitu medan magnetik utama bumi, medan magnetik luar dan medan anomali. Nilai medan magnetik utama tidak lain adalah nilai IGRF. Jika nilai medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi harian, maka kontribusi medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi IGRF. Koreksi IGRF dapat dilakukan dengan cara mengurangkan nilai IGRF terhadap nilai medan magnetik total yang telah terkoreksi harian pada setiap titik pengukuran pada posisi geografis yang sesuai. Koreksi IGRF dapat ditunjukkan pada Gambar 6.

Model Used: IGRF2020							
Latitude: 7.10° S							
Longitude: 110.28° E							
Elevation: 0.0 km Mean Sea Level							
Date	Declination (+ E   - W)	Inclination (+ D   - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N   - S)	East Comp (+ E   - W)	Vertical Comp (+ D   - U)	Total Field
2020-09-17	0.7888°	-30.7808°	38,365.5 nT	38,361.9 nT	528.2 nT	-22,853.0 nT	44,656.1 nT
Change/year	-0.0391°/yr	0.0986°/yr	40.7 nT/yr	41.0 nT/yr	-25.6 nT/yr	65.2 nT/yr	1.5 nT/yr



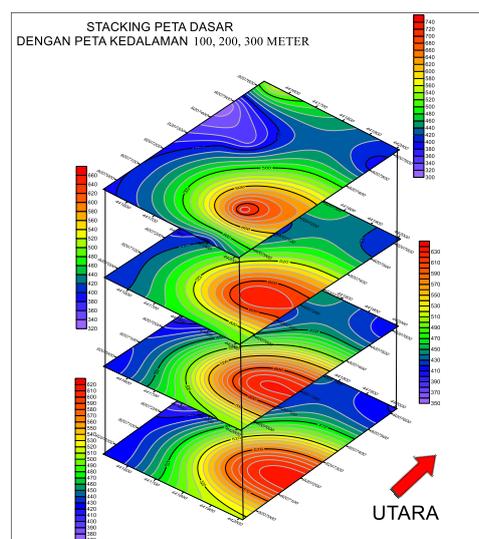
Gambar 6. Hasil Output Software Oasis dengan Koreksi IGRF

Koreksi harian (*diurnal correction*) merupakan penyimpangan nilai medan magnetik bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek radiasi matahari dalam satu hari. Waktu yang dimaksudkan harus mengacu atau sesuai dengan waktu pengukuran data medan magnetik di setiap titik lokasi (stasiun pengukuran) yang akan dikoreksi. Apabila nilai variasi harian negatif, maka koreksi harian dilakukan dengan cara menambahkan nilai variasi harian yang terekam pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi. Sebaliknya apabila variasi harian bernilai positif, maka koreksinya dilakukan dengan cara mengurangi nilai variasi harian yang terekam pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi. Hasil magnet total setelah dilakukan koreksi harian dan IGRF dapat ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Output Software Oasis Magnet Total

Hasil dari pemodelan magnet total dengan oasis selanjutnya membuat peta *stacking* anomali medan magnet pada peta dasar kedalaman 100, 200, 300 meter menggunakan *software surfer*, yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Stacking Anomali Magnet

Peta *stacking* merupakan hasil hubungan antar peta yang memiliki kedalaman yang berbeda. Pada Gambar 8 menunjukkan perbedaan hasil peta pada kedalaman 100, 200, dan 300 meter. *Stacking* ini bertujuan untuk mengetahui kemenerusan dari anomali medan magnet. Berdasarkan Gambar 8 diketahui adanya kemenerusan pada anomali medan magnet dengan nilai tinggi yang ditunjukkan dengan warna merah hal ini berarti anomali tersebut masih menerus seiring bertambahnya kedalaman. Sedangkan anomali rendah yang ditunjukkan dengan warna biru juga memperlihatkan adanya kemenerusan pada tiap kedalaman. Rendahnya nilai ini diinterpretasikan sebagai struktur. Pada peta *stacking* di atas maka dapat diketahui bahwa struktur masih menerus berdasarkan kenampakan pada tiap kedalaman yang berbeda.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil dari analisa geofisika di sekitar air hangat Kaliulo didapatkan nilai didapatkan nilai magnetik - 1,3 sampai 1,3 nT melalui koreksi IGRF dan harian, hal ini membuktikan bahwa adanya anomali magnetik di sekitar manifestasi air hangat dan berdasarkan peta *stacking* terdapat adanya struktur yang menerus seiring bertambahnya kedalaman. Nilai anomali magnetik terendah didapatkan disekitar manifestasi air hangat Kaliulo.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah membiayai penelitian geofisika di Kaliulo Semarang

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Panas Bumi Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi, 2017, *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Buku Potensi Panas Bumi Jilid 1* Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2017.
- [2] Bammelan, R.W., Van, 1970, *The Geologist of Indonesia*, Vol IA, General Geologist of Indonesia and Adjacent Archipelago 2<sup>nd</sup> Edition, New York.
- [3] Nurdianto S. Boko., dkk. 2004. *Analisis Data Magnetik Untuk Mengetahui Struktur Bawah Permukaan daerah Manifestasi Air Panas Di Lereng Utara Gunung Ungaran*, Prosiding Himpunan Ahli Geofisika Indonesia Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-29, Yoryakarta 5-7 Oktober 2004
- [4] Assiddiqy Muhammad Hasbi, Bambang Wahyu Jatmiko, Prajamukti Ediatmaja, Ricky Prabowo, Sutopo, Heru Berian Pratama, Muhamad Ridwan Hamdani, 2020, *Numerical Simulation of a Vapor Core Geothermal System, Ungaran Geothermal Field, Indonesia*, Proceedings World Geothermal Congress 2020 Reykjavik, Iceland, April 26 – May 2, 2020
- [5] Ningrum Wahyu Rohima., 2015, *Penentuan Posisi Sumber Prospek Panas Bumi Berdasarkan Data Anomali Magnetik di Daerah Akesahu, Pulau Tidore, Maluku Utara*, Jurnal Neutrino Vol. 7, No. 2 April 2015

- 
- [6] Indratmoko, dkk., 2009, *Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Panas Bumi Parang Tritis Kabupaten Bantul DIY Dengan Metode Magnetik*, Jurnal Berkala Fisika ISSN : 1410 - 9662 Vol. 12, No. 4, Oktober 2009, hal 153 – 160
- [7] Saptadji Miryani Nenny.,2012, *Teknik Panas Bumi*, Fakultas Ilmu Kebumian dan Mineral, Institut Teknologi Bandung.