

**TESIS**

**PEMODELAN POLA REKAHAN DI SEKITAR  
MANIFESTASI PANAS BUMI DESA PENINDAIAN  
KECAMATAN SEMENDO DARAT LAUT  
KABUPATEN MUARA ENIM MENGGUNAKAN  
METODE *SELF POTENTIAL* DAN GEOKIMIA**



**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Magister Sains**

**OLEH :**

**EKA GUSMAN**

**08072682226006**

**MAGISTER FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TESIS**

**PEMODELAN POLA REKAHAN DI SEKITAR MANIFESTASI  
PANAS BUMI DESA PENINDAIAN KECAMATAN SEMENDO  
DARAT LAUT KABUPATEN MUARA ENIM MENGGUNAKAN  
METODE *SELF POTENTIAL* DAN GEOKIMIA**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Magister Sains**

**Oleh: Eka Gusman**

**NIM: 08072682226006**

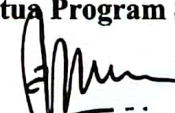
**Pembimbing 1**

  
**Dr. Friansyah Virgo, S.Si, M.T.**  
**NIP: 107009101994121001**

**Pembimbing 2**

  
**M. Yusup Nur Khakim, Ph.D**  
**NIP: 197203041999031002**

**Mengetahui  
Ketua Program Studi**

  
**Dr Menik Ariani, S.Si, M.Si.**  
**NIP. 197211252000122001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul “Pemodelan Pola Rekahkan Di Sekitar Manifestasi Panas Bumi Desa Penindaian Kecamatan Semendo Darat Laut Kabupaten Muara Enim Menggunakan Metode *Self Potential* Dan *Geokimia*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada Pengetahuan Alam tanggal 27 Desember 2024.

Palembang, Desember 2024

### Pembimbing :

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

(  )

2. M. Yusup Nur Khakim, Ph.D  
NIP. 197203041999031002

(  )

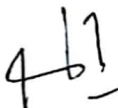
### Ketua Penguji :

1. Prof. Dr. Muhammad Irfan M.T  
NIP. 196409131990031003

(  )

### Anggota Penguji :

1. Dr.Dedi Setiabudidaya, M.Sc  
NIP. 196011101986021001

(  )

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Matematika  
dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si, Ph.D.  
NIP. 197111191997021001

Koordinator Program Studi  
Magister Fisika FMIPA Unsri

(  )

Dr. Menik Ariani, S.Si, M.Si.  
NIP. 197211252000122001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eka Gusman

NIM : 08072682226006

Judul Tugas Akhir : Pemodelan Pola Rekahan Di Sekitar Manifestasi Panas Bumi  
Desa Penindaian Kecamatan Semendo Darat Laut Kabupaten  
Muara Enim Menggunakan Metode Self Potential Dan  
Geokimia

Fakultas/Jurusan : MIPA/Fisika

Menyatakan bahwa Tesis merupakan hasil karya sendiri, atas nama Eka Gusman didampingi Tim Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2024  
Hormat saya,



Eka Gusman  
NIM. 08072682226006

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eka Gusman  
NIM : 08072682226006  
Judul Tugas Akhir : Pemodelan Pola Rekahan Di Sekitar Manifestasi  
Panas Bumi Desa Penindaian Kecamatan Semendo  
Darat Laut Kabupaten Muara Enim Menggunakan  
Metode Self Potential Dan Geokimia  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Fisika

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian Saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 tahun tidak mempublikasikan penelitian Saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (corresponding author).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2024  
Hormat saya



Eka Gusman  
NIM. 08072682226006

## HALAMAN PERSEMBAHAN

**“ Berjuang, Berusaha dan berdo’a”**

**“Tidak mudah, tapi alhamdulillah”**

*Tesis ini ku persembahkan untuk:*

*Orangtuaku Bapak Iduan Zahri (Alm) dan Hazizah (Almh)*

*Pendamping hidupku Yandriani*

*Kedua anakku*

*Muhammad Sharkan Arroyyan*

*Khayra Arta Malayeka*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul **“Pemodelan Pola Rekahan Di Sekitar Manifestasi Panas Bumi Desa Penindaian Kecamatan Semendo Darat Laut Kabupaten Muara Enim Dengan Metode *Self potential* Dan Geokimia”**.

Tujuan dari penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi syarat dalam mencapai derajat Magister Sains (M.Si) pada program pascasarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Dengan menyadari sepenuhnya, bahwa Tesis ini tidak akan pernah dapat tersusun dan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, maka perkenankanlah saya mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, kritik dan saran, serta pengetahuan yang telah diberikan kepada dosen pembimbing Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T. dan Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph.D. Tak lupa istriku Yandriani yang selalu memberi dukungan tak henti-hentinya. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Sriwijaya, Bapak Prof. Dr Taufiq Marwa, S.E., M.Si.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
3. Ketua Program Studi Magister Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, sekaligus dosen pembimbing akademik Ibu Dr. Menik Ariani, S.Si., M.Si
4. Semua dosen penguji sidang akhir Bapak Prof. Dr. Muhammad Irfan M.T, dan Bapak Dr.Dedi Setiabudidaya, M.Sc. yang telah memberikan arahan dan masukan guna perbaikan tesis.
5. Seluruh dosen pengajar Magister Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmunya
6. Yandriani, S.T, M.Eng, yang selalu memberi support terbaik dalam segala hal
7. Muhammad Sharkan Arroyyan dan Khayra Arta Malayeka yang selalu memberikan semangat dalam segala hal.

Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

Palembang, Desember 2024

Eka Gusman



## RINGKASAN

### PEMODELAN POLA REKAHAN DI SEKITAR MANIFESTASI PANAS BUMI DESA PENINDAIAN KECAMATAN SEMENDO DARAT LAUT KABUPATEN MUARA ENIM MENGGUNAKAN METODE SELF POTENTIAL DAN GEOKIMIA

Karya tulis berupa tesis, Desember 2024

Eka Gusman; Dibimbing oleh Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T. dan M. Yusup Nur Khakim, Ph.D

Fisika, Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.  
xiii + 62 halaman, 2 tabel, 26 gambar, 6 lampiran

Keberadaan manifestasi panas bumi di Sumatera Selatan cukup banyak, namun belum diekplorasi secara maksimal. Salah satunya adalah manifestasi yang berada di Desa Penindaian, Kecamatan Semende Darat Laut, Kabupaten Muara Enim. Manifestasinya berupa mata air panas, lumpur panas dan uap panas. Fluida panas ini dapat naik dan muncul ke permukaan disebabkan oleh adanya rekahan batuan. Rekahan ini bertindak sebagai jalur atau konduit yang dapat dilewatinya fluida panas menuju permukaan. Tujuan dari penelitian adalah melakukan pemodelan untuk mempelajari pola rekahan yang ada di bawah manifestasi yang ada di Desa Penindaian ini. Metoda yang digunakan untuk pengambilan data menggunakan metoda *Self Potential* (SP) dan Geokimia. Untuk pemodelan rekahan menggunakan Persamaan Model Lempeng Tipis dari Rao dan Babu (1983), dan perangkat lunak *Google Collab*. Hasil penelitian menggunakan metode SP dengan dua lintasan, yaitu lintasan 1 dan lintasan 2. Lintasan 1 menunjukkan bahwa rekahan berada pada kedalaman 46,99 meter, panjang rekahan adalah 1540,81 meter dan sudut kemiringan rekahan dari permukaan adalah  $43,68^\circ$  sedangkan lintasan 2 menunjukkan bahwa rekahan berada pada kedalaman 21,99 meter, panjang rekahan adalah 42,54 meter dan sudut kemiringan rekahan dari permukaan adalah  $30,45^\circ$  menuju permukaan yang mengalir dari utara ke selatan. Berdasarkan metode geokimia didapatkan asal fluida berasal dari *zona outflow*, dengan temperatur yang didapat sebesar  $273,03^\circ\text{C}$ .

**Kata Kunci:** Energi panas bumi, *google collab*, model lempeng tipis, rekahan, *self potential*.

## SUMMARY

### ***MODELING FRACTURE PATTERNS AROUND GEOTHERMAL MANIFESTATIONS IN PENINDAIAN VILLAGE, SEMENDO SUB-DISTRICT, MUARA ENIM DISTRICT USING SELF-POTENTIAL AND GEOCHEMICAL METHODS.***

Science paper in the form of thesis, Desember 2024

Eka Gusman; supervised by Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T. and M. Yusup Nur Khakim, Ph.D

Master of Physics, Mathematics and Natural Science Faculty of Sriwijaya University.

xii + 62 pages, 2 tables, 26 pictures, 6 attachments

*The existence of geothermal manifestations in South Sumatra is quite a lot, but has not been maximally explored. One of them is a manifestation located in Penindaian Village, Semende Darat Laut District, Muara Enim Regency. The manifestation is in the form of hot springs, hot mud, and hot steam. This hot fluid can rise and appear to the surface due to rock fractures. These fractures act as pathways or conduits through which hot fluids can pass to the surface. The research aims to conduct modeling to study the fracture patterns that exist under the manifestations in Penindaian Village. The method used for data collection uses self-potential (SP) and Geochemical methods for fracture modeling using the Thin Plate Model Equation from Rao and Babu (1983), and Google Collab software. Track 1 shows that the fracture is at a depth of 46.99 meters, the fracture length is 1540.81 meters, and the inclination angle of the fracture from the surface is  $43,68^\circ$ , while track 2 shows that the fracture is at a depth of 21.99 meters, the fracture length is 42.54 meters and the inclination angle of the fracture from the surface is  $30.45^\circ$  towards the surface flowing from north to south. Based on geochemical method, it was found that the origin of the fluid came from the outflow zone, with a temperature obtained of  $273.03^\circ\text{C}$ .*

**Keywords:** *Fracture, geothermal energy, google collab, self potential, thin plate model.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
RINGKASAN.....	viii
SUMMARY .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.4 MANFAAT PENELITIAN.....	4
1.5 PENELITIAN TERDAHULU .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian.....	7
2.2 Sistem Panas Bumi .....	8
2.3 <i>Self Potential</i> .....	13
2.4 Geokimia.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	30
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	29
3.2 Alat Dan Bahan.....	29
3.3 Prosedur Penelitian .....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	37
4.1 Metode <i>Self Potential</i> (SP).....	37
4.2 GEOKIMIA .....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	57
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN.....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta geologi regional penelitian di sumber air panas Desa Penindaian, Kecamatan Semende Darat Laut, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan .....	7
Gambar 2. 2 Model sistem panas bumi.....	9
Gambar 2. 3 Peta Geologi Pulau Sumatra.....	121
Gambar 2. 4 Porouspot .....	198
Gambar 2. 5 Metode yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan dengan teknik fixed base.....	19
Gambar 2. 6 Metode yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan dengan teknik leaf frog .....	21
Gambar 2. 7 Model lempeng tipis .....	23
Gambar 2. 8 Diagram segitiga kandungan relatif Cl, SO <sub>4</sub> dan HCO <sub>3</sub> dari air panas .....	26
Gambar 2. 9 Diagram segitiga untuk mengetahui kesetimbangan temperatur .....	27
Gambar 2. 10 Diagram segitiga kandungan relatif Cl, Li dan B dari air panas .....	28
Gambar 3. 1 Peta lokasi penelitian sumber air panas desa penindaian .....	30
Gambar 3.3.Pemodelan lempeng tipis .....	34
Gambar 3. 4 Diagram alir penelitian.....	36
Gambar 4. 1 Profil hasil pengukuran lintasan 1 SP pada daerah manifestasi Gemuhak Bedug Penindaian.....	37
Gambar 4. 2 Profil data SP lintasan 1 setelah dikoreksi kumulatif.....	38
Gambar 4. 3 Profil data SP lintasan 1 dalam perangkat lunak Google Collab .....	38
Gambar 4. 4 Kurva Self potential lintasan 1 target yang dimodelkan .....	39
Gambar 4. 5 Ilustrasi model lembaran tipis hasil pemodelan Self potential Penindaian. Lempeng tipis berada pada kedalaman 46,9893 m sampai 1088,7959 m dengan panjang horizontal 1090,81 m.....	41
Gambar 4. 6 Profil hasil pengukuran lintasan 2 SP pada daerah manifestasi Gemuhak Bedug Penindaian.....	42
Gambar 4. 7 Profil data SP lintasan 2 setelah dikoreksi kumulatif.....	43
Gambar 4. 8 Profil data SP lintasan 2 dalam perangkat lunak Google Collab .....	44
Gambar 4. 9 Kurva SP lintasan 2 target yang dimodelkan .....	45
Gambar 4. 10 Ilustrasi model lembaran tipis hasil pemodelan SP Penindaian pada lintasan 2. Lempeng tipis berada pada kedalaman 46,9893 m naik sampai 21,9852 m dengan panjang horizontal 25,0041 m.....	47
Gambar 4. 11 Model konseptual pola rekahan daerah penelitian .....	48
Gambar 4. 12 Plot sampel mata air panas Penindaian pada diagram Cl-Li-B.....	52
Gambar 4. 13 Plot sampel mata air panas Penindaian pada Diagram Segitiga Cl -SO <sub>4</sub> – HCO <sub>3</sub> .....	54

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1 Penelitian-penelitian terdahulu.....	4
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran di laboratorium.....	47

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat seiring dengan adanya kebijakan pemerintah yang berfokus pada pemenuhan kebutuhan energi nasional. Oleh karena itu, penelitian untuk mencari energi alternatif sebagai pengganti energi fosil terus dikembangkan. Salah satu sumber energi alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia adalah energi panas bumi atau *geothermal*. Energi panas bumi sendiri merupakan energi panas yang terbentuk di bawah permukaan bumi secara alami, dimana energi panas alami yang berasal dari bumi terjebak cukup dekat dengan permukaan dan dapat dimanfaatkan secara ekonomi (Bodvarsson & Witherspoon, 1989).

Potensi energi panas bumi di Indonesia yang mencapai 27 GWe sangat erat kaitannya dengan posisi Indonesia dalam kerangka tektonik dunia (Wahyuningsih, 2005). Kondisi ini menjadikan Indonesia sebagai negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia. Sumber daya panas bumi tersebut tersebar di berbagai pulau, mulai dari Sumatera hingga Papua Barat, sehingga memiliki peluang besar untuk dikembangkan dan dimanfaatkan, misalnya sebagai pembangkit listrik. Salah satu wilayah dengan potensi panas bumi yang signifikan adalah Pulau Sumatera, dengan total potensi mencapai 13.516 MW yang tersebar di 86 titik (Kasbani, 2009). Di antara wilayah tersebut, Sumatera Selatan memiliki potensi sekitar 4.885 MW, dengan sumber daya yang terkonsentrasi di sepanjang bagian barat pulau.

Salah satu kawasan di Sumatera Selatan yang memiliki manifestasi panas bumi namun belum pernah diteliti adalah Desa Penindaian, yang terletak di Kecamatan Semende Darat Laut, Kabupaten Muara Enim. Manifestasi panas bumi di desa ini berupa mata air panas, lumpur panas, dan tanah panas. Adanya manifestasi panas bumi di permukaan disebabkan oleh adanya aliran panas dari bawah yang terjadi melalui dua mekanisme utama, yaitu konduksi dan konveksi. Perpindahan panas secara konduksi terjadi melalui batuan, sedangkan perpindahan panas secara konveksi terjadi karena kontak antara air dengan

umber panas. Secara prinsip, perpindahan panas secara konveksi dipengaruhi oleh gaya apung. Pada kondisi normal, air cenderung bergerak ke bawah karena pengaruh gaya gravitasi. Namun, ketika air bersentuhan dengan sumber panas, suhu air akan meningkat sehingga menjadi lebih ringan dan bergerak ke atas. Sementara itu, air yang lebih dingin akan bergerak ke bawah, menciptakan sirkulasi air atau arus konveksi (Budiardjo, 1997).

Dalam penelitian panas bumi, umumnya digunakan tiga metode utama, yaitu metode geologi, geofisika, dan geokimia. Salah satu metode geofisika yang sering digunakan adalah metode *Self potential* (SP). Kelebihan metode *Self potential* (SP) adalah kemampuannya memberikan respon yang sangat baik terhadap target bawah permukaan yang bersifat konduktif, seperti aliran fluida bawah permukaan. Metode ini juga dapat diterapkan pada area dengan medan yang tidak rata. Dengan demikian, metode SP efektif untuk mendeteksi pergerakan fluida panas bawah permukaan serta anomali termal, seperti sumber mata air panas (Vichabian & Morgan, 2002).

Selain metode *Self potential* (SP), metode geokimia juga sering digunakan dalam penelitian panas bumi. Pada tahap penelitian awal, metode geokimia berperan penting untuk mengetahui jenis fluida, asal fluida, serta temperatur reservoir panas bumi (Aulia et al., 2022).

Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian awal dengan menggunakan kedua metode di atas yaitu metode *Self potential* dan Geokimia dalam mempelajari pola rekahan yang ada di sekitar manifestasi. Untuk itu judul yang di ambil dalam penelitian ini adalah “Pemodelan pola rekahan di sekitar panas bumi di Desa Penindaian Kabupaten Muara Enim dengan menggunakan metode *Self potential* dan Geokimia”.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Perumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah:

### A. Penelitian pola rekahan dengan metode *Self potential*

1. Adanya rekahan di bawah permukaan diwakili oleh distribusi nilai beda potensial listrik batuan yang tinggi terhadap batuan sekitarnya sebagai respon fluida konduktif pengisi rekahan.

2. Pola rekahan yang dalam penelitian ini adalah di lihat dari kedalaman dan sudut kemiringan rekahan
3. Penentuan kedalaman dan kemiringan rekahan menggunakan pemodelan aliran panas berbentuk lempeng tipis. Data yang digunakan adalah data beda potensial dari pengukuran dengan menggunakan metode *self potential*. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Google Collab*.
4. Target penelitian adalah untuk mengetahui kedalaman dan sudut kemiringan rekahan, yang berguna untuk menentukan rekahan yang terjadi, berada pada zona *upflow* atau zona *outflow*. Zona *outflow* mengindikasikan reservoir panas bumi berada jauh dari bawah permukaan daerah manifestasi panas bumi, sedangkan zona *upflow* mengindikasikan reservoir panas bumi berada dekat dan tepat di bawah permukaan manifestasi. (Virgo, 2023)

#### B. Penelitian pola rekahan dengan metode Geokimia

Karakteristik geokimia dari sampel air panas dilakukan dengan menggunakan metode geoindikator dan geotermometer. Dengan metode geoindikator, maka akan diperoleh informasi tentang jenis dan asal fluida. Khusus untuk asal fluida dapat digunakan untuk memvalidasi zona rekahan yang ada bersifat *outflow/upflow* (Syabi et al., 2018). Sedangkan metode geotermometer digunakan untuk mengetahui temperatur reservoir panas bumi yang ada.

### 1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian adalah pemodelan pola rekahan di sekitar manifestasi panas bumi Desa Penindaian dengan menggunakan metode *Self potential* dan geokimia.

### 1.4 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini adalah hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat menjadi salah satu informasi awal untuk penelitian-penelitian lanjutan di daerah ini.



## 1.5 PENELITIAN TERDAHULU

Beberapa peneliti terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Penelitian-penelitian terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil
1	Penelitian Geofisika dan Geokimia di Daerah Prospek Panasbumi Pasemah Air Keruh Sumatera Selatan	Frinsyah virgo, Dr. Wahyudi, m. S.; Dr. Rer. Nat. Wiwit suryanto, S.Si., M.Si.	2017	<i>Self potential</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem panasbumi Desa Penantian dikarakterisasi oleh tipe fluida reservoir asam sulfat dengan temperatur reservoir berkisar 100 °C sampai 126 °C</li> <li>2. sistem panasbumi di Desa Airklinsar dikarakterisasi oleh fluida reservoir netral klorida dengan temperatur reservoir berkisar 227 °C sampai 247 °C.</li> </ol>
2	Survei metode <i>self potential</i> menggunakan elektroda pot berpori untuk mendeteksi aliran fluida panas bawah permukaan di kawasan baturaden kabupaten banyumas jawa tengah	Sehah dan Sukmaji Anom Raharjo	2011	<i>Self potential</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diperoleh sebaran data potensial di daerah penelitian dengan nilai tertinggi yang diperoleh adalah - 2,20 mV, nilai terendah adalah - 40,83 mV, dan nilai rata-rata adalah -16,40 mV.</li> <li>2. Aliran fluida panas bawah permukaan berarah dari selatan ke utara mengikuti perubahan topografi daerah penelitian serta menyesuaikan dengan perubahan anomali potensial diri.</li> </ol>
3.	Identifikasi aliran fluida panas bawah permukaan di lapangan panas bumi way ratai menggunakan metode <i>self potential</i>	Novi Setyawan, Muhamad Ragil Setiawan, Alamata Singarimbun	2012	<i>Self potential</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berdasarkan hasil pengolahan data dan peta kontur isopotensial maka daerah lapangan panas bumi Way Ratai merupakan zona konduktif memiliki nilai Self potensial berkisar -193 mV sampai 133 mV</li> <li>2. Anomali Self potensial terendah pada peta kontur isopotensial dengan sayatan A-A', B-B' dan pada peta arah gradien potensial cenderung mengarah ke selatan, sehingga mengidentifikasi arah aliran fluida secara umum mengalir dari utara menuju selatan.</li> <li>3. Berdasarkan peta kontur suhu permukaan dangkal pada ketinggian 2 meter sampai 23 meter lokasi penelitian memiliki suhu permukaan dangkal yaitu berkisar 290C sampai 370C yang merupakan tingkat temperatur yang sudah melebihi tingkat aktivitas optimum dari organisme tanah</li> </ol>
4	<i>Modeling and Inversion of Self potential Data</i>	Burke J. Minsley	2007	<i>Self potential</i>	Berdasarkan survey <i>self potential</i> dalam pengukuran potensi elektrokimia dalam menentukan anomali amplitudo menghasilkan mekanisme dalam

					menentukan parameter model
5	<i>Review of Self-potential methods in Hydrogeophysics</i> <i>Revue des méthodes de Potentiel Self potencialonné en hydrogéophysique</i>	Laurence Jouniaux, Alexis Maîneult, Véronique Naudet , Marc Pessel and Pascal Sailleac	2009	<i>Self potential</i>	Interpretasi sinyal <i>Self potential</i> adalah adanya pemahaman tentang proses fisik utama yang terlibat dalam asal usulnya. Kapan asal mula elektrokinetik terlibat, kuantifikasi koefisien elektrokinetik yang lebih baik sebagai fungsi dari kandungan air diperlukan. Metode <i>Self potential</i> berkembang menjadi alat non-invasif untuk karakterisasi dan pemantauan mikroba jangka panjang proses.
6	Aplikasi Metode <i>Self potential</i> Untuk Menentukan Persebaran Zona Alterasi di Kompleks Candi Gedong Songo, Ungaran Jawa Tengah	Badrun, Sri Handayani, Nanda Nur Aini, Azha Amalia Pusvitasari, Muhammad Faizal Zakaria	2020	<i>Self potential</i>	Metode <i>Self potential</i> dapat digunakan untuk memetakan persebaran zona alterasi. Berdasarkan pemetaan di permukaan menggunakan metode <i>Self potential</i> telah diperoleh peta isopotensial dengan rentang nilai -0,5 mV sampai dengan -130 mV, nilai potensial tersebut diperkirakan sebagai akibat dari adanya sisipan mineral lempung dan sulfur pada zona alterasi. Zona alterasi merupakan manifestasi yang sangat penting dari adanya sistem hidrotermal di area geothermal Gunung Ungaran. Pemetaan persebaran zona alterasi dengan menggunakan metode <i>Self potential</i> menjadi rujukan awal untuk penelitian yang berkaitan dengan manifestasi panasbumi
7	Water geochemical analysis within Airklinsar geothermal area in Empat Lawang District, South Sumatra	Frinsyah Virgo	2012	Geokimia	Jenis air d bawah permukaan sangatlah sedikit dan dangkal, dengan CO <sub>2</sub> terserap dan menguap terkondensasi menjadi dingin
8	studi geokimia air panas area prospek panas bumi gunung kendalisodo kabupaten semarang, provinsi jawa tengah	Yoga Aribowo, Heri Nurohman	2012	Geokimia	1. Air panas pada manifestasi tersebut umumnya memiliki pH 7 (netral) dengan temperatur antara 36° C – 40° C, dan debit antara 0,0001 m <sup>3</sup> /detik sampai 0,014 m <sup>3</sup> /detik 2. Air panas pada mataair Klotok-1, Klotok-2, dan Pancarusa termasuk tipe air bikarbonat. Air panas pada mataair panas Karangjaha-1 dan Karangjaha-2 termasuk tipe air klorida bikarbonat
9	Determining upflow/outflow zone and <i>fluid flow</i> in geothermal proSelf potensialect area based on geoinicator comparison value: a case study of mt. telomoyo, central java, indonesia	asbi Fikru Syabi, ifqi Alfadhillah Sentosa, gil Gemilang Ramadhan, Boy oseph	2012	Geokimia	Diagram Cl-Li-B menunjukkan bahwa seluruh sumber air panas berada pada titik yang berdekatan, menunjukkan bahwa semua permukaan manifestasinya berasal dari satu reservoir yang mirip dengan litologi batuan yang sama.
10	karakteristik geokimia fluida dan perkiraan	Gabriella Georgina	2021	Geokimia	Karakteristik geokimia mata air LRK-1, LRK-2 dan THU-1 masuk dalam tipe air

	temperatur bawah permukaan panas bumi temperatur sedang daerah larike dan tulehu kabupaten maluku tengah, provinsi maluku	Joktetimer, Agus Didit Haryanto, Johannes Hutabarat, Dewi Gentana			bikarbonat yang terbentuk pada zona pheripiral waters. Ketiga sampel terbentuk pada kondisi absorption of low B/Cl steam, dengan kandungan Cl yang tinggi, mengindikasikan mata air telah terkontaminasi dengan air laut
11	karakteristik fluida panas bumi berdasarkan analisis geokimia air panas daerah wawolesea kabupaten konawe utara sulawesi tenggara	Rizky Nurul Aulia, Irzal Nur, Asran Ilyas	2022	Geokimia	diagram Cl-Li-B menunjukkan fluida bersumber dari sumber panas bumi yang berada jauh dari permukaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaia, R., Patella, D., & Mauriello, P. (2009). Imaging multipole self-potential sources by 3D probability tomography. *Progress In Electromagnetics Research B*, 14(14), 311–339. <https://doi.org/10.2528/PIERB09021614>
- Ármansson, H. (n.d.). *APPLICATION OF GEOCHEMICAL METHODS IN GEOTHERMAL EXPLORATION*.
- Aulia, R. N., Nur, I., & Ilyas, A. (2022). Geothermal Fluid Characteristics based on Geochemical Analysis of Hot Water in The Wawolesea Area, North Konawe Regency Southeast Sulawesi Province. *Jurnal Geoelebes*, 6(1), 64–71. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v6i1.19672>
- Barber, M. M. (2005). *Sumatra-Geology-Resources-n-Tectonic-Evolution-Memoir31-AJ-Barber-Dkk* (p. 303).
- Barde-Cabusson, S., Finizola, A., & Grobde, N. (2021a). A practical approach for self-potential data acquisition, processing, and visualization. *Interpretation*, 9(1), T123–T143. <https://doi.org/10.1190/INT-2020-0012.1>
- Barde-Cabusson, S., Finizola, A., & Grobde, N. (2021b). A practical approach for self-potential data acquisition, processing, and visualization. *Interpretation*, 9(1), T123–T143. <https://doi.org/10.1190/INT-2020-0012.1>
- Basid, A., Andriani, N., & 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*, 7(1), 57. <https://doi.org/10.18860/neu.v7i1.2640>
- Beck, a e. (1981). *Physical principles of exploration methods an introductory text for geology and geophysics* (Issue 1).
- Billings, M. R. (1959). *Structural geology third edition*. 632.
- Bodvarsson, G. S., & Witherspoon, P. A. (1989). *Geothermal reservoir engineering: Part I*. Gordon and Breach; WorldCat.
- Budiardjo, B., Nugroho dan Budihardi, M., 1997, “Resource Characteristics of the Ungaran Field, Central Java, Indonesia,”. Proceedings of National Seminar

of Human Resources Indonesian Geologist, Yogyakarta

- DiPippo, R. (1991). Geothermal energy Electricity generation and environmental impact. *Energy Policy*, 19(8), 798–807. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(91\)90050-X](https://doi.org/10.1016/0301-4215(91)90050-X)
- Elake, A. Y., Virgo, F., & Nanlohy, P. (2021). *Self potential (SP) measurement in the geothermal field of Penantian and Airkelinsar Village, Pasemah Airkeruh District, Empat Lawang Regency, South Sumatra Province*. 030007. <https://doi.org/10.1063/5.0059524>
- Fagerlund, F., & Heison, G., 2002 : Detecting Subsurface Flow in Frectured Rock Using SP Methods, *Environmental Geology*, 43:782-794
- Fossen, H. 2016. Structural geology second edition. Cambridge University Press.
- Gafoer, S, Amin, R Pardede. 1994. Geologi lembar baturaja, Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Giggenbach, W. F. (1991). Geochemical and geophysical methods in geothermal exploration. *Geothermal Energy Resources for Developing Countries*, 178–192. <https://doi.org/10.1201/9781439833575.ch13>
- Hafez, M. A., & Abbas, A. M. (2011). A new approach to interpret self-potential anomaly over a two-dimensional inclined sheet using complex gradient analysis. *Arabian Journal of Geosciences*, 4(5–6), 837–844. <https://doi.org/10.1007/s12517-009-0099-0>
- Haryono, A., & Agustin, R. (2023). Penentuan Kedalaman dan Sudut Kemiringan Sesar Grindulu di Pacitan Menggunakan Metode Crow Search Algorithm (CSA) pada Data Self-Potential (SP). *Progressive Physics Journal*, 4(1), 259. <https://doi.org/10.30872/ppj.v4i1.1141>
- Hu, K., Han, P., Mo, C., Zhang, Y., Li, S., Sun, J., & Huang, Q. (2023, May 15). *Self-Potential signatures on monitoring a rainfall-induced landslide based on a laboratory experiment*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-10895>
- Hu, K., Huang, Q., Tang, M., Xue, L., & Han, P. (2024). Self-potential variations associated with the slip of Huangnibazi Landslide. *Journal of Applied Geophysics*, 220, 105275. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2023.105275>

- Jackson, M. D. (2015). Tools and Techniques: Self-Potential Methods. In *Treatise on Geophysics* (pp. 261–293). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53802-4.00208-6>
- Jamaluddin, & Cheng, F. (2018). Organic Richness and Organic Matter Quality Studies of Shale Gas Reservoir in South Sumatra Basin, Indonesia. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, *06*(12), 85–100. <https://doi.org/10.4236/gep.2018.612006>
- Jouniaux, L., Maineult, A., Naudet, V., Pessel, M., & Sailhac, P. (2009). Review of self-potential methods in hydrogeophysics. *Comptes Rendus - Geoscience*, *341*(10–11), 928–936. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2009.08.008>
- Kasbani, K. (2009). TIPE SISTEM PANAS BUMI DI INDONESIA DAN ESTIMASI POTENSI ENERGINYA. *Buletin Sumber Daya Geologi*, *4*(3), 23–30. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v4i3.184>
- Lapenna, V., Lorenzo, P., Perrone, A., Piscitelli, S., Sdao, F., & Rizzo, E. (2003). High-resolution geoelectrical tomographies in the study of Giarrossa landslide (southern Italy). *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, *62*(3), 259–268. <https://doi.org/10.1007/s10064-002-0184-z>
- Mahmoodpour, S., Singh, M., Obaje, C., Tangirala, S. K., Reinecker, J., Bär, K., & Sass, I. (2022). Hydrothermal Numerical Simulation of Injection Operations at United Downs, Cornwall, UK. *Geosciences*, *12*(8), 296. <https://doi.org/10.3390/geosciences12080296>
- Mauriello, P., & Patella, D. (2008). Geoelectrical anomalies imaged by polar and dipolar probability tomography. *Progress in Electromagnetics Research*, *87*, 63–88. <https://doi.org/10.2528/PIER08092201>
- Nayoan, A. G. P., Pranatikta, K. A., Anil, Hendrasto, F., & Yuniasih, S. (2023). Upflow-outflow Zone Identification Based on Geochemistry Indicator and Fault Fracture Density Correlation Analysis in Mt. Gede Geothermal Case, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1159*(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1159/1/012003>
- Nuha, D. Y. U., Maryanto, S., & Santoso, D. R. (2017). DETERMINATION OF THE DIRECTION OF HOT FLUID FLOW IN CANGAR AREA,

- ARJUNO-WELIRANG VOLCANO COMPLEX, EAST JAVA USING SELF POTENTIAL METHOD. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 7(2), 123. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v7n2.p123-132>
- Raharjo, S. A., & Sehad. (2011). Survei Metode Self Potential Menggunakan Elektroda Pot Berpori Untuk Mendeteksi Aliran Fluida Panas Bawah Permukaan Di Kawasan Baturaden Kabupaten Banyumas Jawa Tengah. *Jurnal Fisika Flux*, 8(61), 7–21.
- Rao, K., Jain, S., & Biswas, A. (2021). Global Optimization for Delineation of Self-potential Anomaly of a 2D Inclined Plate. *Natural Resources Research*, 30(1), 175–189. <https://doi.org/10.1007/s11053-020-09713-4>
- Revil, A., Naudet, V., Nouzaret, J., & Pessel, M. (2003). Principles of electrography applied to self-potential electrokinetic sources and hydrogeological applications. *Water Resources Research*, 39(5), 2001WR000916. <https://doi.org/10.1029/2001WR000916>
- Setyawan, N., Setiawan, M. R., & Singarimbun, A. (n.d.). *IDENTIFIKASI ALIRAN FLUIDA PANAS BAWAH PERMUKAAN DI LAPANGAN PANAS BUMI WAY RATAI MENGGUNAKAN METODE SELF POTENTIAL*.
- Singarimbun, A., Djamil, M., & Meilawati, F. (2012). Fluid Flow Direction Beneath Geothermal Area Based on Self–Potential Data (A Case Study at Mount Patuha, West Java, Indonesia). *International Journal Of Geology*, 6(1), 26–35.
- Syabi, H. F., Sentosa, R. A., Ramadhan, A. G., & Yoseph, B. (2018). Determining Upflow/Outflow Zone and Fluids Flows in Geothermal Prospect Area Based on Geoindicator Comparison Value: A Case Study of Mt. Telomoyo, Central Java, Indonesia. *ASEG Extended Abstracts*, 2018(1), 1–1. <https://doi.org/10.1071/aseg2018abp026>
- Vichabian, Y., & Morgan, F. D. (2002). Self potentials in cave detection. *Leading Edge (Tulsa, OK)*, 21(9), 866–871. <https://doi.org/10.1190/1.1508953>
- Virgo, F. (2023). *Water geochemical analysis within Airklinsar geothermal area in Empat Lawang District , South Sumatra*.
- Wahyuningsih, R. (2005). POTENSI DAN WILAYAH KERJA

PERTAMBANGAN PANAS BUMI DI INDONESIA. *Kolokium Hasil Lapangan – DIM*.

Zuhdi, M., Ardhuha, J., Kosim, K., Wahyudi, W., & Taufik, M. (2020). Program Komputer Berbasis Matlab untuk Perhitungan Charge Occurence Probability Data Self Potensial. *Kappa Journal*, 4(2), 172–177.  
<https://doi.org/10.29408/kpj.v4i2.2677>