



Identifikasi Lapisan Hidrotermal dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner (Studi Kasus Wilayah Panas Bumi Cangar)

Anis Aprilia Safitri, Elvira Fresa Andaresta, Daeng Achmad Suaidi*

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: daeng.achmad.fmipa@um.ac.id

Paper received: 01-04-2022; revised: 15-04-2022; accepted: 30-04-2022

Abstract

This study was used to determine the depth of the hydrothermal layer and to determine the lithology of the hydrothermal layer in the Cangar geothermal area by looking at the resistivity of the rocks and minerals obtained. This research was carried out in several stages, 1) surveying the research site which was used to determine the condition of the location along with the topography of the research location and determine the trajectory of data collection. 2) data acquisition by measuring the resistivity of rocks and minerals based on the trajectory that has been made using the Geoelectric Resistivity Meter Mc-Ohm-EL. Data collection was carried out on five tracks with a length of 200 meters each on the first and second tracks, 170 meters on the third track, and 150 meters on the fourth and fifth tracks with the distance between points on one track being 10 meters. The results showed that hydrothermal was found at two coordinates, namely 7o44'29.95"S - 112o32'01.82"T which has a depth of 23 meters with a resistivity value > 10 m, located on a track length of 59 meters - 70 meters (west of the tourist attraction). Cangar hot springs) and 7o44'30.80"S - 112o32'00.42"T which has a depth of 18 meters with a resistivity value of > 10 m, which is located on a track length of 73 meters - 110 meters (south of the Cangar hot springs tourism object).). The lithology of this hydrothermal layer is dominated by basalt, andesite, lava rock and volcanic tuff.

Keywords: Geothermal; Geoelectric

Abstrak

Penelitian ini digunakan untuk mengetahui kedalaman lapisan hidrotermal dan mengetahui litologi lapisan hidrotermal yang berada di wilayah panas bumi Cangar dengan melihat resistivitas batuan dan mineral yang didapat. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, 1) melakukan survei lokasi penelitian yang digunakan untuk mengetahui keadaan lokasi beserta topografi lokasi penelitian dan menentukan lintasan pengambilan data. 2) akuisisi data yaitu mengukur resistivitas batuan dan mineral berdasarkan lintasan yang telah dibuat dengan menggunakan Geolistrik Resistivity Meter Mc-Ohm-EL. Pengambilan data dilakukan sebanyak lima lintasan dengan panjang masing-masing lintasan 200 meter pada lintasan pertama dan kedua, 170 meter lintasan ketiga, dan 150 meter pada lintasan keempat kelima dengan jarak antar titik pada satu lintasan adalah 10 meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hidrotermal ditemukan pada dua koordinat yakni 7o44'29.95"S - 112o32'01.82"T yang memiliki kedalaman 23 meter dengan nilai resistivitas > 10 Ω m, letak di panjang lintasan 59 meter - 70 meter (sebelah barat dari obyek wisata pemandian air panas Cangar) dan 7o44'30.80"S - 112o32'00.42"T yang memiliki kedalaman 18 meter dengan nilai resistivitas > 10 Ω m yang terletak di panjang lintasan 73 meter - 110 meter (sebelah selatan dari obyek wisata pemandian air panas Cangar). Litologi lapisan hidrotermal ini didominasi oleh batuan basalt, andesit, batuan lava dan tufa vulkanik.

Kata kunci: Geotermal; Geolistrik

1. Pendahuluan

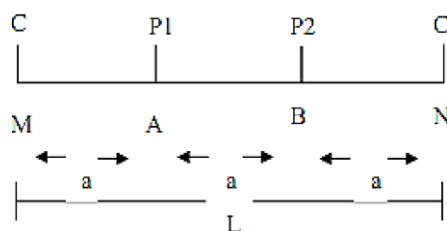
Sumber daya alam panas bumi baru-baru ini semakin diminati sebagai salah satu sumber energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan di banyak negara di dunia. Mengingat ketersediaan akan sumber bahan bakar minyak bumi atau yang sering kita sebut BBM semakin menipis seiring berjalannya waktu. (Hidayat & Basid, 2011) menjelaskan bahwa sumber daya energi yang merupakan produk sampingan dari BBM, yaitu bahan bakar gas (BBG) keberadaannya juga mengikuti BBM dikarenakan keduanya bersifat tidak dapat diperbaharui (*non renewable*).

Indonesia merupakan negara yang berpotensi akan sumber daya alam, termasuk di dalamnya adalah sumber daya panas bumi. Posisi negara Indonesia yang terletak pada pertemuan tiga lempeng (Eurasia, Hindia Australia dan Pasifik) menyebabkan terbentuknya deretan gunung api di sebagian wilayah negara ini, dan menyebabkan terbentuknya sumber energi panas bumi di sekitar gunung api tersebut (Hidayat & Basid, 2011). Diketahui bahwa di negara Indonesia potensi panas bumi sangat berlimpah yaitu 29.000MW atau sekitar 40% dari total panas bumi di dunia (Istighfaroh et al., 2013). Pada Provinsi Jawa Timur terdapat 11 lokasi potensi panas bumi yang diperkirakan dapat menghasilkan energi sebesar 1206.5 MW atau hampir 5% dari total potensi panas bumi di Indonesia.

Menurut (Hidayat & Basid, 2011), “energi panas bumi adalah energi sumberdaya alam berupa air panas atau uap yang terbentuk dalam reservoir di dalam bumi melalui pemanasan air bawah permukaan oleh batuan beku panas. Energi panas bumi ini dapat dimanfaatkan secara langsung untuk pengeringan produksi hasil pertanian, pariwisata dan kebutuhan rumah tangga ataupun secara tidak langsung sebagai penggerak turbin pembangkit listrik”. Pada eksplorasi panas bumi untuk mengidentifikasi lapisan panas bumi yang memiliki variasi nilai resistivitas yang menandakan adanya komponen panas bumi berdasarkan sifat kelistrikannya dapat digunakan metode geolistrik.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode eksplorasi geofisika yang mengidentifikasi lapisan bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikannya. Metode geolistrik resistivitas adalah salah satu jenis metode geolistrik yang digunakan untuk mengidentifikasi litologi dan struktur batuan bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas. Resistivitas untuk air memiliki nilai berkisar 10 – 100 Ωm , sedangkan untuk resistivitas air panas adalah sekitar < 10 Ωm dibuktikan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rakhmanto, Maryanto, Susilo, Krisbiantoro di sumber air panas Cagar kompleks Gunung Arjuno – Welirang (Rakhmanto et al., 2011). Hasil penelitian kedua oleh Minarto yang dilakukan di Mataloko didapatkan besaran resistivitas untuk air panas adalah < 5 Ωm (Minarto, 2007). Berdasarkan kedua hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas air panas lebih kecil daripada resistivitas air dingin (*fresh*).

Menurut (Wijaya, 2015) Konfigurasi Wenner memiliki jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah sama.



Gambar 1. Elektroda Arus Dan Potensial Pada Konfigurasi Wenner (Wijaya, 2015)

Gambar di atas terlihat bahwa jarak $AM = NB = a$ dan jarak $AN = MB = 2a$ dengan menggunakan persamaan berikut:

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)\right]}$$

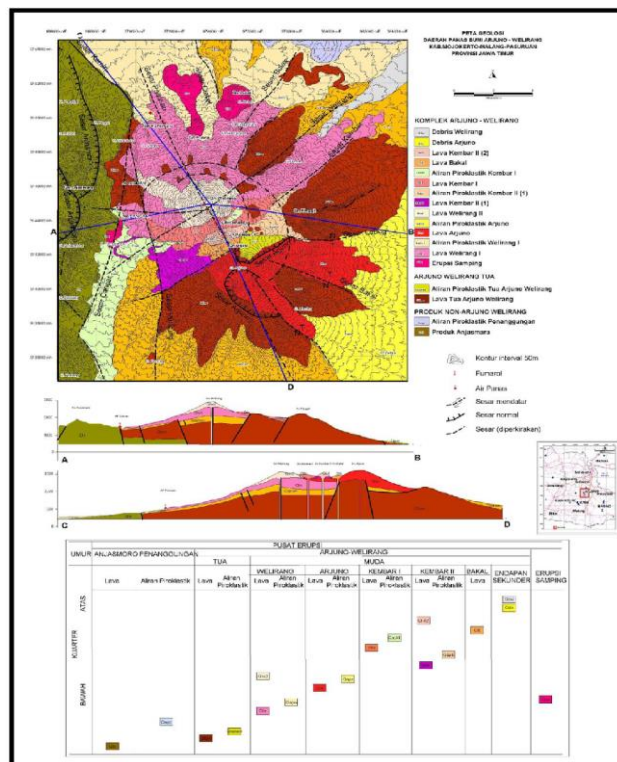
$$K = 2\pi a$$

Sehingga faktor geometri untuk konfigurasi wenner adalah:

$$K = 2\pi a \text{ dan } \rho_a = 2\pi a \frac{\Delta v}{I}$$

Dimana ρ_a adalah tahanan jenis semu, I adalah kuat arus, a adalah jarak elektroda, dan ΔV adalah beda potensial. Nilai tahanan jenis yang diperoleh dari pengukuran diestimasi dengan menggunakan metode inversi sehingga didapatkan nilai tahanan jenis sesungguhnya dan kedalamannya (Hakim & Manrulu, 2016)

Obyek wisata alam air panas Cangar dan Agrotechnopark Universitas Brawijaya secara administrasi pemerintah terletak di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, Propinsi Jawa timur. Obyek wisata alam air panas Cangar dan Agrotechnopark Universitas Brawijaya merupakan bagian dari Taman Hutan Raya Raden Soerjo yang secara geografis terletak pada $7^{\circ} 40' 10'' - 7^{\circ} 49' 31''$ Ls dan $112^{\circ} 22' 13'' - 112^{\circ} 46' 30''$ BT. Taman Hutan Raya Raden Soerjo secara keseluruhan memiliki konfigurasi bervariasi antara datar, berbukit dan gunung-gunung dengan ketinggian antara 1.000 - 3.000 Mdpl (Maulida et al., 2012). Obyek wisata ini juga termasuk kedalam kompleks pegunungan Gunung Arjuno-Welirang. Kehadiran sistem panas bumi di daerah ini terkait dengan aktivitas vulkanik, secara geologis daerah prospek didominasi oleh batuan vulkanik kuartar, baik lahar dan piroklastik, dan terjadinya solfataric-fumarol dengan gas magmatik menunjukkan adanya sistem panas bumi vulkanik di bawah permukaan dengan sumber air panas Cangar dan Coban dikendalikan oleh patahan Cangar sedangkan mata air panas dan solfataric-fumarol Padusan dikendalikan oleh patahan Padusan (Daud et al., 2015).



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Panas Bumi Kompleks Arjuno-Welirang (Tim Survey Terpadu, 2010)

Mengacu pada hal tersebut, dilakukan penelitian dengan judul **“Identifikasi Lapisan Hidrotermal Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner(Studi Kasus Wilayah Panas Bumi Cangar)”**. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui gambaran umum tentang sistem panas bumi yang terdapat pada daerah tersebut, dan bertujuan untuk mengetahui kedalaman hidrotermal yang berada di wilayah panas bumi Cangar dan mengetahui litologilapisan hidrotermal yang beradadi wilayah panas bumi Cangar.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi wenner. Dalam mempermudah peneliti waktu menganalisis dan melakukan pemahaman saat pengambilan data dilakukan rancangan penelitian yang pertama adalah mencari studi literature, kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi masalah yang ada, kemudian dilanjutkan dengan melakukan survey lokasi. Langkah selanjutnya yaitu akuisisi data. Setelah melakukan akuisisi data, data yang diperoleh diolah menggunakan *Software Res2dinv*. Kemudian melakukan pemrosesan data tahanan jenis dengan *Software Res2dinv* untuk mengetahui litologi lapisan hidrotermal dan kedalaman lapisan hidrotermal. Didapatkan hasil dari interpretasi data dari Konfigurasi Wenner, dilakukan pembahasan. Terakhir ditarik kesimpulan untuk hasil pembahasan.

Pada penelitian ini menggunakan penelitian lapangan yang diperoleh secara langsung dengan mensurvei lokasi eksperimen. Penelitian ini dilakukan di Obyek Wisata Air Panas Cangar dan Agrotechnopark Universitas Brawijaya yang terletak di Batu. Letak geografis lokasi penelitian berada di antara $7^{\circ} 40' 10'' - 7^{\circ} 49' 31''$ LS dan $112^{\circ} 22' 13'' - 112^{\circ} 46' 30''$ BT.



Gambar 3. Gabungan Seluruh Lintasan (Modifikasi dari *Google Earth*, 2018)

Secara umum, Algoritma pemrosesan data geolistrik adalah sebagai berikut: 1) menghitung faktor geometri k dengan Ms. Excel. Faktor geometri susunan elektroda konfigurasi Wenner dihitung dengan persamaan $k=2\pi a$, 2) menghitung resistivitas semu dengan Ms. Excel. Resistivitas semu dihitung dari data beda potensial ΔV dan arus I dengan persamaan $\rho=2\pi a\Delta V/I$, 3) menentukan resistivitas sebenarnya Res2dinv. Resistivitas semu dihitung berdasarkan asumsi: lapisan bumi homogen isotropis. Untuk mendapatkan resistivitas yang sebenarnya, dibuat model inversi berdasarkan hasil perhitungan resistivitas semu yang diperoleh. Permodelan inversi Res2dinv menggunakan metode least squares.

Tahapan interpretasi data menggunakan *Software Res2Dinv* yang akan menghasilkan interpretasi penampang melintang bawah permukaan lokasi penelitian berupa penampang dua dimensi. Berdasarkan hasil interpretasi tersebut, akan diperoleh informasi nilai resistivitas medium bawah permukaan lokasi penelitian dan dengan diperkuat data geologi daerah penelitian, maka dapat dilakukan identifikasi hidrotermal yang terdapat pada lokasi penelitian tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di Obyek Wisata Air Panas Cangar dan Agrotechnopark Universitas Brawijaya di Desa Sumberbrantas Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Data yang diperoleh pada pengukuran di lapangan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi wenner yang tersebar di sekitar Obyek Wisata Air Panas Cangar dan Agrotechnopark Universitas Brawijaya yang terdiri dari lima titik pengukuran (lintasan). Data terukur secara langsung melalui alat resistivity meter melalui injeksi elektroda arus dan potensial ke bawah permukaan, hasil yang terekam pada data pengukuran berupa arus, tegangan, SP (Surface Potensial). Hasil data penelitian kemudian diolah menggunakan Res2Dinv, sebagai berikut:

1. Lintasan Pertama
Terletak di Agrotechnopark Universitas Brawijaya, $7^{\circ}44'25.60''S$ dan $112^{\circ}32'16.32''T$, dengan panjang lintasan 200 meter dan jarak spasi tiap elektroda 10 meter.
2. Lintasan Kedua
Terletak di kebun anggrek Agrotechnopark Universitas Brawijaya, $7^{\circ}44'23.78''S$ dan $112^{\circ}32'04.88''T$, dengan panjang lintasan 200 meter dan jarak spasi tiap elektroda 10 meter.
3. Lintasan Ketiga

Terletak di obyek wisata air panas cangar menuju ke agrotechnopark Universitas Brawijaya dengan panjang lintasan 170 meter dan terletak pada titik $7^{\circ}44'29.95''S$ dan $112^{\circ}32'01.82''T$ dengan jarak spasi antar elektroda adalah 10 meter.

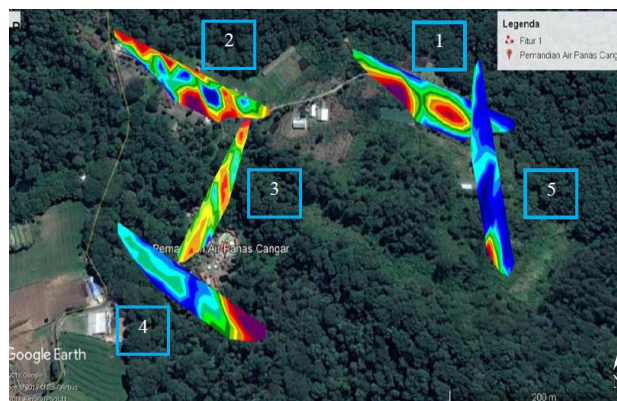
4. Lintasan Keempat

Lintasan keempat pengambilan data dilakukan pada obyek wisata air panas cangar atau lebih tepatnya berada di jogging track sampai flying fox dengan panjang lintasan 150 meter yang terletak pada titik $7^{\circ}44'30.80''S$ dan $112^{\circ}32'00.42''T$.

5. Lintasan Kelima

Lintasan terakhir yaitu lintasan kelima, berada di belakang laboratorium lapang vulkanologi dan geothermal agrotechnopark Universitas Brawijaya dengan panjang lintasan 150 meter yang terletak pada titik $7^{\circ}44'24.57''S$ dan $112^{\circ}32'14.93''T$.

Interprestasi yang didapatkan melalui data pengukuran di lapangan, melihat peta geologi yang tertera diatas dan mencocokkan hasil yang didapat dengan tabel batuan.



Gambar 4. Hasil Inversi Sesuai Bentuk Lintasan

Lintasan pertama memiliki nilai resistivitas 18,5 Ohm meter pada panjang lintasan 15 meter – 35 meter dan 70 meter – 120 meter merupakan air tanah, dilanjutkan dengan nilai resistivitas 41,4 Ohm meter yang berada pada panjang lintasan 15 meter – 68 meter dan 113 meter – 159 meter merupakan air tanah. Setelah dari air tanah pada nilai resistivitas 92,7 Ohm meter diketahui adalah batuan Tufa Vulkanik berada pada panjang lintasan 20 meter – 175 meter dan 50 meter – 120 meter. Panjang lintasan 33 meter – 185 meter pada nilai resistivitas 207 Ohm meter diketahui terdapat batuan Tufa Vulkanik. Resistivitas 464 Ohm meter diketahui bahwa merupakan batuan andesit yang berada pada panjang lintasan 53 meter – 183 meter, di nilai resistivitas 1039 Ohm meter pada panjang lintasan 65 meter – 179 meter merupakan batuan basalt. Terakhir pada nilai resistivitas 2324 Ohm meter dan 5200 Ohm meter merupakan jenis batuan yang sama yaitu batuan olivin berada pada panjang lintasan 70 meter – 170 meter dan 75 meter – 163 meter.

Lintasan pertama dengan topografi memiliki nilai elevasi dari 1651-1661 dengan titik terendah berada pada jarak 160-200 meter. Titik tertinggi berada pada jarak 30, 40 dan 140 meter. Pada lintasan pertama ini tidak teridentifikasi adanya hidrotermal.

Lintasan kedua memiliki nilai resistivitas 53,4 ohm meter pada panjang lintasan 75 meter – 85 meter merupakan air tanah, dilanjutkan dengan nilai resistivitas 69,1 Ohm meter yang berada pada panjang lintasan 45 meter – 173 meter merupakan air tanah. Setelah dari air tanah pada nilai resistivitas 89,3 Ohm meter diketahui adalah batuan tufa vulkanik berada

pada panjang lintasan 35 meter – 180 meter. Panjang lintasan 28 meter – 183 meter pada nilai resistivitas 115 Ohm meter diketahui terdapat pasirbatuan lava. Resistivitas 149 Ohm meter diketahui bahwa merupakan batuan andesit yang berada pada panjang lintasan 22 meter – 185 meter, di nilai resistivitas 193 Ohm meter pada panjang lintasan 15 meter – 115 dan 75 meter – 185 meter merupakan batuan andesit. Terakhir pada nilai resistivitas 250 Ohm meter dan 323 Ohm meter merupakan jenis batuan yang sama yaitu batu basal berada pada panjang lintasan 88 meter – 185 meter, 58 meter – 68 meter, 48 meter – 115 meter dan 122 meter – 132 meter, 148 meter – 180 meter, 55 meter – 110 meter.

Lintasan kedua dengan topografi memiliki nilai elevasi dari 1626-1643 dengan titik terendah berada pada jarak 150-200 meter. Titik tertinggi berada pada jarak 10 meter. Pada lintasan pertama ini tidak teridentifikasi adanya hidrotermal.

Lintasan ketiga memiliki nilai resistivitas 5,60 Ohm meter pada panjang lintasan 65 meter merupakan air panas, dilanjutkan dengan nilai resistivitas 8,84 Ohm meter yang berada pada panjang lintasan 59 meter – 70 meter merupakan air panas. Setelah dari air panas pada nilai resistivitas 13,9 Ohm meter diketahui adalah air tanah berada pada panjang lintasan 81 meter – 89 meter, 113 meter – 128 meter dan 58 meter – 73 meter. Panjang lintasan 50 meter – 70 meter, 78 meter – 92 meter dan 103 meter – 130 meter pada nilai resistivitas 22,0 Ohm meter diketahui terdapat batuan tufa vulkanik. Resistivitas 34,8 Ohm meter diketahui bahwa merupakan tufa vulkanik yang berada pada panjang lintasan 15 meter – 94 meter dan 98 meter – 144 meter, di nilai resistivitas 54,9 Ohm meter pada panjang lintasan 18 meter – 75, 88 meter – 117 meter dan 128 meter – 146 meter merupakan tufa vulkanik. Terakhir pada nilai resistivitas 86,7 Ohm meter dan 137 Ohm meter terdapat jenis batuan tufa vulkanik dan batuan lava berada pada panjang lintasan 26 meter – 53 meter, 93 meter – 108 meter, 140 meter – 160 meter dan 132 meter – 150 meter.

Lintasan ketiga dengan topografi memiliki nilai elevasi dari 1616-1627 dengan titik terendah berada pada jarak 20 meter. Titik tertinggi berada pada jarak 90 meter. Pada lintasan ketiga ini telah teridentifikasi adanya hidrotermal dengan panjang lintasan 59 meter – 70 meter pada kedalaman 23 meter – 26 meter.

Lintasan keempat memiliki nilai resistivitas 4,05 Ohm meter pada panjang lintasan 73 meter – 77 meter dan 100 meter – 110 meter merupakan air panas, dilanjutkan dengan nilai resistivitas 9,43 Ohm meter yang berada pada panjang lintasan 68 meter – 120 meter merupakan air panas. Setelah dari air panas pada nilai resistivitas 22,0 Ohm meter diketahui adalah air tanah berada pada panjang lintasan 54 meter – 70 meter dan 80 meter – 135 meter. Panjang lintasan 46 meter – 65 meter pada nilai resistivitas 51,1 Ohm meter diketahui terdapat tufa vulkanik. Resistivitas 119 Ohm meter diketahui bahwa merupakan batuan Lava yang berada pada panjang lintasan 42 meter – 60, di nilai resistivitas 277 Ohm meter pada panjang lintasan 34 meter – 50 meter merupakan batuan andesit. Terakhir pada nilai resistivitas 646 Ohm meter dan 1504 Ohm meter terdapat jenis batuan basalt dan olivin berada pada panjang lintasan 30 meter – 48 meter dan 15 meter – 46 meter.

Lintasan keempat dengan topografi memiliki nilai elevasi dari 1619-1634 dengan titik terendah berada pada jarak 70, 80 dan 110 meter. Titik tertinggi berada pada jarak 0 meter. Pada lintasan keempat ini telah teridentifikasi adanya hidrotermal dengan panjang lintasan 73 meter – 110 meter pada kedalaman 18 meter – 19 meter.

Lintasan kelima memiliki nilai resistivitas 16,5 Ohm meter pada panjang lintasan 20 meter – 53 meter, 54 meter – 78 meter dan 90 meter – 100 meter merupakan air tanah, dilanjutkandengan nilai resistivitas 31,5 Ohm meter yang berada pada panjang lintasan 15 meter – 83 meter dan 80 meter – 135 meter merupakan air tanah. Setelah dari air tanah pada nilai resistivitas 60,0 Ohm meter diketahui adalah air tanah berada pada panjang lintasan 15 meter – 54 meter, 62 meter – 135 meter. Panjang lintasan 18 meter – 53 meter pada nilai resistivitas 114 Ohm meter diketahui terdapat batuan lava. Resistivitas 218 Ohm meter diketahui bahwa merupakan batuan andesit yang berada pada panjang lintasan 23 meter – 51 meter, di nilai resistivitas 415 Ohm meter pada panjang lintasan 28 meter – 50 meter merupakan basalt. Terakhir pada nilai resistivitas 792 Ohm meter dan 1509 Ohm meter terdapat jenis batuan basalt dan olivin berada pada panjang lintasan 33 meter – 48 meter dan 36 meter – 46 meter.

Lintasan kelima dengan topografi memiliki nilai elevasi dari 1660-1680 dengan titik terendah berada pada jarak 0, 10, 20 dan 30 meter. Titik tertinggi berada pada jarak 150 meter. Pada lintasan kelima ini tidak teridentifikasi oleh adanya hidrotermal

Pada setiap lintasan batuan yang ada didominasi oleh batuan basalt, andesit dan batuan lava. Namun pada lintasan yang diidentifikasi terdapat hidrotermal memiliki batuan tufa vulkanik.

6. Simpulan

Hasil dari penelitian yang dilakukan di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu tepatnya di Obyek Wisata Pemandian Air Panas Cangar dan Agrotechnopark Universitas Brawijaya ditemukan dua sumber air panas yang terletak pada lintasan ketiga dan lintasan keempat. lintasan ketiga memiliki kedalaman 23 meter dengan nilai resistivitas $> 10 \Omega m$, letak di panjang lintasan 59 meter – 70 meter berada di sebelah barat dari obyek wisata pemandian air panas Cangar. pada lintasan keempat sumber air panas (*hidrothermal*) ditemukan pada kedalaman 18 meter dengan nilai resistivitas $> 10 \Omega m$ yang terletak di panjang lintasan 73 meter – 110 meter berada di sebelah selatan dari obyek wisata pemandian air panas Cangar. Distribusi hidrotermal ke arah utara terbatas pada panjang lintasan 110 meter di lintasan ke tiga. Pada lintasan kedua yang membentang dari timur ke barat sudah teridentifikasi sebagai air tanah. Lintasan pertama dan kelima yang berada di sebelah timur teridentifikasi sebagai air tanah.

Litologi lapisan *hidrothermal* ini didominasi oleh batuan basalt yang berada pada kedalaman 2,50 meter hingga 16,0 meter dibawah permukaan, batuan andesit yang berada pada kedalaman 2,50 meter hingga 18,0 meter dibawah permukaan, batuan lava yang berada pada kedalaman 2,50 meter hingga 19,9 meter dibawah permukaan, dan tufa vulkanik yang berada pada kedalaman 2,50 meter hingga 26,9 meter dibawah permukaan.

Ucapan Terima Kasih (Opsional)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak pengelola Obyek Wisata Air Panas Cangar dan Agrotechnopark Universitas Brawijaya yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di lokasi tersebut. kami juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Daeng Achmad Suaidi, S.Si., M.Kom yang telah membimbing penelitian ini hingga selesai. Tidak lupa saya sampaikan ucapan terima kasih kepada penulis kedua yang telah membantu kelancaran dalam penyusunan artikel ilmiah ini.

Daftar Rujukan

- Daud, Y., Fahmi, F., Nuqramadha, W. A., Heditama, D. M., Pratama, S. A., & Suhanto, E. (2015). 3-Dimensional Inversion of MT Data over the Arjuno-Welirang Volcanic Geothermal System, East Java (Indonesia). *Proceedings World Geothermal Congress, Melbourne, Australia*, 19–25.
- Hakim, H., & Manrulu, R. H. (2016). Aplikasi Konfigurasi Wenner dalam Menganalisis Jenis Material Bawah Permukaan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 95–103.
- Hidayat, N., & Basid, A. (2011). Analisis Anomali Gravitasi Sebagai Acuan dalam Penentuan Struktur Geologi Bawah Permukaan dan Potensi Geothermal (Studi Kasus Di Daerah Songgoriti Kota Batu). *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*.
- Istighfaroh, L. H., Maryanto, S., & Rakhmanto, F. (2013). *Identifikasi Jenis Batuan Bawah Permukaan Daerah Sumber Air Panas dengan Menggunakan Metode Geolistrik (Studi Kasus Panasbumi Daerah Tiris, Kabupaten Probolinggo Jawa Timur)* [PhD Thesis]. Brawijaya University.
- Maulida, H. F., Anggoro, S., & Susilowati, I. (2012). Pengelolaan Wisata Alam Air Panas Cangar di Kota Batu. *Ekosains*, 4(3).
- Minarto, E. (2007). Pemodelan Inversi Data Geolistrik untuk Menentukan Struktur Perlapisan Bawah Permukaan Daerah Panasbumi Mataloko. *JFA (Jurnal Fisika Dan Aplikasinya)*, 3(2), 070201–1.
- Rakhmanto, F., Maryanto, S., Susilo, A., & Krisbiantoro, A. (2011). ERT (Electrical Resistance Tomography) Sumber Air Panas Cangar Komplek Gunung Arjuno–Welirang. *Jurnal Neutrino,(Online)*, 4(1).
- Wijaya, A. S. (2015). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya (Halaman 1 sd 5). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55).