

Identifikasi Aliran Fluida Panas menggunakan Metode *Self-Potential* di Daerah Manifestasi Panas Bumi Paya Meuligoe

Dicky Banjar Negara*, Fajriani, Rachmad Almi Putra

Program Studi Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Jl. Meurandeh, Langsa, Aceh, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 10 Februari 2022
Direvisi: 1 April 2022
Diterima: 24 Juli 2022

Kata kunci:

Aliran Fluida
Self-Potential
Desa Paya Meuligoe

Keywords:

Fluid flow
Self-Potential
Paya Meuligoe

Penulis Korespondensi:

Dicky Banjar Negara
Email:
dickybanjar.negara90@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian identifikasi aliran fluida panas telah dilakukan di daerah manifestasi panas bumi Paya Meuligoe. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola aliran fluida panas di Desa Paya Meuligoe, Aceh Timur. Pengambilan data pengukuran *Self-Potential* menggunakan konfigurasi *fixed base* dengan jarak interval elektroda 1 meter. Data didapatkan diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk mencari data potensial terkoreksi dan *Software Surfer* untuk memperoleh peta kontur isopotensial. Hasil penelitian metode SP didapatkan berupa data potensial di kawasan penelitian dengan intensitas nilai diperoleh adalah 12 mV, nilai terendah adalah -30 mV. Dari nilai sebaran potensial tersebut dapat dikatakan arah aliran fluida panas di daerah Paya Meuligoe mengarah dari selatan menuju utara.

Research on the identification of hot fluid flows has been carried out in the geothermal manifestation area of Paya Meuligoe. This study aims to determine the flow pattern of hot fluid in Paya Meuligoe Village, East Aceh. Self-Potential measurement data collection uses a fixed base configuration with an electrode interval of 1 meter. The data obtained were processed using Microsoft Excel to search for corrected potential data and Surfer to obtain isopotential contour maps. The results of the SP method research were obtained in the form of potential data in the research area with the intensity value obtained was 12 mV, the lowest value was -30 mV. From this potential distribution value, it can be said that the direction of the flow of hot fluid in the Paya Meuligoe area leads from south to north.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada di zona pasifik cincin api atau “*Ring of fire*”, sehingga Indonesia kaya akan potensi sumber daya alam, salah satunya ialah potensi panas bumi. Panas Bumi ialah sumber daya alam alami di bawah permukaan bumi (Sri and Krisbiantoro, 2014). Terbentuknya panas bumi disebabkan adanya kandungan panas di dalam bumi, panas bumi ini terdiri oleh sistem hidrotermal yang terdiri dari air, pemanasan serta keadaan air yang terpanasi bergabung, sehingga sistem *geothermal* wajib terdapatnya air, batuan sarang, batuan pemanas, serta batuan penutup (Fanani, 2014). Dapat dikatakan panas bumi merupakan sumber alam yang berpotensi untuk diproduksi, khususnya di Indonesia, sebab kemampuan *geothermal* di Indonesia menggapai 40% cadangan dunia. Perihal ini disebabkan Indonesia mempunyai 129 gunung api yang berpotensi bagaikan wilayah pengembangan panas bumi (Pratiwi and Kiswiranti, 2021).

Sistem panas bumi Indonesia umumnya ialah suatu sistem hidrotermal yang terbentuk karena adanya sumber panas ke sekelilingnya yang terjadi secara konveksi dan konduksi. Perpindahan panas konduksi diakibatkan melalui batuan dan perpindahan konveksi di sebabkan hubungan air dan asal panas. Sistem hidrotermal ditunjukkan menggunakan adanya manifestasi panas bumi di permukaan mirip mata air panas, kubangan lumpur panas, geysir, mata air panas bumi di permukaan terjadi sebab adanya perambatan panas dari bawah bumi atau adanya rekahan yang memungkinkan fluida *geothermal* mengalir ke bagian atas (Widyanita, 2018).

Sistem *geothermal* bawah permukaan bumi memiliki sifat-sifat fisik yang dapat diketahui melalui pemanfaatan metode geofisika. Metode geofisika yang dapat digunakan adalah metode *Self-Potential* (SP). Metode SP merupakan suatu metode geofisika yang sederhana dan mudah. Tetapi metode ini dapat bekerja dengan baik apabila digunakan untuk eksplorasi bawah permukaan dangkal pada kedalaman kurang dari 100 meter. Metode SP ini dimungkinkan untuk pengkajian *geothermal* karena aktivitas *geothermal* di bawah permukaan menimbulkan anomali SP yang diakibatkan adanya termoelektrik, proses panas dari dasar mengarah permukaan yang mengganti potensial diri batuan yang dilalui. Ditinjau dari sistem panas bumi, reservoir panas bumi di Indonesia ditandai dengan kemunculan gas dan mata air panas. Air panas cenderung berada di dalam batuan dengan porositas dan permeabilitas tinggi atau biasa disebut dengan zona permeabel. Nilai anomali resistivitas pada zona permeabel daerah panas bumi mempunyai karakteristik yang cenderung rendah (Basid *et al.*, 2014).

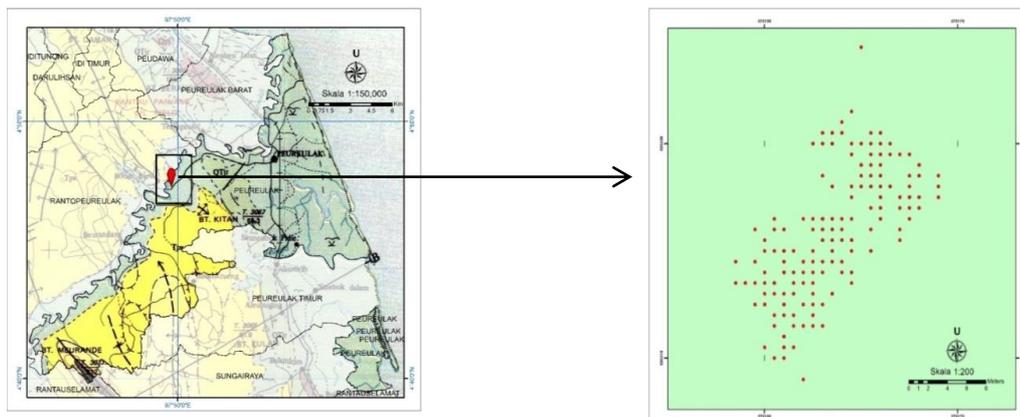
Beberapa penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode SP diantaranya mengenai penyelidikan potensi air tanah yang dilakukan oleh Siswoyo *et al.*, (2018) di Desa Bono Kecamatan Pakel pada lahan pertanian dan berhasil mendapatkan informasi bahwa adanya formasi pasir kasar yang merupakan lapisan pembawa air (akuifer). Penelitian yang sama juga dilakukan oleh (Vaidila *et al.*, 2015) di kawasan obyek wisata Guci tentang pendugaan reservoir panas bumi dan diprediksikan bahwa arah aliran fluida mengarah dari selatan menuju utara. Penelitian yang dilakukan oleh (Febriani and Daniyati, 2017) tentang interpretasi persebaran mineral pasir besi di Desa Kapanjen menggunakan Metode SP, dimana pada penelitian tersebut digunakan 2 lintasan dan diperoleh bahwa pola persebaran mineral pasir besi tersebut sepanjang lintasan 1-2. Hasil dari beberapa penelitian tersebut membuktikan bahwa metode SP dapat berfungsi dengan baik.

Di Sumatera, khususnya di provinsi Aceh diduga menyimpan cadangan *geothermal* yang cukup banyak. Salah satunya Kabupaten Aceh Timur tepatnya di Desa Paya Meuligoe dengan luas wilayah prospek *geothermal* sekitar 750 m² dengan kondisi area sumber panas bumi yang mengandung minyak. Beberapa penelitian mengenai panas bumi telah dilakukan oleh (Febriani, 2020) pada pendugaan reservoir sistem panas bumi blawan. Penelitian tersebut berhasil mengidentifikasi lapisan bawah permukaan di daerah manifestasi panas bumi blawan yang terdiri dari tiga zona yaitu zona lapisan atas, zona reservoir dan zona sumber panas. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh (Yuliananto and Agus, 2015) tentang penentuan suhu dan aliran fluida di daerah manifestasi panas bumi di daerah Paguyangan menggunakan metode pengukuran suhu permukaan dangkal dan metode SP. Hasil penelitian menunjukkan nilai SP yang didapat berkisar antara -11 sampai 11 mV dan suhu berkisar antara 24° sampai 70°C. (Farhan *et al.*, 2021) mengidentifikasi zona prospek panas bumi menggunakan *digital elevation model* di daerah Seulawah, Aceh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zona prospek berada pada daerah timur dari manifestasi Ie Suum dengan densitas kelurusan yang tinggi, shu permukaan sedang sampai tinggi pada kerapatan vegetasi rapat sampai sedang dengan

estimasi luas reservoir 1.55 km². Daerah yang berpotensi memiliki sumber panas bumi tersebut memungkinkan dapat dimanfaatkan dalam pemenuh kebutuhan energi di masa mendatang khususnya sebagai sumber energi listrik untuk kepentingan lokal yang memang masih banyak belum terjangkau aliran listrik. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi aliran fluida panas menggunakan metode *self-potential* di daerah manifestasi panas bumi Paya Meuligoe dengan tujuan mengetahui nilai anomali SP di Desa Paya Meuligoe Kabupaten Aceh Timur dengan menggunakan metode *self-potential* dan mengetahui arah aliran fluida panas di daerah manifestasi panas bumi Paya Meuligoe. Adapun area penelitian ini adalah di sekitar sumber air panas di Desa Paya Meuligoe Kabupaten Aceh Timur dengan area cakupan penelitian terletak pada koordinat 4° 09' 21,08" - 5° 06' 02,16" LU dan 97° 15' 22,07" - 97° 34' 47,22" BT.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Paya Meuligoe Kecamatan Peureulak Kabupaten Aceh Timur. Penelitian tersebut dilakukan pada tanggal 14-16 September 2020 dengan jam yang berbeda. Hari pertama pengukuran dilaksanakan pada pukul 12:00–17:35 WIB, hari kedua pukul 10:00–12:17 WIB. Berikut lokasi pengambilan data pada titik koordinat yang diambil melalui GPS dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Pengambilan Data

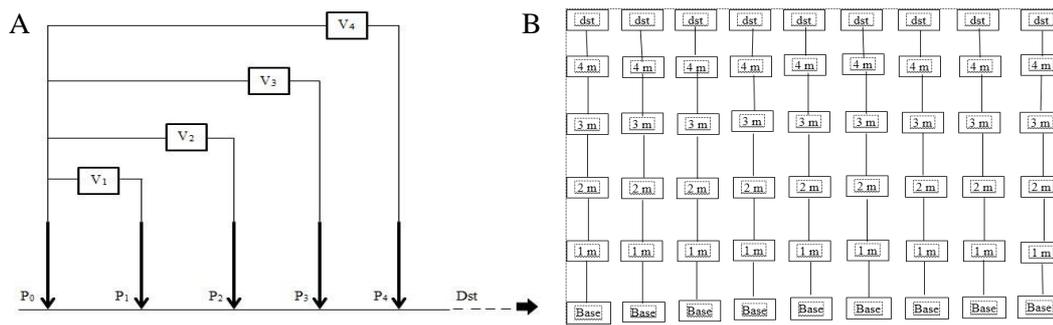
2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan yaitu *Porouspot*, Multimeter, GPS (*Global Positioning System*), Meteran, Penjepit Buaya, Kabel Listrik, dan Larutan CuSO₄.

2.2 Tahapan Proses Penelitian

Tahapan Proses Penelitian meliputi:

1. Survei Lapangan, tahap ini merupakan tahap awal yaitu pemilihan lokasi penelitian. Pada tahap ini juga ditentukan arah dan panjang lintasan serta lebar spasi untuk lintasan pada masing-masing lokasi pengambilan data.
2. Akuisisi Data di Lapangan dengan Metode *Self-Potential* konfigurasi *Fixed Base*, teknik pengukuran yang dipakai adalah teknik elektroda tetap sehingga satu elektroda sebagai titik referensi, sedangkan elektroda lainnya bergerak setiap jarak tertentu sesuai arah lintasan seperti pada Gambar 2. Jumlah titik pengukuran di daerah penelitian adalah 205 titik. Dari 14 lintasan dengan jarak antar titik 1 meter. Penelitian difokuskan untuk pencarian aliran fluida panas bawah permukaan di daerah penelitian.



Gambar 2 (a) Teknis Pengukuran Data Dalam Metode *Self-Potential* Dengan Konfigurasi Elektroda Tetap (b) Desain Survei Penelitian

3. Pengolahan Data dan Interpretasi Data, pada setiap titik ukur dilapangan data yang diperoleh adalah suatu nilai potensial antara dua buah elektroda yang tertera pada digital multimeter. Data potensial yang didapatkan belum menunjukkan nilai potensial diri pada titik ukur tersebut. Berdasarkan hal tersebut, dilakukanlah suatu koreksi, yaitu koreksi harian *fixed base*. Dalam koreksi harian *fixed base* terdapat koreksi data potensial, dan koreksi harian base yang digunakan untuk mencari koreksi harian akhir. Koreksi ini dilakukan karena perbedaan nilai di suatu titik ukur jika pengukuran diulang-ulang pada waktu yang berlainan. Data potensial yang telah terkoreksi diasumsikan sebagai data anomali *Self-Potential*. Data SP yang terkoreksi diinterpretasikan secara kualitatif. Interpretasi ini dilakukan oleh aplikasi *Surfer* untuk mendapatkan suatu peta kontur. Berdasarkan peta kontur yang dibuat, maka dapat diketahui sebaran aliran fluida panas di daerah penelitian.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil dan Pengolahan data

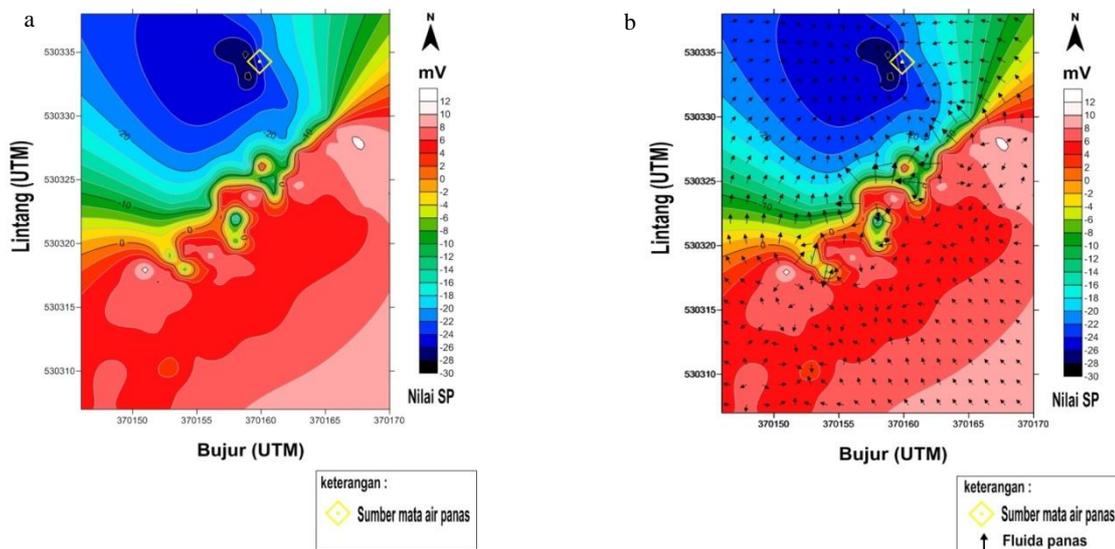
Pada penelitian ini diperoleh data dari 14 lintasan pengukuran, lintasan pertama sampai dengan lintasan sembilan sepanjang 23 meter, dan lintasan sepuluh sampai empat belas sepanjang 4 meter. Pada lintasan sepuluh sampai empat belas tidak dapat dilakukan pengukuran dengan bentangan yang panjang, dikarenakan di arah selatan terdapat sumber mata air panas bumi yang bersebelahan dengan area jurang dan semak. Dari hasil pengukuran SP di lapangan dapat dilihat data rentang nilai potensial listrik setiap lintasan dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, nilai SP dari lintasan satu sampai dengan lima mengalami peningkatan nilai SP yang terdistribusi rata pada daerah tersebut dan mempengaruhi aliran lokal. Pada hal ini sesuai dengan efek termoelektrik dikarenakan daerah yang mengalami arus konduksi akan menunjukkan nilai SP positif.

3.2 Hasil Analisis Peta Kontur Isopotensial

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh dari data lapangan maka nilai SP dari keempat belas lintasan dilakukan interpretasi secara kualitatif. Data tersebut dikoreksi terlebih dahulu, kemudian hasil SP terkoreksi diolah dengan menggunakan *software surfer 13* untuk mendapatkan peta kontur isopotensial. Berdasarkan peta kontur tersebut, maka dapat dilihat anomali SP dari seluruh lintasan pada Gambar 3.

Tabel 1 Data Rentang Nilai Potensial Listrik Setiap Lintasan

| Lintasan | Rentang nilai SP (mV) |
|----------|-----------------------|
| 1 | 4,2 – 10 |
| 2 | 3,8 – 9 |
| 3 | 3,5 – 11,5 |
| 4 | 4,6 - 10,2 |
| 5 | 2,5 – 10 |
| 6 | -15 – 8 |
| 7 | -21 – 7 |
| 8 | -23 – 7 |
| 9 | -24 – 14 |
| 10 | -30 – 22 |
| 11 | -29 – -25 |
| 12 | -24,4 – -21 |
| 13 | -25,8 – -21,6 |
| 14 | -26,4 – -21,6 |



Gambar 3 (a) Peta Kontur Isopotensial Daerah Penelitian, (b) Peta Kontur Gradien Aliran Fluida Panas

Data penelitian yang diperoleh berupa nilai besaran potensial dalam satuan mV. Data tersebut kemudian diinterpretasikan menjadi peta kontur isopotensial yang menggambarkan sifat kelistrikan daerah penelitian. Peta kontur isopotensial yang dihasilkan dari data SP ditampilkan pada Gambar 3.a. Berdasarkan Gambar 3.a menunjukkan adanya anomali SP berkisar -30 mV sampai dengan 12 mV. Nilai potensial negatif di wakikan dengan warna biru hingga kehitaman, sedangkan untuk nilai positif diwakikan warna merah muda sampai putih. Sumber anomali pada rentang tersebut diperkirakan berasal dari *background potential* berupa aliran fluida, reaksi geokimia, serta potensial mineral urat kuarsa atau pegmatite di bawah lapisan permukaan (Vaidila *et al.*, 2015). Zona anomali potensial negatif menyebar pada daerah utara pada peta kontur dengan nilai anomali sebesar -16 mV sampai -30 mV di bagian utara ini bertepatan dengan keberadaan manifestasi panas bumi yang berupa sumber mata air panas. Zona anomali potensial positif menyebar pada daerah selatan daerah penelitian dengan nilai anomali 6 mV sampai 12 mV. Daerah selatan terdapat pada area yang mempunyai nilai tinggi apabila disandingkan daerah sekitarnya, sehingga diperkirakan adanya keberadaan kandungan fluida bawah permukaan yang cenderung lebih banyak dibandingkan di bagian utara, dan area utara mempunyai nilai rendah. Hal tersebut dapat memperkirakan kandungan fluida bawah permukaan lebih sedikit. Jenis anomali dengan rentang ini dapat disebabkan oleh *background potential* (nilai potensial

target) yang bersumber dari fluida yang mengalir, aktivitas bioelektrik dalam vegetasi, variasi konsentrasi elektrolit dalam air tanah dan aktivitas geokimia lainnya, tidak hanya itu, pada rentang ini juga disebabkan dengan adanya lapisan kuarsa dan *pegmatite* (Manrulu and Nurfalaq, 2021).

Secara teoritis penyebab nilai SP tinggi dan rendah di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya proses elektrokimia, streaming potensial/fluida, proses elektrokinetik, proses geokimia, dan terakhir dipengaruhi adanya efek topografi. Pada konteks penelitian ini anomali SP juga dipengaruhi oleh efek topografi hal ini sesuai dengan penelitian (Setyawan *et al.*, 2019) secara langsung mempengaruhi kontrol aliran fluida pada suatu wilayah. Semakin kecil anomali SP (bernilai negatif) maka akumulasi aliran air ke lokasi tersebut relatif semakin besar, hal ini juga didukung dengan kondisi lapangan dimana, arah selatan (nilai anomali 6 mV sampai 12 mV) memiliki struktur tanah permukaan lebih tinggi dibandingkan arah utara (nilai anomali SP sebesar -16 mV sampai -30 mV) yang memiliki struktur tanah permukaan lebih rendah, sehingga akumulasi fluida mengalir dari tempat yang tinggi ke rendah yang mengikuti celah air di dalam tanah. Faktor tersebut mengindikasikan bahwa di daerah manifestasi panas bumi Meuligoe ini terdapat aliran fluida bawah permukaan yang mengidentifikasi bahwa aliran fluidanya mengalir dari selatan ke utara.

Nilai SP suatu tempat akan berpengaruh terhadap arah gradien potensial listrik yang dihasilkan. Arah tersebut akan menunjukkan laju perubahan dari nilai SP tinggi ke nilai SP rendah (Setyawan *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil SP ini terjadi berbagai faktor diantaranya proses elektrokinetik, proses difusi dan proses mineralisasi. Beda potensial positif memiliki nilai yang besar, berdasarkan hukum Ohm dapat dikatakan bahwa nilai resistivitasnya juga tinggi, sehingga nilai konduktivitas lintasan ini rendah (Sukisna and M.Toifur, 2019). Dilihat Gambar 3.b, arah vektor menunjukkan nilai SP yang lebih besar menuju kecil, sehingga gradien potensial listrik berperan dalam Bergeraknya air dalam tanah. Arah gradien potensial listrik ditunjukkan dengan tanda panah pada Gambar 3.b dan arah gradien potensial listrik searah aliran fluida, sehingga dari hasil pemetaan arah gradien potensial listrik dapat diinterpretasikan pola arah aliran fluida. Pada daerah selatan lokasi penelitian arah panah cenderung menuju utara mendekati lokasi manifestasi dan di bagian yang dekat manifestasi arah panah cenderung hanya berputar di sekitarnya saja. Hal ini sesuai dengan kondisi di lapangan bahwa hanya terdapat satu sumber mata air panas di bagian utara lokasi penelitian. Arah gradien potensial menunjukkan aliran fluida terakumulasi di dekat sumber mata air tersebut.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai SP di sekitar manifestasi panas bumi Paya Meuligoe berkisar 12 mV sampai -30 mV. Nilai anomali SP terendah cenderung mengarah ke utara, sehingga mengidentifikasi arah aliran fluida secara umum mengalir dari selatan ke utara. Dari hasil penelitian *Self-Potential* yang telah dilakukan di obyek sumber mata air panas bumi Paya Meuligoe merupakan indikasi adanya suatu sistem *geothermal*.

DAFTAR PUSTAKA

- Basid, A., Andrini, N. and Arfiyaningsih, S. (2014), "Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi Dengan Menggunakan Survey Geolistrik, Resistivitas Dan Self Potensial (Studi Kasus: Daerah Manifestasi Panas Bumi di Desa Lombang, Kecamatan Batang-Batang, Sumenep)", *Jurnal Neutrino*, Vol. 7 No. 1, pp. 57–70.
- Fanani, M.I. (2014), Potensi Panas Bumi Dengan Metode Gravity (Studi Kasus Di Daerah Sumber Air Panas Desa Lombang Kecamatan Batang-Batang Kabupaten Sumenep) Skripsi Oleh: Taufiquddin, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Farhan, A., Haryanto, A.D., Hutabarat, J., Ronggour, M. and Siahaan, P. (2021), "Identifikasi Zona Prospek Panas Bumi Menggunakan Digital Elevation Model Dengan Metode Densitas Kelurusan Dan Identification Of Geothermal Prospect Zone Using Digital Elevation Model With Lineament Density And Land Surface Temperature Method In Seulawah, ", *Padjadjaran Geoscience Journal*, Vol. 5 No. 1, pp. 80–90.
- Febriani, S.D.A. (2020), "Self Potential untuk Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi Blawan", *Jurnal Fisika Flux*, Vol. 17 No. 1, pp. 66–72.

- Febriani, S.D.A. and Daniyati, R. (2017), "Interpretasi Persebaran Mineral Pasir Besi Menggunakan Metode SP (Self Potential) di Desa Kepanjen", *Seminar Nasional Hasil Penelitian 2017*, pp. 296–299.
- Handoko, A.W., Darsono, D. and Darmanto, D. (2016), "Aplikasi Metode Self Potential untuk Pemetaan Sebaran Lindi di Wilayah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta", *Indonesian Journal of Applied Physics*, Vol. 6 No. 1, pp. 13–22.
- Manrulu, R.H. and Nurfalaq, A. (2021), "Analisis Spasial Sebaran Potensial Diri Batuan Kawasan Mata Air Panas", *Applied Physics of Cokroaminoto ...*, Vol. 2 No. 1, pp. 22–30.
- Pratiwi, E.C. and Kiswiranti, D. (2021), "Penentuan Asal Usul Fluida Panasbumi Parangwedang dengan Diagram Ternary Cl-Li-B Desa Parangtritis Kapanewon Kretek Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta", *Jurnal Teknomineral*, Vol. 03 No. 2, pp. 98–103.
- Setyawan, N., Muhamad, R.S. and Alamata, S. (2019), "Metode self potential 3.1", *Journal of Science and Applicative Technology*, Vol. xx No. xx, pp. 1–31.
- Siswoyo, H., Harganto, S., Kusuma, F.S.H., Hisbulloh, R. and Pratama, A.B. (2018), "Penyelidikan Potensi Air Tanah pada Lahan Pertanian di Desa Bono Kecamatan Pakel Kabupaten Tulungagung dengan Menggunakan Metode Potensial Diri", *Dinamika Rekayasa*, Vol. 14 No. 2, pp. 112–118.
- Sri, A.N.F. and Krisbiantoro, A. (2014), "Analisis Distribusi Temperatur Permukaan Tanah Wilayah Potensi Panas Bumi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Di Gunung Lamongan, Tiris-Probolinggo, Jawa Timur", *Berkala Fisika*, Vol. 17 No. 2, pp. 67–72.
- Sukisna and M.Toifur. (2019), "Penentuan Konduktivitas Air Baku Proses Desilnasi di Baron Teknopark dengan Metode Regresi Linier", *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, Vol. 9 No. 2, pp. 127–131.
- Vaidila, N., Supriyadi and Suharto, L. (2015), "Penentuan Arah Fluida Panas Bawah Permukaan Di Obyek Wisata Guci Menggunakan Metode Self Potential", *Unnes Physics Journal*, Vol. 4 No. 2, pp. 1–8.
- Widyanita, W. (2018), "Potensi Penggunaan Energi Panas Bumi Berentalpi Rendah Di Indonesia", *Prosiding Semnastek 2018*, pp. 478–484.
- Yuliananto, Y. and Agus, S. (2015), "Interpretasi Pola Aliran Fluida Panasbumi Menggunakan metode spontaneous-potential (sp) dan suhu permukaan dangkal pada sistem panasbumi paguyangan kabupaten brebes", *Youngster Physics Journal*, Vol. 4 No. 1, pp. 41–48.