



Self Potential untuk Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi Blawan

Siti Diah Ayu Febriani

Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Jember

Email: siti_diah@polije.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v17i1.5920>

Submitted: 29 Januari 2019; Accepted: 07 Oktober 2019

ABSTRACT- Self-Potential methods that have advantages in providing more extensive and integrated information to better ensure that geothermal areas have potential geothermal resources. This study discusses the geothermal system in the Ijen volcano area based on the value of resistivity and potential different from the subsurface structure. The stages in the implementation of research programs are (1) literature study, carried out to obtain accurate and up-to-date information, (2) data retrieval, carried out to obtain primary and secondary data, (3) data search, data processing, and data interpretation, carried out using Res2div and Surfer software to obtain subsurface structure mapping (4), evaluation, was carried out as a monitoring of geothermal resource potential mapping research. The modeling results were obtained from the subsurface layer in Blawan geothermal manifestation consisting of 3 zones with upper resistivity zones (> 10 ohm to 50 ohm meters), reservoir zones (> 50 ohm meters to 100 ohm meters) and heat source zones (> 100 ohm meters, based on the isopotential contour map, that the Blawan region is a destructive zone.

KEYWORDS : Energy; Geoelectrical; Geothermal Potential; Self-Potential

PENDAHULUAN

Panas bumi merupakan energi yang dapat diperbaharui dan menjadi energi alternatif dalam program penghematan energi. Selama ini Indonesia masih sangat bergantung dengan sumber energi tidak terbarukan seperti minyak bumi. Potensi panas bumi di Indonesia sebenarnya cukup besar, termasuk di wilayah Jawa Timur yang masih belum dimanfaatkan secara optimal. Karakterisasi potensi panas bumi dilakukan melalui ciri-ciri fisika dari cadangan panas bumi tersebut, sumber potensi panas bumi dengan cadangan energi yang besar dapat dikembangkan menjadi pembangkit listrik dan cadangan energi yang tidak terlalu besar dimanfaatkan langsung pada geowisata, seperti salah satu kawasan Gunung Api Ijen yang terletak di dusun Blawan, kecamatan Sempol kabupaten Bondowoso. Berdasarkan hasil observasi, literasi data dan diskusi yang

dilakukan bahwa disana masih perlu lebih banyak penelitian mendasar dan mendalam mengenai potensi sumber panas bumi melalui berbagai metode untuk selanjutnya dapat dijadikan sebagai wilayah kerja pertambangan panas bumi (WKP).

Pada penelitian ini, metode yang digunakan yaitu mengembangkan *self potential*. Secara khusus kelebihan metode tersebut adalah tingkat sensitivitas yang sangat tinggi terhadap kontras resistivitas dan konduktivitas struktur bawah permukaan (Nurhasan et al., 2006). Metode yang digunakan oleh peneliti terdahulu untuk menunjukkan adanya keberadaan potensi panas bumi di kawasan gunung api Ijen menggunakan metode gaya berat (Raehanayati, Rachmansyah, & Maryanto, 2013) dan *geomagnetic* ditandai dengan adanya mata air panas yang tersebar di bagian utara (Afandi, Maryanto, & Rachmansyah, 2013).

Analisis perubahan daerah konduktif, sifat magnetik, sifat fisis, pemetaan struktur bawah permukaan berdasarkan Survei Geolistrik, *Self Potential* dan interpretasi data permodelan dua dimensi akan membuat adanya gambaran keterangan yang melengkapi keterangan pada penelitian sebelumnya terkait di kawasan gunung api Ijen mempunyai potensi sumber panas bumi.

Panas Bumi

Struktur bawah permukaan gunungapi sangat kompleks. Struktur ini dapat dipelajari dalam berbagai parameter fisis misalnya resistivitas/konduktivitas, massa jenis, sifat magnetik dan lain-lain. Panas bumi merupakan sumber energi panas yang terdapat dan terbentuk pada bagian kerak bumi (Broto & Putranto, 2011). Sistem panas bumi mencakup sistem hidrotermal yaitu sistem tata air, proses pemanasan dan kondisi sistem dimana air yang terpanasi terkumpul atau dengan kata lain syarat sistem panas bumi adanya air, batuan pemanas, batuan sarang dan batuan penutup (Alzwar, Samodra, & Tarigan, 1988). Negara Indonesia mempunyai potensi sekitar 29 GWe dari seluruh cadangan dunia (Wirakusumah, Abdurahman, & Kurnia, 2012). Daerah manifestasi panas bumi di Jawa Timur salah satunya adalah kawasan gunung api Ijen kecamatan Sempol kabupaten Bondowoso Provinsi Jawa Timur dengan perkiraan potensi sumber daya hipotesis panas bumi sekitar 92 MWe (Sukhyar et al., 2014).

Metode Self Potential

Metode *Self Potential* bertujuan untuk mengidentifikasi diskontinuitas lateral (anomaly konduktif lokal). Dengan Arus diijensikan melalui elektroda AB dan pengukuran beda potensial dilakukan pada elektroda MN (Telford, 1990). Metode *Self Potential* merupakan salah satu metode geofisika yang prinsip kerjanya adalah mengukur tegangan statis alam (*static natural voltage*) yang berada di kelompok titik-titik di permukaan tanah (Sharma, 1997).

Potensial diri umumnya berhubungan

dengan adanya beda tekanan dan temperatur pada aliran fluida, adanya beda lapisan sulfida yang menjadi perantara penghantar dalam mengangkut electron yang berasal dari kedalaman beberapa meter menuju permukaan, adanya beda sifat batuan yang mengalami pergesekan secara geologi serta adanya bahan organik yang mengalami kegiatan bioelektrik. Air tanah menjadi aspek pengontrol pada kegiatan elektrokimia serta kegiatan mekanik dari bumi bagian dalam.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian digambarkan seperti terlihat pada Gambar 1. Tahapan penelitian tersebut terdiri dari studi literatur, survei lokasi terkini, pengambilan data lapangan, akuisisi, processing, dan interpretasi data, dan pemetaan struktur bawah permukaan.

Tahap Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk mengetahui dan mendalami penemuan-penemuan terkini pada daerah yang diteliti berdasarkan beberapa metode. Dalam hal ini dkkhususkan pada data-data dan penelitian pendukung untuk daerah gunungapi Ijen secara *online* maupun *offline*.

Survei Kondisi Terkini

Tahap survei kondisi terkini dilapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi terkini kawasan gunungapi Ijen dan menentukan titik daerah yang menjadi prospek pengambilan data dengan menggunakan alat ukur GPS untuk mengetahui koordinat dengan akurat dan diskusi dengan pihak terkait seperti kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral terkait data-data terkini.

Pengambilan Data Lapangan

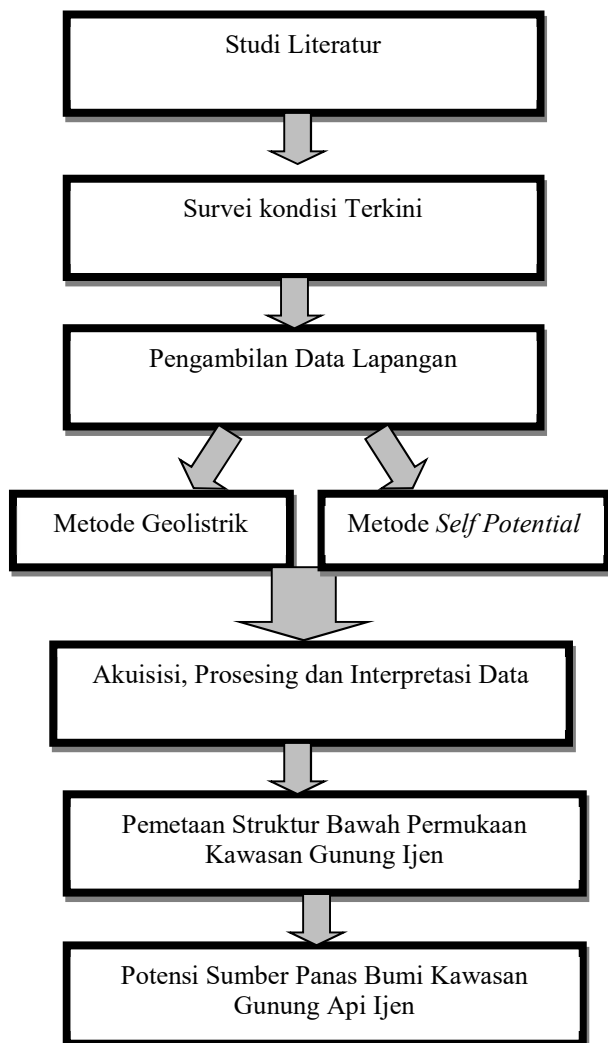
Tahap pengambilan data lapangan dilakukan menggunakan metode *self potential*. Metode amplitud potensial dan metode gradien potensial merupakan dua konfigurasi yang ada pada metode *Self Potential*. Keduanya memiliki perbedaan dalam hal pemindahan elektroda pada lapangan penelitian, jika pada metode gradien potensial: elektroda potensial akan mengalami perpindahan (dipindahkan)

dengan hitungan jarak yang tidak berubah, berbeda halnya dengan metode amplitude potensial yang memindahkan elektroda potensial pada sepanjang *line* yang dijadikan rujukan dengan mengukur factor perbedaan nilai potensial yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini dilakukan pada wilayah penelitian yang memiliki luas sekitar 250 x 400 meter yang diharapkan telah dapat melokalisir sebaran aliran fluida panas bawah permukaan. Data yang diperoleh adalah data potensial.

Akuisisi

Langkah akuisisi terhadap data yang telah diperoleh yakni dengan proses akuisisi data dengan akurat. Data tersebut diperoleh di kawasan gunung api Ijen menggunakan alat ukur Land-gravimeter G-403 Resistivity meter berupa tahanan jenis, kemudian data yang telah diperoleh dilakukan perhitungan



Gambar 1 Tahapan Penelitian pada data *Self Potential*

data awal (domain waktu) menjadi data yang dapat diproses untuk selanjutnya (domain frekuensi).

Prosesing Data

Prosesing data pada data dengan permodelan 2 dimensi menggunakan perangkat lunak Res2div dan Surfer untuk memperoleh kenampakan dua dimensi dari daerah kawasan sumber panas bumi gunung api Ijen berdasarkan data nilai tegangan, potensial, dan kuat arus. Permodelan ini dilakukan dengan iterasi sebanyak 20, jumlah ini dianggap paling konvergen. Parameter yang digunakan antara lain parameter tau, eror data dan rho.

Interpretasi Data

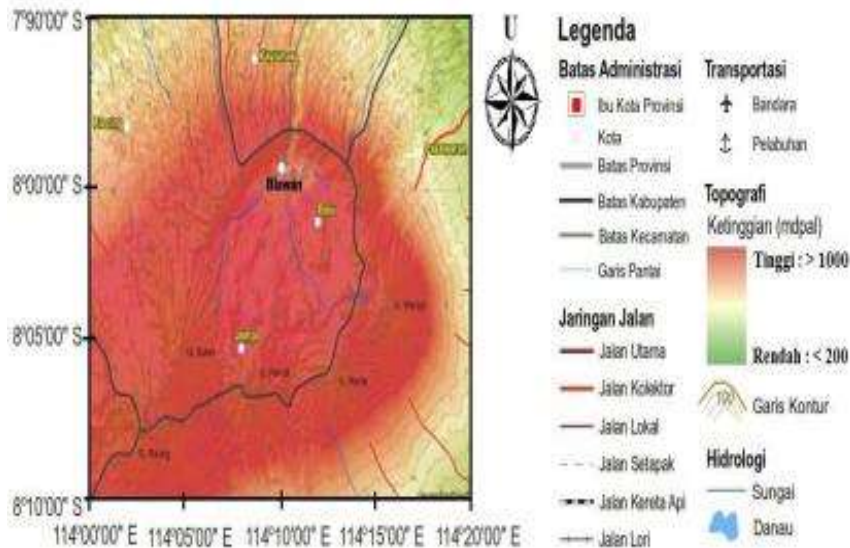
Interpretasi data untuk mendapatkan gambaran 2 dimensi pada struktur bawah permukaan menggunakan data resistivitas (ohm meter) dan data kedalaman (meter) dibandingkan dengan data geologi yang telah diperoleh, karakter batuan, porositas, kandungan dan permeabilitas yang akan dijadikan sebagai kawasan dengan potensi sumber panas bumi.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan dikawasan gunung api Ijen, dengan koordinat N 9125678 – 9126630 UTM dan E 189102 – 188102 UTM dibagian kecamatan Sempol Kabupaten Bondowoso Provinsi Jawa Timur.

Air terjun Blawan yang memotong dinding kaldera terdapat pada dinding Kaldera Ijen (Delmelle dan Bernard, 1994). Pasca kaldera, daerah Blawan yang memiliki topografi rendah pada saat itu menjadi tempat sedimentasi material-material vulkanik membentuk endapan lahar. Endapan lahar yang telah mengalami pendinginan membentuk batu yang tidak dapat ditembus oleh air sehingga ketika curah hujan tinggi maka air akan terakumulasi di daerah Blawan.

Danau Blawan terbentuk karena endapan lahar yang membatu sehingga air tidak dapat merembes ke dasar kaldera dan tidak dapat keluar terhalang oleh dinding kaldera. Hasil proses erosi dan litifikasi yang berlangsung secara terus-menerus tersebut



Gambar 2 Peta kaldera Ijen (Sumber: Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2010)

membentuk endapan sedimen klastik danau di daerah Blawan (Zaennudin et al., 2012).

Rancangan Penelitian

Rancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

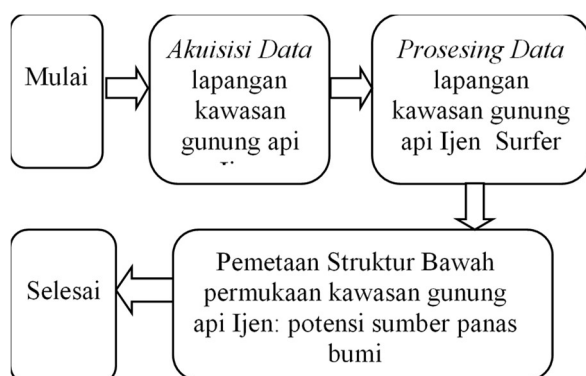
Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan data langsung di lapangan dalam hal ini data geolistrik dan data *self potential* di kawasan gunung api Ijen dan ditambah dengan data geologi yang ada, dimulai dari tahap studi literature sampai perolehan data mentah.

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan memasukkan nilai parameter yang diperoleh dilapangan menggunakan formulasi selanjutnya diprosesing menggunakan *software* Res2div seperti berikut:

- Struktur resistivitas bumi adalah variasi



Gambar 3 Rancangan Penelitian

harga resistivitas terhadap kedalaman dari permukaan tanah dinyatakan:

$$Q_i = f(z_1) \quad (1)$$

- Tahanan Jenis dan kedalaman tiap lapisan diformulasikan berikut:

$$V_r = \frac{Q_i}{2\theta_1} (\lambda) J(\lambda_r) d \lambda \quad (2)$$

dengan J = Fungsi Bessel orde ke nol

θ_1 = Fungsi Kernel (Q_i, d_i)

- Harga tahanan jenis semu dinyatakan dengan formulasi berikut:

$$Q_a = K \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (3)$$

Dengan K = Faktor Geometri

ΔV = beda potensial

I = arus listrik

- Untuk bumi homogen berlaku:

$$P = \left(\frac{\Delta V}{I} \right) 2\pi \left(\frac{AB}{2} \right) \times \left[\frac{\left(\frac{AB}{2} \right)^2 - \left(\frac{MN}{2} \right)^2}{4 \left(\left(\frac{MN}{2} \right) \times \left(\frac{AB}{2} \right) \right)} \right] \quad (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

SP lapangan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap nilai potensial diri didapatkan data pada 5 lintasan dengan 100 titik pengukuran. Kondisi lingkungan masing-masing lintasan dapat dilihat pada Gambar 4. Data yang diperoleh tersebut selanjutnya di olah menggunakan perangkat lunak excel untuk mendapatkan data yang lebih baik dan dapat dilanjutkan pada proses pengolahan data



Gambar 4. Lokasi penelitian pada masing-masing lintasan, (a) Lintasan 1, (b) lintasan 2, (c) lintasan 3, (d) lintasan 4, dan (e) lintasan 5

dengan perangkat lunak surfer guna memperoleh peta kontur isopotensial yang dapat menggambarkan model anomali sebaran nilai potensial diri.

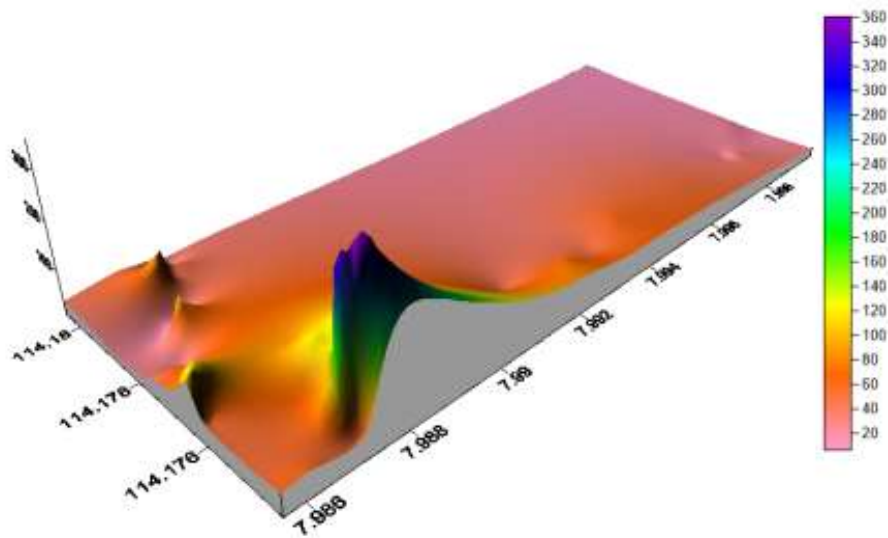
Gambaran anomali potensial diri tersebut dapat dikatakan mewakili nilai potensial diri sebagai jarak dari lintasan. Anomali nilai potensial diri yang ada dapat diinterpretasikan dengan kualitatif pada nilai terendah dari nilai potensial diri yang diukur.

Pengukuran titik poin X dan Y serta nilai beda potensial ΔV yang terukur, setelah diproses data menjadi sebuah peta kontur isopotensial yang selanjutnya digambarkan sebagai anomali zona lapisan manifestasi

panas bumi yang terdapat di masing-masing lintasan baik lintasan satu sampai lintasan lima.

Nilai potensial paling tinggi diperoleh pada lintasan lima yakni sekitar 374 ohm meter yang digambarkan dengan warna biru pada peta kontur isopotensial dimana zona konduktif dengan koordinat N 9125678–9126630 UTM dan E 189102–188102 UTM, yang ditunjukkan oleh Gambar 5.

Hal ini tampak adanya anomali potensial dibawah permukaan yang dapat dilihat berdasarkan warna kontur, model dan kerapatan kontur ekipotensial dengan nilai beda potensial yang lebih rendah jika



Gambar 5 Kontur isopotensial yang dihasilkan dari lintasan 1 hingga lintasan 5

dibandingkan dengan daerah lainnya yang berada disekitar lokasi penelitian.

Berdasarkan data geologi dan penelitian lapisan bawah permukaan daerah Blawan yang terdiri dari 3 zona dengan nilai resistivitas yakni zona lapisan atas (>10 ohm meter sampai 50 ohm meter), zona reservoir (>50 ohm meter sampai 100 ohm meter) dan zona sumber panas (>100 ohm meter).

Zona lapisan atas (>10 ohm meter sampai 50 ohm meter) mendominasi ke arah Timur dengan endapan sedimen danau Blawan dan hal ini juga berkaitan dengan proses alterasi hidrotermal. Pada lapisan ini terdapat lapisan penudung yang menunjukkan keberadaan mineral lempung dan bersifat *impermeable* sehingga dapat mencah fluida panas pada reservoir keluar ke permukaan.

Zona reservoir (>50 ohm meter sampai 100 ohm meter) zona reservoir ini merupakan reservoir tempat terakumulasinya fluida panas ditambah data geologi yang menunjukkan bahwa daerah/zona tersebut merupakan daerah kemenerusan dari patahan Blawan yang terbentuk karena proses tektonik yang cukup besar pada masa pasca kaldera. Zona sumber panas (>100 ohm meter)

Menurut (Raehanayati, Rachmansyah, & Maryanto, 2013) reservoir panas bumi daerah Blawan-Ijen didominasi oleh batuan yang memiliki porositas tinggi (densitas rendah)

dan tingkat permeabilitasnya tinggi dengan jumlah volume besar. Dewi, Maryanto, & Rachmansyah (2015) menambahkan bahwa system panas bumi Blawan tersusun atas zona lapisan penudung (< 32 ohm meter), zona reservoir (>32 ohm meter – 512 ohm meter), zona sumber panas (> 512 ohm meter)

Syarat utama dalam pembentukan system panas bumi adalah adanya sumber mengakumulasi panas, dan lapisan penudung terakumulasinya panas (*caprock*) (Kasbani, 2009).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa lapisan bawah permukaan di daerah manifestasi panas bumi Blawan terdiri dari 3 zona dengan resistivitas yakni zona lapisan atas (>10 ohm meter sampai 50 ohm meter), zona reservoir (>50 ohm meter sampai 100 ohm meter) dan zona sumber panas (>100 ohm meter), berdasarkan peta kontur isopotensial diperoleh bahwa daerah Blawan merupakan zona konduktif dengan koordinat N 9125678 – 9126630 UTM dan E 189102 – 188102 UTM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat DRPM Ristekdikti dan Politeknik Negeri Jember serta Pusat Penelitian dan Pengabdian

Kepada Masyarakat (P3M) yang telah melakukan pendanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A., Maryanto, S., & Rachmansyah, A. (2013). Identifikasi Reservoir Daerah Panasbumi Dengan Metode Geomagnetik Daerah Blawan Kecamatan Sempol Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Neutrino*, 1, 1-10
- Alzwar, M., Samodra, H., & Tarigan, J. J. (1988). *Pengantar Dasar Ilmu Gunungapi*. Bandung: Nova.
- Broto, S. & Putranto, T.T (2011). Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi Panasbumi. *Teknik*, 32(1), 79–87.
- Delmelle, P., & Bernard, A. (1994). Geochemistry, mineralogy, and chemical modeling of the acid crater lake of Kawah Ijen Volcano, Indonesia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58(11), 2445–2460.
- Dewi, C. N., Maryanto, S., & Rachmansyah, A. (2015). Sistem Panasbumi Daerah Blawan, Jawa Timur Berdasarkan Survei Magnetotelurik. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, 25(2), 111-119.
- Kasbani. (2009). Tipe sistem panasbumi di Indonesia dan estimasi potensi energinya. Program Penelitian Panasbumi. *Buletin Badan Geologi*, 4(2), 64-73.
- Nurhasan, Ogawa, Y., Ujihara, N., Tank, S. B., Honkura, Y., Onizawa, S., Mori, T., & Makino, M. (2006). Two Electrical Conductors Beneath Kusatsu-Shirane Volcano, Japan, Imaged By Audiomagnetotellurics, And Their Implications For The Hydrothermal System. *Earth, Planets And Space*, 58(8), 1053–1059.
- Raehanayati, R., Rachmansyah, A., & Maryanto, S. (2013). Studi Potensi Energi Geothermal Blawan- Ijen, Jawa Timur Berdasarkan Metode Gravity. *Jurnal Neutrino*, 31, 31-39.
- Sharma, P.V. (1997). *Environmental and engineering Geophysics*. UK: Cambridge University Press.
- Sukhyar, R., Gurusinga, C.K.K., Kasbani, Widodo, S., Munandar, A., Dahlan, Hadi, M.N., Risdianto, D., Wahyuningsih, R. (2014). *Potensi dan Pengembangan Sumber Daya Panasbumi Indonesia*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung: 118.
- Telford W.M, Geldart L.P., & Sheriff R.E. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. New York : Cambridge University Press.
- Wirakusumah, A. D., Abdurahman, O., & Kurnia, A. (2013). Hubungan tektonik dan potensi panasbumi di Indonesia. *Majalah Geologi Populer GeoMagz*, 3(3), 64-67.
- Zaennudin, A., Wahyudin, Deden, Surmayadi, Mamay, Kusdinar, E. (2012). Prakiraan bahaya letusan Gunungapi Ijen Jawa Timur. *Badan Lingkungan dan Bencana Geologi*, 3(2).