

**IDENTIFIKASI ZONA REKAHAN DI SEKITAR
MANIFESTASI PANAS BUMI MENGGUNAKAN METODE
GEOLISTRIK TAHANAN JENIS 2 DIMENSI KONFIGURASI
SCHLUMBERGER DAN METODE GEOKIMIA DI DESA
PENINDAIAN KECAMATAN SEMENDE DARAT LAUT
KABUPATEN MUARA ENIM**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di
Jurusan Fisika pada Fakultas MIPA**

Oleh :

RIO OKTAVIANSA

08021282025035



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI ZONA REKAHAN DI SEKITAR MANIFESTASI PANAS
BUMI MENGGUNAKAN METODE GEOLISRIK TAHANAN JENIS 2
DIMENSI KONFIGURASI SCHLUMBERGER DAN METODE
GEOKIMIA DI DESA PENINDAIAN KECAMATAN SEMENDE DARAT
LAUT KABUPATEN MUARA ENIM**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang
Studi Fisika**


Oleh :

RIO OKTAVIANSA


08021282025035

Indralaya, 22 Juli 2024

Pembimbing I


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

Pembimbing II


Dr. Dedi Setiabudidaya, M.Sc
NIP. 196011101986021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Rio Oktaviansa

NIM : 08021282025035

Judul TA : Identifikasi Zona Rekahan di Sekitar Manifestasi Panas Bumi Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis 2 Dimensi Konfigurasi Schlumberger dan Metode Geokimia di Desa Penindaian Kecamatan Semende Darat Laut Kabupaten Muara Enim

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 22 Juli 2024

Yang menyatakan



Rio Oktaviansa

NIM.08021282025035

**IDENTIFIKASI ZONA REKAHAN DI SEKITAR MANIFESTASI PANAS
BUMI MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS 2
DIMENSI KONFIGURASI SCHLUMBERGER DAN METODE
GEOKIMIA DI DESA PENINDAIAN KECAMATAN SEMENDE DARAT
LAUT KABUPATEN MUARA ENIM**

Oleh:


**Rio Oktaviansa
08021282025035**

ABSTRAK

Desa Penindaian yang terletak di Kecamatan Semende Darat Laut Kabupaten Muara Enim, merupakan salah satu daerah di Sumatera Selatan yang memiliki manifestasi panas bumi yang belum dikelola lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi zona rekahan di salah satu manifestasi mata air panas yang ada di Desa Penindaian. Zona rekahan ini berfungsi sebagai konduit fluida panas menuju ke permukaan. Zona rekahan ditentukan dari nilai distribusi ρ rendah terhadap ρ sekitarnya, maka dari itu digunakan metode geolistrik tahanan jenis 2 dimensi dengan konfigurasi Schlumberger untuk memetakan tahanan jenis di bawah permukaan. Hasil penampang lintasan 1 menunjukkan nilai ρ dengan *range* 13.9 Ω m - 200 Ω m dengan litologi batuan tufa, yang diindikasikan sebagai rekahan karena batuan tufa memiliki sifat porositas yang tinggi. Sedangkan pada lintasan 2 tidak teridentifikasi adanya zona rekahan yang muncul ke permukaan. Pada penelitian ini juga menggunakan metode geokimia untuk mengetahui jenis dan asal fluida yang berada pada rekahan. Hasil analisis geokimia menunjukkan bahwa fluida yang berada pada manifestasi di lokasi penelitian bertipe klorida dan berasal dari zona *outflow*, yang berarti reservoir diperkirakan jauh dari manifestasi. Temperatur reservoir di lokasi penelitian termasuk dalam kategori tinggi, dengan nilai berkisar 273.14 °C.

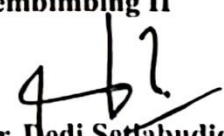
Kata Kunci : Geolistrik, Geokimia, Panas Bumi, Rekahan, Tahanan Jenis.

Pembimbing I


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

Indralaya, 22 Juli 2024

Pembimbing II


Dr. Dedi Setfabudidaya, M.Sc
NIP. 196011101986021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

**DENTIFICATION OF FRACTURE ZONES AROUND GEOTHERMAL
MANIFESTATIONS USING THE SCHLUMBERGER CONFIGURATION
TYPE 2 DIMENSION GEOELECTRIC RESISTIVITY METHOD AND
GEOCHEMICAL METHODS IN PENINDAIAN VILLAGE OF SEMENDE
DARAT LAUT SUBDISTRICT, MUARA ENIM REGENCY**

By:

**Rio Oktaviansa
08021282025035**

ABSTRACT

Penindaian Village, located in Semende Darat Laut District, Muara Enim Regency, is one of the areas in South Sumatra that has geothermal manifestations but has not been managed further. This research aims to identify fracture zones in one of the hot spring manifestations in Penindaian Village. This research aims to identify fracture zones in one of the manifestations of hot springs in Penindaian Village. Fractures zone function as a path for hot fluids to the surface. Fracture zones are determined from the low ρ distribution value against the surrounding ρ , therefore a 2-dimensional geoelectrical type resistance method with a Schlumberger configuration is used to map the resistivity below the surface. The results of the cross-section of path 1 show a ρ value with a range of $13.9 \Omega\text{m} - 200 \Omega\text{m}$ with tuff rock lithology, which is indicated as a fracture because tuff rock has high porosity properties. While on path 2, no fracture zones were identified that appeared on the surface. This research also used geochemical methods to determine the type and origin of fluids in the fractures. The results of the geochemical analysis showed that the fluid in the manifestation at the research location was of the chloride type and was an outflow zone, which means that the reservoir was far from the manifestation. The reservoir temperature at the research location is included in the high category, with a value of around 273.14°C .

Keywords : *Fracture, Geoelectric, Geochemistry, Geothermal, Resistivity.*

Pembimbing I


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

Indralaya, 22 Juli 2024

Pembimbing II


Dr. Hedi Setiabudidaya, M.Sc
NIP. 196011101986021001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP.197009101994121001

KATA PENGHANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan Proposal Tugas Akhir yang berjudul "Identifikasi Zona Rekahan di Sekitar Manifestasi Panas Bumi Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis 2 Dimensi Konfigurasi Schlumberger dan Metode Geokimia di Desa Penindaian Kecamatan Semende Darat Laut Kabupaten Muara Enim". Adapun tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi syarat mata kuliah wajib tugas akhir di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini baik dari segi penulisan maupun penyusunannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun serta penulis berharap kiranya skripsi ini bisa bermanfaat untuk referensi penelitian selanjutnya.

Selanjutnya penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih atas bantuan serta dukungan dari berbagai pihak yang dari awal pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada dosen pembimbing Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. dan Bapak Dr. Dedi Setiabudidaya, M.Sc. yang telah membimbing dan memberikan arahan dengan baik. Kemudian kepada berbagai pihak yang telah membantu memberi masukan, saran, dorongan, semangat serta doa, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas nikmat yang luar biasa yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan tepat waktu.
2. Kepada kedua orang tua tercinta Bapak Syofian Marwani dan Ibu Herlinda serta kedua saudari (Kak Seli dan Mbak Indi) dan Kakak Ipar (Kak Ijal dan Kak Leri), serta keponakan (Jerry, Cia, Abi) yang selalu senantiasa mendoakan, memberi semangat, dukungan, motivasi, perhatian secara moral atau material sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan semangat.
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

4. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang membantu memberikan saran dalam Tugas Akhir penulis.
5. Ibu Erni S.Si, M.Si., dan Bapak Hadi S.Si, M.Si., selaku Dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun dalam tugas akhir ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmu dan motivasi kepada penulis selama kuliah di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
7. Kak David dan Ibu Indah selaku Admin Jurusan Fisika yang telah membantu dalam kepengurusan berkas-berkas dari awal penelitian sampai tugas akhir ini selesai.
8. Nisa, seorang yang selalu menemani dalam keadaan suka maupun duka, dan selalu memberikan dukungan terhadap saya.
9. Tim penelitian panas bumi (Ayu Anugrah, Pebrianti dan Aleandro) sebagai teman seperjuangan yang selalu membantu mulai dari awal penentuan skripsi , turun kelapangan untuk pengeambilan data sampai tugas akhir selesi dengan baik dan lancar.
10. Sepuh Home (Fikal, Rovi, Artha, Dhafin, Deral, Riko, Dije, Zaki, Rafly, Dhafin Bangka, Abel) sebagai teman saya di perkuliahan.
11. Tim Geolistrik (Bang Aldi, Riko, Raka, Rafly, Pak Eka dan Pak Andre) terima kasih banyak untuk semua bantuannya selama proses pengambilan data, terima kasih telah membersamai sampai penyelesaian Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang memberikan saran, motivasi, dan bantuan dengan tulus dan ikhlas selama perkuliahan hingga proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Indralaya, 22 Juli 2024
Penulis,



Rio Oktaviansa
NIM.08021282025035

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGHANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Kabupaten Muara Enim.....	4
2.2 Sistem Panas Bumi.....	5
2.2.1 Manifestasi Panas Bumi	7
2.3 Panas Bumi di Indonesia	7
2.4 Metode Tahanan Jenis	7
2.4.1 Tahanan Jenis Batuan	9
2.4.2 Tahanan Jenis Semu	10
2.4.3 Konfigurasi Schlumberger	11
2.5 Metode Geokimia	12
2.5.1 Geoindikator Cl - SO ₄ - HCO ₃	12
2.5.2 Geoindikator Cl - Li - B	14
2.5.3 Geoindikator Na - K - Mg.....	15
2.6 Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18

3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Akuisisi Data	19
3.4 Kondisi Sekitar Manifestasi	20
3.5 Pengolahan Data.....	21
3.5.1 Perangkat Lunak (Software).....	21
3.6 Interpretasi dan Analisis	22
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Metode Geolistrik Tahanan Jenis	25
4.1.1 Lintasan 1	25
4.1.2 Lintasan 2	28
4.2 Metode Geokimia.....	30
4.2.1 Tipe Fluida.....	30
4.2.2 Asal Fluida.....	32
4.2.3 Temperatur Reservoir	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Geologi Regional Muara Enim	4
Gambar 2.2. Sistem panas bumi (Wibowo dkk., 2017).....	6
Gambar 2.3. Pola sebaran aliran arus listrik dengan dua elektroda arus dan dua elektroda potensial di bawah permukaan bumi (Todd & Mays, 1980).....	8
Gambar 2.4. Rangkaian elektroda konfigurasi Schlumberger.....	12
Gambar 2.5. Diagram Segitiga Cl - SO ₄ - HCO ₃ (Simmons, 1998).....	13
Gambar 2.6. Diagram Segitiga Cl - Li - B (Simmons, 1998).....	14
Gambar 2.7. Diagram Segitiga Na – K – Mg (Simmons, 1998).	15
Gambar 3.1. Peta titik koordinat lokasi penelitian.	18
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian	23
Gambar 4.1 Hasil penampang 2 dimensi lintasan 1	25
Gambar 4.2 Hasil penampang 2 dimensi dengan topografi pada lintasan 1.....	25
Gambar 4.3 Sketsa model perlapisan awal sebelum terjadi rekahan.....	26
Gambar 4.4 Sketsa model perlapisan setelah adanya rekahan.	26
Gambar 4.5 Model penampang yang dimodifikasi.	27
Gambar 4.6. Hasil penampang 2 dimensi lintasan 2	28
Gambar 4.7. Hasil penampang 2 dimensi dengan topografi pada lintasan 2.....	29
Gambar 4.8. Diagram geoindikator Cl-SO ₄ -HCO ₃	32
Gambar 4.9. Diagram geoindikator Cl-Li-B	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai tahanan jenis material-material bumi (Telford <i>et al.</i> 1990).....	10
Tabel 2.2 Kategori reservoir berdasarkan temperatur (Suharno, 2013).....	16
Tabel 4.1 Nilai tahanan jenis lintasan 1	28
Tabel 4.2 Nilai tahanan jenis lintasan 2	29
Table 4.3 Hasil sampel uji parameter di laboratorium.....	30
Tabel 4.4 Nilai hasil perhitungan presentase unsur/senyawa Cl-SO ₄ -HCO ₃	31
Tabel 4.5 Hasil perhitungan nilai presentase unsur/senyawa Cl-Li-B.....	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut ESDM (2017), salah satu daerah di Indonesia yang memiliki potensi energi panas bumi yang besar adalah Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Sumatera Selatan memiliki potensi energi panas bumi diperkirakan mencapai 2.112 MWe. Wilayah yang mempunyai energi panas bumi ini terdapat pada daerah Pagaralam, Lahat, Oku Selatan, Empat Lawang dan Muara Enim. Berdasarkan survei pendahuluan, salah satu daerah di Sumatera Selatan yang memiliki manifestasi panas bumi berupa mata air panas, lumpur panas dan tanah hangat, namun belum dilakukan penelitian lebih lanjut berada di Desa Penindaian, Kecamatan Semende Darat Laut, Kabupaten Muara Enim.

Dalam sistem panas bumi, zona rekahan yang bersifat konduktif merupakan salah satu komponen penting dalam penyusun sistem panas bumi, rekahan sebagai konduit fluida yang berfungsi untuk mengalirkan fluida dari bawah permukaan bumi menuju ke atas permukaan. Terdapat komponen penyusun sistem panas bumi yaitu sumber panas (*heat source*), reservoir, batuan penutup (*cap rock*), daerah resapan (*recharge area*) dan daerah luahan (*discharge area*). Dalam suatu sistem panas bumi terdapat zona *upflow* dan *outflow*. Zona *upflow* merupakan kondisi dengan keberadaan reservoir berada di bawah manifestasi dan tidak jauh dari manifestasi, sedangkan zona *outflow* merupakan kondisi dengan reservoir jauh dari keberadaan manifestasi panas bumi (Ikra dkk., 2019). Maka, dalam penelitian ini perlu melakukan identifikasi zona rekahan suatu sistem panas, untuk mengetahui pola rekahan yang ada di sekitar manifestasi, dan juga mengetahui fluida pengisi rekahan tersebut.

Salah satu metode geofisika yang umum digunakan untuk mengetahui zona rekahan di bawah permukaan adalah metode geolistrik tahanan jenis 2 dimensi, metode geolistrik tahanan jenis 2 dimensi berfungsi untuk mengetahui distribusi ρ yang terekam langsung secara vertikal dan lateral. Pada penelitian ini, metode yang digunakan ialah konfigurasi Schlumberger, karena pada konfigurasi ini menghasilkan penetrasi lebih dalam, sehingga dapat mengoptimalkan pengukuran

terhadap kondisi medan yang kompleks di sekitar manifestasi panas bumi. Konfigurasi Schlumberger memiliki kemampuan untuk mendeteksi adanya non-homogenitas lapisan batuan pada permukaan sehingga mempermudah pada pendeteksian zona rekahan disekitar manifestasi (Muallifah, 2009). Selain metode tahanan jenis, metode geokimia juga diperlukan untuk mengetahui karakteristik manifestasi panas bumi. Menurut Suharno (2013), diperlukan data kimia berupa fluida yang berada di manifestasi untuk dianalisis menggunakan metode geokimia, sehingga dapat diketahui jenis fluida dan asal fluida yang bersifat *upflow* atau *outflow*, serta dapat memperkirakan temperatur reservoir.

Berdasarkan uraian di atas, maka dengan menggunakan metode tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi Schlumberger dan metode geokimia, dapat diketahui pola rekahan dan fluida yang mengisi rekahan tersebut. Penelitian ini dilakukan sebagai penelitian awal untuk mengetahui keterbentukan manifestasi tersebut dengan cara mengidentifikasi zona rekahan disekitar manifestasi panas bumi, dengan menggunakan metode tahanan jenis 2 dimensi dan metode geokimia di Desa Penindaian, Kecamatan Semende Darat Laut, Kabupaten Muara Enim.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah mengidentifikasi zona rekahan di sekitar manifestasi panas bumi di lokasi penelitian dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi Schlumberger dan bagaimana menganalisis jenis dan asal fluida panas bumi serta temperatur reservoir menggunakan metode geokimia.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi zona rekahan di sekitar area manifestasi panas bumi di lokasi penelitian dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi Schlumberger dan metode geokimia.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. a) Menurut Frans dkk., (2015), zona rekahan diindikasikan dengan adanya batuan porous dan *permeable*, serta dengan nilai distribusi ρ rendah terhadap ρ sekitarnya.

- b) Mengidentifikasi zona rekahan dari analisis data geolistrik tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi Schlumberger.
2. a) Zona rekahan dengan metode geokimia diidentifikasi dengan adanya zona *uptflow* atau zona *outflow*.
- b) Parameter yang diukur adalah data kimia dari sampel air panas yang meliputi beberapa unsur dan senyawa (Cl, HCO₃, SO₄, Li, B, Na, K, Mg, Ca, SiO₂).

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi awal mengenai zona rekahan, dan juga jenis fluida dan asal fluida yang terkandung dalam rekahan, serta temperatur reservoir di sekitar area manifestasi panas bumi untuk penelitian lebih lanjut di lokasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfalah, J. A., Sutriyono, E & Ibrahim, M. M., 2023. Karakteristik Geokimia Air Panas Dan Estimasi Suhu Permukaan Panas Bumi Di Daerah Suoh Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 4(3), 1657-1668.
- Basid, A., Andriani, N., & Arfiyaningsih, S., 2014. Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi Dengan Menggunakan Survey Geolistrik, Resistivitas dan Self Potensial. *Jurnal Neutrino*, 1(7), 57-70.
- Darmawan, S., Harmoko, U., & Widada, S. 2014. Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Area Panas Bumi Desa Diwak dan Derekan Kecamatan Bergas Kabupaten Semarang. *Youngster Physics Journal*, 3(2), 159–164.
- ESDM. 2017. Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1. Direktorat Panas Bumi. Direktorat Jendral Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Gafoer, S., Cobrie, T., & Purnomo, J., 1986. Geologi Lembar Lahat, Sumatera. Bandung: Departemen Pertambangan dan Energi.
- Frans, H. S., As'ari, dan Tamuntuan, G. H. 2015. Identifikasi Patahan Manado dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 159.
- Ikra, P., Haryanto, A. D., & Hutabarat, J., 2019. Pola Aliran Air Panas Bumi Daerah Bittuang, Kabupaten Tana Roja, Sulawesi Selatan Menggunakan Metode Densitas Kelurusan dan Metode Geoindikator Air Panas. *Padjajaram Geoscience Journal*, 4(3), 303-311.
- Isa, M. 2018. Eksplorasi Energi Panas Bumi. Banda Aceh: *Syiah Kuala University Press*

- Muallifah, F. 2009. Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Resistivitas Tanah. *Jurnal Neutrino*, 1(2), 179–197.
- Nugroho, M. W., & Afiatna, F. A. N. F. 2021. Pendekatan Metode Geolistrik dalam Perencanaan Pondasi. Yogyakarta: Samudra Biru (Anggota IKAPI).
- Putriutami, E. S., Harmoko, U., & Widada, S. 2014. Interpretasi Lapisan Bawah Permukaan Di Area Panas Gunung Telomoyo Kabupaten Semarang Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan jenis Konfigurasi Schlumberger. *Youngster Physics Journal*, 3(2), 97–106.
- Rumbia, J., Haryanto, A. D., Muhammadiyah, F & Gentana, D., 2021. Karakteristik Fluida dan Perkiraan Temperatur Bawah Permukaan Daerah Ciniru dan Subang Kabupaten Kuningan Jawa Barat. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 5(3), 1–23.
- Simmons, S. F. 1998. *Geochemistry Lecture Notes*. New Zealand: *Geothermal Institute University of Auckland*.
- Suharno. 2013. *Eksplorasi Geothermal*. Lampung: Lembaga Penelitian Universitas Lampung.
- Syafitri & Putra, A. 2018. Penentuan Zona *Caprock* di Sekitar Gunung Talang Menggunakan Metode Resistivitas Konfigurasi *Wenner*. *Jurnal Fisika Unand*, 3(7), 253-259.
- Toisuta, Y. M. K., Haryanto, A. D., Hutabarat, J., & Gentana, D., 2021. Pendugaan Temperatur Bawah Permukaan Pada Manifestasi Panas Bumi Berdasarkan Analisis Geokimia Air Panas Daerah Kecamatan Tehoru, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. *Padjadjaran Geoscience Journal*. 5(3), 268-279.
- Telford, W. M. *et al.*, 1990. *Applied Geophysics: Second Editon*, Cambridge University Press, USA.

- Trisnaning, P. T & Fatimah. 2021. Tipe Fluida Hidrotermal Sepanjang Manifestasi Panas Bumi di Daerah Ungaran dan Sekitarnya. *Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 13(2), 95-102.
- Virgo, F., Karyanto., Mara, A., Agus, S., Wahyudi., Suharno & Suryanto, W., 2023. *Water Geochemical Analysis Within Airklinasar Geothermal Area In Empat Lawang District South Sumatra*.
- Wahyuningsi, R. 2005. Potensi dan Wilayah Kerja Pertambangan Panas Bumi di Indonesia.
- Wawondatu, G., Wenas, D. R., & Tumimomor, F. R. 2022. Studi Spektroskopi Ftir Untuk Karakterisasi Kimia Fisik Fluida Mata Air Panas di Desa Tempang Kabupaten Minahasa. *Jurnal FisTa : Fisika dan Terapannya*, 3(2), 39–43.
- Wibowo, B. R., Yatini, & Hamdalah, H. 2017. Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Pemodelan Data Gravitasi 3D. *Unnes Physics Journal*, 6(1), 7–11.
- Wote, J., Palilingan, R. N., Rende, J. C & Nusa, J. G. N., 2023. Analisis Karakteristik Tipe Fluida Mata Air Panas di Hutan Pinus Lahendong dengan Menggunakan Spektrofotometri. *Jurnal FisTa : Fisika dan Terapannya*, 4(1), 35–40. <https://doi.org/10.53682/fista.v4i1.24>

