

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

SKRIPSI

**Dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**



Oleh :

PEBRIANTI

NIM. 08021382025089

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI ZONA REKAHAN DI SEKITAR MANIFESTASI PANAS
BUMI MENGGUNAKAN METODE TAHANAN JENIS 2D KONGFIGURASI
ELEKTRODA DIPOLE-DIPOLE DAN METODE GEOKIMIA DI
DESA PENINDAIANKECAMATAN SEMENDE DARAT LAUT KABUPATEN**

MUARA ENIM

SKRIPSI

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

Oleh

PEBRIANTI

08021382025089

Indralaya, 24 Juli 2024

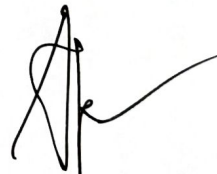
Menyetujui,

Pembimbing II

Pembimbing I



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



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

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 : Pebrianti

NIM : 08021382025089

Judul TA : Identifikasi Zona Rekahan Di Sekitar Manifestasi Panas Bumi
Menggunakan Metode Tahanan Jenis 2d Konfigurasi elektroda
dipole-dipole dan Metode Geokimia 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, Juli 2024

Yang menyatakan



Pebrianti

NIM.08021382025089

ABSTRACT

One of the areas in South Sumatra that has geothermal manifestations is Penindaian Village, located in Semende Darat Laut District, Muara Enim Regency. This area has not been well managed by the government or local residents. This research aims to identify fracture zones around the geothermal manifestation area in Penindaian Village. The existing manifestations are in the form of hot springs and hot mud using two methods, the two-dimensional type resistance method with dipole-dipole electrode configuration and the geochemical method. The two-dimensional type resistance method with dipole-dipole electrode configuration is used to determine the subsurface fracture zone. The results show that on track 1 there is a fracture zone at a depth of 0.398 to 9.32 metres with a resistivity range of 26.2-165 Ω m. This fracture pattern indicates a fluid flow path from depth to surface. On track 2, no significant fracture zones were found because the cross-section results did not show a fracture pattern from the bottom to the surface. Geochemical methods were used to determine the nature and origin of the fluid filling the fractures. The analysis shows that the fluid filling the fractures in the study area is an outflow chloride (Cl) fluid, with higher chloride content. The reservoir temperature in the study area is low, around 123.43°C.

Keywords: Keywords: Geochemistry, Dipole-Dipole Electrode Confinement, Geothermal, Fractures, Geoelectric Resistivity.

Indralaya 25 juli 2024

Pembimbing II

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

Pembimbing I

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

ABSTRAK

Salah satu daerah di Sumatra Selatan yang memiliki manifestasi panas bumi adalah Desa Penindaian, yang terletak di Kecamatan Semende Darat Laut, Kabupaten Muara Enim. Daerah ini belum dikelola dengan baik oleh pemerintah atau warga setempat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi zona rekahan di sekitar area manifestasi panas bumi di Desa Penindaian manifestasi yang ada berupa mata air panas dan lumpur panas dengan menggunakan dua metode, metode tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi elektroda dipole-dipole dan metode geokimia. Metode tahanan jenis dua dimensi dengan konfigurasi elektroda dipole-dipole digunakan untuk mengetahui zona rekahan di bawah permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lintasan 1 terdapat zona rekahan pada kedalaman 0,398 hingga 9,32 meter dengan rentang tahanan jenis 26,2-165 Ω m. Pola rekahan ini mengindikasikan adanya jalur aliran fluida dari kedalaman ke permukaan. Pada lintasan 2, tidak ditemukan zona rekahan signifikan karena hasil penampang lintasan tidak menunjukkan pola rekahan dari bawah ke permukaan. Metode geokimia digunakan untuk menentukan sifat dan asal fluida yang mengisi rekahan. Analisis menunjukkan bahwa fluida yang mengisi rekahan di daerah penelitian adalah fluida klorida (Cl) yang bersifat *outflow*, dengan kadar klorida yang lebih tinggi. Suhu reservoir di daerah penelitian tergolong rendah, yaitu sekitar 123,43 °C.

Kunci: Geokimia, Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole, Panas Bumi, Rekahan, Tahanan Jenis Geolistrik.

Indralaya 25 juli 2024

Pembimbing II

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

Pembimbing I

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 19700910199412100

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan kerja yang berjudul : **“Identifikasi Zona Rekahan Di Sekitar Manifestasi Panas Bumi Menggunakan Metode Tahanan Jenis 2D Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole Dan Metode Geokimia 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 sangat menyadari dalam penulisan dan penyusunan skripsi tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna karena keterbatasan wawasan serta pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis memohon kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan ini. Dengan adanya skripsi tugas akhir ini, diharapkan dapat memberikan masukan dan informasi yang bermanfaat bagi semua.

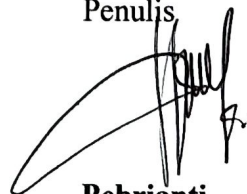
Secara khusus, dalam kesempatan ini izinkan penulis mengantarkan ucapan terimakasih yang tidak terhingga, untuk bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si.,M.T dan Prof. Dr.Muhammad Irfan, M.T selaku dosen pembimbing, terimakasih telah mengantarkan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Dan penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Elvis dan ibu Yati yang selalu mengusahakan Pendidikan terbaik untuk penulis serta kakak dan adik tercinta (Meta Soraya, Desi Putri dan Rio Akbar) yang selalu senantiasa mendoakan, memberi semangat, dukungan, motivasi, perhatian secara moral atau material sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan semangat.
2. Dr.Dedi Setiabudidaya, M.Sc selaku Dosen penguji yang selalu membantu support agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Dr. Manik Ariani S.Si., M.Si selaku Dosen penguji yang selalu membantu support agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Ibu Erni S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang membantu memberikan saran dalam tugas akhir penulis.

5. Seluruh bapak dan ibu dosen di jurusan fisika telah memberikan ilmu dan motivasi kepada penulis selama kuliah di jurusan fisika fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam.
6. Admin jurusan yang telah membantu dalam pengurusan berkas -berkas dari awal penelitian sampai tugas akhir selesai.
7. Tim penelitian panas bumi (Ayu Anugrah Ningsih, Rio Oktaviansa dan Aleandro) sebagai teman seperjuangan yang selalu membantu mulai dari awal penentuan skripsi, turun kelapangan untuk pengambilan data sampai tugas akhir selesai dengan baik dan lancar.
8. Riska, Danah, Yulia dan Aurel sebagai sahabat yang selalu mendukung penulis dari awal tes masuk perkuliahan sampai penulis menyelesaikan tugas akhir.
9. Khoirunnisa, Tiara Harlianti dan Nadia Amelia sebagai sahabat dari awal maba sampai sekarang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
10. Hevi, Pian, Wulan, Ayu Intan, Nadia, Maya, Angel, Jafri dan Artha sebagai orang yang selalu mau direpotkan oleh penulis dalam situasi apa pun.
11. Okta, Alya, Dini, Daffa, Yeni dan Yoga sebagai orang yang sukarela membantu dan mengingatkan hal-hal kecil pada saat penulis mengerjakan tugas akhir.
12. Tim geolistrik (Bang Aldi, Riko dan Raka), terimakasih telah membersamai saat pengambilan data sampai selesai.
13. Seluruh Antarik yang telah membersamai penulis dari awal perkuliahan sampai selesai.
14. Tak lupa saya mengucapkan terimakasih kepada diri saya sendiri yang sudah bertahan sampai sejauh ini.

Indralaya, 24 Juli 2024

Penulis,



Pebrianti

NIM. 08021382025089

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum Daerah Penelitian.....	4
2.2 Panas Bumi.....	5
2.2.1 Manifestasi Panas Bumi	6
2.2.2 Zona Rekahan.....	7
2.3 Metode Geolistrik Tahanan Jenis.....	7
2.3.1 Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole	9
2.4 Metode Geokimia.....	10
2.4.1 Jenis Fluida.....	11
2.4.2 Asal Fluida	12
2.4.3 Suhu Reservoir	14
2.5 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Peralatan yang Digunakan.....	18
3.2.1 Alat dan Bahan.....	18
3.2.2 Perangkat Lunak (<i>Perangkat lunak</i>)	19

3.3	Akuisisi Data.....	19
3.5	Pengolahan Data.....	20
3.6	Interpretasi dan Analisis.....	21
3.8	Diagram Alir	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		24
4.1	Metode Geolistrik Tahanan Jenis Dua Dimensi Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole	24
4.1.1	Lintasan Satu	24
4.1.2	lintasan dua.....	27
4.2	Metode Geokimia.....	28
4.5.1	Jenis Fluida.....	28
4.5.2	Asal Fluida	30
4.5.3	Hasil Suhu Reservoir.....	31
BAB V PENUTUP.....		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran.....	33
LAMPIRAN.....		38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Geologi Muara Enim	4
Gambar 2.2 Sistem Panas Bumi	6
Gambar 2.3 Konfigurasi elektroda dipole-dipole	9
Gambar 2.4 Pengaturan Elektroda Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole	10
Gambar 2.5 Diagram Ternary Cl – SO ₄ – HCO ₃	11
Gambar 2.6 Diagram Ternary Cl – Li – B	13
Gambar 2.7 Diagram Ternary Na – K – Mg.....	14
Gambar 3.1 Peta Administratif	17
Gambar 4.1 Hasil Penampang Lintasan Satu	24
Gambar 4.2 Hasil Topografi Lintasan Satu	24
Gambar 4.3 Sketsa Model Pelapisan Awal Sebelum Terjadi Rekahan	25
Gambar 4.4 Sketsa Model Perlapisan setelah adanya Rekahan	25
Gambar 4.5 Model Topografi yang Modifikasi.....	26
Gambar 4.6 Hasil Penampang Lintasan Dua.....	27
Gambar 4.7 Hasil Lintasan Topografi Dua	27
Gambar 4.8 Diagram Ternary Cl-SO ₄ -HCO ₃	29
Gambar 4.9 Diagram Ternary Cl-Li-B	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Tahanan jenis Material	8
Tabel 2.2 Klasifikasi Suhu Reservoir	14
Tabel 4.1 Hasil Uji Sampel Di Laboratorium	28
Tabel 4.2 Nilai Cl-SO ₄ -HCO ₃	29
Tabel 4.3 Nilai Cl-Li-B	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki sumber daya panas bumi yang sangat besar. Sebagai negara dengan potensi energi panas bumi sekitar 40% cadangan panas bumi dunia, potensi energi ini sangat penting untuk dikembangkan dalam rangka memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Berdasarkan data dari Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) per Desember 2020, total potensi energi panas bumi Indonesia diperkirakan mencapai 23,7 (GW) dengan potensi yang ada di Sumatera Selatan 146,2 MW (ESDM, 2024). Salah satu daerah di Sumatera Selatan yang memiliki manifestasi panas bumi adalah Desa Penindaian yang terletak di Kecamatan Semende Darat Laut Kabupaten Muara Enim, yang mana masih belum dikelola dengan baik oleh pemerintahan atau pun warga setempat.

Dalam menentukan sistem panas bumi yang ideal salah satunya mengidentifikasi zona rekahan, dengan adanya zona rekahan kita dapat mengetahui bentuk rekahan dan fluida dalam rekahnya. Serta dapat mengetahui lokasi yang teridentifikasi zona *upflow* atau zona *outflow*. Salah satu metode geofisika yang umum digunakan untuk mengidentifikasi zona rekahan adalah metode geolistrik tahanan jenis. Untuk mengetahui perubahan distribusi *rho* secara vertikal dan horizontal pada metode tahanan jenis dapat menggunakan tahanan jenis dua dimensi. Konfigurasi elektroda dipole-dipole, pada prinsipnya memiliki keunggulan eksperimental yang dapat menutup beberapa kelemahan konfigurasi schlumberger dan wenner, terutama kebutuhan pemasangan kabel serta waktu yang diperlukan untuk mengubah jarak spasi yang relatif pendek (Rhesdeantia et al., 2017). Metode geolistrik tahanan jenis hanya menampilkan bentuk rekahan, untuk mengetahui zona *outflow* pada area manifestasi panas bumi dibutuhkan juga metode geokimia (Alfalah et al., 2023).

Dari uraian di atas maka judul yang diambil dalam penelitian ini adalah identifikasi zona rekahan di sekitar manifestasi panas bumi menggunakan metode tahanan jenis 2d konfigurasi elektroda dipole-dipole dan metode geokimia Desa Penindaian Kecamatan Semende Darat Laut Kabupaten Muara Enim.

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana identifikasi zona rekahan di sekitar manifestasi panas bumi dengan menggunakan metode tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi elektroda dipole-dipole?
2. Bagaimana identifikasi zona rekahan dengan menggunakan metode geokimia?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. a). Penelitian ini memfokuskan pada penentuan zona rekahan dengan menggunakan distribusi tahanan jenis rendah terhadap (ρ) sekitarnya dan batuan porous *permeable* (Dona & Putra, 2016).
b). Identifikasi zona rekahan dilakukan melalui analisis data geolistrik tahanan jenis 2D dengan konfigurasi elektroda dipole-dipole.
2. a). Asal fluida ditentukan berdasarkan identifikasi zona *upflow* dan *outflow*.
b). Parameter yang diukur mencakup data air panas, meliputi 10 Unsur dan Senyawa: HCO_3 , SO_4 , Cl, Li, B, Na, K, Mg, Ca, SiO_2 .

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi zona rekahan di sekitar area manifestasi panas bumi pada lokasi penelitian di Desa Penindaian dengan menggunakan metode tahanan jenis 2 dimensi konfigurasi elektroda dipole-dipole.
2. Mengidentifikasi zona rekahan di sekitar area manifestasi panas bumi pada lokasi penelitian di Desa Penindaian dengan menggunakan metode geokimia.

1.5 Manfaat Penelitian

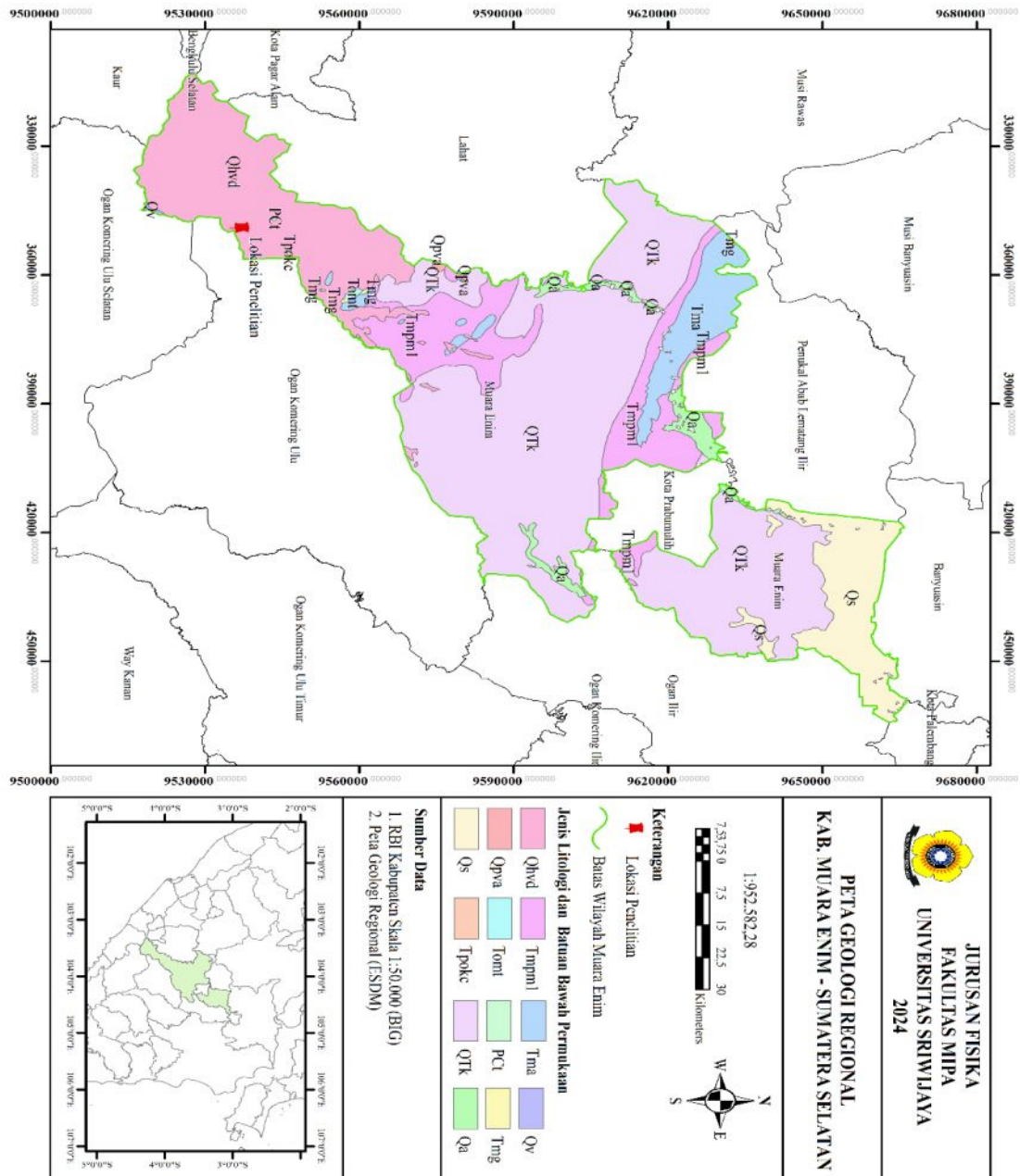
Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Diharapkan dapat memberikan informasi terkait kondisi litologi daerah berdasarkan pengukuran tahanan jenis 2D Konfigurasi elektroda dipole-dipole.
2. Diharapkan hasil penelitian dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Daerah Penelitian

Berikut merupakan peta geologi regional di Kabupaten Muara Enim yang dapat dilihat pada Gambar 2. 1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Peta Geologi Muara Enim (Webgis ESDM ,2020).

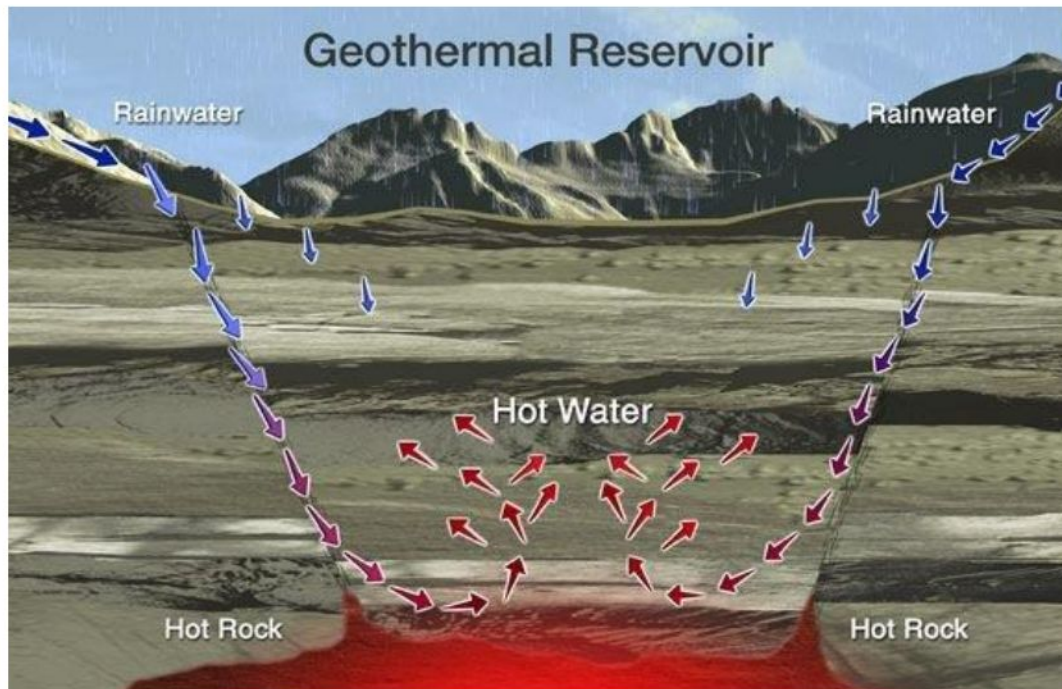
Dari gambar 2.1 dapat dilihat bahwa formasi batuan yang ada di daerah Muara Enim memiliki formasi Granit (Jgr) dan Formasi Gumai (Tmg), yang masih

berhubungan dengan Formasi Muara Enim (Tmpm) dan Formasi Air Benakat (Tma). Secara umum, Qa, Qar, Qav, Qhv, Qhvj, Qhvsg, Qhvp merupakan singkatan untuk formasi-formasi batuan sedimen yang mencakup berbagai jenis batuan seperti pada Gambar 2.1 di mana Qa (pasir, lanau dan lempung), Qs (lumpur, lanau, dan pasir), Qhv (breksi gunung api, lava dan tuf), Qrv (tuf yang bersifat dasit), Qvpa (batuan beku), dan QTk (tuf,tuf pasiran,dan batupasir tufan yang mengandung batuapung) Qhv (tuff dan basalt) desa penindaian kecamatan semende darat laut berada di formasi Muara Enim (Tmpm) dengan litologi batuan Qhv(p) yang memiliki dua litologi tuff dan basalt (S.gafoer et al., 1986).

2.2 Panas Bumi

Secara umum panas bumi merupakan energi panas yang terdapat di dalam bumi secara alami dan dapat digunakan sebagai sumber energi. Panas bumi biasanya berasosiasi dengan jalur vulkanik dan magma dangkal, yang kemudian membentuk suatu sistem yang disebut sistem panas bumi (*Geothermal System*), menurut Goff dan Janik (2000) komponen sistem panas bumi termasuk reservoir batuan, fluida dan sumber panas (Rachmawati et al., 2019).

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa sistem panas bumi terdiri dari sejumlah param kebumihan, termasuk sumber panas, reservoir, batuan penudung, sumber fluida dan siklus hidrologi. Air hujan (*rain water*) merembes ke dalam tanah melalui saluran pori-pori atau rongga-rongga di antara butir-butir batuan, sehingga air dengan mudah menerobos turun ke batuan panas (*hot rock*). Akibatnya suhu air meningkat, volumenya meningkat serta tekanan meningkat. Air panas naik ke atas melalui retakan, celah, dan pori-pori yang berhubungan di permukaan karena tekanan yang terus meningkat. Konduksi panas melalui batuan padat dan konveksi dalam sirkulasi fluida menentukan suhu permukaan bumi yang terus meningkat seiring dengan kedalaman posisi di bawah permukaan (Ukhti, 2021).



Gambar 2.2 Sistem Panas Bumi (Ukhti, 2021).

Dalam suatu sistem panas bumi, terdapat zona *upflow* dan *outflow*. Zona *upflow* adalah zona potensi panas bumi dengan permeabilitas dan gradien suhu bawah permukaan yang lebih tinggi dari pada zona *outflow*. Zona *outflow* adalah zona tempat aliran fluida panas bumi mengalir secara *lateral* (Syabi et al., 2019).

2.2.1 Manifestasi Panas Bumi

Manifestasi panas bumi terjadi ketika fluida yang berasal dari daerah *recharge* yang naik ke permukaan melalui *upflow* dan *outflow*. Fluida melewati batuan, mengubah komposisi mineralnya, menghasilkan mineral ubahan. Kemudian, fluida naik ke permukaan melalui rekahan batuan dan berubah menjadi air panas atau uap air (Ukhti, 2021). Manifestasi permukaan merupakan segala bentuk, rupa, gejala, dan aktivitas kebumihan di permukaan yang menunjukkan kemungkinan adanya panas bumi di area tersebut (Sumotarto, 2015).

Manifestasi panas bumi berkaitan dengan struktur seperti rekahan batuan, sesar, atau bidang kontak antar jenis batuan. Daerah produktif reservoir panas bumi dapat diidentifikasi dengan melihat pola sesar dan zona rekahan. Dalam eksplorasi panas bumi, bidang sesar yang permeabel digunakan sebagai target. Fluida panas mengalir melalui zona rekahan dan sesar berinteraksi dengan batuan di sekitarnya, menciptakan pola kelurusan (Kurnianto et al., 2021).

2.2.2 Zona Rekahan

Zona rekahan adalah komponen kunci dalam sistem panas bumi karena mereka menyediakan jalur *permeabel* yang memungkinkan migrasi fluida panas dari kedalaman bumi ke permukaan (Nurohman et al., 2016). Terdapat tiga klasifikasi rekahan yaitu rekahan tektonik akibat aktivitas tektonik terdapat dua jenis rekahan karena patahan (*fault*) dan rekahan karena lipatan (*fold*). Rekahan kontraksi Terjadi karena pengurangan volume batuan, disebabkan oleh gradien panas atau perubahan fase mineral dan terakhir rekahan permukaan Terjadi karena erosi atau perubahan cuaca di permukaan (Jaya1 et al, 2017).

2.3 Metode Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik tahanan jenis menggunakan sifat kelistrikan (*electricity*) dari lapisan batuan dan mineral bumi yang dapat dideteksi di dalam dan di permukaannya. Cara kerja metode ini adalah dengan menginjeksikan arus listrik ke permukaan bumi, kemudian mengukur perbedaan potensial di antara dua elektrode potensial. Pada kondisi tertentu, pengukuran bawah permukaan dengan arus yang tetap akan menghasilkan variasi beda tegangan (Agussalim, 2019).

Metode ini berguna untuk mengidentifikasi persebaran tahanan jenis bawah permukaan yang akan diinterpretasikan untuk mengumpulkan data geologi bawah permukaan. Metode ini menggunakan konsep dasar dari hukum *Ohm*, yang menunjukkan hubungan antara tegangan *V* pada penghantar dan arus *I* berinteraksi satu sama lain (Asri, 2007).

$$V= I.R \tag{2.1}$$

Keteranga; *R* : Resistansi (Ω)
 I : Kuat arus (A)
 V : Tegangan (V)

Studi hambatan listrik dalam geofisika melibatkan aliran arus listrik melalui medium bawah permukaan yang terdiri dari lapisan bahan dengan tahanan jenis berbeda-beda. Tahanan jenis bahan adalah ukuran seberapa baik bahan menghambat aliran listrik. Semakin besar tahanan jenis batuan, semakin sulit aliran listrik melaluinya (Aisyah Dewi Rulyadi, 2021). Nilai tahanan jenis material dapat dilihat melalui Tabel 2.1 di bawah ini :

Tabel 2.1 Nilai Tahanan jenis Material (Telford et al., 1990).

Material	Tahanan jenis (Ωm)
Pirit (<i>Pyrite</i>)	0.01 – 100
Kwarsa (<i>Quartz</i>)	500 – 800000
Kalsit (<i>Calcite</i>)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Garam Batu (<i>Rock Salt</i>)	$3 - 1 \times 10^{13}$
Gramit (<i>Granite</i>)	200 – 100000
Basalt	200 – 10000
Gamping (<i>Limestone</i>)	500 - 10000
Batu Pasir (<i>Sandstone</i>)	200 – 8000
Batu Tulis (<i>Shales</i>)	20 – 2000
Batuan Tuff	20 - 100
Pasir (<i>sand</i>)	1 -1000
Lempung (<i>Clay</i>)	1 – 100
Air Tanah (<i>Ground Water</i>)	0.5 – 300
Air Asin (<i>Sea Water</i>)	0.2
Magnetik (<i>Magnetic</i>)	0.01 - 1000
Kerikil Kering (<i>Dry Gravel</i>)	600 – 10000
Aluvium (<i>Alluvium</i>)	10 – 800
Kerikil (<i>Gravel</i>)	100 – 600

Metode geolistrik tahanan jenis menggunakan arus listrik searah yang diinjeksikan melalui dua elektroda arus ke dalam bumi. Kemudian dua elektroda potensial di lokasi lain mengamati perbedaan potensial yang terbentuk. Beda potensial dapat diukur dengan volt, tahanan jenis batuan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.2)$$

Keterangan

ρ_a : Tahanan jenis semu (Ωm)

ΔV : Beda potensial (V)

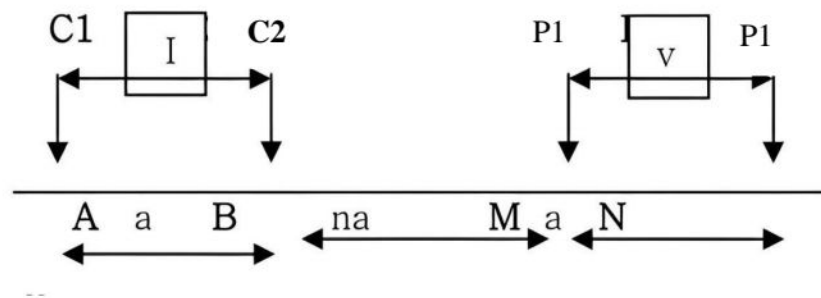
I : Kuat arus (A)

K : Faktor geometri

2.3.1 Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole

Prinsip dasar metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi elektroda dipole-dipole dengan mengalirkan arus langsung (DC) atau arus searah yang ditangkap oleh elektroda untuk memberikan informasi tentang nilai tahanan jenis batuan bawah permukaan. Perbedaan tahanan jenis yang dihasilkan oleh potensial kemudian diolah menjadi informasi batuan dan dapat digunakan untuk menentukan keberadaan patahan atau struktur geologis (Suntoko and Wicaksono, 2017).

Konfigurasi elektroda dipole-dipole digunakan karena sensitif terhadap perubahan vertikal dan horizontal (*lateral*) dari suatu horison perlapisan batuan. Elektroda arus diletakkan terpisah satu sama lain tergantung pada kedalaman interpretasi. Dalam konfigurasi elektroda *dipole-dipole*, elektroda arus dan potensial terpisah dengan jarak a dan elektroda arus dan potensial bagian dalam terpisah sejauh na , dengan n adalah bilangan bulat. Variasi n digunakan untuk mencapai berbagai kedalaman. Skema konfigurasi elektroda *dipole-dipole* dapat dilihat pada Gambar 2.3, di mana n adalah bilangan bulat, dan semakin besar n maka semakin banyak kedalaman yang diperoleh. Anomali nilai tahanan jenis menunjukkan indikasi patahan (Suntoko & Wicaksono, 2017).



Gambar 2. 3 Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole

(Suntoko & Wicaksono, 2017).

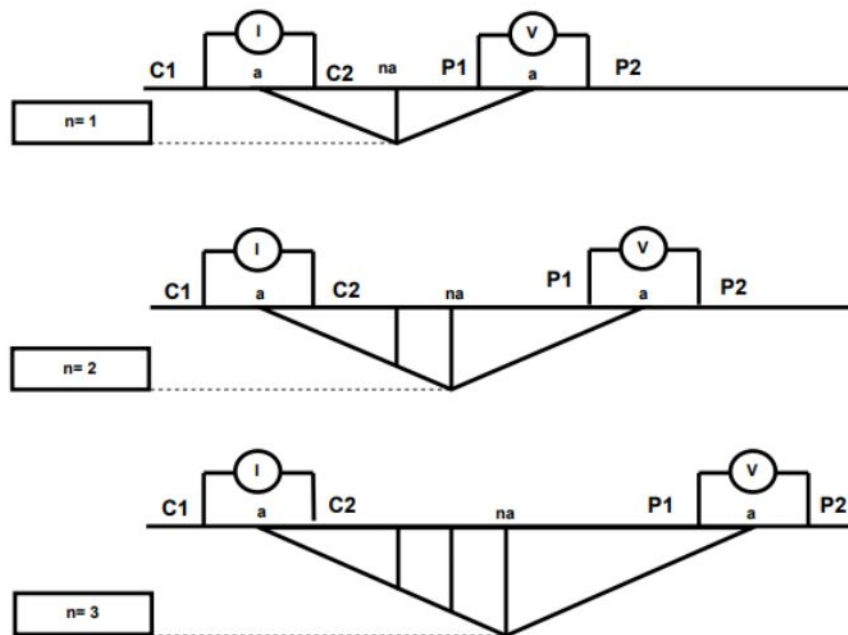
Keterangan

C1C2	: elektroda arus	a	: spasi elektroda
MN	: Jarak elektroda potensial	I	: kuat arus listrik (mA)
P1P2	: elektroda potensial	n_a	: Jarak antar <i>dipole</i>
AB	: Jarak elektroda arus	V	: beda potensial (mV)

Faktor geometri pada konfigurasi elektroda *dipole-dipole*:

$$K = \pi n_a(2 + n)(1 + n) \quad (2.3)$$

Perpindahan posisi elektroda atau elektrode pengatur, konfigurasi elektroda *dipole-dipole* menggunakan dua pasangan elektroda terpisah sejauh “na” dan memiliki spasi di antara elektroda sebesar “a” seperti Gambar 2.4



Gambar 2.4 Pengaturan Elektroda Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole
(Suntoko & Wicaksono, 2017).

2.4 Metode Geokimia

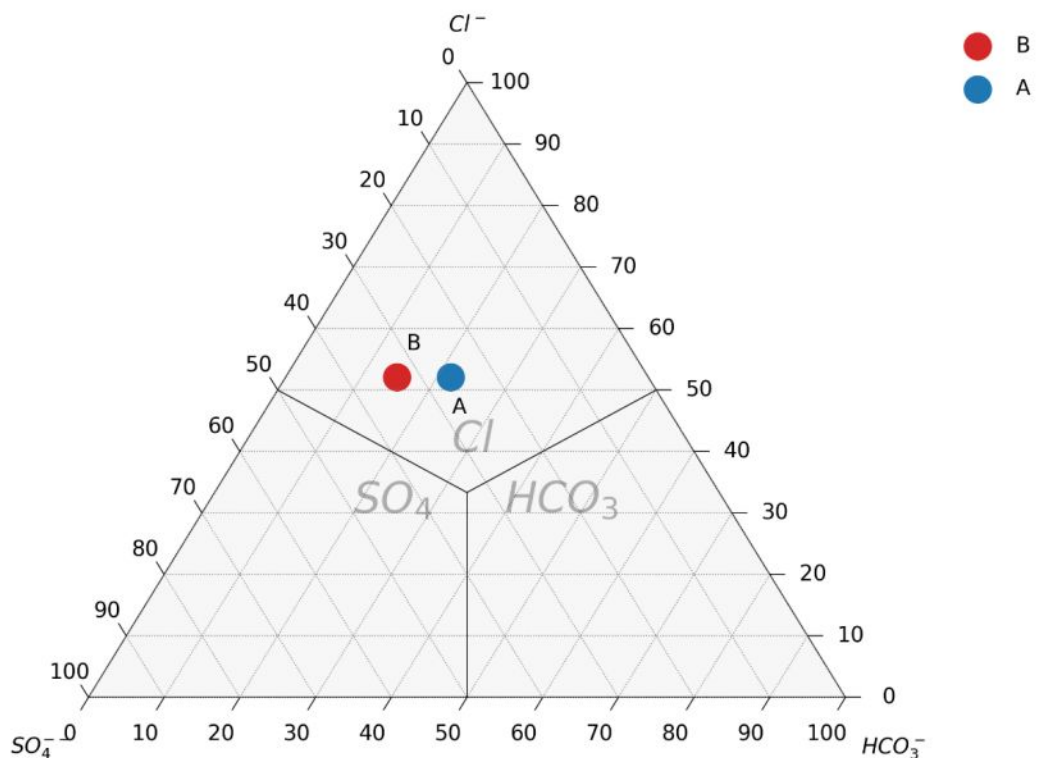
Geokimia panas bumi adalah ilmu tentang komposisi kimia fluida panas bumi. Tujuannya dalam eksplorasi panas bumi adalah untuk mengetahui dan mengkaji kemungkinan pengembangan sumber daya panas bumi. Data kimia yang digunakan adalah data isotop dan data kimia dari manifestasi panas bumi (Zul Widyatama, 2014).

Dalam geokimia terdapat param pengukuran diantaranya geoindikator dan geotermom, metode geoindikator digunakan untuk mengidentifikasi zona *upflow* dan *outflow* pada sistem panas bumi serta aliran air panas. Parameter ini menggunakan dua jenis unsur *tracer*, yang merupakan larutan non-reaktif (misalnya, klorida dan boron) dan larutan reaktif yang menunjukkan proses yang terjadi di reservoir (misalnya, natrium dan kalium) (Ikra et al., 2019). *Geothermal*

merupakan salah satu param untuk mengukur tingkat kepanasan air di daerah sumber air panas. Metode lain untuk digunakan dengan menggunakan persamaan yang telah ditetapkan tergantung pada unsur-unsur yang ada di dalam air (Ukhti, 2021).

2.4.1 Jenis Fluida

Komponen anion seperti Cl^- , SO_4 , dan HCO_3 dapat digunakan untuk menginterpretasi kondisi dan proses yang terjadi di dekat permukaan (kurang dari 1 km) karena anion adalah zat terlarut yang paling banyak ditemukan dalam jenis fluida panas bumi. Kadar klorida rendah pada air dari mata air panas (yang tidak menunjukkan karakteristik uap-panas) menunjukkan bahwa air berasal langsung dari reservoir, tanpa pencampuran atau pendinginan secara konduksi. Konsentrasi klorida tinggi dalam mata air menunjukkan bahwa air berasal langsung dari reservoir. Namun, konsentrasi 1000 mg/kg biasanya terjadi pada klorida-jenis air, meskipun konsentrasi dapat berkisar dari 10 hingga 100.000 mg/kg (Ukhti, 2021).



Gambar 2.5 Diagram Ternary $\text{Cl}^- - \text{SO}_4 - \text{HCO}_3$ (Ukhti, 2021).

Dengan persamaan metode geoindikator sebagai berikut ;

$$ScCl + cSO_4 + cHCO_3 \quad (2.4)$$

$$\% Cl = (100 cCl)/S \quad (2.5)$$

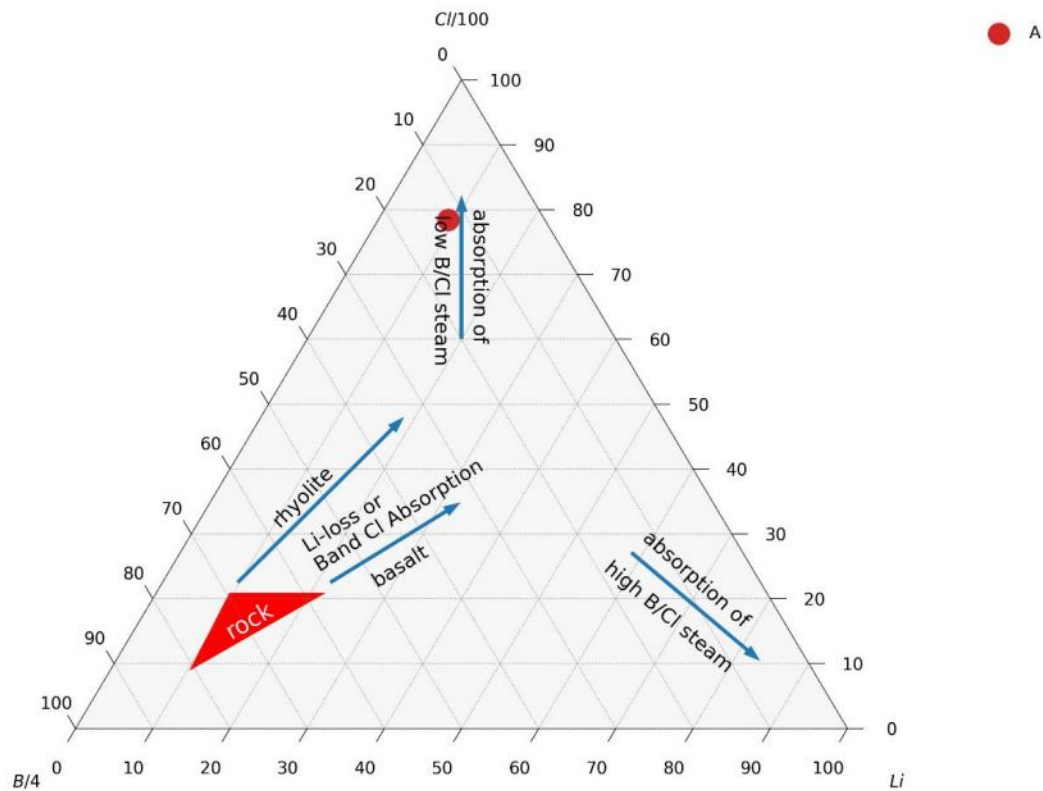
$$\% HCO_3 = (100 cHCO_3)/S \quad (2.6)$$

Dengan c adalah konsentrasi dalam mg/L atau dalam ppm

2.4.2 Asal Fluida

Perbandingan relatif B dan Cl untuk fluida-fluida dengan asal usul yang sama biasanya tetap. B dan Cl dapat digunakan untuk menilai proses pengenceran dan pendidihan. Pada suhu tinggi (lebih dari 400 °C), klorida ditemukan sebagai HCl dan B sebagai H₃BO₃; keduanya bersifat tidak stabil dan mudah bergerak pada fase uap. Jika fluida pendingin, B tetap pada fase uap dan Li bergabung dengan larutan. Qz, klorit, dan min lempung sering menyerap Li. Akibatnya, pada zona outflow rasio B/Li tinggi, upflow rasio B/Li rendah (Ukhti, 2021)

Komponen diagnostik adalah B (boron) dalam bentuk H₃BO₃ atau HBO₂. Rasio B/Cl sering digunakan untuk memprediksi asal-usul fluida. Air klorida yang berasal dari mata air atau sumur biasanya mengandung 10 hingga 50 ppm B. Kandungan B yang sangat tinggi, hingga ratusan ppm, biasanya dikaitkan dengan sistem panas bumi dengan batuan sedimen yang kaya zat organik atau evaporit (Ukhti, 2021).



Gambar 2.6 Diagram Ternary Cl – Li – B (Ukhti, 2021).

Hingga kedalaman sekitar 5 km, kandungan relatif Cl, Li, dan B dapat menunjukkan kondisi di bawah permukaan. Jenis manifestasi, termasuk *upflow* dan *outflow*, dapat diidentifikasi dengan menggunakan pengeplotan pada diagram segitiga Cl-Li-B yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Kemudian perbandingan B/Cl dapat digunakan sebagai ukuran kesamaan reservoir (Ukhti, 2021).

Dengan persamaan metode geoindikator sebagai berikut ;

$$S = \frac{cCl}{100} + cLi + \frac{cB}{4} \quad (2.7)$$

$$\% Cl = \frac{cCl}{S} \quad (2.8)$$

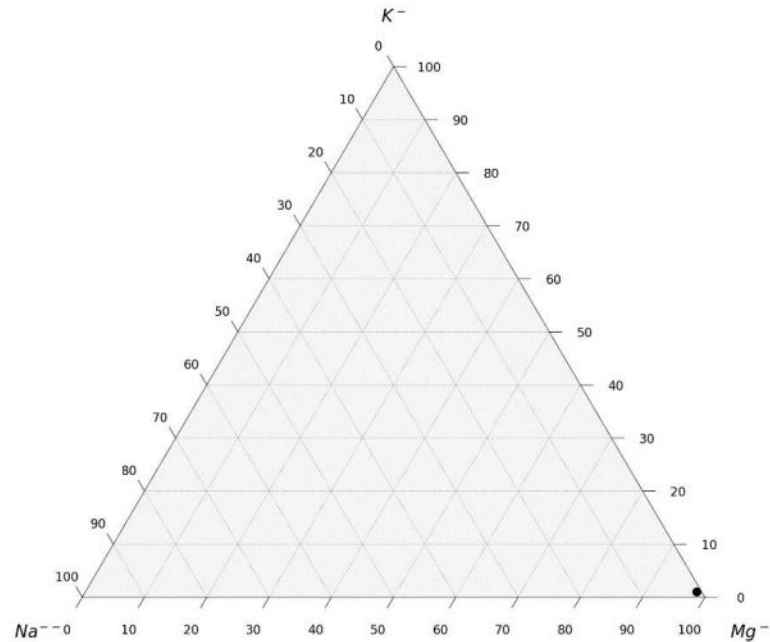
$$\% Li \left(\frac{li}{S}\right) 100 \quad (2.9)$$

$$\% B = 25 \frac{cB}{S} \quad (2.10)$$

Dengan c adalah konsentrasi dalam mg/L atau ppm (Arikalang et al., 2022).

2.4.3 Suhu Reservoir

Dalam penentuan suhu reservoir dapat dilakukan dengan menggunakan diagram ternary Na-K-Mg dan juga dapat dihitung dengan persamaan metode geotermometer. Salah satu persamaan geotermometer Na-K-Ca-Mg-SiO₂ yang sering digunakan adalah geotermometer persamaan 2.10 (Dona & Putra, 2016).



Gambar 2.7 Diagram Ternary Na – K – Mg (Ukhti, 2021).

Dengan persamaan metode geotermometer (Na-K-Ca-Mg-SiO₂) sebagai berikut;

$$t (^{\circ}\text{C}) = \frac{510,15}{\text{Log} \left(\frac{[\text{Na}]}{[\text{K}]} \right)^{0,2984} + \beta \left(\frac{[\text{Ca}]^{1/2}}{[\text{Na}]} \right)^{0,0115} + \left(\frac{[\text{Mg}]}{[\text{Na}]^2} \right)^{0,3387} + \left(\frac{[\text{SiO}_2]}{[\text{Na}]^2} \right)^{0,6981}} - 273,15 \quad (2.10)$$

Suhu reservoir diklasifikasikan menjadi tiga kategori: rendah, sedang, dan tinggi.

Tabel 2.2 Klasifikasi Suhu Reservoir (Hochstein, 1990)

Klasifikasi	Suhu
Suhu reservoir rendah	<125°C
Suhu reservoir sedang	125°C – 225 °C
Suhu reservoir tinggi	>225°

2.5 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait dengan penelitian ini, yang dilakukan oleh Zulwidyatama (2014) dengan menggunakan metode analisis geokimia. Hasil penelitian ini dapat mengklasifikasikan karakteristik mata air panas di daerah penelitian dan nilai potensi panas bumi berdasarkan perhitungan dengan konsep *heat loss* konveksi adalah 48,2 MWe, sedangkan nilai potensi sumber daya hipotetik berdasarkan perhitungan dengan metode volumetrik adalah 469,4 Mwe.

Dalam penelitian Fitriah et al (2015) dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lapisan terdiri dari zona filter (pasir) dan zona transisi (batu pasir). Zona filter terletak di bagian bawah garis putus-putus, dan zona transisi terletak di bagian atas garis putus-putus. Nilai tahanan jenis yang dihasilkan dari pengolahan data dibagi menjadi tiga kategori: tahanan jenis rendah ($\leq 9,57 \Omega\text{m}$) menunjukkan lapisan zona transisi yang berupa batu pasir tetapi mengandung air; tahanan jenis sedang (antara $9,57 \Omega\text{m}$ dan $320 \Omega\text{m}$) menunjukkan lapisan zona transisi yang berupa batu pasir, dan tahanan jenis tinggi (antara $9,57 \Omega\text{m}$ dan $320 \Omega\text{m}$).

Dalam penelitian Farras (2019) dengan menggunakan metode konfigurasi elektroda dipole-dipole. Hasil dari penelitian ini menghasilkan inversi dengan rentang nilai tahanan jenis dari $0,18 \Omega\text{m}$ hingga $58,78 \Omega\text{m}$, dengan nilai Abs. error 3,2 %. Nilai tahanan jenis rendah $0,2 \Omega\text{m}$ hingga $4 \Omega\text{m}$ ditunjukkan dengan warna biru tua pada penampang dua dimensi, nilai tahanan jenis sedang $4 \Omega\text{m}$ hingga $30 \Omega\text{m}$ dan nilai tahanan jenis tinggi $4 \Omega\text{m}$ hingga $30 \Omega\text{m}$.

Dalam penelitian Basid et al (2014) dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi elektroda dipole-dipole dan potensial diri (*self potential*). Hasil penelitian ini menggunakan elektroda pot berpori untuk mengidentifikasi aliran fluida panas bawah permukaan di wilayah lombang batang-batang kabupaten Sumenep menunjukkan bahwa metode ini tidak menemukan sistem panas bumi. Tidak ada aktivitas vulkanik yang menyebabkan panas di sumber mata air panas tetapi disebabkan oleh tatanan geologi daerah setempat (*geopressured system*). Pada hasil metode SP nilai tertinggi diperoleh adalah 90 mV, nilai terendah adalah -100 mV, dan nilai rata-rata adalah 0,47 mV. Peta kontur isopotensial yang

diperoleh menunjukkan bahwa daerah penelitian adalah zona konduktif, mungkin karena mineral sulfida ditemukan dalam fluida panas.

Dalam penelitian Nur *et al* (2022) dengan menggunakan metode konfigurasi elektroda dipole-dipole. Hasil dari penelitian ini, pengukuran pada geolistrik 2D dan inversi data penampang, daerah penelitian terdiri dari empat kelas nilai tahanan jenis. Lapisan akuiter terdiri dari lapisan pasir lempungan dan lempung pasiran, tahanan jenis sedang dengan litologi 8-25 Ω .m dengan litologi pasir tufan, tahanan jenis sedang dengan litologi 26-50 Ω .m dengan litologi pasir tufan, dan tahanan jenis tinggi 01. dengan tahanan jenis berkisar 51-800 Ω .m berupa litologi pasir. Akuifer yang berkembang, yang merupakan akuifer semi tertekan dan dangkal, dapat ditemukan pada kedalaman antara 7 dan 54 m di bawah permukaan, terdiri dari litologi pasir dengan tahanan jenis berkisar 51-800 Ω .m.

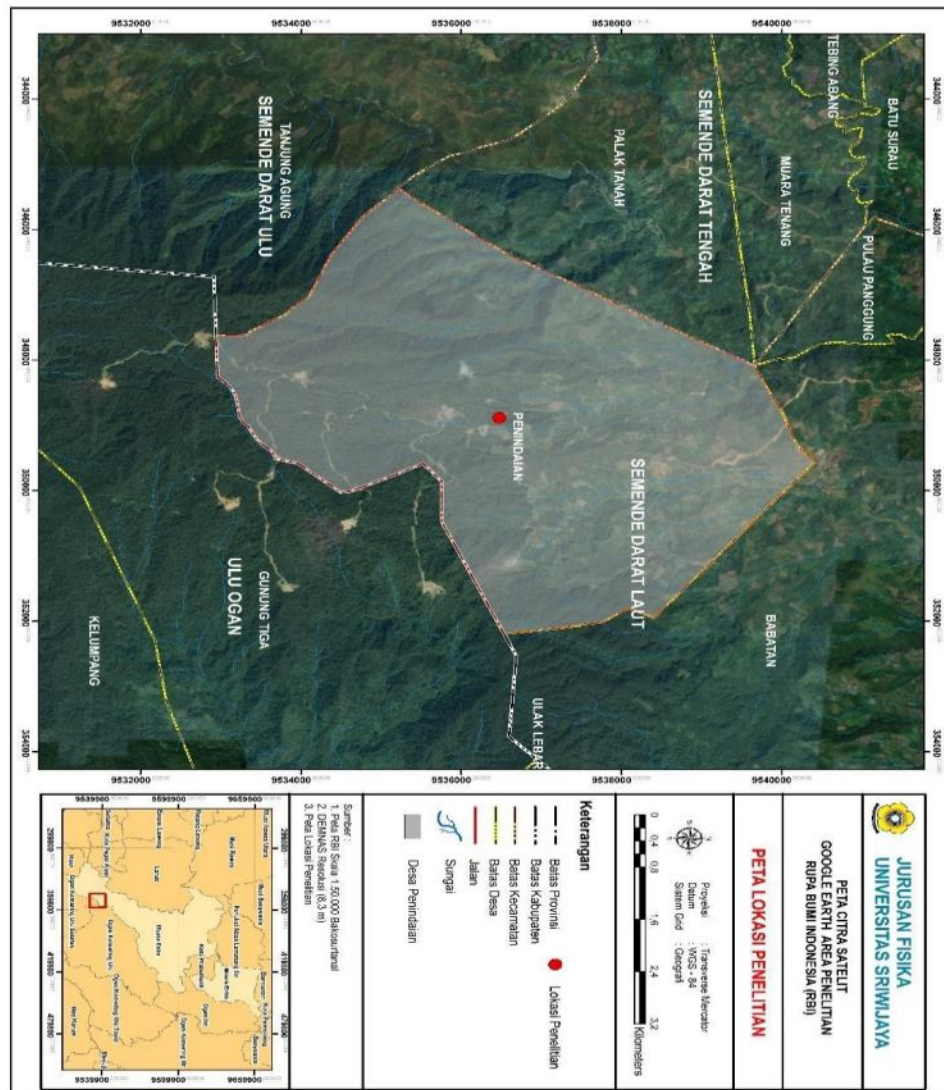
Dalam penelitian (Virgo *et al.*, 2023) dengan menggunakan metode geoindikator dan geothermometer. Hasil dari penelitian analisis geokimia air, air geothermal Penantian memiliki komposisi sulfat dan karbonat. Ini menunjukkan bahwa air panas yang berasal dari sumber panas dan gunung berapi berada di bawah permukaan tidak terlalu dalam. Meskipun demikian, suhu reservoir diperkirakan lebih dari 300°C.

Dalam penelitian (Alfalah *et al.*, 2023) dengan menggunakan metode geokimia fluida. Hasil ditemukan dua jenis fluida panas: air klorida dan air asam sulfat. Air klorida ditemukan di Sumber Air Panas Padi Sawah (APS), Air Panas Keramik I (APK1), Air Panas Gunung Suoh (APGS), dan Air Panas Bukit Suoh (APBS). Sedangkan air asam sulfat ditemukan di Pemandian Air Panas Kopi Susu Hitam (APKSH), Air Panas Kopi Susu Coklat (APKSC), dan Air Panas Keramik II (APK2). Fluida reservoir dikategorikan sebagai immature water, menunjukkan kondisi batuan penyimpan yang berada pada suhu dan tekanan signifikan. Rata-rata pH air panas berkisar antara 2,09 hingga 7,48 dengan suhu permukaan antara 67 hingga 109°C. Air panas memiliki rasa asin, dengan air klorida terlihat bening dan air asam sulfat terlihat keruh. Di sekitar kawah terbentuk kolam lumpur dengan endapan sinter silika dan travertine, serta terdapat uap gas, fumarol kecil, dan gelembung air.

BAB III METOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada Februari hingga Juli 2024. Lokasi penelitian berada di Desa Penindaian yang terletak di Kecamatan Semende Darat Laut, Kabupaten Muara Enim dengan titik koordinat X : 348906 – Y : 9536487 UTM.



Gambar 3.1 Peta Administratif (Indonesia Geospasial., 2023).

Secara administratif lokasi penelitian terdapat di Desa Penindaian Kecamatan Semende Darat Laut, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatra Selatan, dengan luasan lokasi penelitian 3,2 km². Untuk menuju lokasi penelitian hanya dapat ditempuh melalui jalur darat menggunakan sepeda motor ataupun

mobil dengan waktu tempuh ± 6 jam perjalanan dengan jarak tempuh $\pm 239,1$ km. Jalan yang dilalui berkelok-kelok dikarenakan lokasi penelitian merupakan daerah perbukitan yang cukup tinggi. Pada Gambar 3.1 diatas merupakan lokasi penelitian di Desa Penindaian merupakan formasi batuan Qhv(p) dengan litologi batuan tuff dan batuan basalt (S.gafoer et al., 1986).

3.2 Peralatan yang Digunakan

Terdapat beberapa komponen yang digunakan pada penelitian ini berupa alat dan bahan serta perangkat lunak (*perangkat lunak*).

3.2.1 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini sebagai berikut:

- Naniura
- *Switch Box*
- Palu
- Multimeter
- Kabel
- Alat tulis
- Elektroda
- Penjepit
- Panci aluminum
- Aki basah
- GPS
- Botol kaca
- Aquades
- *Styrofoam*
- Detektor gas h₂s

Dalam penelitian ini, peralatan geolistrik tahanan jenis yang digunakan terdiri dari beberapa peralatan diantaranya naniura (resistivity m) sebagai alat injeksi arus yang menampilkan nilai tegangan dan arus. Multimeter digunakan untuk mengetahui ukuran tegangan dan arus listrik. Selain itu, 24 batang elektroda tembaga berfungsi sebagai penghantar arus listrik. Elektroda arus (C1 dan C2) mengalirkan arus ke permukaan, dan elektroda potensial (P1 dan P2) menerima tegangan dari penginjeksian arus. Sebagai sumber tegangan DC berasal dari aki basah 12 V. Elektroda dihubungkan ke *Switch Box* melalui kabel penghubung dan *Switch Box* digunakan untuk memudahkan perpindahan elektroda selama pengukuran. Penjepit untuk merekatkan kabel ke elektroda, GPS digunakan untuk mengidentifikasi lokasi dan titik koordinat. Meteran digunakan untuk mengukur panjang lintasan yang ditempuh. Palu digunakan sebagai alat bantu untuk menancapkan elektroda ke dalam tanah dan laptop sebagai perangkat untuk mengolah data pengukuran.

Selain alat pengukuran geolistrik, alat tulis digunakan untuk mencatat nilai arus dan tegangan yang ditunjukkan naniura. Serta digunakan juga alat untuk mengambil sampel air panas yang akan digunakan sebagai data geokimia. Panci aluminium digunakan untuk mengambil sampel air panas. Untuk menampung sampel air panas menggunakan botol kaca, botol kaca harus dibersihkan dengan cairan aquades sebelum sampel air panas dimasukkan ke dalamnya. Sebelum diuji di laboratorium, wadah sampel ditutup rapat dan dimasukkan ke dalam kotak *styrofoam*. Dan yang terakhir alat detektor gas H₂S agar dapat mengetahui kondisi H₂S di sekitar daerah penelitian.

3.2.2 Perangkat Lunak (*Perangkat lunak*)

Perangkat lunak (*perangkat lunak*) yang digunakan dalam pengolahan data penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Microsoft excel* digunakan untuk mengolah data lapangan;
2. *Notepad* digunakan sebagai *input* data untuk perangkat lunak Res2Dinv
3. Res2dinv digunakan untuk memasukan data geolistrik dan menampilkan sketsa penampang tahanan jenis bawah permukaan dua dimensi.

3.3 Akuisisi Data

Pengambilan data penelitian ini di Desa Penindaian, Kecamatan Semende, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera. Sebelum pengumpulan data, kondisi lapangan disurvei terlebih dahulu. Pada penelitian ini menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi dua dimensi dipole-dipole sebagai pengukuran. Naniura atau pengukur resistensi yang telah terkalibrasi sebelumnya adalah alat utama yang digunakan untuk mengumpulkan data geolistrik. Proses pengukuran dimulai dengan persiapan alat dan bahan yang diperlukan untuk pengukuran. Menentukan titik pengambilan data yang telah dilakukan pada saat survei daerah penelitian menggunakan 2 lintasan titik pengukuran. Dengan panjang lintasan sekitar 46 m dengan spasi elektroda 2 m. Lalu hubungkan elektroda dengan kabel dengan menggunakan penjepit. Kabel disambungkan ke *Switch Box*, kemudian disambungkan ke naniura resistivity m. Untuk C1 dan C2 sebagai elektroda arus, sedangkan P1 dan P2 sebagai elektroda potensial. Hubungkan naniura resistivity m ke aki basah 12 Volt. Hidupkan naniura resistivity m dengan menekan saklar *On*. Atur *gain* (penguat) yang akan digunakan kemudian kalibrasikan voltase dengan

mengatur coarse sehingga *display* menunjukkan angka 0 dengan toleransi maksimal sebesar 0,005. Pada saat *display* voltase menunjukkan angka 0, tekan tombol start dan tunggu hingga nilai ukur menjadi konstan. Setelah arus sudah konstan, tekan tombol *hold* kemudian catat nilainya. Lakukan perulangan langkah-langkah di atas untuk menembakan dengan arah dan interval sesuai konfigurasi elektroda dipole-dipole.

Penelitian ini juga mengambil sampel air panas dari sumber mata air panas bumi di lokasi penelitian sebagai sampel untuk diuji di laboratorium dan selanjutnya dihitung menggunakan persamaan geoindikator dan geothermometer pada metode geokimia. Metode tahanan jenis konfigurasi elektroda dipole-dipole 2D digunakan untuk menentukan keberadaan zona rekahan, sedangkan metode geokimia digunakan untuk mengidentifikasi jenis fluida pada rekahan serta menentukan apakah fluida tersebut bersifat *upflow* atau *outflow*.

3.4 Kondisi Sekitar Manifestasi

Manifestasi ini berada di lingkungan dengan suhu sekitar 60°C, sedangkan temperatur air panas yang dihasilkan mencapai sekitar 180°C. Dengan pH air panas sebesar 9, air ini tergolong bersifat basa. Medan di sekitar manifestasi cukup curam dan terjal, yang membuat proses akuisisi data menjadi lebih menantang. Oleh karena itu, hanya dua lintasan yang dapat diukur dengan panjang masing-masing 46 meter. Jarak antara lintasan pertama dan lintasan kedua adalah 15 meter.

3.5 Pengolahan Data

Data lapangan yang didapatkan dari konfigurasi 2D dipole -dipole kemudian akan diolah ke dalam *microsoft excel* untuk dihitung nilai tahanan jenis setiap datanya. Data diolah dengan menggunakan perangkat lunak Res2Dinv untuk mendapatkan pola distribusi tahanan jenis per lapisan. Tahapan pengolahan data menggunakan perangkat lunak Res2Dinv di mana data yang didapatkan dari akuisisi lapangan berupa nilai tegangan dalam satuan mV dan nilai arus dalam mA. Data yang dimasukkan ke dalam *microsoft excel* berupa variasi n , spasi elektroda, titik datum, nilai voltase (V) dan Arus (I). Hitung nilai tahanan jenis menggunakan persamaan $\rho_a K$ dengan $K = \frac{n}{n(n+1)(n+2)}$ untuk spasi konfigurasi elektroda dipole -dipole. *Import* data hasil perhitungan dari *microsoft excel* ke dalam *notepad*

yang disesuaikan dengan aturan konfigurasi yang digunakan. Simpan data *notepad* ke dalam bentuk format.txt. Masukkan data *notepad* dengan format.txt ke dalam perangkat lunak Res2Dinv untuk dibaca oleh perangkat lunak. Data *file* dari *notepad* akan diolah dengan menggunakan perangkat lunak Res2Dinv untuk mendapatkan pola distribusi tahanan jenis perlapisan. Lihat persentase *error* dengan toleransi *error* 25% setelah penampang sebaran tahanan jenis dua dimensi muncul.

Selanjutnya, untuk data geokimia sampel air panas bumi akan diuji laboratorium terpadu dan sentra, riset dan teknologi Universitas Lampung untuk mengidentifikasi unsur dan senyawa yang ditemukan dalam sampel air panas (sulfat, klorida, bikarbonat, lithium, boron, natrium, kalium, magnesium, kalsium, dan silikon dioksida). Pada hasil sampel, terdapat beberapa nilai yang tidak terdeteksi (ttd). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk lamanya waktu pengiriman sampel ke laboratorium dan durasi penyimpanan sampel sebelum pengujian. Sebagai solusinya, digunakan nilai hasil uji laboratorium dari penelitian panas bumi terdekat dengan daerah penelitian. Nilai bikarbonat diambil dari penelitian (Virgo et al., 2023) di daerah Pasemah Air Keruh Kabupaten Empat Lawang (Alfalah et al., 2023) di daerah Souh Kanupaten Lampung Barat. Sedangkan nilai litium diambil dari penelitian (Virgo et al., 2023) di daerah Pasemah Air Keruh Kabupaten Empat Lawang. Data kandungan sampel akan diolah menggunakan geoindikator CI-SO₄-HCO₃ untuk menentukan jenis fluida panas bumi, geoindikator CI-Li-B untuk menentukan asal fluida panas bumi, dan untuk menentukan suhu reservoir panas bumi dengan persamaan (2.10) geothermometer (Na-K-Ca-Mg-SiO₂). Setelah didapatkan hasil dari jenis fluida, asal fluida serta suhu dilakukan pengeplotan yang berbentuk diagram Ternary.

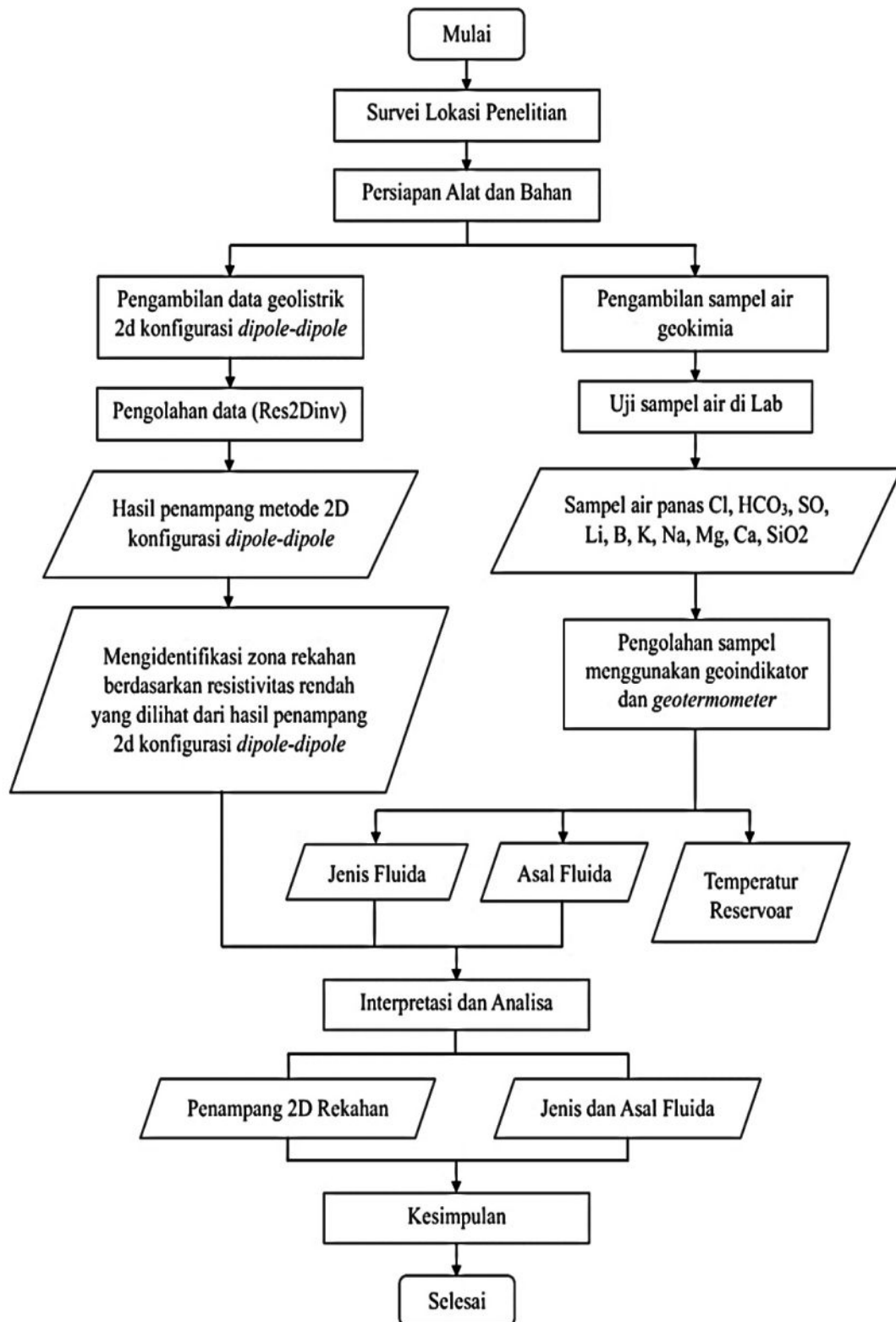
3.6 Interpretasi dan Analisis

Hasil data geolistrik yang didapatkan dari pengolahan data di perangkat lunak Res2Dinv berupa bentuk sketsa penampang tahanan jenis 2 dimensi lapisan bawah permukaan. Nilai tahanan jenis rendah di setiap lapisan permukaan bawah dapat digunakan untuk menentukan zona rekahan di setiap lintasan. Nilai distribusi tahanan jenis rendah ini menunjukkan bahwa ada rekahan di area lintasan tersebut. Selain itu, data geokimia akan diolah menggunakan geoindikator CI-SO₄-HCO₃

untuk menentukan jenis fluida panas bumi, geoindikator. Cl-Li-B untuk menentukan asal fluida panas bumi, dan geotermometer (Na-K-Ca-Mg-SiO₂) untuk menentukan suhu reservoir panas bumi. Zona rekahan di tiap lintasan akan ditentukan oleh data geolistrik dan geokimia serta dapat mengetahui daerah tersebut termasuk zona *outflow* atau *upflow*.

3.8 Diagram Alir

Diagram alir penelitian ini menunjukkan langkah-langkah yang akan dilakukan pada saat penelitian.



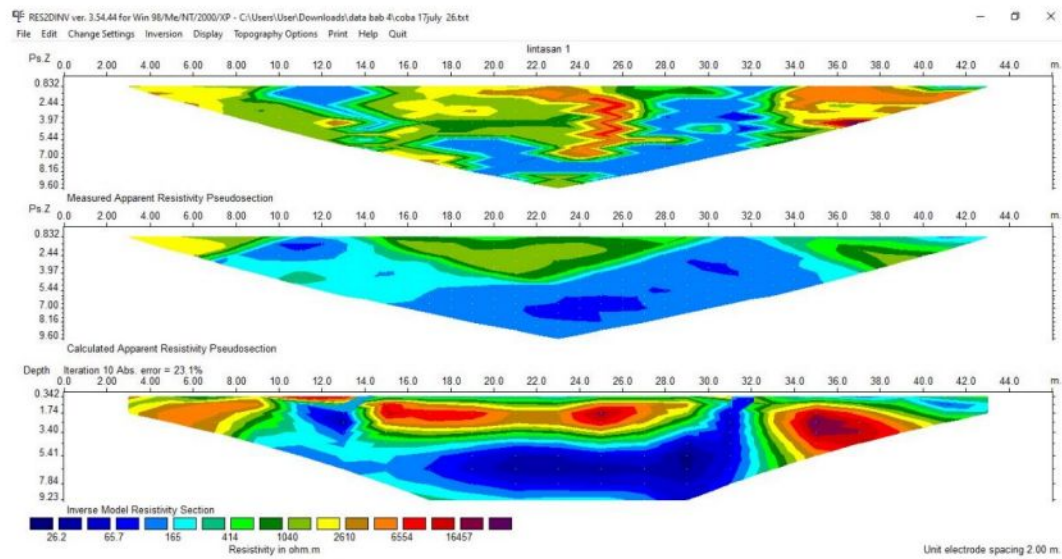
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Geolistrik Tahanan Jenis Dua Dimensi Konfigurasi Elektroda Dipole-Dipole

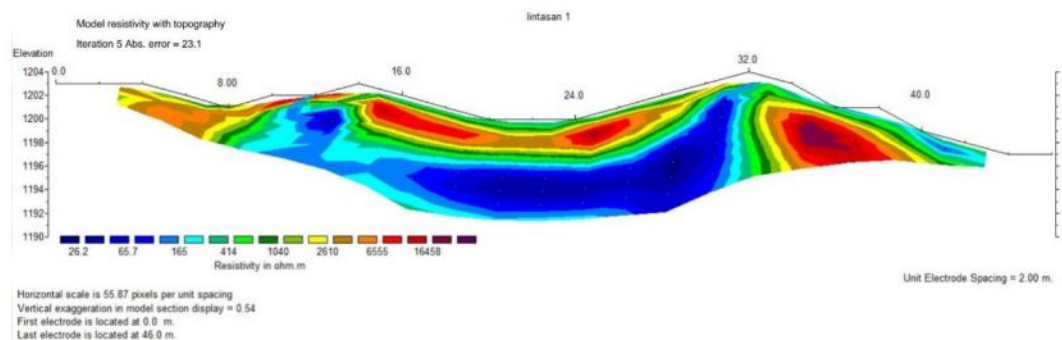
Pada data tahanan jenis terdapat dua lintasan berikut hasil dari perangkat lunak Res2dinv dengan menggunakan konfigurasi elektroda dipole-dipole.

4.1.1 Lintasan Satu

Dapat dilihat pada Gambar 4.1 hasil dari penampang lintasan satu dan Gambar 4.2 hasil dari topografi.



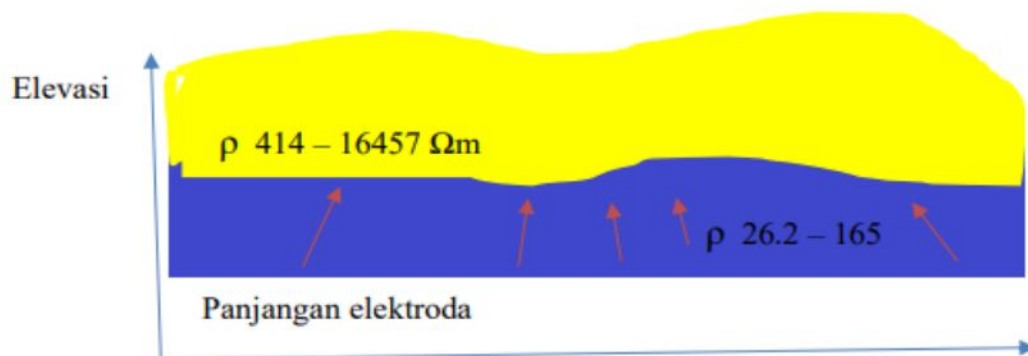
Gambar 4.1 Hasil Penampang Lintasan Satu.



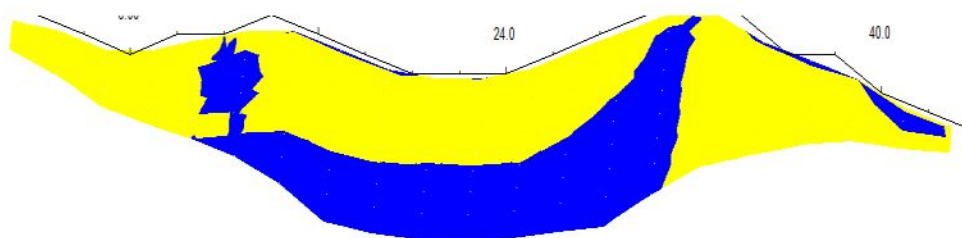
Gambar 4.2 Hasil Topografi Lintasan Satu.

Pada Gambar 4.1, menunjukkan hasil penampang dengan pola rekahan yang jelas pada kedalaman antara 0,342 hingga 9,23 m dengan rentang tahanan jenis antara 26,2 hingga 165 Ω m dengan gradasi warna biru muda dan biru tua. Pada pola

rekahan ini menunjukkan adanya potensi jalur aliran fluida yang berasal dari bawah dan menyebar ke atas. Terlihat pada Gambar 4.2 pada lintasan satu memiliki ketinggian 14 m. Pada penampang hasil interpretasi lintasan 1, gradasi warna kuning, hijau, oranye hingga kecoklatan menunjukkan kedalaman dari permukaan hingga sekitar 4.42 m dengan rentang tahanan jenis 414 – 2610 Ωm . Kemudian, gradasi warna biru muda hingga biru tua ditemukan pada kedalaman sekitar 0.342 hingga 9.23 m dengan rentang tahanan jenis 26.2 – 165 Ωm . Dari hasil data yang diolah menggunakan perangkat lunak Res2dinv, diperoleh nilai *error* sebesar 23.1%. Untuk lebih memastikan pola rekahan yang ada, perlu dilakukan rekonstruksi bentuk pelapisan di daerah penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



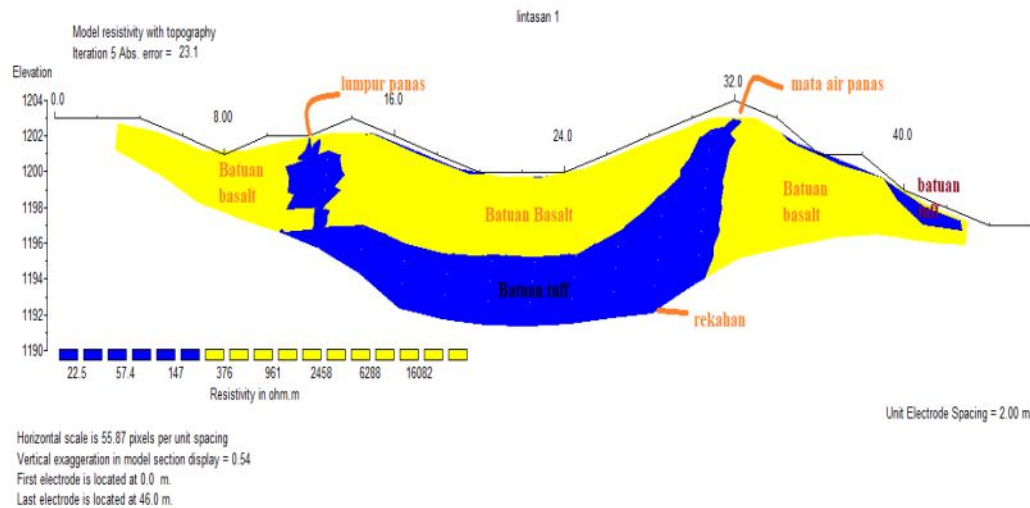
Gambar 4.3 Sketsa Model Pelapisan Awal Sebelum Terjadi Rekahan.



Gambar 4.4 Sketsa Model Perlapisan setelah adanya Rekahan.

Sebelum terbentuknya rekahan, pada Gambar 4.3 terlihat dua lapisan dengan nilai tahanan jenis (ρ) yang berbeda satu dengan nilai tinggi (ditandai dengan warna kuning) dan satu lagi dengan nilai rendah (berwarna biru). Kondisi ini menunjukkan bahwa sebuah patahan atau rekahan terjadi setelah melalui proses

deformasi yang dipengaruhi oleh gaya yang menyebabkan pergeseran. Hal ini diperjelas pada Gambar 4.4, di mana tampak adanya rekahan atau patahan dari bawah permukaan yang diakibatkan oleh deformasi tektonik.



Gambar 4.5 Model Topografi yang Modifikasi.

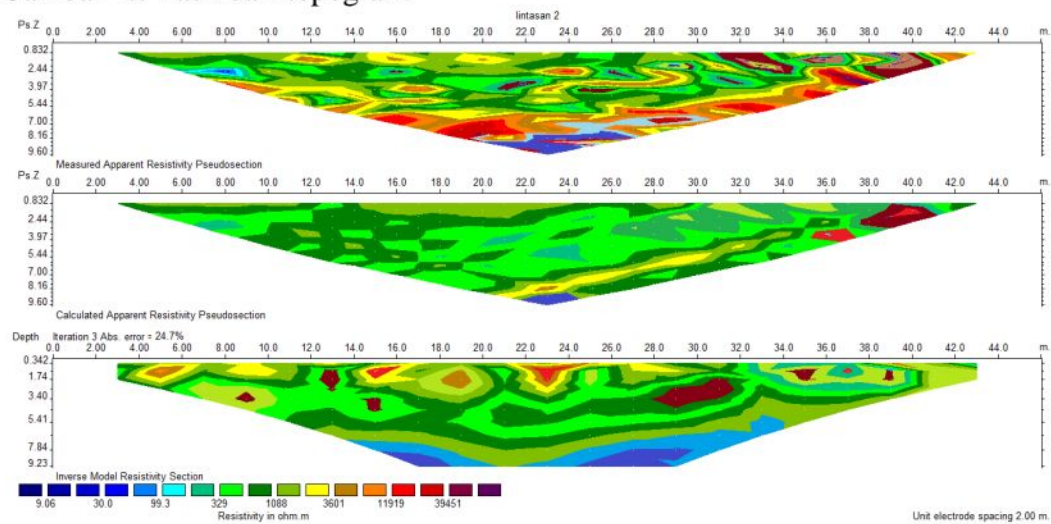
Pada Gambar 4.5, hasil interpretasi lintasan 1 menunjukkan bahwa gradasi warna kuning diidentifikasi sebagai batuan basalt (Telford et al., 1990), sementara gradasi warna biru diidentifikasi sebagai batuan tuff. Batuan tuff memiliki rentang tahanan jenis antara 20 – 100 Ωm (Telford et al., 1990) dan umumnya bersifat lunak, menjadikannya ideal sebagai lapisan dengan porositas tinggi yang meloloskan air (Chandrasasi et al., 2023). Sifat ini menyebabkan pola rekahan yang tampak berasal dari bawah dan menyebar ke atas, menciptakan jalur bagi fluida panas bumi untuk naik ke permukaan dan menimbulkan manifestasi di permukaan.

Fluida panas bumi berasal dari reservoir di bawah permukaan bumi, di mana penyebaran magma memanaskan batuan di sekitarnya melalui proses konduksi, ketika energi panas berpindah langsung dari magma ke batuan yang bersentuhan langsung. Dalam reservoir ini, fluida panas seperti air atau uap terbentuk dan bergerak melalui pori-pori serta celah-celah batuan (Basid et al., 2014). Fluida ini kemudian muncul ke permukaan dalam bentuk dua manifestasi utama mata air panas dan lumpur panas. Di sekitar lapisan batuan tuff yang diwakili oleh warna biru, terdapat lapisan batuan basalt yang diwakili oleh warna kuning. Pada lapisan

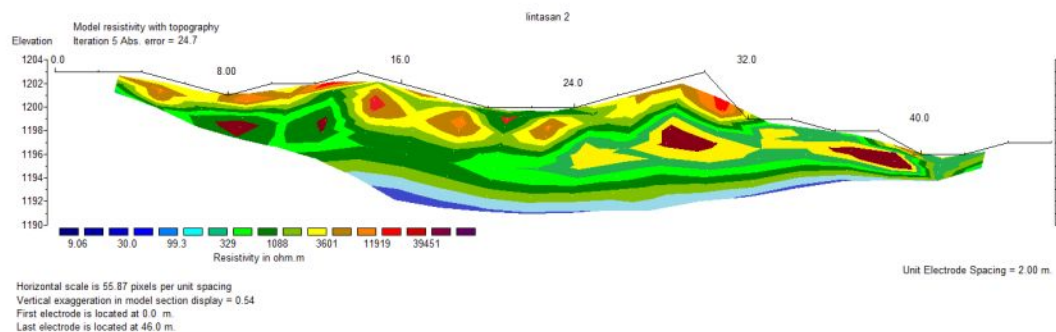
batuan tuff, luas zona rekahan teridentifikasi pada kedalaman 10 – 32 meter di bawah permukaan, sesuai dengan panjang elektroda yang digunakan dalam pengukuran.

4.1.2 lintasan dua

Dapat dilihat pada Gambar 4.6 hasil dari penampang lintasan dua dan Gambar 4.7 hasil dari topografi.



Gambar 4.6 Hasil Penampang Lintasan Dua.



Gambar 4.7 Hasil Lintasan Topografi Dua.

Pada lintasan 2 meskipun terdapat batuan tuff pada kedalaman 5,41 hingga 9,23 m dengan rentang tahanan jenis 9,06 hingga 99,3 Ω m dengan warna biru muda dan biru tua, pola rekahan dari bawah tidak terdeteksi. Tuff ini hanya teridentifikasi pada elektroda ke-7 hingga ke-20, tanpa indikasi adanya rekahan yang signifikan yang berasal dari kedalaman lebih dalam. Hal ini menunjukkan bahwa tuff di lintasan 2 tidak berfungsi sebagai jalur aliran fluida yang sama seperti yang terlihat pada lintasan 1. Pada lintasan 2, hasil interpretasi menunjukkan bahwa gradasi warna biru tua hingga biru muda ditemukan pada kedalaman sekitar 5,41 hingga

9,23 m dengan rentang tahanan jenis 9,06 hingga 99,3 Ω m yang diidentifikasi sebagai batuan tuff. Pada lintasan ini, lapisan tuff tidak berasal dari bawah reservoir, yang artinya tidak terdapat pola rekahan yang berasal dari bawah. Selanjutnya, gradasi warna hijau muda hingga coklat ditemukan pada kedalaman sekitar 0,342 hingga 7,84 m dengan rentang nilai tahanan jenis 329 – 3601 Ω m, yang diidentifikasi sebagai batuan basalt. Batuan basalt ini terdiri dari batuan keras yang lebih padat. Dari hasil pengolahan data menggunakan perangkat lunak Res2dinv, diperoleh nilai *error* sebesar 24.7%.

4.2 Metode Geokimia

Konsentrasi kandungan sampel yang telah diuji di Laboratorium dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji Sampel Di Laboratorium.

NO	KODE SAMPEL	PARAMETER UJI	SATUAN	HASIL
		Klorid	%	0,02
		Bikarbonat	%	*TTD
		Li	mg/l	*TTD
		K	mg/l	1,62
1	Air	Ca	mg/l	14,31
		Mg	mg/l	0,95
		B	mg/l	1,28
		Na	mg/l	1,78
		Sulfat	%	0,01
		SiO ₂	%	475,4

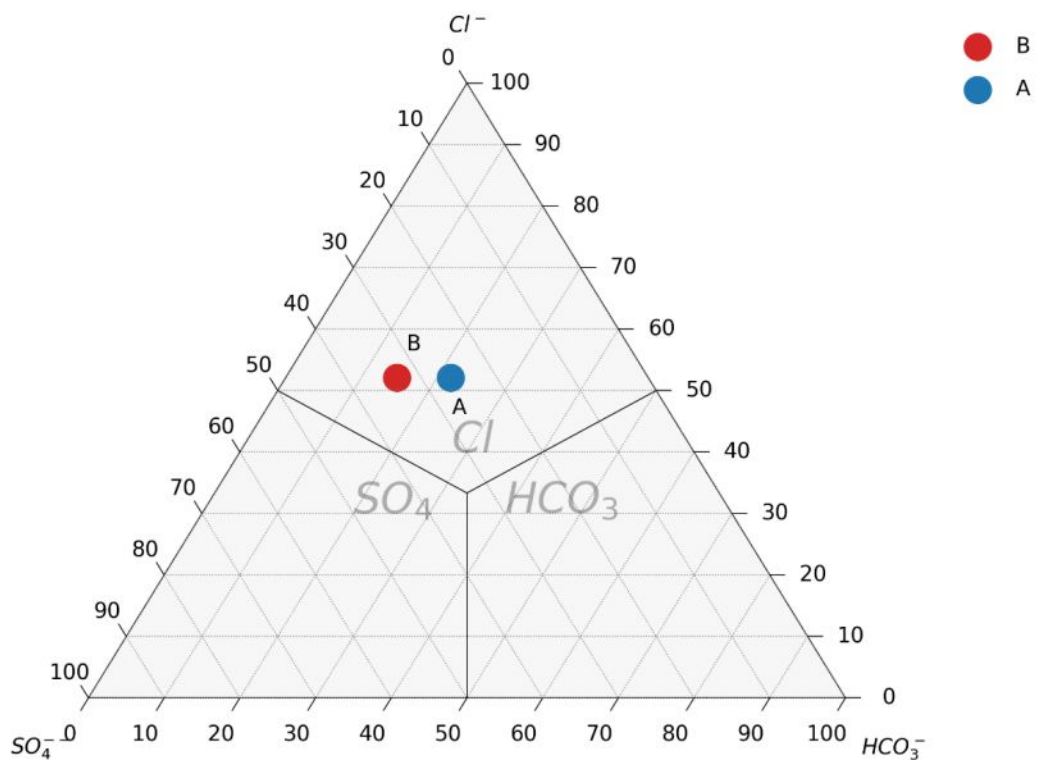
4.5.1 Jenis Fluida

Persentase sampel dihitung menggunakan persamaan geoindikator 2.4, 2.5, dan 2.6 dengan menggantikan data HCO₃ dari Penindaian yang tidak terdeteksi dengan data HCO₃ dari Souh Kabupaten Lampung Barat dan Pasemah Air Keruh Kabupaten Empat Lawang. Hasil perhitungan persentase Cl, SO₄, dan HCO₃ dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.2 Nilai Cl-SO₄-HCO₃.

LOKASI	PRESENTASE (%)		
	Cl	SO ₄	HCO ₃
Desa penindaian (A dan B)	52,11	26,05	Tidak Digunakan
Lampung (B)	Tidak digunakan	Tidak digunakan	14,7
Empat lawang (A)	Tidak digunakan	Tidak digunakan	21,8

Selanjutnya, dilakukan plot persentase ke diagram ternary Cl-SO₄-HCO₃ sebagai berikut.

**Gambar 4.8** Diagram Ternary Cl-SO₄-HCO₃.

Hasil plotting ion kimia pada diagram Cl-SO₄-HCO₃ dari sampel air panas menunjukkan bahwa mata air panas di daerah penelitian termasuk tipe air Klorida

Bikarbonat pada kondisi *mature waters*, dengan kandungan Cl yang dominan dibandingkan SO_4 dan HCO_3 . Persentase kandungan ini mengindikasikan zona *outflow* yang dipengaruhi oleh air permukaan. Mata air panas dengan kadar klorida tinggi dan sedikit bikarbonat serta Sulfat menunjukkan daerah *outflow* pada reservoir panas bumi (Alfalah et al., 2023). Sebaliknya, mata air dingin termasuk tipe air Bikarbonat pada kondisi *mature waters* dengan kandungan HCO_3 yang dominan dibandingkan Cl dan SO_4 .

Berdasarkan plott diagram ternary Cl- SO_4 - HCO_3 , diketahui bahwa jenis fluida yang terdapat di daerah penelitian terdiri dari fluida asam sulfat dan fluida klorida. Dari Gambar 4.7 mengidentifikasi cairan klorida yang ditunjukkan dominasi air Cl dengan kadar air asam sulfat (SO_4) dan HCO_3 yang rendah. Hal ini menunjukkan adanya dua jenis fluida utama di daerah penelitian, yakni fluida klorida yang mendominasi lokasi dan fluida asam sulfat yang terdeteksi lebih rendah. Yang artinya daerah ini termasuk daerah *outflow* (Alfalah et al., 2023).

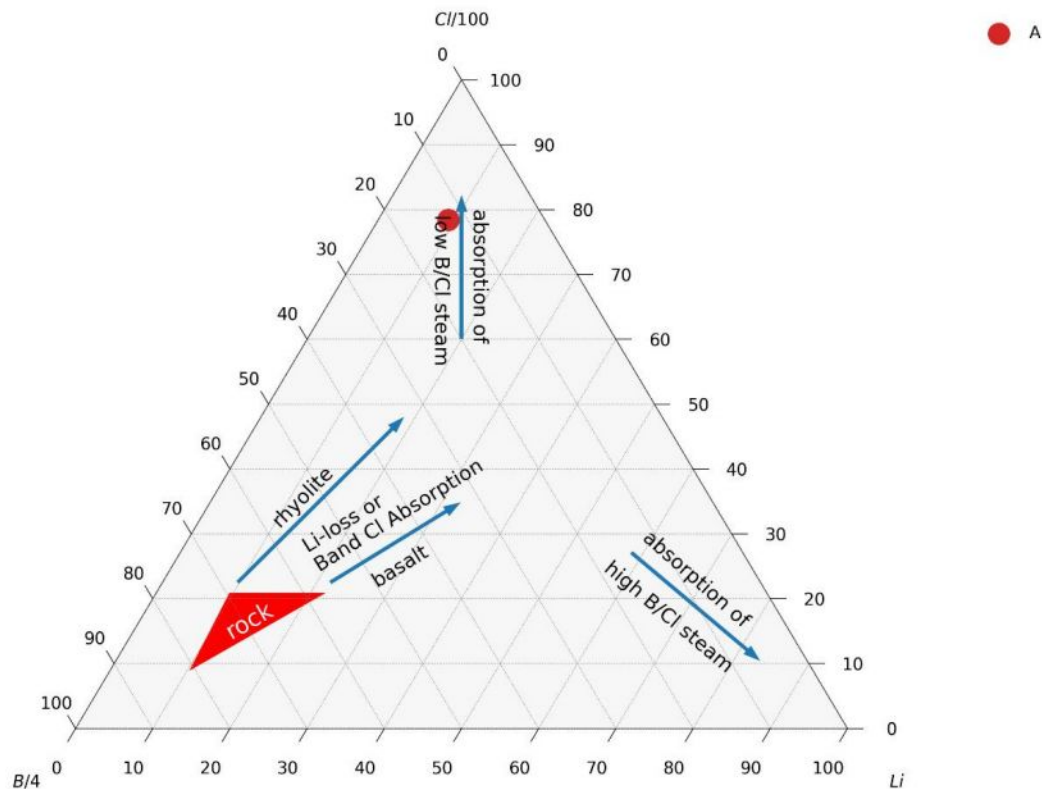
4.5.2 Asal Fluida

Persentase Cl, Li, dan B dihitung menggunakan persamaan geoindikator 2.7, 2.8, dan 2.9. Data Li dari Pasemah Air Keruh Kabupaten Empat Lawang digunakan untuk perhitungan karena data Li dari Penindaian tidak tersedia. Hasil perhitungan persentase kandungan Cl, Li, dan B pada sampel berdasarkan persamaan geoindikator adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Nilai Cl-Li-B.

LOKASI	PRESENTASE (%)		
	Cl	B	Li
Desa penindaian (A)	78,4	12,54	Tidak Digunakan
Empat lawang (A)	Tidak digunakan	Tidak digunakan	9,05

Selanjutnya, dilakukan plot persentase ke diagram ternary Cl-Li-B sebagai berikut



Gambar 4.9 Diagram Ternary Cl-Li-B.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.8, diagram plotting Cl-Li-B menunjukkan bahwa fluida pada zona klorida (Cl) memiliki serapan gas boron (B) yang rendah. Hal ini menandakan bahwa fluida tersebut berasal dari sistem hidrotermal yang telah terbentuk sejak lama. Ketahanan unsur boron (B) dan klorida (Cl) terhadap reaksi dalam sistem hidrotermal menunjukkan bahwa mata air panas bumi tersebut berasal dari satu sistem atau reservoir bawah permukaan. Selain itu, hasil ini juga menunjukkan bahwa daerah tersebut bersifat *outflow*, dimana fluida panas bumi mengalir secara *lateral* dari reservoir ke permukaan (Alfalah et al., 2023).

4.5.3 Hasil Suhu Reservoir

Hasil pengukuran temperatur reservoir menggunakan geotermometer (Na-K-Ca-Mg-SiO₂) pada persamaan 2.10 menunjukkan suhu sebesar 273,14°C. Menurut Hochstein (1990), suhu ini termasuk kategori tinggi. Sistem dengan suhu setinggi ini sangat ideal untuk pembangkitan energi listrik, karena dapat

menghasilkan uap dengan tekanan tinggi yang diperlukan untuk menggerakkan turbin (Lestari et al., 2022).

Berdasarkan hasil dan pembahasan terkait identifikasi zona rekahan dengan menggunakan metode tahanan jenis konfigurasi elektroda dipole-dipole dan metode geokimia, diketahui keberadaan zona rekahan. Metode tahanan jenis konfigurasi elektroda dipole-dipole dapat diketahui bahwa zona rekahan berada pada lintasan satu dengan kedalaman 0,398 hingga 9,32 meter dan rentang tahanan jenis 26,2-165 Ωm . Sementara itu, metode geokimia menunjukkan bahwa jenis fluida pada rekahan adalah fluida klorida dan daerah penelitian tersebut bersifat *outflow*.

BAB V PENUTUP

1.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan metode tahanan jenis dua dimensi dengan konfigurasi elektroda dipole-dipole diketahui litologi bahwa permukaan terdapat dua jenis batuan yaitu batuan tuff dan batuan basalt, dapat dilihat bahwa pada lintasan 1 terdapat batuan tuff yang memiliki pola rekahan signifikan pada kedalaman 0,342 hingga 9,23 meter. Pola rekahan ini menunjukkan adanya jalur aliran fluida yang bergerak dari kedalaman lebih dalam ke atas permukaan. Sementara itu, lapisan lain di sekitar pola rekahan diidentifikasi sebagai batuan basalt. Pada lintasan 2, tidak teridentifikasi adanya zona rekahan dilihat dari hasil penampang lintasan tidak menunjukkan adanya pola rekahan dari bawah ke atas permukaan.
2. Berdasarkan hasil metode geokimia, diketahui bahwa jenis fluida yang mengisi rekahan di daerah penelitian adalah fluida klorida (Cl) yang bersifat *outflow*.

1.2 Saran

1. Jumlah lintasan dan panjang lintasan di daerah penelitian sangat mempengaruhi hasil yang akan diperoleh. Kondisi lahan lapangan yang akan diteliti juga harus diusahakan dalam keadaan kering untuk memastikan akurasi dan konsistensi data yang dikumpulkan.
2. Disarankan memiliki alat deteksi gas H₂S untuk melakukan penelitian ini dikarenakan jika tidak mempunyai alat deteksi dapat berakibat fatal keracunan H₂S.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim. (2019). Pemetaan Bawah Permukaan Wilayah Kampus UMMA Maros Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *Jurnal Ilmu Fisika: Teori Dan Aplikasinya*, 1(2), 1–6.
- Aisyah Dewi Rulyadi. (2021). Penentuan Nilai Parameter Geohidrologi Melalui Analisis Pendekatan Empiris Pengukuran Metode Geolistrik Studi Kasus Di Wilayah Cikole Lembang Bandung. 9–12.
- 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.
- Arikalang, M. S., Palilingan, R. N., & Polii, J. (2022). Karakteristik Fluida Panas Bumi Menggunakan Geoindikator Cl-Li-B Di Daerah Desa Bakan. *Jurnal Fiesta : Fisika Dan Terapannya*, 3(1), 20–23.
- Asri, M. (2007). Metode Geolistrik Resistivitas. *Geofisika*, 2(2), 5–17.
- Basid, A., Dan, N. A., & Triyaningsih, S. (2014). Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi Dengan Menggunakan Survey Geolistrik, Resistivitas Dan Self Potensial (Studi Kasus: Daerah Manifestasi Panas Bumi Di Desa Lembang, Kecamatan Batang-Batang, Sumenep). *JURNAL NEUTRINO*, 7, 57–70.
- Chandrasasi, D., Fidari, J. S., & Montarcih, L. (2023). Pendugaan Kedalaman Air Tanah Dengan Geolistrik Resistivitas Di Desa Tegalweru, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang. *Jurnal Disprotek*, 14(1), 1–10.
- Dona, R. M., & Putra, A. (2016). Hubungan Karakteristik Sinter Silika Dan Temperatur Permukaan Mata Air Panas Studi Kasus: Mata Air Panas Bawah Kubang, Gaara Dan Bukik Gadang Di Kabupaten Solok. *Jurnal Fisika Unand*, 5(3), 199–204.
- ESDM. (2024). Kementerian Energi. <https://www.esdm.go.id/>.
- Farras, M. A. (2019). Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipol-

Dipol Dalam Pendugaan Penyebaran Intrusi Air Laut (Studi Kasus Daerah Dusun Bajulmati Desa Gajahrejo, Kec. Gedangan, Kabupaten Malang). In Skripsi (Vol. 11, Issue 1).

Firdaus, R., Widyaningrum, Y., & Jurusan, A. I. (2023). Identifikasi Lapisan Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Dipole – Dipole Di Kelurahan Padang Mulia Kecamatan Koba. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 4, 17–24.

Fitriah, F., Susilo, A., & Sunaryo. (2015). Identifikasi Zona Rekahan Di Bendungan Sutami Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas. *Indonesian Journal Of Applied Physics*, 5(2), 65–72.

Hochstein, M. P. (1990). Classification And Assessment Of Geothermal Resources In Azerbaijan-Iran. *Classification And Assessment Of Geothermal Resources*, June 1990, 326–329.

Ikra, P., Haryanto, A. D., & Hutabarat, J. (2019). Pola Aliran Air Panas Bumi Daerah Bittuang , Kabupaten Tana Toraja , Sulawesi Selatan Menggunakan Metode Densitas Kelurusan Dan Geoindikator Air Panas. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 3(4), 303–311.

Jaya1, J. J. F., & , Iyan Haryanto 1, Abdurrohimi, J. A. (2017). Analisis Rekahan Alami Reservoir Untuk Mengetahui Kualitas Sumur Lapangan Jas , Cekungan Sumatera Meningkatnya Jumlah Cadangan Energi Itu Sendiri . Guna Meningkatkan Jumlah Yang Dapat Dilakukan , Diantaranya Adala Atau Pengembangan Lapangan Minyak Tua De. Vol.01(Kualitas Sumur Lapangan).

Kurnianto, B., Fitri, D., Rini, D., Geologi, J. T., Mineral, F. T., Teknologi, I., Yogyakarta, N., Pembangunan, U., Veteran, N. ", & Yogyakarta, ". (2021). Identifikasi Daerah Prospek Panas Bumi Berdasarkan Analisis Kelurusan Dan Fault Fracture Density (Ffd) Lapangan Panasbumi Gunung Ungaran, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, 8(2), 65–72.

Lestari, E. Y., Sumarto, S., & Artikel. (2022). Potensi Dan Pemanfaatan Energi Panas Bumi Di Indonesia. *Indonesian Journal Of Conservation*, 8(01), 93–102.

- Nur, M. A., Sutriyono, E., & Wardhana, Y. A. W. (2022). Analisis Data Resistivitas Konfigurasi Dipole-Dipole Untuk Identifikasi Akuifer Daerah Cipayung, Jakarta Timur. *Prisma Fisika*, 10(2), 172.
- Nurohman, H., Bakti, H., Indarto, S., Permana, H., Yuliyanti, A., A. K, A., & Gaffar, E. Z. (2016). Zona Permeabel Di Kawah Gunung Papandayan Berdasarkan Gas Radon And Thoron. *Jurnal Riset Geologi Dan Pertambangan*, 26(2), 131.
- Rachmawati, F. A., Haryanto, A. D., Hutabarat, J., & Mamay, S. (2019). Penentuan Sumber Panas Sistem Panas Bumi Gunung Api Talang, Sumatera Barat Berdasarkan Sejarah Panas Dan Geokimia Air. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 3(1), 44–50.
- Rhesdeantia, Y., Darsono, T., & Khumaedi, K. (2017). Geo-Electric Resistivity Method Of Dipole-Dipole Configuration For Cavities Model 2D In Karst Area Of Temurejo Village Gubug Sub-District Central Java District. *Journal Of Physics: Theories And Applications*, 1(2), 167.
- S.Gafoer, T.Cobrie, Purnomo, & J. (1986). *Geologi Lembar Lahat, Sumatra*.
- Sumotarto, U. (2015). *Eksplorasi Panas Bumi*. Penerbit Ombak; 2015.
- Suntoko, H., & Wicaksono, A. B. (2017). Identifikasi Patahan Pada Batuan Sedimen Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole Di Tapak RDE Serpong, Banten. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 19(2), 81–88. Jurnal.Batan.Go.Id/Index.Php/Jpen
- Syabi, H. F., Haryanto, A. D., & Cssa, B. Y. (2019). Deliniasi Zona Upflow / Outflow Panas Bumi Daerah Cibeber , Banten Menggunakan Analisis Densitas Kelurusan Dan Geoindikator. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 3(1), 51–57.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & And Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics Secondedition*. Cambridge University Press.
- Ukhti, F. (2021). Penentuan Sumber Daya Spekulatif Dan Sumber Daya Hipotesis Lapangan Panas Bumi Padang Cermin Lampung. In *Angewandte Chemie*

International Edition, 6(11), 951–952.

Virgo, F., Karyanto, Mara, A., S, A., Wahyudi, &, Suharno, W. S. (2023). Water Geochemical Analysis Within Penantian Geothermal Area In Pasema Air Keruh Kabupaten Empat Lawang. *Jurnal Geofisika, Geokimia, Geothermal*.

Zulwidyatama, W. (2014). Analisis Geokimia Fluida Untuk Penentuan Potensi Sumberdaya Panas Bumi Lapangan Zw, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. *Geological Engineering E-Journal*, 6(2), 618–630.

LAMPIRAN

DATA LINTASAN SATU

n	C2	C1	P1	P2	V	l	a	k	R	rho	datum
1	0	2	4	6	24.3	0.97	2	37.68	25.0515464	943.942268	3
1	2	4	6	8	279.1	6.03	2	37.68	46.2852405	1744.027861	5
1	4	6	8	10	342.5	8.67	2	37.68	39.5040369	1488.512111	7
1	6	8	10	12	103.5	5.62	2	37.68	18.4163701	693.9288256	9
1	8	10	12	14	8.4	5.44	2	37.68	1.54411765	58.18235294	11
1	10	12	14	16	10.3	3.69	2	37.68	2.79132791	105.1772358	13
1	12	14	16	18	4.6	1.61	2	37.68	2.85714286	107.6571429	15
1	14	16	18	20	87.3	1.87	2	37.68	46.684492	1759.071658	17
1	16	18	20	22	26.8	1.07	2	37.68	25.046729	943.7607477	19
1	18	20	22	24	17.9	6.63	2	37.68	2.69984917	101.7303167	21
1	20	22	24	26	181.2	6.46	2	37.68	28.0495356	1056.906502	23
1	22	24	26	28	101.6	6.58	2	37.68	15.4407295	581.8066869	25
1	24	26	28	30	80	20.16	2	37.68	3.96825397	149.5238095	27
1	26	28	30	32	45.1	9.5	2	37.68	4.74736842	178.8808421	29
1	28	30	32	34	25.3	7.5	2	37.68	3.37333333	127.1072	31
1	30	32	34	36	313.1	7.69	2	37.68	40.7152146	1534.149285	33
1	32	34	36	38	144	1.08	2	37.68	133.333333	5024	35
1	34	36	38	40	181.9	1.36	2	37.68	133.75	5039.7	37
1	36	38	40	42	100.4	1.81	2	37.68	55.4696133	2090.095028	39
1	38	40	42	44	100	1.04	2	37.68	96.1538462	3623.076923	41
1	40	42	44	46	98.4	1.97	2	37.68	49.9492386	1882.08731	43
2	0	2	6	8	89	4.82	2	150.72	18.4647303	2783.004149	4
2	2	4	8	10	172.2	6.23	2	150.72	27.6404494	4165.968539	6
2	4	6	10	12	49.4	8.21	2	150.72	6.01705238	906.890134	8
2	6	8	12	14	10.5	9.24	2	150.72	1.13636364	171.2727273	10
2	8	10	14	16	9.1	9.2	2	150.72	0.98913043	149.0817391	12
2	10	12	16	18	7.1	6.68	2	150.72	1.06287425	160.1964072	14
2	12	14	18	20	11.7	0.68	2	150.72	17.2058824	2593.270588	16
2	14	16	20	22	11	1.75	2	150.72	6.28571429	947.3828571	18
2	16	18	22	24	23.7	1.04	2	150.72	22.7884615	3434.676923	20
2	18	20	24	26	24.5	3.31	2	150.72	7.40181269	1115.601208	22
2	20	22	26	28	149.1	6.13	2	150.72	24.3230016	3665.962806	24
2	22	24	28	30	34.5	6.25	2	150.72	5.52	831.9744	26
2	24	26	30	32	11.4	9.6	2	150.72	1.1875	178.98	28
2	26	28	32	34	8	5.77	2	150.72	1.3864818	208.9705373	30
2	28	30	34	36	8.6	8.6	2	150.72	1	150.72	32
2	30	32	36	38	15.3	2.1	2	150.72	7.28571429	1098.102857	34
2	32	34	38	40	47.1	1.11	2	150.72	42.4324324	6395.416216	36
2	34	36	40	42	47.5	1.59	2	150.72	29.8742138	4502.641509	38
2	36	38	42	44	10.1	1.34	2	150.72	7.53731343	1136.023881	40

n	C2	C1	P1	P2	V	l	a	k	R	rho	datum
2	38	40	44	46	118.3	2.83	2	150.72	41.8021201	6300.415548	42
3	0	2	8	10	90.6	10.65	2	376.8	8.50704225	3205.453521	5
3	2	4	10	12	10.3	5.77	2	376.8	1.78509532	672.6239168	7
3	4	6	12	14	9.9	5.19	2	376.8	1.90751445	718.7514451	9
3	6	8	14	16	3.1	6.96	2	376.8	0.4454023	167.8275862	11
3	8	10	16	18	2.4	6.59	2	376.8	0.36418816	137.2261002	13
3	10	12	18	20	3	1.71	2	376.8	1.75438596	661.0526316	15
3	12	14	20	22	3.2	0.73	2	376.8	4.38356164	1651.726027	17
3	14	16	22	24	10.5	3.85	2	376.8	2.72727273	1027.636364	19
3	16	18	24	26	9.7	3.34	2	376.8	2.90419162	1094.299401	21
3	18	20	26	28	94.4	8.85	2	376.8	10.6666667	4019.2	23
3	20	22	28	30	124.1	5.76	2	376.8	21.5451389	8118.208333	25
3	22	24	30	32	20.4	20.73	2	376.8	0.98408104	370.8017366	27
3	24	26	32	34	3.1	9.51	2	376.8	0.32597266	122.8264984	29
3	26	28	34	36	1.8	5.68	2	376.8	0.31690141	119.4084507	31
3	28	30	36	38	56.6	4.78	2	376.8	11.8410042	4461.690377	33
3	30	32	38	40	48.7	6.82	2	376.8	7.14076246	2690.639296	35
3	32	34	40	42	20.3	1.94	2	376.8	10.4639175	3942.804124	37
3	34	36	42	44	22.7	1.72	2	376.8	13.1976744	4972.883721	39
3	36	38	44	46	21.5	2.66	2	376.8	8.08270677	3045.56391	41
4	0	2	10	12	11.1	4.38	2	753.6	2.53424658	1909.808219	6
4	2	4	12	14	3.7	5.67	2	753.6	0.65255732	491.7671958	8
4	4	6	14	16	2.3	11.82	2	753.6	0.19458545	146.6395939	10
4	6	8	16	18	1.3	6.71	2	753.6	0.19374069	146.0029806	12
4	8	10	18	20	2.5	1.84	2	753.6	1.35869565	1023.913043	14
4	10	12	20	22	3.1	1.1	2	753.6	2.81818182	2123.781818	16
4	12	14	22	24	3.4	4.5	2	753.6	0.75555556	569.3866667	18
4	14	16	24	26	1	0.32	2	753.6	3.125	2355	20
4	16	18	26	28	10.9	6.14	2	753.6	1.7752443	1337.824104	22
4	18	20	28	30	12.89	6.04	2	753.6	2.13410596	1608.262252	24
4	20	22	30	32	11.16	5.33	2	753.6	2.09380863	1577.894184	26
4	22	24	32	34	2.6	11.49	2	753.6	0.22628372	170.5274151	28
4	24	26	34	36	4	20.91	2	753.6	0.19129603	144.1606887	30
4	26	28	36	38	6.5	25.12	2	753.6	0.25875796	195	32
4	28	30	38	40	5.7	20.1	2	753.6	0.28358209	213.7074627	34
4	30	32	40	42	6.8	4.72	2	753.6	1.44067797	1085.694915	36
4	32	34	42	44	6.3	1.95	2	753.6	3.23076923	2434.707692	38
4	34	36	44	46	3.9	1.3	2	753.6	3	2260.8	40
5	0	2	12	14	6.6	4.67	2	1318.8	1.41327623	1863.828694	7
5	2	4	14	16	4.1	5.32	2	1318.8	0.77067669	1016.368421	9
5	4	6	16	18	0.3	3.92	2	1318.8	0.07653061	100.9285714	11
5	6	8	18	20	2.1	20.66	2	1318.8	0.10164569	134.0503388	13

n	C2	C1	P1	P2	V	l	a	k	R	rho	datum
5	8	10	20	22	3.9	4.02	2	1318.8	0.97014925	1279.432836	15
5	10	12	22	24	0.3	0.5	2	1318.8	0.6	791.28	17
5	12	14	24	26	1.6	0.73	2	1318.8	2.19178082	2890.520548	19
5	14	16	26	28	0.4	6.06	2	1318.8	0.0660066	87.04950495	21
5	16	18	28	30	1.1	11.11	2	1318.8	0.0990099	130.5742574	23
5	18	20	30	32	3.1	4.64	2	1318.8	0.66810345	881.0948276	25
5	20	22	32	34	3.6	4.66	2	1318.8	0.77253219	1018.815451	27
5	22	24	34	36	0.8	5.64	2	1318.8	0.14184397	187.0638298	29
5	24	26	36	38	0.9	10.86	2	1318.8	0.08287293	109.2928177	31
5	26	28	38	40	1	9.7	2	1318.8	0.10309278	135.9587629	33
5	28	30	40	42	11.1	4.7	2	1318.8	2.36170213	3114.612766	35
5	30	32	42	44	11.6	6.76	2	1318.8	1.71597633	2263.029586	37
5	32	34	44	46	10	3.8	2	1318.8	2.63157895	3470.526316	39
6	0	2	14	16	2.5	4.02	2	2110.08	0.62189055	1312.238806	8
6	2	4	16	18	2.9	4.56	2	2110.08	0.63596491	1341.936842	10
6	4	6	18	20	1	10.38	2	2110.08	0.09633911	203.283237	12
6	6	8	20	22	1.1	10.61	2	2110.08	0.10367578	218.7641847	14
6	8	10	22	24	7.5	8.75	2	2110.08	0.85714286	1808.64	16
6	10	12	24	26	0.4	0.62	2	2110.08	0.64516129	1361.341935	18
6	12	14	26	28	1.1	1.71	2	2110.08	0.64327485	1357.361404	20
6	14	16	28	30	1.4	4.76	2	2110.08	0.29411765	620.6117647	22
6	16	18	30	32	1.6	5.97	2	2110.08	0.2680067	565.5155779	24
6	18	20	32	34	0.4	4.22	2	2110.08	0.09478673	200.0075829	26
6	20	22	34	36	0.3	6.22	2	2110.08	0.04823151	101.7723473	28
6	22	24	36	38	1.9	9.65	2	2110.08	0.19689119	415.4561658	30
6	24	26	38	40	1.3	7.39	2	2110.08	0.1759134	371.1913396	32
6	26	28	40	42	5.1	4.21	2	2110.08	1.21140143	2556.153919	34
6	28	30	42	44	1.5	4.24	2	2110.08	0.35377358	746.490566	36
6	30	32	44	46	3.3	6.26	2	2110.08	0.52715655	1112.342492	38
7	0	2	16	18	2.6	7.1	2	3165.12	0.36619718	1159.058028	9
7	2	4	18	20	2	6.04	2	3165.12	0.33112583	1048.05298	11
7	4	6	20	22	0.5	10.42	2	3165.12	0.04798464	151.8771593	13
7	6	8	22	24	1.7	7.32	2	3165.12	0.23224044	735.0688525	15
7	8	10	24	26	1.7	5.49	2	3165.12	0.30965392	980.0918033	17
7	10	12	26	28	2.9	6.61	2	3165.12	0.4387292	1388.63056	19
7	12	14	28	30	0.6	1.7	2	3165.12	0.35294118	1117.101176	21
7	14	16	30	32	3	7.52	2	3165.12	0.39893617	1262.680851	23
7	16	18	32	34	2.5	8.41	2	3165.12	0.29726516	940.8799049	25
7	18	20	34	36	0.8	9.67	2	3165.12	0.08273009	261.8506722	27
7	20	22	36	38	0.5	9.68	2	3165.12	0.05165289	163.4876033	29
7	22	24	38	40	0.1	2.24	2	3165.12	0.04464286	141.3	31
7	24	26	40	42	0.5	2.73	2	3165.12	0.18315018	579.6923077	33

n	C2	C1	P1	P2	V	l	a	k	R	rho	datum
7	26	28	42	44	1.4	3.73	2	3165.12	0.37533512	1187.980697	35
7	28	30	44	46	18.3	4.82	2	3165.12	3.7966805	12016.94938	37
8	0	2	18	20	3.6	3.23	2	4521.6	1.11455108	5039.55418	10
8	2	4	20	22	1.5	4.9	2	4521.6	0.30612245	1384.163265	12
8	4	6	22	24	0.4	10	2	4521.6	0.04	180.864	14
8	6	8	24	26	0.2	9	2	4521.6	0.02222222	100.48	16
8	8	10	26	28	0.7	12.38	2	4521.6	0.05654281	255.6639742	18
8	10	12	28	30	0.7	11.7	2	4521.6	0.05982906	270.5230769	20
8	12	14	30	32	0.7	10.7	2	4521.6	0.06542056	295.8056075	22
8	14	16	32	34	0.3	4.5	2	4521.6	0.06666667	301.44	24
8	16	18	34	36	0.6	12.38	2	4521.6	0.04846527	219.1405493	26
8	18	20	36	38	0.7	7.5	2	4521.6	0.09333333	422.016	28
8	20	22	38	40	0.7	10.9	2	4521.6	0.06422018	290.3779817	30
8	22	24	40	42	0.9	7.28	2	4521.6	0.12362637	558.989011	32
8	24	26	42	44	0.5	4.25	2	4521.6	0.11764706	531.9529412	34
8	26	28	44	46	0.8	2.62	2	4521.6	0.30534351	1380.641221	36
9	0	2	20	22	21.8	0.4	2	6217.2	54.5	338837.4	11
9	2	4	22	24	1.1	8.13	2	6217.2	0.13530135	841.195572	13
9	4	6	24	26	0.7	11.3	2	6217.2	0.0619469	385.1362832	15
9	6	8	26	28	0.4	5.76	2	6217.2	0.06944444	431.75	17
9	8	10	28	30	0.9	6.25	2	6217.2	0.144	895.2768	19
9	10	12	30	32	0.8	3.72	2	6217.2	0.21505376	1337.032258	21
9	12	14	32	34	0.4	2.75	2	6217.2	0.14545455	904.32	23
9	14	16	34	36	0.8	5.25	2	6217.2	0.15238095	947.3828571	25
9	16	18	36	38	0.9	15.98	2	6217.2	0.0563204	350.155194	27
9	18	20	38	40	0.4	6.48	2	6217.2	0.0617284	383.7777778	29
9	20	22	40	42	0.4	8.68	2	6217.2	0.04608295	286.5069124	31
9	22	24	42	44	0.7	5.12	2	6217.2	0.13671875	850.0078125	33
9	24	26	44	46	1.2	5.82	2	6217.2	0.20618557	1281.896907	35
10	0	2	22	24	1.6	8.25	2	8289.6	0.19393939	1607.68	12
10	2	4	24	26	0.1	8.13	2	8289.6	0.01230012	101.9630996	14
10	4	6	26	28	0.1	6.12	2	8289.6	0.01633987	135.4509804	16
10	6	8	28	30	0.3	8.68	2	8289.6	0.03456221	286.5069124	18
10	8	10	30	32	0.3	9.2	2	8289.6	0.0326087	270.3130435	20
10	10	12	32	34	0.3	8.34	2	8289.6	0.03597122	298.1870504	22
10	12	14	34	36	0.2	8.78	2	8289.6	0.02277904	188.8291572	24
10	14	16	36	38	0.4	8.35	2	8289.6	0.04790419	397.1065868	26
10	16	18	38	40	0.3	8.43	2	8289.6	0.03558719	295.0035587	28
10	18	20	40	42	0.3	7.35	2	8289.6	0.04081633	338.3510204	30
10	20	22	42	44	0.3	4.83	2	8289.6	0.0621118	514.8819876	32
10	22	24	44	46	0.7	7.16	2	8289.6	0.09776536	810.4357542	34
11	0	2	24	26	0.3	2.81	2	10776.48	0.10676157	1150.513879	13

n	C2	C1	P1	P2	V	l	a	k	R	rho	datum
11	2	4	26	28	0.2	13.9	2	10776.48	0.01438849	155.0572662	15
11	4	6	28	30	0.5	15.95	2	10776.48	0.03134796	337.8206897	17
11	6	8	30	32	0.3	15.74	2	10776.48	0.01905972	205.3966963	19
11	8	10	32	34	0.3	15.13	2	10776.48	0.01982816	213.6777264	21
11	10	12	34	36	0.3	12.74	2	10776.48	0.02354788	253.7632653	23
11	12	14	36	38	0.6	16.77	2	10776.48	0.03577818	385.5627907	25
11	14	16	38	40	0.1	13.55	2	10776.48	0.00738007	79.53121771	27
11	16	18	40	42	0.1	5.41	2	10776.48	0.01848429	199.1955638	29
11	18	20	42	44	0.1	5.33	2	10776.48	0.01876173	202.1853659	31
11	20	22	44	46	0.5	4.68	2	10776.48	0.10683761	1151.333333	33
12	0	2	26	28	0.3	9.81	2	13715.52	0.03058104	419.4348624	14
12	2	4	28	30	0.2	13.9	2	13715.52	0.01438849	197.3456115	16
12	4	6	30	32	0.3	16.95	2	13715.52	0.01769912	242.7525664	18
12	6	8	32	34	0.3	15.74	2	13715.52	0.01905972	261.4139771	20
12	8	10	34	36	0.3	15.13	2	13715.52	0.01982816	271.9534699	22
12	10	12	36	38	0.3	12.74	2	13715.52	0.02354788	322.9714286	24
12	12	14	38	40	0.3	16.77	2	13715.52	0.01788909	245.3581395	26
12	14	16	40	42	0.1	13.55	2	13715.52	0.00738007	101.2215498	28
12	16	18	42	44	0.1	5.41	2	13715.52	0.01848429	253.5216266	30
12	18	20	44	46	0.1	5.33	2	13715.52	0.01876173	257.3268293	32
13	0	2	28	30	0.3	11.81	2	17144.4	0.0254022	435.5055038	15
13	2	4	30	32	0.2	13.9	2	17144.4	0.01438849	246.6820144	17
13	4	6	32	34	0.5	17.95	2	17144.4	0.02785515	477.5598886	19
13	6	8	34	36	0.3	15.74	2	17144.4	0.01905972	326.7674714	21
13	8	10	36	38	0.3	15.13	2	17144.4	0.01982816	339.9418374	23
13	10	12	38	40	0.3	12.74	2	17144.4	0.02354788	403.7142857	25
13	12	14	40	42	0.6	16.77	2	17144.4	0.03577818	613.3953488	27
13	14	16	42	44	0.1	13.55	2	17144.4	0.00738007	126.5269373	29
13	16	18	44	46	0.1	5.41	2	17144.4	0.01848429	316.9020333	31
14	0	2	30	32	0.3	10.81	2	21100.8	0.02775208	585.5911193	16
14	2	4	32	34	0.2	13.9	2	21100.8	0.01438849	303.6086331	18
14	4	6	34	36	0.5	15.95	2	21100.8	0.03134796	661.4670846	20
14	6	8	36	38	0.3	15.74	2	21100.8	0.01905972	402.1753494	22
14	8	10	38	40	0.3	15.13	2	21100.8	0.01982816	418.3899537	24
14	10	12	40	42	0.3	12.74	2	21100.8	0.02354788	496.8791209	26
14	12	14	42	44	0.6	16.77	2	21100.8	0.03577818	754.9481216	28
14	14	16	44	46	0.1	13.55	2	21100.8	0.00738007	155.7254613	30
15	0	2	32	34	0.3	10.81	2	25622.4	0.02775208	711.0749306	17
15	2	4	34	36	0.2	13.9	2	25622.4	0.01438849	368.6676259	19
15	4	6	36	38	0.5	15.95	2	25622.4	0.03134796	803.2100313	21
15	6	8	38	40	0.3	15.74	2	25622.4	0.01905972	488.3557814	23
15	8	10	40	42	0.3	15.13	2	25622.4	0.01982816	508.0449438	25

n	C2	C1	P1	P2	V	l	a	k	R	rho	datum
15	10	12	42	44	0.3	12.74	2	25622.4	0.02354788	603.3532182	27
15	12	14	44	46	0.6	16.77	2	25622.4	0.03577818	916.7227191	29
16	0	2	34	36	0.3	10.81	2	30746.88	0.02775208	853.2899167	18
16	2	4	36	38	0.2	13.9	2	30746.88	0.01438849	442.4011511	20
16	4	6	38	40	0.5	15.95	2	30746.88	0.03134796	963.8520376	22
16	6	8	40	42	0.3	15.74	2	30746.88	0.01905972	586.0269377	24
16	8	10	42	44	0.3	15.13	2	30746.88	0.01982816	609.6539326	26
16	10	12	44	46	0.3	12.74	2	30746.88	0.02354788	724.0238619	28
17	0	2	36	38	0.3	10.81	2	36511.92	0.02775208	1013.281776	19
17	2	4	38	40	0.2	13.9	2	36511.92	0.01438849	525.3513669	21
17	4	6	40	42	0.5	30.95	2	36511.92	0.01615509	589.8533118	23
17	6	8	42	44	0.3	15.74	2	36511.92	0.01905972	695.9069886	25
17	8	10	44	46	0.3	15.13	2	36511.92	0.01982816	723.9640449	27
18	0	2	38	40	0.3	20.81	2	42955.2	0.01441615	619.2484383	20
18	2	4	40	42	0.2	13.9	2	42955.2	0.01438849	618.0604317	22
18	4	6	42	44	0.5	30.95	2	42955.2	0.01615509	693.9450727	24
18	6	8	44	46	0.3	30.74	2	42955.2	0.00975927	419.2114509	26
19	0	2	40	42	0.3	30.81	2	50114.4	0.0097371	487.9688413	21
19	2	4	42	44	0.2	33.9	2	50114.4	0.00589971	295.660177	23
19	4	6	44	46	0.5	35.95	2	50114.4	0.01390821	697.0013908	25
20	0	2	42	44	0.3	30.81	2	58027.2	0.0097371	565.0165531	22
20	2	4	44	46	0.2	33.9	2	58027.2	0.00589971	342.3433628	24
21	0	2	44	46	0.3	30.81	2	66731.28	0.0097371	649.769036	23

DATA LINTASAN DUA

n	C2	C1	P1	P2	V (mv)	I (mA)	a	k	R	rho	datum
1	0	2	4	6	41.6	2.18	2	37.68	19.08257	719.0312	3
1	2	4	6	8	113.2	2.4	2	37.68	47.16667	1777.24	5
1	4	6	8	10	58.1	1.58	2	37.68	36.77215	1385.575	7
1	6	8	10	12	53	1.53	2	37.68	34.64052	1305.255	9
1	8	10	12	14	85	2.29	2	37.68	37.1179	1398.603	11
1	10	12	14	16	61.8	7.62	2	37.68	8.110236	305.5937	13
1	12	14	16	18	190.6	2.64	2	37.68	72.19697	2720.382	15
1	14	16	18	20	67.5	2.82	2	37.68	23.93617	901.9149	17
1	16	18	20	22	156.1	3.28	2	37.68	47.59146	1793.246	19
1	18	20	22	24	79.5	3.43	2	37.68	23.17784	873.3411	21
1	20	22	24	26	182.7	3.18	2	37.68	57.45283	2164.823	23
1	22	24	26	28	33	3.19	2	37.68	10.34483	389.7931	25
1	24	26	28	30	96.6	4.51	2	37.68	21.41907	807.0705	27
1	26	28	30	32	267.5	4.83	2	37.68	55.38302	2086.832	29
1	28	30	32	34	0.626	1.8	2	37.68	0.347778	13.10427	31
1	30	32	34	36	0.431	1.58	2	37.68	0.272785	10.27853	33
1	32	34	36	38	112.4	1.3	2	37.68	86.46154	3257.871	35
1	34	36	38	40	41.9	1.59	2	37.68	26.3522	992.9509	37
1	36	38	40	42	0.485	2.72	2	37.68	0.178309	6.718676	39
1	38	40	42	44	380.5	1.94	2	37.68	196.134	7390.33	41
1	40	42	44	46	88	1.8	2	37.68	48.88889	1842.133	43
2	0	2	6	8	10.6	2.2	2	150.72	4.818182	726.1964	4
2	2	4	8	10	15.5	2.45	2	150.72	6.326531	953.5347	6
2	4	6	10	12	6.3	1.63	2	150.72	3.865031	582.5374	8
2	6	8	12	14	11.4	1.59	2	150.72	7.169811	1080.634	10
2	8	10	14	16	16.2	0.31	2	150.72	52.25806	7876.335	12
2	10	12	16	18	30.4	3.68	2	150.72	8.26087	1245.078	14
2	12	14	18	20	19.8	0.66	2	150.72	30	4521.6	16
2	14	16	20	22	26	2.8	2	150.72	9.285714	1399.543	18
2	16	18	22	24	34.3	1.29	2	150.72	26.58915	4007.516	20
2	18	20	24	26	32	3.44	2	150.72	9.302326	1402.047	22
2	20	22	26	28	14.9	3.23	2	150.72	4.613003	695.2718	24
2	22	24	28	30	12.6	3.22	2	150.72	3.913043	589.7739	26
2	24	26	30	32	45.4	4.57	2	150.72	9.934354	1497.306	28
2	26	28	32	34	55.6	4.83	2	150.72	11.51139	1734.996	30
2	28	30	34	36	0.472	1.82	2	150.72	0.259341	39.08782	32
2	30	32	36	38	6.64	1.62	2	150.72	4.098765	617.7659	34
2	32	34	38	40	0.7	13.82	2	150.72	0.050651	7.634153	36
2	34	36	40	42	200.1	2.82	2	150.72	70.95745	10694.71	38

n	C2	C1	P1	P2	V (mv)	I (mA)	a	k	R	rho	datum
2	36	38	42	44	0.54	2.69	2	150.72	0.200743	30.25606	40
2	38	40	44	46	133.3	1.9	2	150.72	70.15789	10574.2	42
3	0	2	8	10	2.8	2.18	2	376.8	1.284404	483.9633	5
3	2	4	10	12	3.6	2.39	2	376.8	1.506276	567.5649	7
3	4	6	12	14	2.5	1.62	2	376.8	1.54321	581.4815	9
3	6	8	14	16	1.2	1.53	2	376.8	0.784314	295.5294	11
3	8	10	16	18	6.3	2.32	2	376.8	2.715517	1023.207	13
3	10	12	18	20	5.7	2.68	2	376.8	2.126866	801.403	15
3	12	14	20	22	9.3	2.64	2	376.8	3.522727	1327.364	17
3	14	16	22	24	7.2	2.76	2	376.8	2.608696	982.9565	19
3	16	18	24	26	10.2	3.26	2	376.8	3.128834	1178.945	21
3	18	20	26	28	5.5	3.42	2	376.8	1.608187	605.9649	23
3	20	22	28	30	4.7	3.2	2	376.8	1.46875	553.425	25
3	22	24	30	32	8.6	3.21	2	376.8	2.679128	1009.495	27
3	24	26	32	34	0.2	4.59	2	376.8	0.043573	16.4183	29
3	26	28	34	36	57.6	4.59	2	376.8	12.54902	4728.471	31
3	28	30	36	38	0.1	4.42	2	376.8	0.022624	8.524887	33
3	30	32	38	40	2.5	1.73	2	376.8	1.445087	544.5087	35
3	32	34	40	42	5.1	1.62	2	376.8	3.148148	1186.222	37
3	34	36	42	44	0.8	12.79	2	376.8	0.062549	23.56841	39
3	36	38	44	46	0.582	0.82	2	376.8	0.709756	267.4361	41
4	0	2	10	12	0.5	2.42	2	753.6	0.206612	155.7025	6
4	2	4	12	14	0.2	4.32	2	753.6	0.046296	34.88889	8
4	4	6	14	16	6.6	2.38	2	753.6	2.773109	2089.815	10
4	6	8	16	18	1.2	2.25	2	753.6	0.533333	401.92	12
4	8	10	18	20	3.3	2.26	2	753.6	1.460177	1100.389	14
4	10	12	20	22	0.8	4.96	2	753.6	0.16129	121.5484	16
4	12	14	22	24	0.5	3.67	2	753.6	0.13624	102.6703	18
4	14	16	24	26	0.9	3.35	2	753.6	0.268657	202.4597	20
4	16	18	26	28	6.4	4.04	2	753.6	1.584158	1193.822	22
4	18	20	28	30	121.8	4.13	2	753.6	29.49153	22224.81	24
4	20	22	30	32	0.7	4.12	2	753.6	0.169903	128.0388	26
4	22	24	32	34	20.5	3.05	2	753.6	6.721311	5065.18	28
4	24	26	34	36	2.4	4.39	2	753.6	0.546697	411.9909	30
4	26	28	36	38	1.1	4.68	2	753.6	0.235043	177.1282	32
4	28	30	38	40	0.1	1.38	2	753.6	0.072464	54.6087	34
4	30	32	40	42	94.4	1.6	2	753.6	59	44462.4	36
4	32	34	42	44	3.7	12.45	2	753.6	0.297189	223.9614	38
4	34	36	44	46	2.3	6.2	2	753.6	0.370968	279.5613	40
5	0	2	12	14	0.2	2.2	2	1318.8	0.090909	119.8909	7
5	2	4	14	16	0.4	2.44	2	1318.8	0.163934	216.1967	9

n	C2	C1	P1	P2	V (mv)	I (mA)	a	k	R	rho	datum
5	4	6	16	18	1.5	1.62	2	1318.8	0.925926	1221.111	11
5	6	8	18	20	1.1	1.55	2	1318.8	0.709677	935.9226	13
5	8	10	20	22	0.8	2.28	2	1318.8	0.350877	462.7368	15
5	10	12	22	24	2	3.65	2	1318.8	0.547945	722.6301	17
5	12	14	24	26	0.8	2.28	2	1318.8	0.350877	462.7368	19
5	14	16	26	28	1.25	2.75	2	1318.8	0.454545	599.4545	21
5	16	18	28	30	0.9	3.29	2	1318.8	0.273556	360.766	23
5	18	20	30	32	1.7	3.46	2	1318.8	0.491329	647.9653	25
5	20	22	32	34	0.4	3.19	2	1318.8	0.125392	165.3668	27
5	22	24	34	36	11.9	3.12	2	1318.8	3.814103	5030.038	29
5	24	26	36	38	0.5	4.45	2	1318.8	0.11236	148.1798	31
5	26	28	38	40	3.3	4.72	2	1318.8	0.699153	922.0424	33
5	28	30	40	42	1	1.76	2	1318.8	0.568182	749.3182	35
5	30	32	42	44	90.4	1.6	2	1318.8	56.5	74512.2	37
5	32	34	44	46	0.9	12.61	2	1318.8	0.071372	94.1253	39
6	0	2	14	16	1.2	0.21	2	2110.08	5.714286	12057.6	8
6	2	4	16	18	1.49	2.43	2	2110.08	0.613169	1293.835	10
6	4	6	18	20	0.9	1.6	2	2110.08	0.5625	1186.92	12
6	6	8	20	22	0.9	1.53	2	2110.08	0.588235	1241.224	14
6	8	10	22	24	1.5	2.3	2	2110.08	0.652174	1376.139	16
6	10	12	24	26	0.9	3.64	2	2110.08	0.247253	521.7231	18
6	12	14	26	28	0.6	2.63	2	2110.08	0.228137	481.3871	20
6	14	16	28	30	0.1	2.74	2	2110.08	0.036496	77.01022	22
6	16	18	30	32	4.9	3.27	2	2110.08	1.498471	3161.894	24
6	18	20	32	34	10.2	3.44	2	2110.08	2.965116	6256.633	26
6	20	22	34	36	9.7	3.21	2	2110.08	3.021807	6376.254	28
6	22	24	36	38	1	3.15	2	2110.08	0.31746	669.8667	30
6	24	26	38	40	0.3	4.45	2	2110.08	0.067416	142.2526	32
6	26	28	40	42	2.6	4.53	2	2110.08	0.573951	1211.083	34
6	28	30	42	44	4.4	1.75	2	2110.08	2.514286	5305.344	36
6	30	32	44	46	87.8	1.6	2	2110.08	54.875	115790.6	38
7	0	2	16	18	8.9	2.15	2	3165.12	4.139535	13102.12	9
7	2	4	18	20	2.1	2.44	2	3165.12	0.860656	2724.079	11
7	4	6	20	22	1.6	1.62	2	3165.12	0.987654	3126.044	13
7	6	8	22	24	0.4	1.55	2	3165.12	0.258065	816.8052	15
7	8	10	24	26	1.39	0.32	2	3165.12	4.34375	13748.49	17
7	10	12	26	28	0.7	3.66	2	3165.12	0.191257	605.3508	19
7	12	14	28	30	0.1	2.61	2	3165.12	0.038314	121.269	21
7	14	16	30	32	4.8	2.75	2	3165.12	1.745455	5524.573	23
7	16	18	32	34	0.1	3.27	2	3165.12	0.030581	96.79266	25
7	18	20	34	36	0.6	3.43	2	3165.12	0.174927	553.6653	27

n	C2	C1	P1	P2	V (mv)	I (mA)	a	k	R	rho	datum
7	20	22	36	38	0.2	3.14	2	3165.12	0.063694	201.6	29
7	22	24	38	40	1.6	4.46	2	3165.12	0.358744	1135.469	31
7	24	26	40	42	1.7	4.51	2	3165.12	0.37694	1193.061	33
7	26	28	42	44	5.9	1.72	2	3165.12	3.430233	10857.1	35
7	28	30	44	46	0.5	2.22	2	3165.12	0.225225	712.8649	37
8	0	2	18	20	1.1	2.41	2	4521.6	0.456432	2063.801	10
8	2	4	20	22	0.2	1.6	2	4521.6	0.125	565.2	12
8	4	6	22	24	1.3	1.55	2	4521.6	0.83871	3792.31	14
8	6	8	24	26	0.1	2.32	2	4521.6	0.043103	194.8966	16
8	8	10	26	28	0.4	3.64	2	4521.6	0.10989	496.8791	18
8	10	12	28	30	0.2	0.56	2	4521.6	0.357143	1614.857	20
8	12	14	30	32	0.6	2.75	2	4521.6	0.218182	986.5309	22
8	14	16	32	34	0.8	3.27	2	4521.6	0.244648	1106.202	24
8	16	18	34	36	0.5	3.34	2	4521.6	0.149701	676.8862	26
8	18	20	36	38	0.8	3.17	2	4521.6	0.252366	1141.098	28
8	20	22	38	40	0.5	3.15	2	4521.6	0.15873	717.7143	30
8	22	24	40	42	2.2	4.5	2	4521.6	0.488889	2210.56	32
8	24	26	42	44	3.7	4.52	2	4521.6	0.818584	3701.31	34
8	26	28	44	46	22.9	2.22	2	4521.6	10.31532	46641.73	36
9	0	2	20	22	2.7	2.41	2	6217.2	1.120332	6965.328	11
9	2	4	22	24	0.2	7.6	2	6217.2	0.026316	163.6105	13
9	4	6	24	26	0.9	1.59	2	6217.2	0.566038	3519.17	15
9	6	8	26	28	2.8	2.33	2	6217.2	1.201717	7471.313	17
9	8	10	28	30	0.61	3.65	2	6217.2	0.167123	1039.039	19
9	10	12	30	32	0.3	2.6	2	6217.2	0.115385	717.3692	21
9	12	14	32	34	1.5	2.78	2	6217.2	0.539568	3354.604	23
9	14	16	34	36	0.4	3.26	2	6217.2	0.122699	762.8466	25
9	16	18	36	38	0.8	3.43	2	6217.2	0.233236	1450.076	27
9	18	20	38	40	0.7	4.78	2	6217.2	0.146444	910.4686	29
9	20	22	40	42	1.4	2.22	2	6217.2	0.630631	3920.757	31
9	22	24	42	44	1.9	2.4	2	6217.2	0.791667	4921.95	33
9	24	26	44	46	1.2	1.59	2	6217.2	0.754717	4692.226	35
10	0	2	22	24	0.2	1.55	2	8289.6	0.129032	1069.626	12
10	2	4	24	26	1.6	2.32	2	8289.6	0.689655	5716.966	14
10	4	6	26	28	0.3	3.65	2	8289.6	0.082192	681.337	16
10	6	8	28	30	0.1	2.6	2	8289.6	0.038462	318.8308	18
10	8	10	30	32	0.3	2.76	2	8289.6	0.108696	901.0435	20
10	10	12	32	34	0.2	3.24	2	8289.6	0.061728	511.7037	22
10	12	14	34	36	0.1	3.42	2	8289.6	0.02924	242.386	24
10	14	16	36	38	1	3.12	2	8289.6	0.320513	2656.923	26
10	16	18	38	40	0.3	3.11	2	8289.6	0.096463	799.6399	28

n	C2	C1	P1	P2	V (mv)	I (mA)	a	k	R	rho	datum
10	18	20	40	42	1.7	2,23	2	8289.6	14.98273	47363.34	30
10	20	22	42	44	6.2	1.6	2	8289.6	3.875	32122.2	32
10	22	24	44	46	1.7	1.55	2	8289.6	1.096774	9091.819	34
11	0	2	24	26	2	2.34	2	10776.48	0.854701	9210.667	13
11	2	4	26	28	0.3	3.66	2	10776.48	0.081967	883.318	15
11	4	6	28	30	0.5	2.58	2	10776.48	0.193798	2088.465	17
11	6	8	30	32	0.7	2.75	2	10776.48	0.254545	2743.104	19
11	8	10	32	34	0.5	3.23	2	10776.48	0.154799	1668.186	21
11	10	12	34	36	0.2	3.22	2	10776.48	0.062112	669.3466	23
11	12	14	36	38	0.1	3.4	2	10776.48	0.029412	316.9553	25
11	14	16	38	40	2.1	1.2	2	10776.48	1.75	18858.84	27
11	16	18	40	42	3.2	2.2	2	10776.48	1.454545	15674.88	29
11	18	20	42	44	0.3	1.4	2	10776.48	0.214286	2309.246	31
11	20	22	44	46	3.2	1.9	2	10776.48	1.684211	18149.86	33
12	0	2	26	28	0.3	2.07	2	13715.52	0.144928	1987.757	14
12	2	4	28	30	2.1	2.34	2	13715.52	0.897436	12308.8	16
12	4	6	30	32	0.3	1.58	2	13715.52	0.189873	2604.213	18
12	6	8	32	34	0.3	2.3	2	13715.52	0.130435	1788.981	20
12	8	10	34	36	1.7	3.6	2	13715.52	0.472222	6476.773	22
12	10	12	36	38	0.6	1.54	2	13715.52	0.38961	5343.709	24
12	12	14	38	40	0.5	2.52	2	13715.52	0.198413	2721.333	26
12	14	16	40	42	1.4	2.68	2	13715.52	0.522388	7164.824	28
12	16	18	42	44	2.3	3.25	2	13715.52	0.707692	9706.368	30
12	18	20	44	46	0.5	2.3	2	13715.52	0.217391	2981.635	32
13	0	2	28	30	1.9	2.19	2	17144.4	0.86758	14874.14	15
13	2	4	30	32	1.7	2.3	2	17144.4	0.73913	12671.95	17
13	4	6	32	34	0.3	1.53	2	17144.4	0.196078	3361.647	19
13	6	8	34	36	1	1.43	2	17144.4	0.699301	11989.09	21
13	8	10	36	38	0.3	2.32	2	17144.4	0.12931	2216.948	23
13	10	12	38	40	0.7	3.48	2	17144.4	0.201149	3448.586	25
13	12	14	40	42	2.5	2.58	2	17144.4	0.968992	16612.79	27
13	14	16	42	44	5.4	2.42	2	17144.4	2.231405	38256.1	29
13	16	18	44	46	1.3	2.43	2	17144.4	0.534979	9171.901	31
14	0	2	30	32	0.9	1.2	2	21100.8	0.75	15825.6	16
14	2	4	32	34	0.3	1.48	2	21100.8	0.202703	4277.189	18
14	4	6	34	36	2.8	1.6	2	21100.8	1.75	36926.4	20
14	6	8	36	38	0.3	1.53	2	21100.8	0.196078	4137.412	22
14	8	10	38	40	2.3	2.32	2	21100.8	0.991379	20918.9	24
14	10	12	40	42	2.7	3.66	2	21100.8	0.737705	15566.16	26
14	12	14	42	44	2.3	2.47	2	21100.8	0.931174	19648.52	28
14	14	16	44	46	0.7	2.62	2	21100.8	0.267176	5637.618	30

n	C2	C1	P1	P2	V (mv)	I (mA)	a	k	R	rho	datum
15	0	2	32	34	0.3	2.22	2	25622.4	0.135135	3462.486	17
15	2	4	34	36	2.8	2.35	2	25622.4	1.191489	30528.82	19
15	4	6	36	38	0.9	1.53	2	25622.4	0.588235	15072	21
15	6	8	38	40	0.2	1.53	2	25622.4	0.130719	3349.333	23
15	8	10	40	42	1.5	2.32	2	25622.4	0.646552	16566.21	25
15	10	12	42	44	0.4	2.65	2	25622.4	0.150943	3867.532	27
15	12	14	44	46	0.1	2.49	2	25622.4	0.040161	1029.012	29
16	0	2	34	36	1.3	2.24	2	30746.88	0.580357	17844.17	18
16	2	4	36	38	3.3	2.38	2	30746.88	1.386555	42632.23	20
16	4	6	38	40	0.6	1.59	2	30746.88	0.377358	11602.6	22
16	6	8	40	42	0.5	1.55	2	30746.88	0.322581	9918.348	24
16	8	10	42	44	2.3	2.34	2	30746.88	0.982906	30221.29	26
16	10	12	44	46	0.3	3.62	2	30746.88	0.082873	2548.084	28
17	0	2	36	38	2.8	2.78	2	36511.92	1.007194	36774.6	19
17	2	4	38	40	0.1	2.36	2	36511.92	0.042373	1547.115	21
17	4	6	40	42	3.1	1.58	2	36511.92	1.962025	71637.31	23
17	6	8	42	44	6.3	1.55	2	36511.92	4.064516	148403.3	25
17	8	10	44	46	1.6	2.34	2	36511.92	0.683761	24965.42	27
18	0	2	38	40	1.3	2.19	2	42955.2	0.593607	25498.52	20
18	2	4	40	42	1.1	2.38	2	42955.2	0.462185	19853.24	22
18	4	6	42	44	0.2	1.55	2	42955.2	0.129032	5542.606	24
18	6	8	44	46	0.1	4.58	2	42955.2	0.021834	937.8865	26
19	0	2	40	42	2.5	2.21	2	50114.4	1.131222	56690.5	21
19	2	4	42	44	8.4	2.39	2	50114.4	3.514644	176134.3	23
19	4	6	44	46	0.8	1.59	2	50114.4	0.503145	25214.79	25
20	0	2	42	44	0.8	2.19	2	58027.2	0.365297	21197.15	22
20	2	4	44	46	3.5	2.35	2	58027.2	1.489362	86423.49	24
21	0	2	44	46	2.9	2.15	2	66731.28	1.348837	90009.63	23

Berikut adalah kegunaan masing-masing parameter:

1. **K (Faktor Geometri)** dalam konfigurasi dipole-dipole digunakan untuk mengoreksi data pengukuran berdasarkan jarak dan posisi elektroda. Dalam konfigurasi ini, **K** adalah fungsi dari jarak antara elektroda sumber dan pengukur serta kedalaman penetrasi yang diinginkan. Faktor ini memastikan bahwa nilai resistivitas yang dihitung memperhitungkan efek geometris dari pengaturan elektroda.

2. **Titik Datum** adalah referensi yang digunakan untuk menetapkan posisi elektroda dan menentukan orientasi sistem pengukuran. Dalam konfigurasi dipole-dipole, titik datum membantu dalam mengukur jarak yang tepat antara elektroda dan memastikan bahwa pengukuran dilakukan dengan cara yang konsisten. Ini penting untuk menginterpretasikan hasil dengan akurat.
3. **Nilai Rho (ρ)** adalah resistivitas tanah yang dihitung dari data pengukuran. Resistivitas (ρ) menunjukkan sejauh mana tanah menolak aliran arus listrik dan merupakan parameter utama dalam survei geolistrik. Nilai ini memberi informasi tentang sifat geologi dan stratigrafi bawah permukaan.
4. **Resistivitas** adalah ukuran dari seberapa besar hambatan tanah terhadap aliran arus listrik dan dihitung berdasarkan data pengukuran dengan memperhitungkan faktor geometri. Dalam konfigurasi dipole-dipole, resistivitas memberikan informasi tentang variasi material bawah permukaan, seperti perbedaan antara batuan, mineral, atau kadar air.
5. **A (Spasi)** dalam konfigurasi dipole-dipole, **A** merujuk pada jarak antara elektroda sumber dan elektroda pengukur. Spasi ini mempengaruhi kedalaman penetrasi dan resolusi data.



