

POTENSI PANAS BUMI GEDONGSONGO LERENG SELATAN GUNUNG UNGARAN JAWA TENGAH BERDASARKAN ANALISIS GEOSAINS

Rena Juwita Sari

Program Studi Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta

Corresponding author. email : renajuwitasari21@gmail.com

Abstrak

Kajian tentang potensi energi panas bumi dan rekomendasi pemanfaatannya telah dilakukan di Gunung Ungaran Jawa Tengah area lokasi candi Gedongsongo. Penelitian bertujuan untuk memperkirakan potensi energi panas bumi lereng selatan Gunung Ungaran, serta membuat skema pemanfaatan energi listrik panas bumi sebagai rekomendasi untuk digunakan di daerah tersebut. Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan pada bidang geofisika, geologi dan geokimia di Gedongsongo lereng selatan Gunung Ungaran, didapatkan bahwa daerah tersebut merupakan daerah prospek panas bumi. Hasil penelitian geofisika dengan metode magnetik didapatkan pengontrol manifestasi panas bumi berupa sesar pada kedalaman 1050 meter – 1100 meter. Suhu reservoir yang diperoleh sebesar 230⁰ C, dimana masuk dalam kategori syarat potensi energi panas bumi. Hasil konversi energi panas bumi ke listrik sebesar 15 % dari besarnya daya listrik per satuan luas adalah 2,25 MWe. Perkiraan luas prospek panas bumi Gunung Ungaran adalah 1 km² maka daya listrik yang dapat dimanfaatkan adalah 2,25 MWe. Jika di konversi, jumlah daya listrik sebesar 2,25 MWe dapat menerangi rumah sebanyak 2500 rumah jika setiap rumahnya mempunyai daya 900 Watt.

Kata kunci : Panas bumi, Gunung Ungaran, Analisis geosains

Abstract

The study of the potential for geothermal energy and recommendations utilization a had been done at Mount Ungaran, Central Java area of Gedongsongo Temple location. The study aims to estimate the potential of geothermal energy the South slopes of Mount Ungaran, as well as to make the scheme the utilization of geothermal energy as a recommendation to use in the area. Some of the results of research that has been conducted in the fields of geophysics, geology and geochemistry on the southern slopes of the Gedongsongo Mount Ungaran, obtained that the area is an area of geothermal prospect. The research results obtained by the method of geophysical magnetic controller geothermal manifestations in the form of fault at a depth of 1050 meters – 1100 meters. The temperature of the reservoir are acquired for 230 ° C, which fall into the category of potential geothermal energy terms. The results of the conversion of geothermal energy into electricity by 15% of the magnitude of the power per unit area is 2.25 MWe. Estimate the prospect of geothermal mount Ungaran area is 1 km², then electric power that can be utilized is 2,25 MWe. If the conversion, the amount of electrical power of 2,25 MWe can illuminate houses as many as 2500 houses if any of his home had a 900 Watt power.

Key words: geothermal, mount Ungaran, analysis of geosains

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia khususnya energi listrik semakin meningkat seiring dengan perkembangan perekonomian dan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia. Masih tingginya ketergantungan pada energi fosil menyebabkan upaya penurunan gas rumah kaca juga mengalami kelambatan. Oleh karena itu diversifikasi pemanfaatan energi yang *renewable* perlu dilakukan seoptimal mungkin, terutama

mengingat wilayah Indonesia kaya akan sumber *renewable energy*, termasuk di dalamnya energi panas bumi. Energi alternatif yang menyimpan potensi paling besar bagi kelangsungan energi nasional adalah energi panas bumi atau geothermal. Solusi kebutuhan energi listrik ke depan dapat bertumpu pada pengoptimalan energi panas bumi. Pemanfaatan panas bumi sebagai energi alternatif memberikan dampak positif secara langsung. Pertama, pembangkit listrik

POTENSI PANAS BUMI GEDONGSONGO LERENG SELATAN GUNUNG UNGARAN JAWA TENGAH BERDASARKAN ANALISIS GEOSAINS

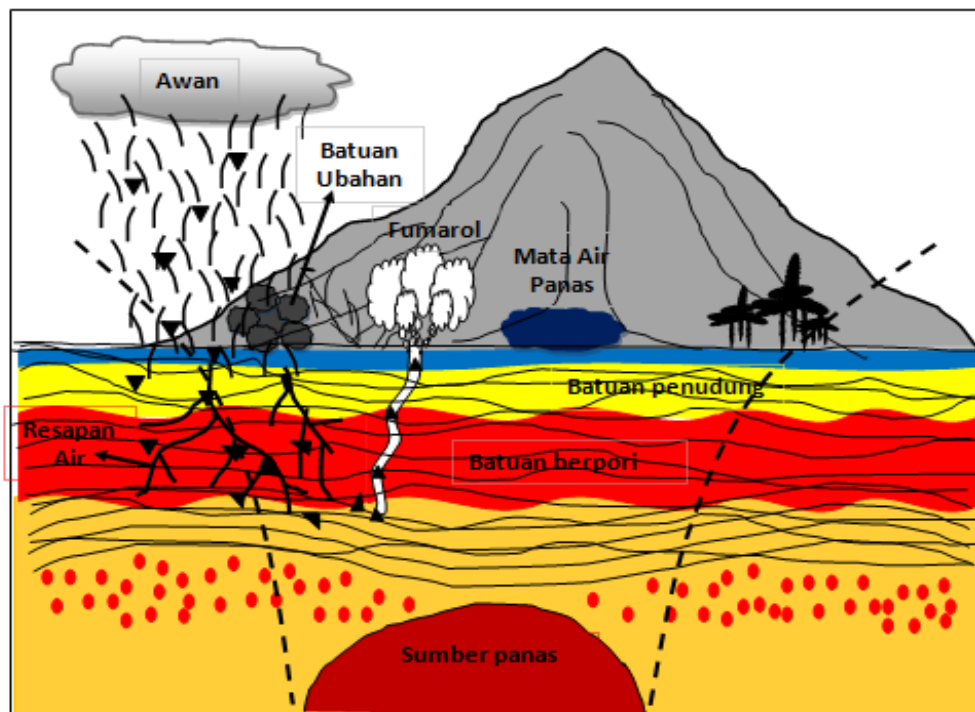
tenaga panas bumi (geothermal) merupakan sumber daya energi baru terbarukan yang ramah lingkungan (clean energy) dibandingkan dengan sumber energi fosil. Kedua, dalam proses eksplorasi dan eksploitasinya tidak membutuhkan lahan permukaan yang terlalu besar. Ketiga, energi panas bumi bersifat tidak dapat diekspor, maka sangat cocok untuk untuk memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri. Selaras dengan program pemerintah dalam melaksanakan Peraturan Pemerintah No 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) dimana target pemanfaatan EBT pada tahun 2025 meningkat menjadi 23%. Salah satu potensi panas bumi yang memungkinkan dimanfaatkan untuk tenaga listrik yaitu di daerah Ungaran Jawa Tengah area lokasi candi Gedongsongo. Disana telah dijumpai berbagai manifestasi panasbumi seperti mata air panas, fumarol serta batuan alterasi. Untuk mengukur kedalaman sumber panas dan potensi cadangan energi panas bumi Gedongso perlu dilakukan beberapa penelitian Geofisika antara lain metode magnetik dan didukung dengan penelitian lain seperti Geologi dan Geokimia.

Menurut Nur Suhartono (2012), Setidaknya ada 6 syarat sumber panas bisa dikategorikan ke

dalam energi geothermaldapat dilihat pada gambar 1, diantaranya:

1. Adanya batuan panas bumi berupa magma
2. Adanya persediaan air tanah secukupnya yang sirkulasinya dekat dengan sumber magma agar dapat terbentuk uap air panas
3. Adanya batuan reservoir yang mampu menyimpan uap dan air panas
4. Adanya batuan keras yang menahan hilangnya uap dan air panas (*cap rock*)
5. Adanya gejala-gejala tektonik, dimana dapat terbentuk rekahan-rekahan di kulit bumi yang memberikan jalan kepada uap dan air panas bergerak ke permukaan bumi.
6. Panasnya harus mencapai suhu tertentu minimum sekitar $180^{\circ} - 250^{\circ}\text{C}$.

Sistem panas bumi seringkali juga diklasifikasikan berdasarkan entalpi fluida yaitu sistim entalpi rendah, sedang dan tinggi. Kriteria yang digunakan sebagai dasar klasifikasi pada kenyataannya tidak berdasarkan pada harga entalphi, akan tetapi berdasarkan pada temperatur mengingat entalphi adalah fungsi dari temperatur. Pada Tabel 1 dibawah ini ditunjukkan klasifikasi sistem panas bumi yang biasa digunakan.



Gambar 1. Ilustrasi Sistem Panasbumi

Tabel 1. Klasifikasi Reservoir Dalam Estimasi Potensi Energi Panas Bumi
 Sumber: SNI 13-6171-1999 (Metode Estimasi Potensi Energi Panas Bumi)

Reservoir	Batas Temperatur (°C)	Temp Akhir /Cut off (°C)	Daya per satuan luas (MWe/km ²)	Konversi Energi (%)	Lain-lain
Temperatur rendah	< 125	90	10	10	Φ = 10%
Temperatur sedang	125 – 225	120	12,5	10	t = 30 th
Temperatur tinggi	> 225	180	15	15	S _L = 100%

Suatu sistem panas bumi biasanya dicirikan oleh adanya manifestasi di permukaan, berupa:

a. Mata air panas (*hot spring*)

Batuan dalam dapur magma lama dapat menyimpan panas sampai ribuan tahun. Air yang turun dan bersentuhan dengan magma akan terpanaskan dan cenderung naik ke permukaan melalui rekahan- rekahan pada batuan dan membentuk sumber mata air panas.

b. *Fumarol dan sulfatara*

Merupakan “lubang asap” tempat keluarnya gas-gas yang dihasilkan oleh gunungapi. Umumnya fumarol terletak di sekitar gunungapi atau pada terobosan melalui rekahan- rekahan. Sedangkan solfatara merupakan fumarol yang mengeluarkan gas belerang (*sulfur*), seperti SO₂, H₂S, dan S.

c. Geysir

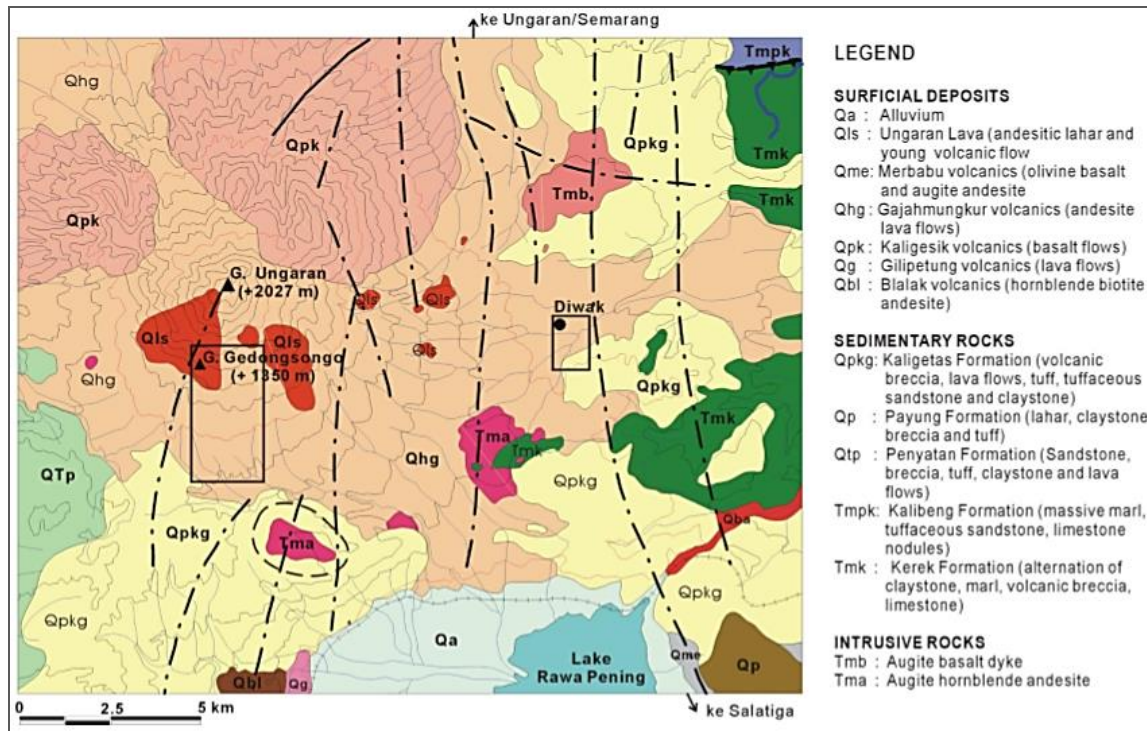
Merupakan air tanah yang tersembur keluar sebagai kolom uap dan air panas, terbentuk oleh adanya celah yang terisi air dari kawah. Makin besar akumulasi air dalam celah, makin tinggi tekanan uap air yang menekan air di atasnya, sehingga air akan tersembur keluar.

d. Kawah

Pada puncak atau daerah sekitar puncak gunungapi terdapat kawah, yaitu suatu bentuk depresi berbentuk corong terbuka ke atas yang merupakan tempat disemburkannya gas- gas dan lava.

Morfologi Ungaran di bagian selatan memperlihatkan kenampakan morfologi yang tinggi dan terjal, tersusun oleh batupasir vulkanik dan breksi berumur Kuartar. Di bagian tengah hingga utara membentuk perbukitan bergelombang lemah, batuan tersusun oleh breksi vulkanik Ungaran Tua dan Formasi Kalibiuk yang ditutupi endapan aluvial di bagian utara. Komposisi batuan yang terdapat di Gunungapi Ungaran cukup bervariasi, terdiri dari basalt olivin, andesit piroksen, andesit hornblende dan gabro. Batuan ubahan dijumpai di sekitar Gedongsongo yang ditunjukkan oleh munculnya mineral-mineral halosit, kaolinit, silika amorf, kristobalit, illit, markasit, dan pirit (Gambar 2). Batuan ubahan tersebut terdapat dekat fumarol dan mata air panas di sepanjang aliran Sungai Item. Asosiasi kelompok mineral ubahan yang terbentuk menunjukkan temperatur bawah permukaan lapangan panas bumi Gedongsongo berkisar antara 70° - 200°C dan bersifat asam (Rezky dkk, 2012). Beberapa sesar turun memotong struktur robahan inilah yang menyebabkan keberadaan manifestasi di permukaan. Pembentukan sesar turun mengakibatkan batuan yang berada di zona sesar mengalami hancuran yang sangat intensif, sehingga batuan yang ada menjadi lebih permeabel dan pada zona tersebut memungkinkan dapat mengakibatkan batuan menjadi reservoir yang baik.

**POTENSI PANAS BUMI GEDONGSONGO LERENG SELATAN GUNUNG UNGARAN JAWA TENGAH
BERDASARKAN ANALISIS GEOSAINS**



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian
(Peta Geologi Lembar Magelang dari Thanden dkk, 1996).

Dalam survei geokimia langkah pertama adalah mengetahui tipe fluida panasbumi dan karakteristiknya. Tipe fluida yang pertama adalah Air Klorida (*Chloride Water*) Jenis air ini merupakan tipe fluida panasbumi yang ditemukan pada kebanyakan area dengan sistem temperatur tinggi. Area yang memiliki mataair panas yang mengalir dalam skala besar dengan konsentrasi Cl yang tinggi berasal dari reservoir dalam, dan merupakan indikasi dari zona permeabel pada area tersebut. Kedua, Air Sulfat (Sulphate Water) Jenis air panasbumi ini dikenal juga dengan Air Asam Sulfat (Acid-Sulphate Water), merupakan fluida yang terbentuk pada kedalaman dangkal dan terbentuk sebagai akibat dari proses kondensasi gas panasbumi yang menuju dekat permukaan. Gas panasbumi, dengan kandungan gas dan volatilnya, pada dasarnya larut dalam kandungan fluida yang terletak pada zona yang dalam tetapi terpisah dari air klorida. Ketiga, Air Bikarbonat (Bicarbonate Water) Air tipe ini banyak mengandung CO₂. Jenis tipe fluida ini disebut juga dengan netral bicarbonate–sulphate waters, merupakan produk dari proses kondensasi gas dan

uap menjadi mata air bawah tanah yang miskin oksigen. Air bikarbonat banyak ditemukan pada area non-volcanogenic dengan temperatur yang tinggi. Dengan membandingkan dua kriteria tersebut di atas, suhu dan komposisi kimia, sample air dari Gedongsongo dapat dinyatakan sebagai air panas bumi (Wahyudi, 2006).

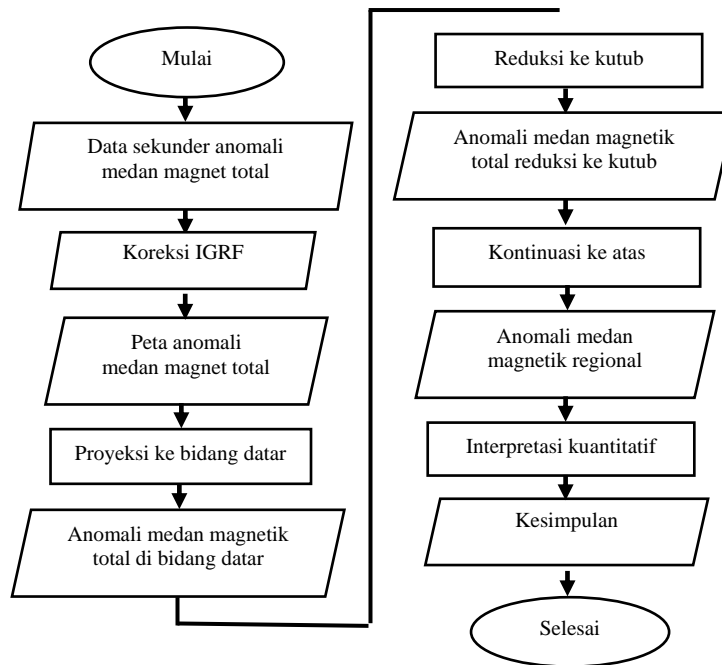
Perhitungan geothermometri adalah cara untuk memperkirakan suhu reservoir panas bumi. Geothermo-metri meliputi analisis komposisi kimia dari air panas bumi maupun dari gas panas bumi. Tipe air panas bumi yang muncul di manifestasi permukaan Gedongsongo tidak memenuhi syarat untuk menghitung suhu reservoir menggunakan geothermometer. Untuk itu, perkiraan suhu reservoir hanya berdasarkan perhitungan geothermometri gas, walaupun hanya ada satu data kandungan gas panas bumi dari fumarole di Gedongsongo.

Geothermometri D'Amore & Panichi digunakan untuk memperkirakan suhu reservoir terutama daerah yang tidak terdapat mata air panas. Suhu reservoir diperkirakan sekitar 231°C.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode magnetik dengan menggunakan

PPM tipe GEM GSM-19T dan metode pengolahan data nya menggunakan *software Geosoft*. Berikut adalah flowchart metode pengolahan data magnetik.



Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Magnetik adalah metode geofisika yang banyak digunakan untuk mengetahui kedalaman sumber panas bumi melalui parameter anomaly medan magnet. Prinsip kerja metode magnetik yaitu mengukur variasi intensitas medan magnetik di permukaan bumi, kemudian menghitung dan memetakan anomalinnya.

Anomali medan magnet total adalah harga medan magnet di suatu titik yang dihasilkan suatu batuan di bawah permukaan yang menjadi target pengukuran, untuk mendapatkan anomali medan magnet total maka perlu dilakukan beberapa koreksi yaitu koreksi IGRF dan koreksi variasi harian. Anomali medan magnet tidak dipengaruhi oleh ketinggian daerah penelitian, tetapi dikarenakan oleh perbedaan susceptibilitas batuan yang ada di bawah permukaan. Pasangan klosur positif dan negatif menunjukkan bahwa anomali medan magnet adalah dipole (Gambar 4).

Medan magnet total yang terukur pada topografi masih terletak pada bidang tidak rata dan grid yang tidak teratur yang diakibatkan efek permukaan daerah penelitian. Untuk memudahkan

pengolahan data lebih lanjut maka dilakukan reduksi ke bidang datar dengan cara membawa data-data hasil pengukuran ke sebuah bidang datar dengan ketinggian tertentu yaitu membawa data medan potensial hasil observasi yang masih terdistribusi di bidang yang tidak horizontal ke bidang horizontal melalui pendekatan deret Taylor. Koreksi bidang datar dilakukan pada ketinggian 1600 meter di atas MSL (Gambar 5).

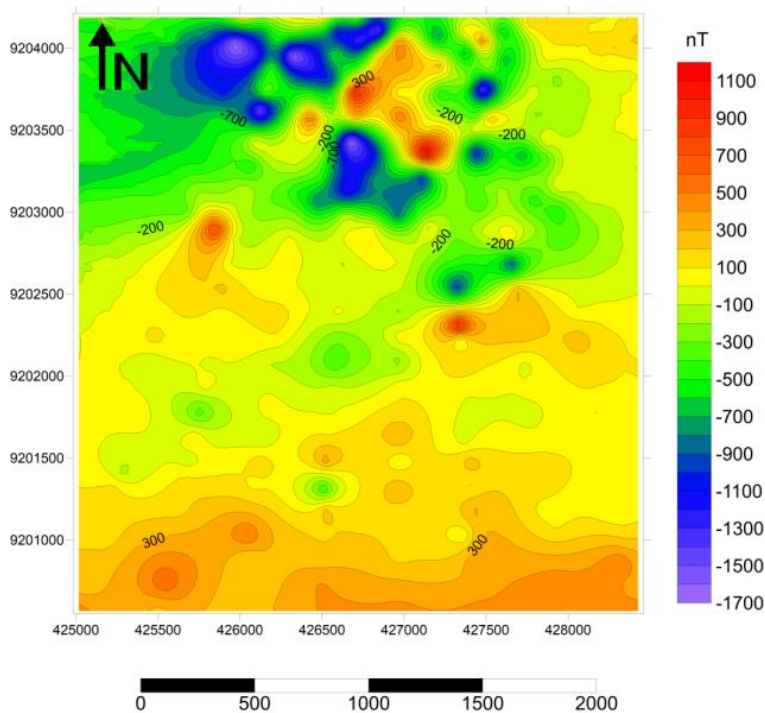
Untuk memudahkan interpretasi data magnetik perlu dilakukan juga reduksi ke kutub, dimana medan-medan utama magnet bervariasi terhadap posisi dan waktu karena medan magnetik berupa dipol sehingga selain mempunyai besar juga arahnya bervariasi. Data anomali medan magnet total yang sudah direduksi ke bidang datar kemudian di reduksi ke kutub dengan tujuan dapat melokalisasi daerah-daerah dengan anomali maksimal tetap berada di atas tubuh benda penyebab anomali dengan membuat sudut inklinasi benda menjadi -90° dan deklinasi 0° (Gambar 6).

Berdasarkan anomali medan magnet kontinuasi ke atas 2200 meter di atas MSL nilai anomali tinggi berkisar 180 nT dan anomali

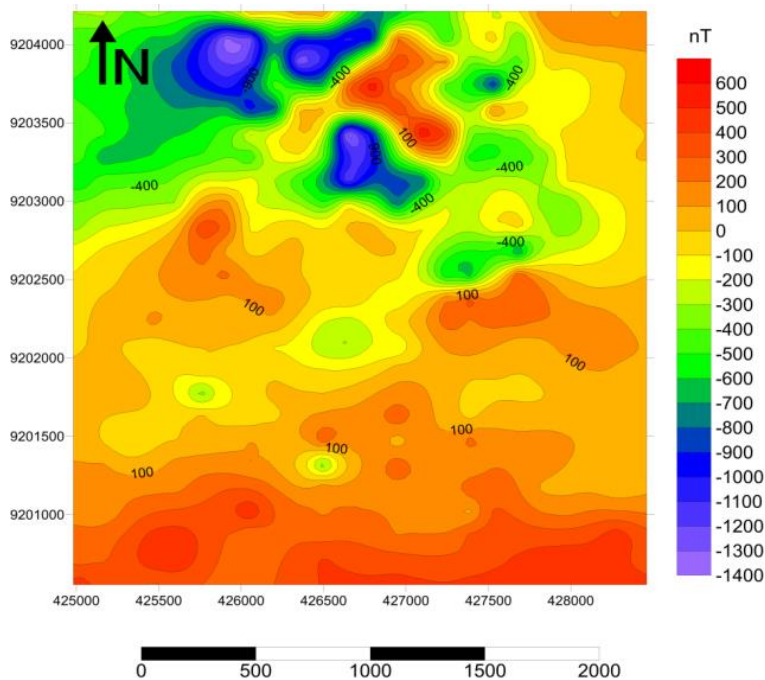
**POTENSI PANAS BUMI GEDONGSONGO LERENG SELATAN GUNUNG UNGARAN JAWA TENGAH
BERDASARKAN ANALISIS GEOSAINS**

rendah berkisar -280 nT, anomali rendah merupakan tempat tersebarnya titik semburan panas. Terlihat peta anomali medan magnet kontinuasi ke atas 2200 meter diatas MSL sudah terlihat terdapat dua blok yaitu blok naik dan blok turun

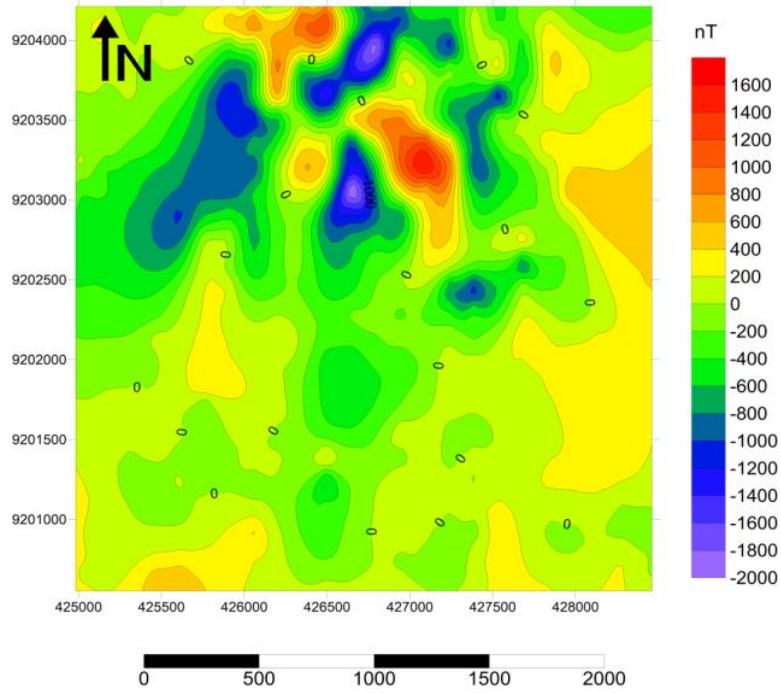
(Gambar 8), inilah nanti yang akan diinterpretasi dan dilakukan pemodelan karena jika melihat beberapa hasil dari anomali medan magnet lokal tidak menunjukkan adanya respon sesar yang menjadi target dalam penelitian karena masih banyak terdapat efek-efek lokal (Gambar 7).



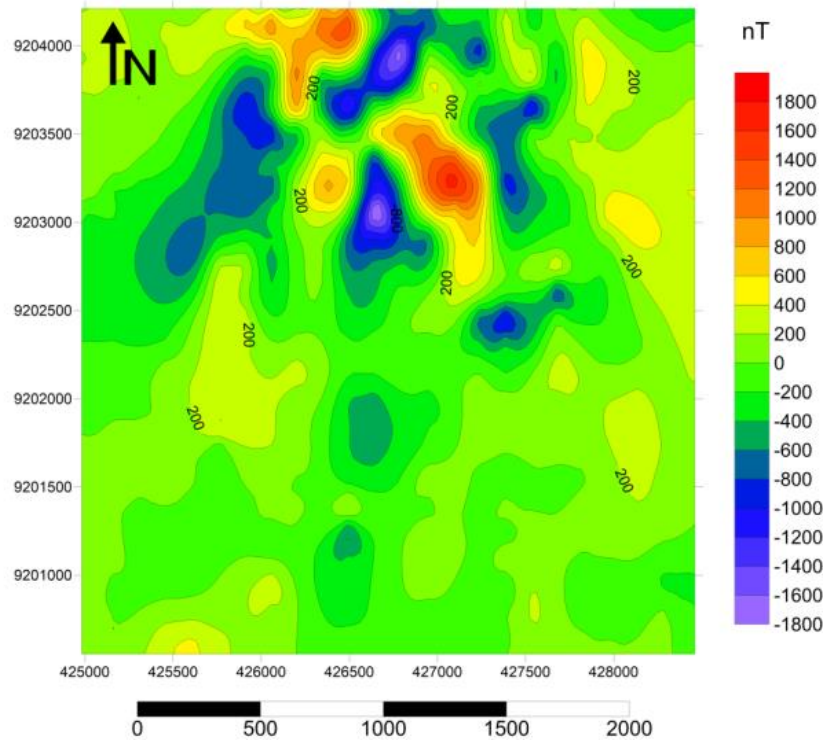
Gambar 4. Peta Kontur Anomali Medan Magnet Total di Permukaan



Gambar 5. Peta Anomali Medan Magnet Total Reduksi Bidang Datar Ketinggian 1600 Meter di Atas MSL

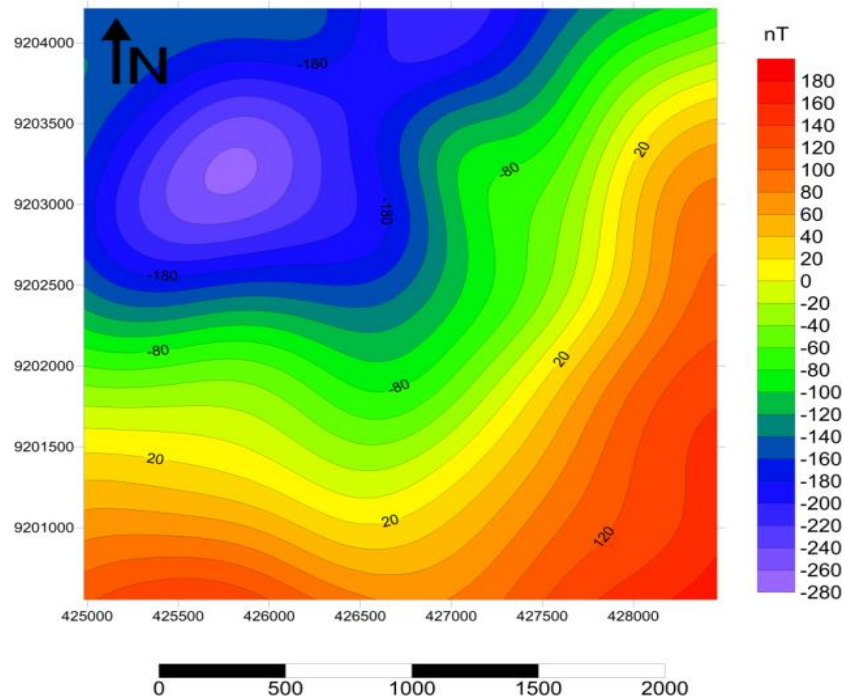


Gambar 6. Peta Anomali Medan Magnet Reduksi ke Kutub pada Bidang Datar

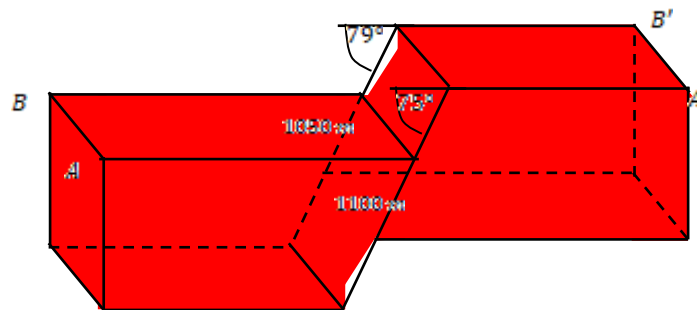


Gambar 7. Peta Anomali Medan Magnet Lokal Pada Ketinggian 2200 Meter di Atas MSL

**POTENSI PANAS BUMI GEDONGSONGO LERENG SELATAN GUNUNG UNGARAN JAWA TENGAH
BERDASARKAN ANALISIS GEOSAINS**



Gambar 8. Peta Anomali Medan Magnet Kontinuasi Keatas pada Ketinggian 2200 Meter di Atas MSL



Gambar 9. Pemodelan 3D

Hasil dari pemodelan didapatkan batas struktur sesar pengontrol panasbumi terlihat pada kedalaman 1050 meter sampai dengan 1100 meter dan struktur sesar ini mempunyai dip sebesar 75°-79°C (Gambar 9).

Berdasarkan beberapa hasil survei di atas, daerah Gedongsongo lereng selatan Gunung Ungaran berpotensi untuk dikembangkan sebagai industri pariwisata ditunjukkan dengan beberapa mata air panas di sekitar lereng Gunung Ungaran serta pemanfaatan energi listrik dari sumber panasbumi, dilihat dari beberapa penelitian Geokimia di daerah Gunung Ungaran untuk

temperatur suhu reservoirnya diperkirakan sebesar 230°C. Dimana temperatur reservoir >225°C akan menghasilkan daya listrik 15 MWe per satuan luas (*Metode Estimasi Potensi Energi Panasbumi*). Jika konver-si energi panas bumi ke listrik sebesar 15% maka besarnya daya listrik per satuan luas adalah 2,25 MWe, perkiraan luas prospek panas bumi Gunung Ungaran adalah 1 km² maka daya listrik yang dapat dimanfaatkan adalah 2,25 MWe. Jika dikonversi, jumlah daya listrik sebesar 2,25 MWe dapat menerangi rumah sebanyak 2.500 rumah jika setiap rumahnya mempunyai daya 900 Watt.

IV. KESIMPULAN

- a. Struktur sesar pengontrol manifestasi panas bumi Gedongsongo terletak pada kedalaman 1050 meter sampai dengan 1100 meter
- b. Daerah lereng gunung Ungaran sangat berpotensi untuk dikembangkan potensi pariwisata dan energi listrik dari sumber panas bumi terlihat dari banyaknya mata air panas di sekitar lereng serta pengukuran Geokimia mengenai temperatur suhu reservoir panas bumi yaitu 230°C.
- c. Daya listrik yang dihasilkan berdasarkan temperature suhu reservoir 230°C adalah 2,25 MWe.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelen, R.W., van, 1970, *The Geology of Indonesia*, Vol. IA, General Geologi of Indonesia and Adjacent Archipelagoes Second Edition, Government publisher, The Hague, Netherlands.
- Brooks, J.A., 1966. *Geomagnetism as the Earth's Mantle (A Review)*, M. Sc Thesis, Dept. Of Geology, University of Tasmania.
- Rezky, Y., Zarkasyi, A. dan Risdianto, D., 2012. *Geothermal System & Conceptual Model Of Gunung Ungaran Geothermal Area, Central Java*, Buletin Sumber Daya Geologi Volume 7 Nomor 3, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung
- Suhartono, N., 2012, *Pola Sistim Panas dan Jenis Geothermal Dalam Estimasi Cadangan Daerah Kamojang*, Jurnal Ilmiah MTG, Vol. 5 (2)
- SNI, 1999, *Metode Estimasi Potensi Energi Panas Bumi*, Dirjen Geologi dan Sumber Daya Mineral, SNI 13-6171-1999
- Sulaiman, 1994. *Perumusan Variasi Harian Medan Magnet Bumi Berdasarkan Teori Magnetohidrodinamika*, Skripsi, ITB, Bandung.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. , and Keys.D.A., 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press.New York.
- Thanden, R.E., Sumadirdja, H., Richards, P.W dan Sutisna, K., Amin, T.C., 1996, *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Wahyudi, 2005. *Kajian Potensi Panas Bumi Dan Rekomendasi Pemanfaatannya Pada Daerah Prospek Gunungapi Ungaran Jawa Tengah*, Jurusan Fisika, FMIPA-UGM, Yogyakarta