

**IDENTIFIKASI ZONA OUTFLOW PADA SISTEM PANAS
BUMI DAERAH GERAGAI DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK 2D**

SKRIPSI



**ANDREAS MEINANDA SITUMORANG
F1D314042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOFISIKA
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2021

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya laporan skripsi yang berjudul **Identifikasi Zona Outflow pada Sistem Panas Bumi Daerah Geragai dengan Menggunakan Metode Geolistrik 2D**. Merupakan hasil Karya saya sendiri, tidak terdapat karya atau pendapat atau diterbitkan oleh orang lain kecuali hanya untuk acuan atau kutipan sebagai tuntunan tata cara penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, 21 September 2021

Penulis

Andreas Meinanda Situmorang

F1D314042

RINGKASAN

Penelitian mengenai panasbumi di Kecamatan Geragai Kabupaten Tanjung Jabung Timur Jambi masih sangat minim terutama penelitian secara geofisika tentang penyebab dari munculnya sumber panasbumi berupa mata air panas di daerah tersebut. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui penyebab timbulnya manifestasi panasbumi berupa mata air panas di daerah tersebut karena daerah tersebut bukan merupakan daerah vulkanik. Hasil dari penelitian ini berupa penampang resistivitas 2D. Pada penampang 2D lintasan 1 yaitu lintasan yang memotong antara ketiga titik air panas memperlihatkan bahwa dari ketiga titik air panas bersumber pada satu sumber yang sama dengan kedalaman 7-37 m dibawah permukaan. Pada lintasan 2 yang berlokasi pada air panas kedua memperlihatkan air panas timbul akibat adanya sesar kecil yang meloloskannya ke permukaan dengan kedalaman sumber air panas 7-26 m dibawah permukaan. Pada lintasan 3 yang berlokasi pada air panas pertama memperlihatkan bahwa air panas timbul akibat adanya sesar kecil yang meloloskannya kepermukaan dengan kedalaman air panas 7-25.5 m dibawah permukaan. Pada lintasan 4 yang berlokasi pada air panas ketiga memperlihatkan bahwa air panas muncul akibat adanya sesar kecil yang meloloskannya kepermukaan dengan kedalaman sumber air panas pada kedalaman 7-37 m dibawah permukaan. Berdasarkan keempat penampang 2D menunjukkan bahwa munculnya fluida panas bawah permukaan keatas akibat dari sesar kecil yang ada di sekitar sumber panasbumi yangmana sesar tersebut timbul karena daerah penelitian ini merupakan zona *back arc basin* yang merupakan zona lemah yang dapat menimbulkan *sesar-sesar* kecil baru akibat dari dorongan zona subduksi.

SUMMARY

Research on geothermal in Geragai District, Tanjung Jabung Timur Regency, Jambi is still very minimal, especially geophysical research on the causes of the emergence of geothermal sources in the form of hot springs in the area. This study aims to determine the cause of geothermal manifestations in the form of hot springs in the area because the area is not a volcanic area. The result of this research is a 2D resistivity cross section. In the 2D cross-section of track 1, which is a path that cuts between the three hot springs, it shows that from the three hot springs the source is from the same source with a depth of 7-37 m below the surface. On track 2, which is located at the second hot spring, it shows that the hot springs arise due to a small fault that releases it to the surface with a depth of 7-26 m of hot springs below the surface. On track 3, which is located at the first hot spring, it shows that the hot water was caused by a small fault that released it to the surface with a depth of 7-25.5 m of hot water below the surface. On track 4, which is located at the third hot spring, it shows that the hot water appears due to a small fault that released it to the surface with the depth of the hot spring at a depth of 7-37 m below the surface. Based on the four 2D cross-sections, it shows that the emergence of subsurface hot fluid upwards as a result of small faults around the geothermal source where the fault arises because this research area is a back arc basin zone which is a weak zone that can cause new small faults as a result of thrust. subduction zone.

**IDENTIFIKASI ZONA OUTFLOW PADA SISTEM PANAS
BUMI DAERAH GERAGAI DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GEOLISTRIK 2D**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Geofisika



**Andreas Meinanda Situmorang
F1D314042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOFISIKA
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **IDENTIFIKASI ZONA OUTFLOW PADA SISTEM PANAS BUMI DAERAH GERAGAI DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK 2D** yang disusun oleh **ANDREAS MEINANDA SITUMORANG, NIM : F1D314042** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 31 Agustus 2021 dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji:

Ketua : Drs. Nasri MZ, M.S.
Sekretaris : Ira kusuma Dewi, S.Si., M.T
Anggota : 1. Drs. Faizar Farid, M.Si.
2. Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T.
3. Juventa, S.T., M.T

Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Drs. Nasri MZ, M.S.
NIP. 195807091987011001

Ira Kusuma Dewi, S.Si, M.T
NIP. 198701172019032015

Diketahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Jurusan Teknik Kebumihan

Prof. Drs. Damris M, M.Sc., Ph.D
NIP. 196605191991121001

Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T.
NIP.197907062008122002

RIWAYAT HIDUP



Andreas Meinanda Situmorang, dilahirkan di Jambi pada tanggal 30 Mei 1996 putra kedua dari Bapak M. Situmorang dan Ibu Rosmiwati Br. Gultom. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Saudara pertama penulis bernama Alpindo Situmorang dan saudara ketiga bernama Amelia Rosita Situmorang. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan formal sejak Sekolah Dasar di SD Negeri 222 Tanjung Rejo I pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 10 Merangin dan lulus pada tahun 2011. Lalu melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 13 Merangin lulus pada tahun 2014. Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa S-1 Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Selama studi menjadi mahasiswa Teknik Geofisika Universitas Jambi, penulis aktif dalam kegiatan non akademik baik dalam ruang lingkup program studi, fakultas maupun universitas. Penulis merupakan anggota dari Himpunan Mahasiswa Teknik Geofisika ANTAREJA Universitas Jambi (HMTGF ANTAREJA), penulis juga tergabung di Persekutuan Rohani Kristen – Katolik Fakultas Sains dan Teknologi, penulis juga tergabung di Kerohanian Kristen UNJA. Selain berpartisipasi dalam kegiatan non akademik. Penulis juga telah menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan di Stasiun BMKG Padang Panjang dengan tema Analisis Seismisitas Gempabumi di Daerah Sumatera Barat dan Sekitarnya (Regional VI) Periode 16 Maret – 15 April 2018. Terakhir penulis telah melaksanakan penelitian tugas akhir skripsi dengan tema “Identifikasi Zona Outflow pada Sistem Panas Bumi Daerah Geragai dengan Menggunakan Metode Geolistrik 2D”.

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan dan kecukupan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Zona Outflow pada Sistem Panas Bumi Daerah Geragai dengan Menggunakan Metode Geolistrik 2D”**.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan tahap pendidikan sarjana (S-1) pada program studi Teknik Geofisika, Universitas Jambi. Selain itu, melalui tugas akhir ini penulis dapat mencoba menerapkan ilmu dan keterampilan yang diperoleh selama kuliah. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Harapan penulis semoga skripsi ini berguna bagi pembaca.

Penyusunan tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan serta kemurahan hati dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada Bapak Drs. H. Nasri MZ., M.S., Ibu Ira Kusuma Dewi, S.Si., M.T., sebagai pembimbing skripsi yang telah membimbing penulisan skripsi dari awal hingga akhir. Serta penghargaan dan ucapan terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, Bapak M. Situmorang dan Ibu Rosmiwati Gultom serta abang dan adik saya yaitu Alpindo Situmorang, dan Amelia Rosita Situmorang yang selalu memberi dukungan, semangat dan materi. Serta membantu dalam pengambilan data untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Drs. Damris M, M.Sc., Ph.D. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
3. Ibu Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T selaku ketua Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi sekaligus penguji skripsi saya yang telah memberi masukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Faizar Farid, M.Si selaku penguji skripsi yang telah memberikan masukan terbaik dalam penulisan skripsi ini .
5. Bapak Juventa, ST, MT selaku penguji skripsi saya yang telah memberikan masukan terbaik dalam penulisan skripsi ini.
6. Andri Tomi, Andika Prasetyo, Akhmad Isfanani, Rasidin, Dedi Setiawan, Denia Shinta Lura, dan Ana Okta Marnila yang telah membantu pengambilan data lapangan.
7. Reza Patamarda, Arie Satria S.T, Iwalzi AM, Surya Bakti Rangkuti yang telah membantu dalam pengolahan data.

8. Ardiyanto yang telah menemani penulis mengambil surat pernyataan telah mengambil data di air panas Geragai di kantor Desa Pandan Sejahtera Kec. Geragai, Kab. Tanjung Jabung Timur.
9. Kepala Desa Pandan Sejahtera Geragai yang telah memberikan izin mengambil data di daerah air panas Geragai
10. Mas Solihin SekDes Desa Pandan Sejahtera Geragai yang telah memberikan izin mengambil data di daerah air panas Geragai.
11. Mas Karsim yang telah membantu mengantarkan penulis ke daerah penelitian.
12. Pakde Asmuri beserta keluarga yang mengizinkan tinggal dikediamannya selama penulis beserta team mengambil data lapangan di air panas Geragai.
13. Pakde beserta Bude pedagang nasi gemuk yang begitu ramah dan baik memberikan info tentang daerah penelitian dan menyiapkan makanan disaat penulis berada di lokasi penelitian.
14. Teman – Teman Teknik Geofisika angkatan 2014 yang telah menemani dari awal masuk perguruan tinggi hingga saya menyelesaikan studi.
15. Seluruh Staff Dosen di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi yang telah memberi saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.
16. Seluruh Staff Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi yang telah membantu dalam surat menyurat untuk kelancaran skripsi ini.

Semoga Skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya serta dapat memberikan ilmu yang bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu dan kemampuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca demi kesempurnaan penulis. Akhir kata penulis mengucapkan Terima Kasih.

Jambi, 21 September 2021

Penulis

Andreas Meinanda Situmorang

F1D314042

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	ii
RINGKASAN.....	iii
SUMMARY.....	iv
COVER.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Relevan	4
2.2. Geologi Regional	8
2.3. Stratigrafi Cekungan Sumatera Bagian Selatan.....	8
2.4. Metode Geolistrik.....	8
2.5. Konfigurasi Dipole-Dipole	14
2.6. Panas Bumi (<i>Geothermal</i>).....	16
2.7. Manifestasi Panas Bumi.....	17
2.8. Prediksi Kedalaman Target	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Tempat dan Waktu	20
3.2. Peralatan dan Software Penelitian	20
3.3. Metode Penelitian	22
3.4. Tahap – Tahap Penelitian.....	22
3.5. Diagram Alir	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1. Lintasan 1.....	26
4.2. Lintasan 2.....	27
4.3. Lintasan 3.....	28
4.4. Lintasan 4.....	28
4.5. Pembahasan Secara Geologi.....	29
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
5.1. Kesimpulan.....	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan.....	11
2. Arus Yang Dialirkan Pada Material Konduktif Berbentuk Silinder.....	13
3. Aliran Yang Berasal Dari Satu Sumber Arus Dalam Bumi.....	13
4. Dua Titik Arus Yang Berlawanan Polaritasnya Di Permukaan Bumi.....	14
5. Susunan Elektroda Arus dan Potensial.....	14
6. Konfigurasi Dipole-Dipole.....	15
7. Contoh Hasil Data.....	24
8. Penampang Resistivitas 2D Lintasan 1.....	27
9. Penampang Resistivitas 2D Lintasan 2.....	27
10. Penampang Resistivitas 2D Lintasan 3.....	28
11. Penampang Resistivitas 2D Lintasan 4.....	29
12. Subduksi Sumatera.....	30
13. Peta Geologi dan Desain Akuisisi.....	34
14. Pengambilan Data di Lapangan.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perhitungan Kedalaman Geolistrik.....	19
2. Agenda penelitian.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Geologi dan Desain Akuisisi.....	34
2. Data Sheet Lintasan 1.....	35
3. Data Sheet Lintasan 2.....	36
4. Data Sheet Lintasan 3.....	37
5. Data Sheet Lintasan 4.....	38
6. Notepad.....	39
7. Pengambilan Data Lapangan.....	40

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Panas bumi (Geothermal) adalah sumber daya alam berupa air panas atau uap yang terbentuk di dalam reservoir bumi melalui pemanasan air bawah permukaan oleh batuan panas. Sistem panas bumi merupakan salah satu sistem yang terjadi dalam proses geologi yang berjalan dalam orde ratusan bahkan jutaan tahun yang dewasa ini membawa manfaat bagi manusia baik dimanfaatkan dengan menjadikan manifestasi untuk pariwisata maupun pemanfaatannya untuk pertanian dan peternakan (Winarsih, 2014).

Indonesia memiliki potensi panas bumi yang sangat besar karena menjadi salah satu negara yang dilewati oleh cincin api (ring of fire). Sekitar 40% atau 29.000 MW total panas bumi dunia berada di Indonesia karena Indonesia adalah negara yang memiliki potensi gunung api yang tinggi (Wahyuni, 2012). Namun dengan potensi yang sangat besar tersebut, pemanfaatan panas bumi di Indonesia masih belum maksimal. Bahkan dari 299 daerah yang memiliki potensi panas bumi, yang dimanfaatkan sebagai PLTP hanya 2,68%, sedangkan 45,15% masih dalam tahap penyelidikan awal, 13,04% dalam tahap penyelidikan pendahuluan, 36,79% dalam tahap penyelidikan rincian, dan sebanyak 2,34% dalam tahap eksplorasi atau siap dikembangkan (Qomariah, 2012).

Provinsi Jambi merupakan salah satu provinsi yang memiliki potensi panas bumi. Beberapa contoh panas bumi yang ada di provinsi Jambi diantaranya manifestasi panas bumi di Lempur kab. Kerinci, yang disebabkan oleh aktifitas vulkanik-tektonik, dari gunung Sumbing dan sesar Sumatera yang berada disepanjang bukit barisan. Jangkat Kabupaten Merangin, yang disebabkan oleh aktifitas tektonik berupa sesar, dan Geragai kabupaten Tanjung Jabung Timur yang belum diketahui pasti penyebabnya.

Kenampakan gejala panas bumi di daerah panas bumi Geragai dan sekitarnya berupa air panas yang lokasinya berdekatan antara satu lokasi dengan lainnya, diantaranya :

Mata air panas Pandan 1 (APP1), pada koordinat 352692 mE, 9872818 mS, elevasi 15 mdpl dari endapan rawa (gambut) dengan temperatur air 61,10°C pada temperatur udara 27,8°C , pH netral 7,19, debit 1 L/detik, daya hantar listrik 390 μ S/cm, jernih, tidak ditemukan adanya sinter dan tidak berbau.

Mata air panas Pandan 2 (APP2), terletak 100 meter sebelah tenggara dari lokasi air panas Pandan 1, pada koordinat 352791 mE, 9872850 mS elevasi 17 mdpl. Temperatur air 58,1°C pada temperatur udara 27,88°C, pH netral

7,36, debit 1 L/detik, daya hantar listrik 385 $\mu\text{S}/\text{cm}$, jernih, tidak ditemukan adanya sinter dan tidak berbau.

Mata air panas Pandan 3 (APP3), terletak 27 meter sebelah tenggara dari lokasi air panas Pandan 2, pada koordinat 352786 mE, 9872877 mS, elevasi 19 mdpl. Temperatur air 46,8°C pada temperatur udara 26,78°C, pH 7,5, jernih, daya hantar listrik 360 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan tidak ditemukan adanya sinter.

Endapan rawa merupakan endapan yang mendominasi daerah penyelidikan. Endapan ini terdiri dari material sisa - sisa tumbuhan (gambut) dan material lepas yang berukuran lempung dan pasir serta diperkirakan berumur Holosen.

Satuan batu lempung terdistribusi disebelah selatan daerah penyelidikan. Satuan ini dicirikan oleh batulempung berwarna putih abu-abu, lunak, porositas buruk dan non karbonatan. Secara setempat, pada satuan ini dijumpai batu lempung tufaan dan batupasir. Batas antara satuan batu lempung dan endapan rawa berupa ketidakselarasan. Berdasarkan ciri litologi yang ditemukan di lapangan dan kesebandingan peta geologi regional (Mangga, dkk., 1993), satuan ini dapat digolongkan kedalam Formasi Kasai yang berumur Pliosen-Plistosen Awal.

Secara umum, di daerah penyelidikan cenderung tidak menemukan jejak-jejak magmatisme sebagai indikasi sumber panas. Penarikan struktur geologi secara umum berdasarkan pada pola kelurusan peta Digital Elevation Model (DEM) dan hasil pengamatan di lapangan. Pola struktur yang berkembang di daerah penyelidikan relatif berarah baratlaut-tenggara. Keberadaan struktur geologi tersebut diduga mengontrol pemunculan mata air panas di daerah Geragai.

Morfologi daerah penyelidikan berupa pedataran yang berada pada ketinggian 6 hingga 26 m dpl dengan kemiringan lereng maksimum 2°. Litologi daerah panas bumi Geragai tersusun atas tiga satuan batuan, yaitu satuan endapan alluvial, satuan endapan permukaan dan satuan batu lempung (Peta Geologi Geragai lampiran 1). Endapan alluvial tersebar di bagian tenggara daerah penyelidikan dan merupakan endapan sekunder hasil rombakan batuan di permukaan yang telah terbentuk sebelumnya. Endapan ini terdiri dari material lepas berupa lempung, pasir, kerikil dan kerakal. Hingga saat ini, proses pengendapan material-material tersebut masih berlangsung.

Penelitian metode geofisika perlu dilakukan untuk mempelajari struktur dan sistem panas bumi di Geragai karena masih sedikitnya penelitian menggunakan metode geofisika di area tersebut. Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan adalah dengan metode geolistrik. Metode geolistrik

tahanan jenis yang digunakan secara umum dapat menggambarkan struktur bawah permukaan di area manifestasi panas bumi untuk mendapatkan nilai resistivitas bawah permukaan. Pada sistem panas bumi, harga tahanan jenis akan bervariasi yang dapat menunjukkan adanya zona bersifat konduktif atau adanya struktur pengontrol keluarnya manifestasi.

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan struktur bawah permukaan di area manifestasi Panas bumi daerah Geragai berdasarkan data tahanan jenis dengan konfigurasi Dipole-Dipole. Kemudian mengidentifikasi susunan batuan atau lithologi daerah penelitian dan mengidentifikasi lapisan batuan yang berperan sebagai lapisan permeable atau yang mampu meloloskan air. Pemilihan metode geolistrik dikarenakan akuisisi yang relatif mudah dan murah serta cocok untuk target yang tidak terlalu dalam. Pada penelitian ini, metode tahanan jenis yang digunakan adalah konfigurasi Dipole-Dipole dua dimensi untuk mengidentifikasi struktur di area manifestasi panas bumi Geragai, Jambi.

1.2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Daerah Geragai tidak ditemukan jalur vulkanis namun muncul manifestasi panas bumi berupa air panas yang menandakan adanya sistem panas bumi di bawah permukaan. Oleh karena itu adapun identifikasi masalahnya:

- a. Bagaimana model 2D bawah permukaan yang menggambarkan litologi di daerah manifestasi panas bumi
- b. Bagaimana kondisi sistem panas bumi daerah outflow?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat model 2D untuk mengetahui kedalaman sumber air panas pada daerah manifestasi panas bumi tersebut.
2. Mengidentifikasi penyebab adanya sumber air panas pada daerah outflow berdasarkan data geolistrik.

1.4. Manfaat

Hasil dari penelitian ini adalah model tentatif sistem panasbumi daerah Geragai. Sehingga, berguna dalam proses eksplorasi tingkat lanjut dalam pengembangan panasbumi daerah penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Relevan

Penelitian sebelumnya oleh saudara Darmawangsa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur geologi sekitar sumber mata air panas menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi schlumberger 2D. Penelitian ini dilakukan sebanyak tiga lintasan dengan panjang setiap lintasan 150 meter dan jarak spasi masing-masing 10 meter. Hasil pengukuran pada lintasan I berupa tanah lempung (kedalaman 3-5 m), tanah lanau (kedalaman 5-12,8 m), batuan tufa vulkanik (kedalaman 12,8-18,5 m), pasir krikil (kedalaman 18,5-24,9 m) dan batu gamping (kedalaman 24,9-31,9 m). Lintasan II berupa tanah lempung (kedalaman 3-5 m), tanah lanau (kedalaman 5-12,8 m), batuan tufa vulkanik (kedalaman 12,8-16,5 m), krikil (kedalaman 16,5-20,5 m), kerikil (kedalaman 20,5-28,9 m) dan batu gamping (kedalaman 28,9-31,9 m). Lintasan III berupa berupa tanah lempung (kedalaman 3-7,5 m), tanah lanau (kedalaman 7,5-12,8 m), batuan tufa vulkanik (kedalaman 12,8-16,9 m), pasir krikil (kedalaman 16,9-20,5 m) krikil (kedalaman 20,5-24,9 m) dan batu gamping (kedalaman 24,9-31,9 m). Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa faktor penyebab adanya panas bumi pada lokasi ini disebabkan oleh batuan tufa vulkanik.

Penelitian selanjutnya berkaitan dengan Penelitian saudara Wilyan Pratama. Daerah penelitian terletak di Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Manifestasi di area penelitian berbentuk kolam air panas dengan suhu permukaan mencapai 900C. Akusisi data pengukuran dilakukan dengan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* berjumlah 5 lintasan. Lintasan 1, lintasan 4 serta lintasan 5 memiliki panjang lintasan 280 meter. Lintasan 2 memiliki panjang lintasan 240 meter dan lintasan 3 memiliki panjang lintasan 320 meter dengan spasi elektroda setiap lintasan pengukuran yaitu 5 meter. Penelitian ini bertujuan (1) Meneliti kandungan geokimia dan jenis fluida, (2) Mengidentifikasi fluida panas bumi berdasarkan analisis data resistivitas 2D dan 3D dan (3) Mengidentifikasi lapisan batuan manifestasi Padok berdasarkan penampang bawah permukaan resistivitas 2D dan 3D. Litologi batuan bawah permukaan daerah penelitian secara umum dibagi menjadi 4 bagian yaitu (1) Fluida air panas memiliki nilai resistivitas rata-rata 1 Ω m sampai dengan 3 Ω m. Berdasarkan data geokimia jenis fluida daerah penelitian adalah air klorida. (2) Nilai resistivitas 6 Ω m sampai dengan 50 Ω m diidentifikasi sebagai endapan permukaan diantaranya endapan rawa, dan endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut. (3)

Nilai resistivitas 50 Ω m sampai dengan 100 Ω m diidentifikasi sebagai kerakal, kerikil, pasir dan lempung. (4) Batuan lava (andesit-basalt) memiliki nilai resistivitas diatas 100 Ω m.

Penelitian selajutnya oleh saudara Marikson Mareno Sihombing. Telah dilakukan penelitian metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger di jalan Tentena-Morowali, Sulawesi Tengah yang menyebar pada 7 area jalan sebanyak 14 line dimana line A tegak lurus dengan jalan dan line B sejajar dengan jalan. Pengukuran dari lapangan menggunakan 16 elektroda dengan jarak spasi 10 meter. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kedalaman dan arah bidang gelincir di area rawan longsor. Perhitungan nilai resistivitas batuan di bawah permukaan dilakukan menggunakan software Res2dinv dengan pemodelan inversi 2D. Daerah penelitian memiliki nilai resistivitas antara 0,05 Ω m hingga 2920 Ω m, dimana nilai resistivitas yang lebih rendah mewakili lapisan yang lebih basah dan resistivitas yang lebih tinggi mengindikasikan lapisan yang lebih kering. Berdasarkan harga penyebaran resistivitas batuan bawah permukaan maka diidentifikasi pada daerah penelitian berpotensi longsor. Berdasarkan nilai kemiringannya line MS1_A, MS2_A, MS3_A, MS5_A dan MS6_A merupakan daerah rawan longsor dikarenakan nilai kemiringannya diatas 15% dan diindikasikan adanya bidang gelincir di bawah permukaan. Pada line MS4_A dan MS7_A ditinjau dari nilai kemiringan tidak termasuk daerah rawan longsor akan tetapi ditemukannya bidang gelincir dari hasil penelitian ini, mengingat tinggi curah hujan maka akan dapat memicu terjadinya gerakan tanah atau longsoran.

Agnis (2014) dalam penelitiannya tentang identifikasi struktur bawah permukaan area manifestasi panas bumi air panas paguyungan brebes menggunakan metode geolistrik konfigurasi schlumberger menyimpulkan berdasarkan pemodelan menggunakan tahanan jenis dari metode geolistrik dengan konfigurasi schlumberger diperoleh struktur yang menyebabkan keluarnya manifestasi panas bumi yang berasal dari adanya struktur sesar naik. Litologi batuan pada daerah penelitian yang dapat diidentifikasi berupa topsoil dengan tahanan jenis 9.91-114 Ohm kemudian serpih dengan tahanan jenis 45,1-107 Ohm. Litologi tersebut tersusun berselingan karena proses sedimentasi berulang. Batu pasir yang terdapat pada formasi batuan daerah penelitian berperan sebagai lapisan batuan yang mampu meloloskan air atau lapisan permeable.

Abdul (2014) melakukan penelitian tentang pendugaan reservoir sistem panas bumi dengan menggunakan survei geolistrik resistivitas dan self potential. Berdasarkan hasil penelitian geolistrik menggunakan konfigurasi

dipole-dipole dan self potential menggunakan elektroda pot berpori untuk mendeteksi aliran fluida panas bumi bawah permukaan dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan geolistrik konfigurasi dipole-dipole tidak ditemukannya reservoir atau sistem panas bumi, diperkirakan sistem panas bumi ini masih jauh berada dibawah permukaan. Panas yang terdapat pada sumber mata air panas bukan berasal dari aktivitas vulkanik, melainkan disebabkan oleh tatanan geologi daerah penelitian ini (Geopressed system) yang terasosiasi dengan zona depresi atau cekungan sedimen yang memanjang dari jawa barat dan berpangkal di jawa timur sekitar Madura. Berdasarkan data potensial diri bahwa daerah penelitian merupakan zona konduktif, yang berasal dari mineral sulfide dalam fluida panas.

Ilyas (2017) Berdasarkan penelitian tentang identifikasi litologi pada daerah panas bumi menggunakan metode resistivitas konfigurasi wenner-schlumberger di desa galung kabupaten barru disimpulkan bahwa daerah penelitian terdapat tiga litologi yaitu tanah berpasir adengan resistivitas 0,095-4,05 Ohm dengan ketebalan 1-12 meter, batupasir tufan denagn nilai resistivitas 4,05-39,07 Ohm dengan ketebalan 10-14 meter, dan batuan breksi gunung api dengan nilai resistivitas 39,7-547 Ohm dengan ketebalan 5-15 meter. Batuan ini diduga sebagai batuan penudung pada daerah sumber air panas karena memiliki sifat sulit meloloskan air atau impermeable. Tidak ditemukannya suatu struktur geologi pada penelitian dikarenakan lintasan penelitian tidak memotong atau melewati struktur geologi.

Elida dkk (2014) dalam penelitiannya tentang interpretasi lapisan bawah permukaan di area panas bumi gunung Telomoyo, kabupaten Semarang menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi schlumberger. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan dengan metode geolistrik dimana didapatkan lapisan batuan penyusun pada daerah penelitian secara berturut dari yang paling bawah batu lempung, breksi dan lava, batu pasir tuffan, breksi, batu pasir dan top soil. Adanya struktur geologi berupa sesar yang menjadi zona lemah dan turut berperan sebagai zona lemah tempat fluida panas bumi keluar menuju permukaan. Lapisan batu lempung dengan kedalaman antara 106-122 meter dengan resistivitas 116 Ohm diinterpretasikan sebagai lapisan penudung dari bawah permukaan lokasi penelitian.

Penelitian selanjutnya oleh saudara Harman Amir Dkk. 2015. Bukit Apit Puhun Bukittinggi terletak di zona patahan Sianok. Daerah ini berpotensi terjadi aktivitas tektonik seperti gempa bumi. Aktivitas tektonik dapat mengganggu stabilitas batuan dasar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

menentukan resistivitas dan kedalaman batuan dasar di daerah Bukit Apit Puhun Bukittinggi. Penelitian ini menggunakan *Robust 2D* inversi Data geolistrik dengan konfigurasi *Dipole-dipole* dan *Smoothness-Constraint* Kotak Terkecil dengan konfigurasi *Wenner*. Data penelitian ini diambil lima lagu menggunakan *ARES (Automatic Resistivitymeter)*. Setiap data diproses dan diinterpretasikan dengan menggunakan inversi *Robust 2D* dan *Smoothness-Constraint Least Squares*. Hasil ini Penelitian menunjukkan bahwa jenis batuan dasar di Bukit Apit Puhun Guguk Panjang adalah kelompok-kelompok beku, yaitu andesit. Tahanan batuan Andesit bervariasi pada masing-masing jalur. Resistivitas Andesit adalah 345 Ωm - 39.039 Ωm . Tumpukan batuan dasar Andesit adalah bervariasi, yang umumnya kedalamannya lebih dari 30 meter di kawasan Bukit Apit Puhun Bukit Tinggi.

Penelitian Selanjutnya oleh Saudari Lurani Br Sitorus. Pada tahun 2016. Penentuan litologi batuan dan kedalaman muka air tanah di daerah landfill Labuhan Angin, Sibolga Sumatera Utara dengan menggunakan survei geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dengan spasi jarak 5 meter. Jumlah bentangan yang diambil sebanyak 9 lintasan. Panjang tiap bentangan 155 meter penetrasi kedalaman mencapai 28,7 meter. Data yang diperoleh berupa nilai resistivitas (ρ), arus (I), dan beda potensial (V). Pengolahan data dengan menggunakan *software Res2dinv*, didapatkan pencitraan model 2D. Jenis lapisan batuan yang diketahui, *top soil*, *siltstone*, pasir, lempung pasir, pasir tersaturasi air. Berdasarkan nilai resistivitas dari masing-masing lintasan tersebut diperkirakan kedalaman muka air tanah tiap lintasan bervariasi dari 0,4 meter sampai 2 meter.

M. Irham Nurwidyanto dkk (2006) dalam penelitiannya untuk mengetahui pengaruh ukuran butir terhadap permeabilitas dan porositas batupasir pada Formasi Ngrayong, Formasi Ledok, Formasi Kerek, dan Formasi Selo rejo permeabilitas diukur menggunakan *RUSKA Permeameter Gas*, sedangkan porositas diukur dengan menggunakan *Porosimeter Gas seri A-9756*. Kemudian ukuran butir ditentukan menggunakan metode analisis granulometri. Setelah perhitungan ukuran rata-rata butir didapat selanjutnya dihubungkan dengan permeabilitas dan porositas batupasir dengan metode analisis regresi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pengaruh ukuran butir signifikan pada enam batupasir yang digunakan. Berdasarkan perhitungan statistik diperoleh persamaan regresi linear $\log k = -5,7 \log d + 15$ dengan $r^2 = 0,7$ untuk ukuran butir terhadap permeabilitas dan didapatkan persamaan $\phi = -1,9 \times 10^2 d + 75$ dengan $r^2 = 0,7$ untuk ukuran butir terhadap porositas.

2.2. Geologi Regional

Berdasarkan peta geologi lembar Jambi (Mangga et al., 1993), batuan yang ada di daerah penelitian terdiri, dari beberapa satuan formasi batuan yang di dominasi oleh formasi Kasai, basal andesit dan muara enim. Berdasarkan peta geologi lembar Jambi (Mangga et al., 1993), batuan yang ada di daerah penelitian terdiri, dari beberapa satuan formasi batuan yang di dominasi oleh formasi Kasai, basal andesit dan muara enim.

Formasi kasai (Qtk) terdiri dari perselingan batu pasir tufaan dan batu lempung tufaan. Formasi ini tersebar di sebelah timur barat daya hingga selatan daerah penelitian. Formasi ini berumur plio-plistosen. Tiga manifestasi thermal yang ditemukan berada pada formasi kasai.

Basal andesit (Qb) berupa batuan basalt atau andesit menerobos formasi muara enim dan sedikit formasi kasai. Batuan ini berumur plistosen. Selain itu tidak jauh dari satuan batuan ini juga ditemukan endapan gunung api kuarter (Qv) yang terdiri dari perselingan breksi gunung api dan batu pasir konglomeratan. Satuan batuan ini berada di atas formasi muara enim dan terletak tidak jauh dari singkapan batuan andesit. Keberadaan dari satuan batuan gunung api kuarter juga menjadi salah satu kajian pada penelitian ini. Batuan gunung api kuarter ini berumur Holosen.

Endapan rawa (Qs) juga ditemukan pada daerah penelitian terdiri dari pasir, lanau, lempung, lumpur, dan gambut. Endapan ini tersebar di utara daerah kajian. Aluvium (Qa) terdiri dari lempung, lanau, pasir, kerikil, dan kerakal. Endapan permukaan ini pengendapannya masih terus berlangsung hingga sekarang. Aluvium dan endapan rawa merupakan satuan yang berumur holosen. (Nazri, Dkk, 2016).

2.3. Stratigrafi Cekungan Sumatera Bagian Selatan

Stratigrafi cekungan Sumatera Bagian Selatan menurut pembagian Shell, (1978). Urutan stratigrafi dari yang tua ke muda adalah sebagai berikut:

1. Formasi Gumai (Tmg)

Formasi ini terdiri atas serpih, dengah sisipan batu pasir halus dan setempat napal dan batu gamping, berlapis baik. Serpih kelabu-coklat, gampingan, mengandung karbon dan pirit.

Batu pasir, putih kekuningan, gampingan, berbutir halus, tebal 1-3 m, setempat sisipan batu lempung. Napal terdapat di bagian atas runtunan abu-abu kehitaman, mungkin mengandung besi dari pirit. Batu gamping, kelabu-putih, padu, terdapat pada bagian atas dari runtunan pengendapan.

Tebal formasi ini adalah 700 m, dengan lingkungan pengendapan laut dalam (neritik) terbuka. Kemiringan 10-35° timur laut-barat daya. Berumur Akhir Miosen Awal - Awal Miosen Tengah.

2. Formasi Air Benakat (Tma)

Formasi ini terdiri atas perselingan antara batu lempung dan batu pasir, dengan sisipan konglomerat gampingan, napal dan batu lanau. Ke arah bagian atas batu pasir menjadi lebih dominan dan setempat mengandung batu bara. Batu lempung, kelabu sampai coklat, padu, setempat, tufan, tebal perlapisan 0,15-0,75 m. Batu pasir, kelabu kehijauan, setempat tufan, glaukonitan, berbutir sedang-kasar, terpilah baik, menyudut tanggung - membulat, berlapis baik, tebal 1-3 m. Batu lanau, kelabu kehitaman, seringkali karbonan, dengan sisipan serpih dan lapisan tipis batu pasir. Konglomerat, gampingan dan aneka bahan, komponen terdiri atas batu gamping kelabu kecoklatan dan batu pasir dalam massa dasar pasiran yang kasar, umumnya terpilah baik, tebal lapisan 0,5 m atau lebih. Napal, kelabu, agak padu. Batu pasir ditemukan di bagian atas dari runtunan berbutir sedang kasar, glaukonitan dan mengandung sisa tumbuhan dan sisipan batu bara.

Tebal lapisan Formasi ini 500 meter, diendapkan di lingkungan laut dangkal, menindih selaras Formasi Gumai. Umur Formasi ini Akhir Miosen Tengah - Awal Miosen Akhir.

3. Formasi Muara Enim (Tmpm)

Formasi ini berumur Miosen Atas, merupakan satuan batuan pembawa batu bara, kemudian dengan mengacu pada pembagian Shell (1978), pada kondisi yang ideal lengkap formasi ini dibagi menjadi beberapa anggota, yaitu Muara Enim 1 (M1), Muara Enim 2 (M2), Muara Enim 3 (M3), dan Muara Enim 4 (M4), dari bawah ke atas adalah sebagai berikut:

- Anggota M1

Merupakan perulangan batu pasir, batu lanau, batu lempung dengan sisipan batu bara. Batu pasir berwarna abu-abu sampai abu-abu kecoklatan, berbutir halus hingga sedang, kompak, terpilah baik, dengan fragmen kuarsa dominan. Perselingan batu lempung dan batu pasir, berwarna abu-abu, terdapat nodul-nodul gamping, coklat terang, keras. Sedangkan batu lanau berwarna abu-abu, kompak, umumnya berselingan dengan batu lempung. Batu bara dijumpai dua lapisan dengan ketebalan antara 0,5 m sampai 1 m.

- Anggota M2

Merupakan satuan batuan yang terdiri atas batu lempung, batu lempung karbonan, batu pasir, batu lanau dan batu bara. Batu lempung umumnya berwarna abu-abu gelap, masif, sering ditemukan struktur sedimen

laminasi paralel, jejak tumbuhan serta fragmen batu bara. Batu lempung karbonan, berwarna abu-abu kecoklatan, umumnya agak lunak dan biasanya bertindak sebagai batuan pengapit batu bara. Batu pasir berwarna abu-abu terang sampai abu-abu kehijauan, berbutir halus sampai sedang, membulat sedang, terpilah buruk, mudah terurai, fragmen kuarsa dominan. Batu lanau berwarna abu-abu kehijauan hingga abu-abu kecoklatan, kompak, umumnya ditemukan struktur sedimen laminasi paralel. Batu bara yang ditemukan pada anggota M2 ini berjumlah tiga lapisan dengan tebal antara 0,3 m sampai 6,6 m.

- Anggota M3

Merupakan satuan batuan yang terdiri atas batu pasir, batu lanau, batu lempung, dan batu bara. Batu pasir berwarna abu-abu, berbutir halus, terpilah baik, mineral kuarsa dominan. Batu lanau, abu-abu terang kehijauan sampai kecoklatan, kompak, struktur sedimen laminasi paralel, mengandung jejak tumbuhan. Batu lempung berwarna abu-abu kecoklatan, kompak, masif, banyak dijumpai jejak tumbuhan. Batu bara yang ditemukan dua lapisan dengan tebal antara 1,0 m sampai 8,1 m.

- Anggota M4

Terdiri atas batu pasir, batu lanau, batu lempung, dan batu bara. Batu pasir berwarna abu-abu terang, berbutir halus, terpilah baik, tufan dan mineral kuarsa banyak dijumpai. Batu lanau, abu-abu terang, kompak, mengandung jejak tumbuhan, struktur tumbuhan, struktur sedimen laminasi paralel. Batu lempung berwarna abu-abu kecoklatan, lunak, kompak, struktur sedimen laminasi, paralel dan jejak tumbuhan banyak ditemukan. Batu bara pada anggota M4 ditemukan dua lapisan dengan ketebalan berkisar antara 1,0 m sampai 3,7 m.

4. Formasi Kasai (QTk)

Formasi ini terdiri atas tuf dan tuf berbatu apung dengan sisipan batu lempung tufan dan batu pasir tufan, setempat konglomeratan dan mengandung kayu terkarsikan sampai sepanjang 3 m. Tuf, kelabu muda sampai kelabu kecoklatan/kuning, berbutir halus sampai kasar, menyudut sampai membulat tanggung, padu, umumnya pejal, tidak ada perlapisan yang jelas, pita-pita oksida besi, perlapisan silang siur pada satuan-satuan yang berbutir kasar. Tuf berbatu apung kecoklatan-kekuningan, pejal, berbutir halus-kasar, menyudut tanggung, membulat, panjang berbatu apung 0,5-5 cm. Batu pasir tufan, kelabu sampai coklat kuning, berbutir halus sampai kasar seringkali teroksidasi. Batu lempung tufan, kekuningan, lunak tetapi padu. Konglomerat kelabu kekuningan, komponen batu apung, lava dan kuarsa berukuran 1-3 cm, kemas terbuka-tertutup, massa dasar tufan padu, berbutir sedang.

Formasi ini memiliki ketebalan lebih dari 450 m, diendapkan di lingkungan darat, hasil kikisan Geantiklin Barisan. Setempat menindih tak selaras Formasi Muaraenim dan ditindih oleh satuan-satuan Holosen. Berumur Pliosen Akhir- Plistosen Awal.

5. Aluvium

Endapan ini terdiri atas kerakal, pasir, lumpur dan lempung. Diperkirakan umur endapan ini adalah Holosen.

Di bawah ini adalah tatanan stratigrafi secara regional cekungan Sumatera Selatan oleh Shell (1978) (Gambar 1).

UMUR	FORMASI	PEMERIAN LITOLOGI	LAPISAN BATUBARA	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
KUARTER	ALUVIUM	Berbagai jenis endapan darat, sebagian adalah hasil rombakan Formasi Kasai (Ork)		Kontinen
	KASAI	Batu pasir abu-abu terang, berukuran kerakal, tufan, secara setempat glaukonit, mengandung kuarsa kristalin. Batu lempung, kaolinik, hijau kebiruan sampai biru. Batu apung komposisi asam, mengandung kerikil batuan vulkanik dan batu pasir tufan, beberapa jenis batu bara. Tebal Formasi 400-1.000 m.		Aktivitas vulkanik bertambah kuat
PLIOSEN	M4	Batu lempung tufan, hijau kebiruan dan lempung pasirin, mengandung batu lempung batu bara, coklat tua. Batu pasir putih sampai abu-abu berbutir halus sampai kasar, beberapa mengandung glaukonit. Di daerah Palembang didapatkan lapisan batu apung. Tebal Formasi 120-200 m.	■ Niru ■ Lematang ■ Babat/ Benakat ■ Kebon	Limrik/ payau
	M3	Kompleks batu pasir dan batu lanau. Ditutupi secara dominan oleh batu lempung, hijau kebiruan, hijau keabu-abuan dan coklat keabu-abuan. Beberapa lapisan tipis batuan gampingan dan dolomit. Lapisan batu pasir bawah berbutir halus, hijau keabu-abuan pada bagian bawah. Tebal Formasi 40-120 m.	■ Benuang ■ Burung	
	M2	Batu lempung, coklat sampai coklat keabu-abuan dan batu lempung pasirin. Batu pasir halus berbutir halus sampai kasar, coklat, abu-abu. Batu pasir bawah berbutir halus, hijau keabu-abuan pada bagian bawah. Tebal Formasi 40-120 m.	■ Mangus ■ Suban ■ Petai	Aktivitas vulkanik di sekitar cekungan
	M1	Batu pasir, batu lanau dan batu lempung berwarna coklat dan abu-abu dengan batu pasir glaukonit. Tebal Formasi 100-200 m.	■ Merapi	Parais
	AIR BENAKAT	Batu lempung abu-coklat sampai abu dan biru-abu dan serpih pasirin, sering napalan, batu pasir halus hijau-abu-hijau, glaukonit. Tebal Formasi 100-1.100 m, rata-rata 600 m.	■ Keladi	Laut dangkal mendak
MIOSEN	GUMAI	Serpih-gampingan, napal, batu lempung dengan sisipan serpih gampingan dan napal.		Laut dangkal

Gambar 1. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (Shell, 1978)

2.4. Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya dipermukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial dan pengukuran arus yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus kedalam bumi. Oleh karena itu metode geolistrik mempunyai banyak macam, salah satunya adalah metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) (Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990).

Dari sekian banyak metode geofisika yang diterapkan dalam geolistrik, metode tahanan jenis adalah metode yang paling sering digunakan. Metode ini pada prinsipnya bekerja dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi

melalui dua elektroda arus sehingga menimbulkan beda potensial. Dan beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat digunakan untuk menurunkan variasi harga tahanan jenis lapisan di bawah titik ukur (sounding point). Metode ini lebih efektif dan cocok digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 kaki atau 1500 kaki. Oleh karena itu metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi minyak tetapi lebih banyak digunakan dalam bidang engineering geology seperti penentuan kedalaman basement (batuan dasar), pencarian reservoir (tandon) air, dan eksplorasi geothermal (panas bumi).

Tujuan dari survei geolistrik adalah untuk menentukan distribusi resistivitas dibawah permukaan dengan membuat pengukuran dipermukaan tanah. Pengukuran resistivitas secara normal dibuat dengan cara menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui dua elektroda arus, dan mengukur beda tegangan yang dihasilkan pada dua elektroda potensial. Dari pengukuran ini resistivitas yang sebenarnya dari bawah permukaan dapat diperkirakan. Resistivitas tanah berkaitan dengan berbagai parameter geologi seperti mineral dan konten cairan, porositas, derajat patahan, persentase dari patahan diisi dengan air tanah dan derajat dari saturasi air di batuan (Singh, 2004).

Berdasarkan hukum Ohm diketahui bahwa besar tegangan V suatu material bergantung pada kuat arus I dan hambatan listrik R yang dirumuskan sebagai berikut:

$$V=IR \text{ (1)}$$

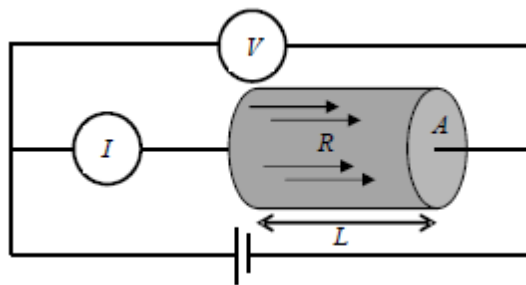
Dimana :

V = Beda potensial (Volt)

I = Kuat Arus Listrik (Ampere)

R = Resistensi konduktor (ohm, Ω)

Studi hambatan listrik dari geofisika dapat dipahami dalam konteks dari aliran arus melalui medium di bawah permukaan yang terdiri dari lapisan bahan dengan resistivitas yang berbeda. Untuk sederhananya, semua lapisan diasumsikan horisontal. Resistivitas ρ dari bahan adalah pengukuran seberapa baik bahan menghambat aliran arus listrik.



Gambar 2. Arus yang Dialirkan pada Material Konduktif Berbentuk Silinder

Dari gambar 1 menjelaskan suatu material konduktif berbentuk silinder yang homogen memiliki panjang sebesar L serta luas penampang A maka resistivitasnya sebesar:

$$R = \rho LA \quad (2)$$

Dimana:

R = Resistensi konduktor (Ohm, Ω)

ρ = Resistivitas bahan konduktor (Ohm meter, $\Omega \text{ m}$)

L = Panjang konduktor (m)

A = Luas penampang konduktor (m^2)

Dari persamaan (2) dan persamaan (3) jika disubstitusi persamaannya akan menjadi:

$$\rho = \frac{VAIL}{L} \quad (3)$$

Dimana:

ρ = Resistivitas bahan konduktor (Ohm meter, $\Omega \text{ m}$)

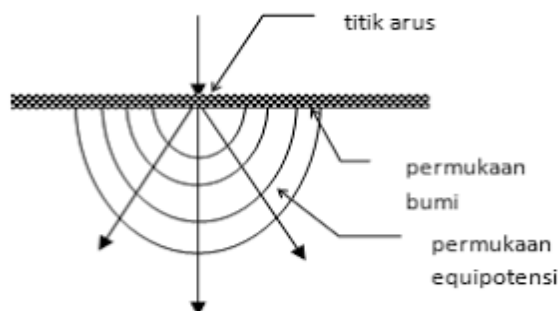
A = Luas penampang konduktor (m^2)

L = Panjang konduktor (m)

V = Beda potensial (Volt)

I = Kuat arus yang melalui bahan (Ampere)

Bumi diasumsikan sebagai medium yang homogen isotropis. Misalkan elektroda arus mengalirkan arus pada medium isotropis, maka akan terbentuk bidang ekuipotensial berbentuk setengah bola = $2\pi r^2$ sedangkan garis aliran arus medan listriknya pada arah radial (Telford dkk, 1976).



Gambar 3. Aliran yang Berasal dari Satu Sumber Arus dalam Bumi yang Homogen Isotropik

Pada gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa aliran arus listrik selalu tegak lurus terhadap bidang ekuipotensial. Untuk elektroda arus yang ditempatkan di permukaan medium homogen isotropis dan udara diatasnya mempunyai konduktifitas nol, besarnya potensial yang dapat diukur (Telford dkk, 1976).

$$V=(I\rho 2\pi)Ir \text{ (4)}$$

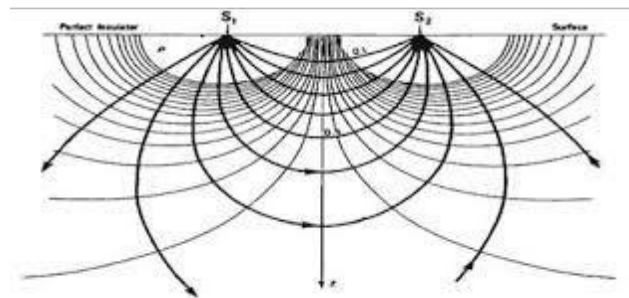
Dimana:

V = Beda potensial (Volt)

R = Hambatan Listrik (Ohm)

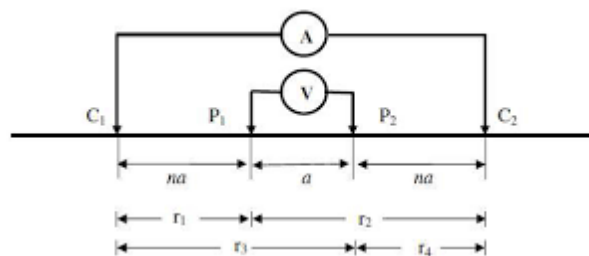
I = Kuat arus yang melalui bahan (Ampere)

Dalam ruang tiga dimensi, permukaan ekuipotensial yang terletak ditengah-tengah kedua sumber arus akan berupa setengah lingkaran (Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990) seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Dua Titik Arus yang Berlawanan Polaritasnya di Permukaan Bumi

Pengukuran di lapangan digunakan dua elektroda untuk mengalirkan arus (C1 dan C2) dan beda potensialnya diukur antara dua titik dengan menggunakan dua elektroda potensial (P1 dan P2) dapat dilihat pada gambar 5.

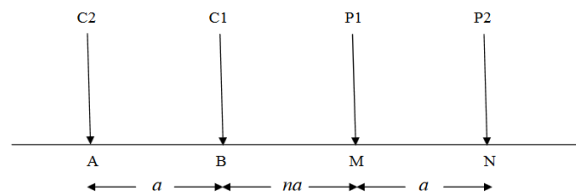


Gambar 5. Susunan Elektroda Arus dan Potensial dalam Pengukuran Resistivitas.

2.5. Konfigurasi Dipole-Dipole

Metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada obyek yang penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode sounding lainnya

seperti konfigurasi wenner dan konfigurasi schlumberger. Metode ini sering digunakan dalam survei-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Loke,1999). Susunan elektroda konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada gambar 6 Spasi antara dua elektroda arus dan elektroda potensial sama yaitu a. Konfigurasi ini mempunyai faktor lain yaitu n yang merupakan rasio jarak antara elektroda C1 dan P1 ke C2 – C1 atau P1 – P2 dengan jarak pisah a. Pengukuran ini dilakukan dengan memindahkan elektroda potensial pada suatu penampang dengan elektroda arus tetap, kemudian pemindahan elektroda arus pada spasi n berikutnya diikuti oleh pemindahan elektroda potensial sepanjang penampang seterusnya hingga pengukuran elektroda arus pada titik terakhir dipenampang itu



Gambar 6. Konfigurasi Dipole-Dipole

Untuk menambah kedalaman penetrasi maka jarak current dipole dan potential dipole diperpanjang, sedangkan jarak elektroda arus dan elektroda potensial dibuat tetap. Hal ini merupakan keunggulan konfigurasi dipole-dipole dibandingkan dengan konfigurasi Wenner atau Schlumberger, karena tanpa memperpanjang kabel bisa mendeteksi batuan yang lebih dalam. Konfigurasi dipole-dipole lebih banyak digunakan dalam eksplorasi mineral-mineral sulfida dan bahan-bahan tambang dengan kedalaman yang relatif dangkal. Hasil akhir dipole-dipole berupa penampang, baik secara horizontal maupun vertikal (Saputro, 2010).

Untuk tiap konfigurasi dalam metode resistivitas memiliki faktor geometri dan tiap konfigurasi memiliki faktor geometri yang berbeda. Merujuk pada persamaan faktor geometri konfigurasi dipole-dipole adalah:

$$k = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1}$$

atau

$$k_d = \pi a n (n + 2)(n + 1)$$

dengan nilai a adalah besar spasi antar elektroda dan n adalah bilangan pengali.

2.6. Panas Bumi (Geothermal)

Panas bumi merupakan energi panas yang terbentuk secara alami dan tersimpan dalam bentuk air panas atau uap panas pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. Hochstein dan Browne (2000) mendefinisikan sistem panas bumi sebagai perpindahan panas secara alami dalam volume tertentu di kerak bumi dimana panas dipindahkan dari sumber panas ke zona pelepasan panas. Kunci kekuatan untuk menggerakkan fluida adalah perbedaan densitas antara air resapan yang suhunya lebih rendah dan bergerak ke bawah dengan fluida panasbumi yang suhunya lebih tinggi yang kemudian muncul ke permukaan bumi oleh gaya pengapungan. Sistem panas bumi dijumpai pada daerah dengan gradient panas bumi relatif normal, terutama pada bagian tepi lempeng dimana gradient panas bumi biasanya mempunyai kisaran suhu yang lebih tinggi daripada suhu rata-rata (Dickson dan Fanelli, 2004). Terdapat empat elemen penting yang berpengaruh dalam sistem panasbumi, terutama sistem panas bumi hidrothermal yang terdapat di sebagian besar Indonesia, yaitu:

1. Sumber panas (heat source)

Panas dapat berpindah secara konduktif, konvektif dan radiasi. Pada sistem panas bumi perpindahan panas umumnya secara konduktif dan konvektif. Transfer panas secara konduktif pada batuan terjadi akibat adanya interaksi atomik/molekul penyusun batuan dalam mantel sedangkan perpindahan panas secara konvektif adalah perpindahan panas yang di ikuti oleh perpindahan massa (molekul). Sumber panas dalam sistem panasbumi pada umumnya berasal dari magma. Terbentuknya magma pada awalnya berasal dari hasil pelelehan mantel (partial melting) sebagai akibat penurunan titik didih mantel karena adanya infiltrasi H₂O dari zona subduksi. Magma dapat terjadi karena pelelehan sebagian kerak bumi pada proses penebalan lempeng benua seperti yang terjadi pada tumbukan antar lempeng benua (collision).

2. Fluida panas bumi

Fluida panas bumi berasal dari air permukaan (air meteoric) yang masuk ke bawah permukaan melalui rekahan maupun ruang antar butiran batuan membentuk sistem kantong fluida/reservoir. Fluida juga dapat berasal dari batuan dalam bentuk air magmatik (air juvenil). Karakteristik fluida panas bumi dapat memberikan informasi tentang tipe sistem panas bumi, hal penting yang di analisis untuk menentukan karakteristik fluida dalam reservoir meliputi pendugaan temperatur reservoir (geothermometer), komposisi kimia fluida, asal-

usul fluida, interaksi fluida terhadap batuan serta pencampuran fluida reservoir dengan fluida lain (mixing).

3. Reservoir

Reservoir adalah lapisan yang tersusun dari batuan yang memiliki sifat permeable dan porositas tinggi yang berperan untuk menyimpan fluida yaitu uap dan air panas yang berasal dari hasil pemanasan (konvektif dan konduktif) dalam suatu sistem hidrothermal. Lapisan ini bisa berasal dari batuan klastik atau batuan vulkanik yang telah mengalami rekahan secara kuat. Reservoir panasbumi yang produktif harus memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi, ukuran volume cukup besar, suhu tinggi dan kandungan fluida yang cukup. Permeabilitas dihasilkan oleh karakteristik stratigrafi (misal porositas intergranular pada lapili, atau lapisan bongkah lava) dan unsur struktur (misalnya sesar, kekar dan rekahan). Geometri reservoir hidrothermal di daerah vulkanik merupakan hasil interaksi yang kompleks dari proses vulkano-tektonik aktif antara lain stratigrafi yang lebih tua dan struktur geologi.

4. Batuan penudung (caprock)

Lapisan penudung (caprock) berfungsi sebagai penutup reservoir untuk mencegah keluar atau bocornya fluida panas bumi dari reservoir. Batuan penudung harus berupa lapisan batuan yang bersifat kedap atau memiliki permeabilitas rendah. Lapisan penudung umumnya tersusun oleh lapisan batuan yang terdiri dari mineral lempung sekunder hasil ubahan (alteration) akibat interaksi fluida dengan batuan yang dilewatinya. Mineral-mineral lempung sekunder yang umum membentuk lapisan penudung adalah montmorilonite, smectite, illite, kaolin, dan phyrophyllite. Di lingkungan tektonik aktif batuan penudung mengalami deformasi dan membentuk rekahan, tetapi dengan adanya proses kimia yaitu berupa pengendapan mineral sangat membantu dalam menutup rekahan yang terbentuk (self sealing) contohnya pengendapan kalsit dan silica.

2.7. Manifestasi Panas Bumi

Djoko Santoso (1995) mengemukakan bahwa panas bumi di permukaan bisa berbentuk seperti warm ground, steaming ground, kolam lumpur panas, kolam air panas, fumarol, sumber air panas, rembesan, geyser, dan daerah alterasi hidrothermal selalu dikaitkan dengan proses geologi dan model sistem panas bumi. Warm ground adalah tanah panas. Panas yang keluar karena konduktivitas termal pada lapisan bagian atas dan gradien temperatur lebih dari 25°-30°C. Aliran panas yang tinggi ini dapat di deteksi dengan inframerah. Steaming ground bisa diartikan sebagai tanah beruap. Uap yang keluar berasal dari penguapan air panas pada kedalaman dangkal atau dari kedalaman yang

dalam. Kolam lumpur panas atau mud vulkano adalah kubangan lumpur panas, sedikit mengandung uap dan gas CO_2 dan tidak terkondensasi. Gas CO_2 keluar dari satu celah dengan temperatur lebih kecil dari titik didih. Kolam air panas biasanya terdapat di tengah-tengah suatu kubangan hidrotermal minor purba dan bisa juga berbentuk hot lake. Kolam air panas terjadi dari fumarol yang sudah tidak aktif lagi. Kolam air panas yang bersistem uap air biasanya berlumpur dan berwarna abu-abu, sedang yang bersistem air panas biasanya bersih dan sedikit abu-abu, yang bersistem air panas asam terjadi pada kedalaman yang sangat dalam. Fumarol adalah hembusan gas magnetik dan uap yang keluar dengan suhu tinggi, dimana uap air umumnya lebih banyak dengan temperatur kurang dari 100°C .

Sumber air panas biasanya berasosiasi dengan sumber air bawah permukaan yang memiliki kecepatan aliran yang tinggi, umumnya berwarna bening dengan disertai endapan silica sinter. Rembesan, aliran air panas dari kedalaman yang dalam menuju ke permukaan sebagian akan merembes ke daerah yang bertopografi rendah, hingga bercampur dengan aliran sungai. Geyser adalah sistem air panas yang memancar ke udara setiap waktu yang diakibatkan karena rongga dalam batuan terisi penuh maka tekanan akan mengakibatkan air panas atau uap terdorong keluar ke udara. Daerah alterasi hidrotermal merupakan daerah dimana antara fluida dan batuan reservoir saling bereaksi mengakibatkan perubahan fasa padat dan cair dan menghasilkan mineral baru. Kelimpahan mineral hidrotermal yang terbentuk selama interaksi fluida dan batuan tergantung pada beberapa faktor khususnya temperatur, komposisi fluida (PH), ketersediaan fluida (permeabilitas) dan adanya pendidihan.

2.8. Prediksi Kedalaman Target

Setiap konfigurasi memiliki target kedalaman yang berbeda-beda meskipun jarak antar elaktrodanya sama. Prediksi jangkauan kedalaman ini penting untuk menyesuaikan metode yang akan digunakan pada saat survey. Loke (2004), membuat tabel hubungan antara jarak elektroda (a), panjang lintasan (L), dan jangkauan kedalaman rata-rata (Z_e). Meskipun pada saat melakukan dilapangan hasilnya berbeda dengan prediksi tapi dengan memperkirakan target kedalaman akan memudahkan pada saat survey sebenarnya. (Aryanto., 2015)

Tabel 1. merupakan tabel kedalaman rata-rata. Cara memprediksi jangkauan kedalaman seperti berikut: survey yang digunakan adalah dipole-dipole. Spasi antara elektroda maksimum 20 m ($a=20$) dengan panjang lintasan adalah 240 m ($L=240$ m). Dengan menggunakan tabel 1 dan melihat konfigurasi

dipole-dipole maka akan diketahui perkiraan kedalaman yang akan didapat $240 \times 0,203 = 48,720 \text{ m}$.

Tabel 1. Tabel perhitungan kedalaman Geolistrik (Loke.,2004)

Array Type		Ze/a	Le/a	Faktor	Inverse
				Geometri	Geometric Factor
Dipole-Dipole	n = 1	0.416	0.139	18.850	0.05305(0.3333)
	n = 2	0.697	0.147	75.398	0.01326(0.0833)
	n = 3	0.962	0.192	188.50	0.00531(0.0333)
	n = 4	1.220	0.203	376.99	0.00265(0.0166)
	n = 5	1.476	0.211	659.73	0.00152(0.0096)
	n = 6	1.737	0.216	1055.6	0.00095(0.0060)
	n = 7	1.983	0.220	1583.4	0.00063(0.0040)
	n = 8	2.236	0.224	2261.9	0.00044(0.0028)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di mata air panas Desa Pandan Sejahtera Kec. Geragai, Kab. Tanjung Jabung Timur, Jambi dengan waktu penelitian pada Januari – Maret 2020.

Tabel 2. Agenda Penelitian

No	Agenda Kegiatan	Bulan											
		Januari				Februari				Maret			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Survey Lokasi dan Perizinan												
3	Pengambilan Data												
4	Pengolahan dan Analisa Data												
5	Interpretasi dan Pembahasan Data												
6	Penyusunan Skripsi												

3.2. Peralatan dan Software Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Resistivitymeter

Alat *Resistivitymeter* yang terdiri dari 4 buah elektroda (2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial), kabel penghubung, aki 12 volt, dan palu geologi yang digunakan untuk merekam resistivitas batuan bawah permukaan bumi pada lokasi penelitian.

Peta Administrasi, Geologi dan SRTM

Peta Administrasi daerah penelitian digunakan untuk memperkirakan kondisi lokasi penelitian dan menentukan titik pengambilan data, peta Administrasi yang menjelaskan lokasi penelitian yang berada di Desa Pandan Sejahtera Kec. Geragai, Kab. Tanjung Jabung Timur, Jambi.

Peta Geologi daerah penelitian digunakan untuk menggambarkan kondisi geologi daerah penelitian, dimana pada peta geologi ini menjelaskan formasi batuan yang terdapat pada lokasi penelitian yang meliputi formasi Lava basal-Andesit, formasi Kasai dan formasi Muara enim.

Peta SRTM daerah penelitian digunakan untuk mengetahui informasi ketinggian lereng dan kontur daerah penelitian

Data Sheet

Data Sheet penelitian yang berisi data potensial dan arus untuk mendapat nilai resistivitas semu.

Data Primer

Data yang diperoleh peneliti secara langsung (dari tangan pertama)

Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) merupakan alat yang berfungsi untuk untuk menentukan posisi atau titik koordinat lokasi penelitian.

Kompas Geologi

Kompas Geologi merupakan alat yang digunakan untuk menentukan arah lintasan pengukuran.

Log Book

Log book digunakan untuk memcatat kondisi fisik lingkungan saat melakukan pengambilan data dilapangan.

Komputer

Komputer merupakan alat elektronik yang digunakan untuk melakukan beberapa tugas yaitu: menerima input data, memproses input data sesuai dengan program, menyimpan perintah-perintah hasil dari pengolahan dan menyediakan output dalam bentuk informasi. Pada penelitian ini digunakan sebagai pengolahan data penelitian.

Software Res2Dinv

Software Res2Dinv adalah program komputer yang secara otomatis akan menentukan model resistivitas dua dimensi (2-D) untuk bawah permukaan dari data yang diperoleh dari survei Geolistrik.

Software Surfer

Software Surfer, merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi dengan berdasarkan pada grid. Perangkat lunak ini berperan besar dalam pemetaan kawasan.

Software ArcGIS

Software ArcGIS adalah salah satu perangkat lunak yang dikembangkan oleh ESRI (Environment Science dan Research Institue) yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam software GIS yang berbeda seperti GIS desktop, server, dan GIS berbasis web. Software ini mulai dirilis oleh ESRI Pada tahun 2000. Pada penelitian ini digunakan untuk melakukan pemetaan daerah lokasi penelitian.

Software Microsoft Word 2010

Software Microsoft Word 2010 adalah sebuah program yang merupakan bagian dari paket instalasi Microsoft Office, berfungsi sebagai perangkat lunak pengolah kata meliputi membuat, mengedit, dan memformat dokumen. Perangkat lunak pengolah kata atau word processing adalah program yang digunakan untuk mengolah dokumen berupa teks misalnya surat, kertas kerja, brosur, kartu nama, buku, jurnal, dan lain-lain.

Software Microsoft Excel 2010

Software Microsoft Excel 2010, merupakan sebuah perangkat lunak yang dikeluarkan oleh microsoft. perangkat lunak ini berfungsi untuk mengolah data secara otomatis meliputi perhitungan dasar, penggunaan fungsi-fungsi, pembuatan grafik dan manajemen data. Pada penelitian ini, microsoft excel digunakan untuk manajemen data koordinat titik penelitian, dan digunakan untuk perhitungan data Sheet yang diperoleh dilapangan.

3.3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, metode penelitian yang digunakan oleh adalah metode Observasi dan Deskriptif. Metode observasi merupakan penelitian yang datanya dihimpun dengan cara peneliti melakukan observasi atau pengamatan. Penelitian observasi juga diartikan sebagai suatu proses penyelidikan dengan menggunakan metode pengamatan. Metode Deskriptif analisis digunakan metode yang menganalisis pengolahan data yang ada serta menyajikan data-data tersebut dalam bentuk sebuah penyampaian (Interprestasi) agar lebih mudah dipahami oleh pembaca.

3.4. Tahap – Tahap Penelitian

Dalam penelitian ini beberapa tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data diantaranya adalah studi kepustakaan, survei lokasi dan perizinan lokasi, parameter akuisisi, desain akuisisi, akuisisi lapangan, pengolahan data, hasil data, pembahasan data.

Studi Kepustakaan

Studi Kepustakaan adalah kegiatan untuk menghimpun informasi yang relevandengan topik atau masalah yang menjadi obyek penelitian. Informasi tersebut dapat diperoleh dari buku-buku, karya ilmiah, tesis, disertasi, ensiklopedia, internet, dan sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian

Studi geologi regional diperlukan dalam penelitian ini, dikarenakan melalui studi geologi regional kita dapat memahami struktur apa saja yang ada didalam lapangan, jenis litologi dominan dalam formasi, gambaran umum

geologi regional dalam lapangan, serta informasi geologi lain yang dapat membantu dalam tahapan *interpretasi* data.

Survei Lokasi dan Perizinan Lokasi

Survei lokasi penelitian merupakan tahap awal untuk menentukan suatu penelitian dimana pada survei lokasi tersebut bertujuan agar dapat mengetahui kondisi fisik dan keadaan lingkungan sebenarnya dilapangan secara langsung sehingga penelitian ini dapat dilakukan semaksimal mungkin.

Perizinan lokasi penelitian dilakukan kepada Pemerintahan Kelurahan Desa Pandan Sejahtera Kec.Geragai, Kab.Tanjung Jabung Timur, Jambi.

Desain Akuisisi

Desain akuisisi digunakan untuk menentukan titik lokasi penelitian untuk mengetahui gambaran pengambilan data dilapangan menggunakan konfigurasi Dipole-Dipole dengan jumlah lintasan sebanyak 4 lintasan, panjang lintasan 240 meter, kedalaman >40 meter, spasi elektroda $a=20$, $n=8$ dengan target mendapatkan nilai resistivitas outflow dari sistem panas bumi di daerah Geragai (Desain akuisisi terdapat pada lampiran).

Akuisisi Lapangan

Langkah-langkah akuisisi lapangan dalam penelitian geolistrik ini adalah sebagai berikut:

1. Tentukan titik lintasan yang akan diamati lalu bentangkan meteran sesuai dengan panjang lintasan yang telah di desain.
2. Catat setiap elevasi titik elektroda.
3. Hubungkan elektroda arus dan potensial yang telah ditancapkan kedalam permukaan tanah sesuai dengan jarak yang tertera di data *sheet*.
4. Hubungkan Resistivitymeter ke sumber arus yaitu aki 12 volt.
5. Lakukan pengecekan alat dan aki dengan cara menginjeksikan arus, pastikan alat dan aki tersebut berfungsi dengan baik.
6. Setelah alat dapat berfungsi dengan baik maka dapat dilakukan pengambilan data geolistrik.
7. Lakukan langkah-langkah perpindahan elektroda arus dan elektroda potensial sesuai dengan data *sheet* pengukuran.
8. Ulangi langkah kerja diatas pada setiap lintasan pengukuran.

Pengolahan Data

Pengolahan data geolistrik 2D dilakukan menggunakan aplikasi Ms. Excel, Notepad, Res2dinv, dan Surfer.

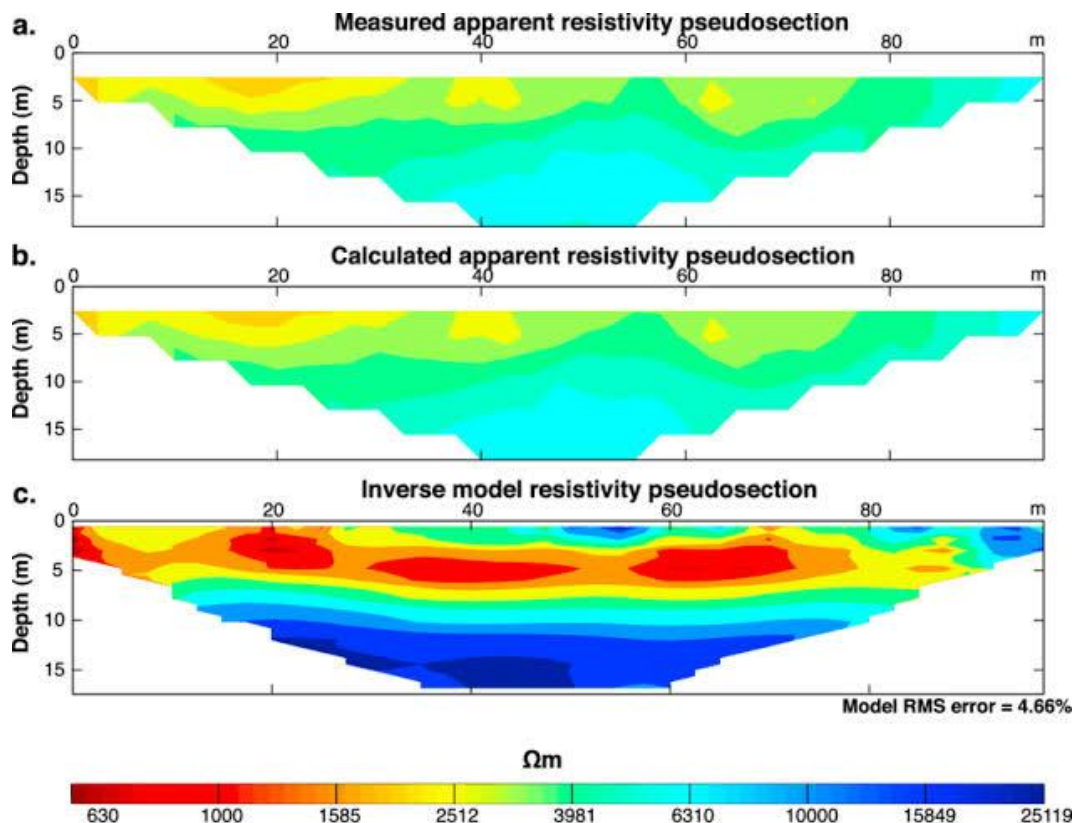
- I. Buka aplikasi Ms. Excel, fungsi utama aplikasi ini untuk memindahkan nilai potensial dan arus yang tertera pada data *sheet* pengukuran, serta

digunakan sebagai aplikasi untuk menghitung nilai K (faktor geometri) dan nilai resistivitas semu dari hasil pengukuran.

- II. Susun nilai titik datum, spasi elektoda, dan nilai resistivitas semu yang terdapat pada pengolahan data dengan menggunakan *Notepad*.
- III. Diolah data pengukuran geolistrik menggunakan aplikasi *Res2dinv* untuk mendapatkan model 2D dari hasil pengukuran geolistrik.
- IV. Pembuatan peta menggunakan *Surfer* untuk mendapatkan model kontur dari hasil pengukuran geolistrik.

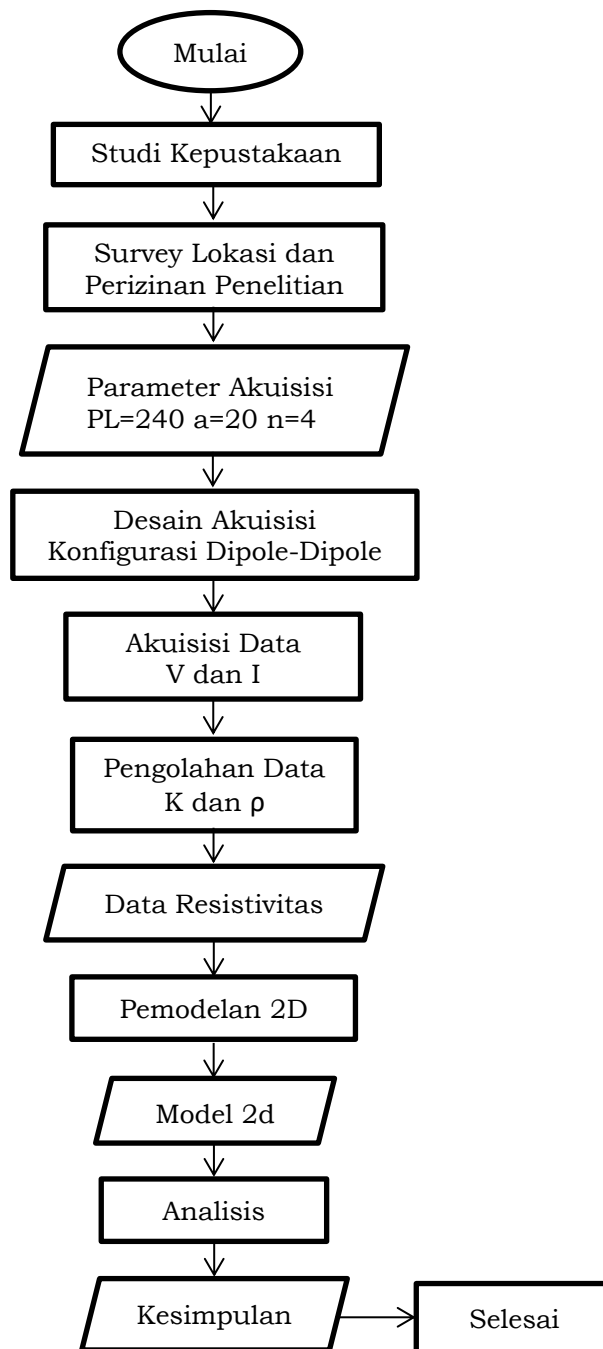
Hasil Data

Hasil data yang didapat berupa penampang 2D bawah permukaan dengan 3 buah penampang yang terdiri dari: Penampang pertama menunjukkan kontur resistivitas semu pengukuran (measured apparent resistivity) yaitu data resistivitas semu yang diperoleh dari pengukuran di lapangan. Penampang yang kedua menunjukkan kontur resistivitas semu dari hasil perhitungan (calculated apparent resistivity). Penampang yang ketiga adalah kontur resistivitas sebenarnya yang diperoleh setelah melalui proses pemodelan inversi (inverse model resistivity section).



Gambar 7. Contoh Hasil Data

3.5. Diagram Alir



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuisisi data geolistrik dilakukan di mata air panas Desa Pandan Sejahtera Kec. Geragai, Kab. Tanjung Jabung Timur, Jambi. Jumlah lintasan 4 lintasan dengan panjang lintasan 240 meter dan spasi elektroda 20 meter. Berdasarkan geologi regional daerah penelitian didominasi dengan Formasi Kasai (QTk) yang merupakan perselingan antara batu pasir tufan dan batu lempung tufan. Untuk penelitian ini *range* tahanan jenis batuan yang digunakan yaitu nilai tahanan jenis pada (Tabel 2):

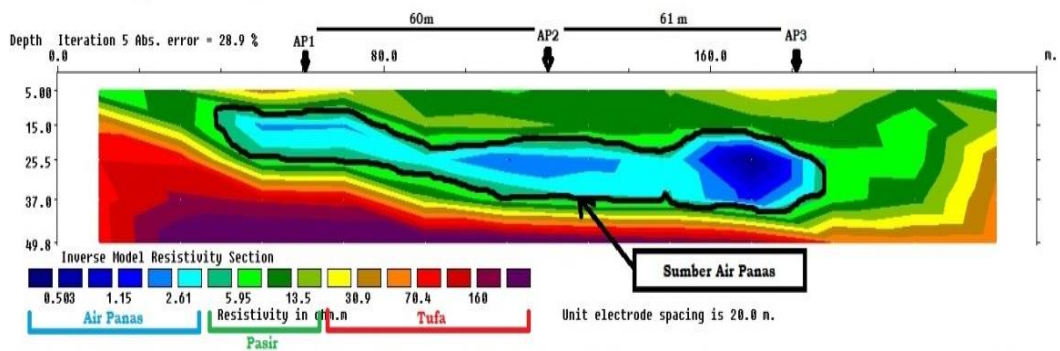
Tabel 2. Tabel Nilai Resistivitas Batuan

Material	Resistivitas (Ωm)
Air Tanah	0,5 – 150
Lempung	1 – 100
Pasir	1 – 1000
Andesit	100 – 200
Aluvium	10 – 800
Breksi	75 – 200
Kerikil	100 – 600
Batu Pasir	200 – 8000
Gamping	50 – (1 x 10 ⁷)
Granite	5 x 10 ³ – 10 ⁶
Basalt	10 ³ –10 ⁶
Slate	6 x 10 ² – 4 x 10 ⁷
Sandstone	8– 4 x 10 ³
Shale	20– 2 x 10 ³
Limestone	5– 4 x 10 ²
Tufa vulkanik	20 – 100
Lava	100 – 5x10 ⁴
Konglomerat	2 x 10 ³ – 2 x 10 ⁴

4.1 Lintasan 1

Lintasan 1 (line 1) merupakan lintasan yang memotong 3 titik sumber manifestasi panas yang berupa air panas. Air panas pertama pada koordinat - 1°09'0,938"S 103°40'33,463"E, air panas kedua pada koordinat -1°09'0,049"S 103°40'35,183"E, dan air panas ketiga pada koordinat -1°08'59,038"S 103°40'36,811"E. Jarak antara masing-masing sumber air panas 60 meter.

Hasil penampang resistivitas 2D dari lintasan 1 terlihat nilai resistivitas batuan berkisar antara 0 sampai > 160 Ωm .

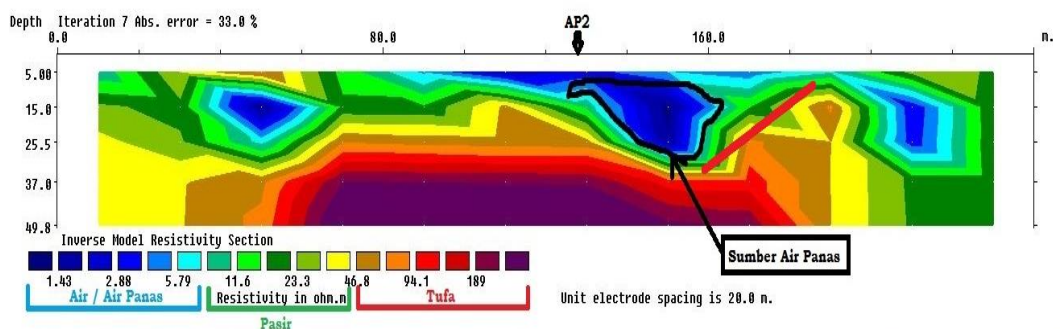


Gambar 8. Penampang Resistivitas 2D Lintasan 1

Hasil pada lintasan 1 diperoleh nilai resistivitas air panas sebesar 0.503 – 2.61 Ωm di tandai dengan warna biru tua hingga biru muda pada kedalaman 7-37 m dibawah permukaan. Dapat dilihat dari (Gambar 8) dari ketiga manifestasi air panas bersumber pada 1 sumber air panas yang sama. Pada nilai resistivitas 3-13.5 Ωm yang ditandai dengan warna hijau muda hingga hijau tua merupakan lapisan batu pasir, lapisan batu pasir ini merupakan lapisan yang dapat meloloskan fluida panas kepermukaan sehingga air panas dapat timbul dipermukaan daerah penelitian. Pada nilai resistivitas 20->168 Ωm yang ditandai dengan warna kuning hingga merah tua merupakan lapisan tufa vulkanik.

4.2 Lintasan 2

Lintasan 2 (line 2) merupakan lintasan yang berada pada sumber manifestasi air panas kedua pada koordinat -1°9'0,049"S 103°40'35,183"E, hasil penampang resistivitas 2D dari lintasan 2 terlihat nilai resistivitas batuan berkisar antara 0 sampai >189 Ωm



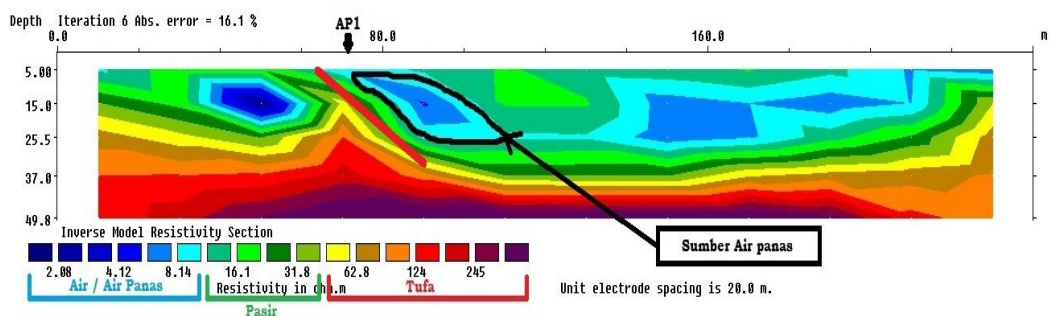
Gambar 9. Penampang Resistivitas 2D Lintasan 2

Hasil pada lintasan 2 diperoleh nilai resistivitas air panas sebesar 1.43 – 5.79 Ωm ditandai dengan warna biru tua hingga biru muda yang berada di dalam garis hitam pada kedalaman 7 - 26 m dibawah permukaan. Pada nilai resistivitas 6 – 46 Ωm ditandai dengan warna hijau muda hingga hijau tua merupakan lapisan pasir, dan lapisan pasir ini yang dapat meloloskan fluida panas kepermukaan sehingga timbul fluida panas atau air panas 2 pada lokasi

penelitian. Pada nilai resistivitas 46.8 - >189 yang ditandai dengan warna kuning hingga merah tua merupakan lapisan tufa vulkanik. Diduga akibat adanya patahan yang terdapat disebelah air panas ditandai dengan garis berwarna merah ini yang menyebabkan fluida panas bawah permukaan naik dan terakumulasi di kedalaman 7 – 26 m.

4.3 Lintasan 3

Lintasan 3 (line 3) Merupakan lintasan yang berada pada sumber manifestas air panas pertama pada koordinat 1°9'0,938"S 103°40'33,463"E, hasil penampang resistivitas 2D dari lintasan 3 terlihat nilai resistivitas batuan berkisar antara 0 sampai >245 Ωm

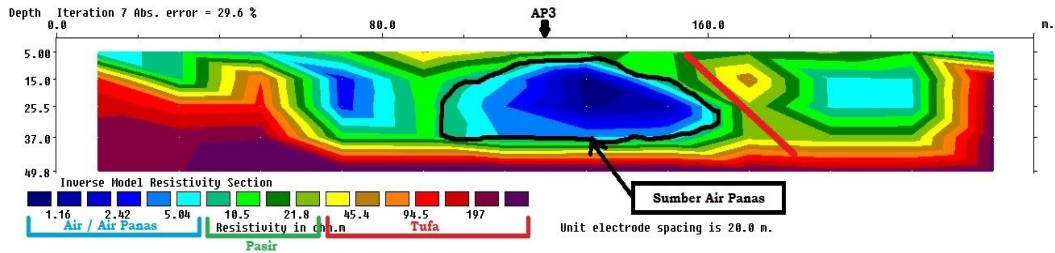


Gambar 10. Penampang Resistivitas 2D Lintasan 3

Hasil pada lintasan 3 diperoleh nilai resistivitas air panas sebesar 2.08 – 8.14 Ωm ditandai dengan warna biru tua hingga biru muda yang berada pada kedalaman 7 - 25.5 m dibawah permukaan. Pada nilai resistivitas 9 – 31.8 Ωm ditandai dengan warna hijau muda hingga hijau tua merupakan lapisan pasir. Lapisan inilah yang meloloskan fluida panas kepermukaan sehingga terdapat air panas 1 didaerah penelitian. Pada nilai resistivitas 35 -> 245 Ωm yang ditandai dengan warna kuning hingga merah tua merupakan lapisan tufa vulkanik. Diduga akibat adanya patahan yang terdapat disebelah air panas yang ditandai dengan garis berwarna merah inilah yang menyebabkan fluida panas bawah permukaan naik dan terakumulasi pada kedalaman 7 - 25.5 m.

4.4 Lintasan 4

Lintasan 4 (line 4) merupakan lintasan yang berada pada sumber manifestasi air panas ketiga pada koordinat -1°8'59,038"S 103°40'36,811"E, hasil penampang resistivitas 2D dari lintasan 4 terlihat nilai resistivitas batuan berkisar antara 0 hingga > 197 Ωm

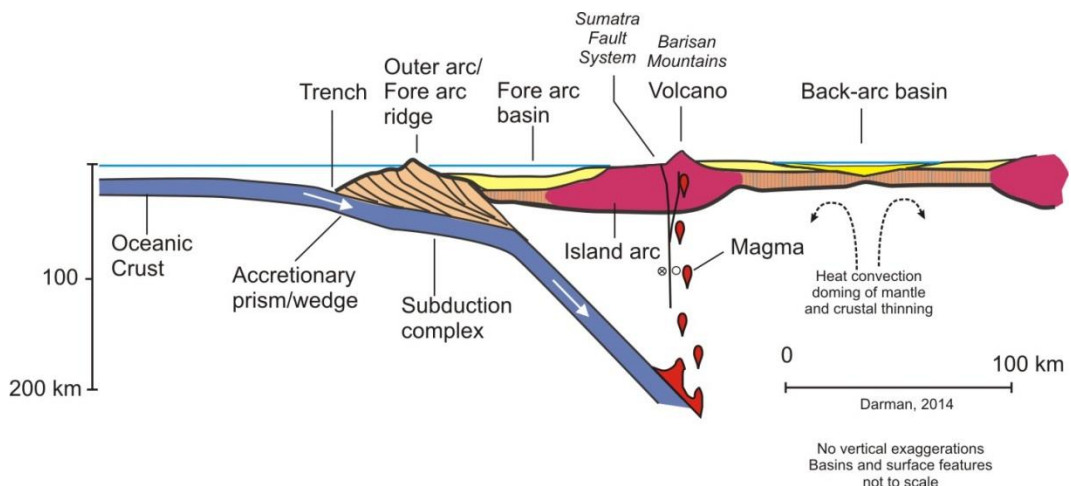


Gambar 11. Penampang Resistivitas 2D Lintasan 4

Hasil pada lintasan 4 diperoleh nilai resistivitas air panas sebesar 1.16 – 5.04 Ωm ditandai dengan warna biru tua hingga biru muda yang berada pada kedalaman 7-37 m dibawah permukaan. Pada nilai resistivitas 6 – 21.8 Ωm ditandai dengan warna hijau muda hingga hijau tua merupakan lapisan pasir. Lapisan inilah yang meloloskan fluida panas kepermukaan sehingga terdapat air panas 1 didaerah penelitian. Pada nilai resistivitas 23 -> 245 Ωm yang ditandai dengan warna kuning hingga merah tua merupakan lapisan tufa vulkanik. Diduga akibat adanya patahan yang terdapat disebelah air panas yang ditandai dengan garis berwarna merah inilah yang membuat fluida panas bawah permukaan naik dan terakumulasi di kedalam 7 - 37 m.

4.5 Pembahasan Secara Geologi

Secara geologi manifestasi panas bumi berupa air panas didaerah penelitian terletak jauh dibelakang zona sesar sumatera yang ditandai adanya bukit barisan di sepanjang pulau sumatera, dimana zona ini merupakan zona vulkanik yang merupakan sumber manifestasi panas bumi. Salah satu contohnya yaitu gunung api Kerinci yang terdapat di provinsi Jambi merupakan zona vulkanik yang memiliki sumber manifestasi panas bumi seperti mata air panas dan lain sebagainya, yang artinya manifestasi panas bumi berupa air panas didaerah penelitian ini diperkirakan tidak bersumber dari panas bumi vulkanik melainkan dari panas bumi yang terjadi akibat aktivitas tektonik lempeng berupa patahan/sesar.



Gambar 12. Subduksi Sumatera

Manifestasi air panas di daerah penelitian ini terletak pada zona cekungan belakang busur atau Back Arc Basin merupakan zona yang terdapat dibelakang zona subduksi. Zona Back Arc Basin ini terbentuk dari aktivitas tektonik zona subduksi berupa penujaman antara lempeng samudera Indo-Australia kedalam lempeng benua Eurasia. Daerah Back Arc Basin ini berpotensi menimbulkan terbentuknya sesar-sesar baru akibat dari gaya konvergen/tekanan yang bersumber dari zona subduksi yang menujam kebawah lempeng benua. Maka dari itu naiknya fluida panas bawah permukaan dan terakumulasi pada kedalaman 7 – 37 m pada daerah penelitian diperkirakan disebabkan oleh adanya sesar kecil yang baru muncul dibawah permukaan yang menimbulkan panas, seperti yang terdapat pada gambar penampang geolistrik 2D diatas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari model penampang 2D diketahui air panas terdapat pada kedalaman $\pm$ 2-38m dibawah permukaan.
2. Diduga adanya air panas pada daerah penelitian akibat aktifitas tektonik berupa sesar/patahan dibawah permukaan akibat dari gaya konvergen/tekanan yang bersumber dari zona subduksi yang menujam kebawah lempeng benua, karena tidak terdapat sistem vulkanik pada daerah penelitian

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan zona outflow lainnya didaerah manifestasi panas bumi daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir H., Akmam, Bavitra dan Mia Azhari. 2015. *Penentuan Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Dengan Membandingkan Konfigurasi Dipole-Dipole Dan Wenner Di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi*. Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP. Sumatera Barat.
- Badaruddin. 2016. *Penyelidikan Lapisan Batuan Dengan Metode Geolistrik Di Wilayah Balingara Kecamatan Ampana Tete Kabupaten Tojo Una-Una Sulawesi Tengah* Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako, Sulawesi Tengah
- Br Sitorus L. 2016. *Penentuan Litologi Batuan Dan Muka Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger Di Daerah Landfill Pltu Labuhan Angin Sibolga* Fakultas Matematik Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Darmawangsa. 2015. *Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Panas Bumi Di Desa Watu Toa Kecamatan Marioriwawo Dengan Metode Geolistrik*. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Sulawesi Selatan
- Hendrajaya, Lilik dan Idam Arif. 1990. *Geolistrik Tahanan Jenis*. 1990. Bandung : Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika FMIPA ITB. Bandung
- Iqfirlana H, Daeng Achmad Suaidi, Burhan Indriawan. 2014. *Bedrock Resistivity Mapping As Basis For Determination Of Building Foundation In Plantation Area Of Pancursari Malang*. Jurusan FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Mangga, S. A., Santosa, S., & Hermanto, B. 1993. *Peta Geologi Lembar Jambi, Sumatera*. Bandung.
- Mareno Sihombing M. 2017. *Analisis Kedalaman Dan Arah Kemiringan Bidang Gelincir Berdasarkan Data Geolistrik Di Jalan Tentena – Morowali, Sulawesi Tengah* Fakultas Teknik Universitas Lampung Bandar Lampung
- Mutia S., Akmam, Harman Amir. 2018. *Identifikasi Jenis Batuan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner*. Jurusan Fisika FMIPA, UNP. PADANG
- MZ, Nasri dan Soni Satiawan. 2016. *Integrasi Pemodelan Geofisika (Geomagnetik, Seismik, Dan Tahanan Jenis) Pada Daerah Geragai,*

Tanjung Jabung Timur Untuk Identifikasi Anomali Geologi Belakang Busur. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Jambi.

Nur Fitrianto T., Dkk. 2018. Pencitraan 3D Data Geolistrik Resistivitas dengan Rockworks Berdasarkan Hasil Inversi Res2DInv untuk Mengetahui Persebaran Batuan Andesit di Desa Bapangsari Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo. Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia.

Prastowo Rizqi. 2017. Pemodelan 2d Resistivitas Batuan Andesit Daerah Gunung Kukusan Kulon Progo Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.

Pratama W. 2018. *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger Untuk Mengidentifikasi Litologi Batuan Bawah Permukaan Dan Fluida Panas Bumi Way Ratai Di Area Manifestasi Padok Di Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Propinsi Lampung*. Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung

Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Geofisika*. Bandung: Penerbit ITB

Saputro H. dan Puji Hariati Winingsih .2017. *Penyebaran Batuan Andesit Dengan Metode Geolistrik Di Desa Laksanamekar Bandung, Jawa Barat* Pendidikan Fisika Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta

Singh, K.B, Lokhande, R.D and Prakash, A.2004.Multielectrode resistivity imaging technique for the study of coal seam. Central Mining Research Institute. Journal of Scientific and Industrial Research. Vol. 63. pp 927-930

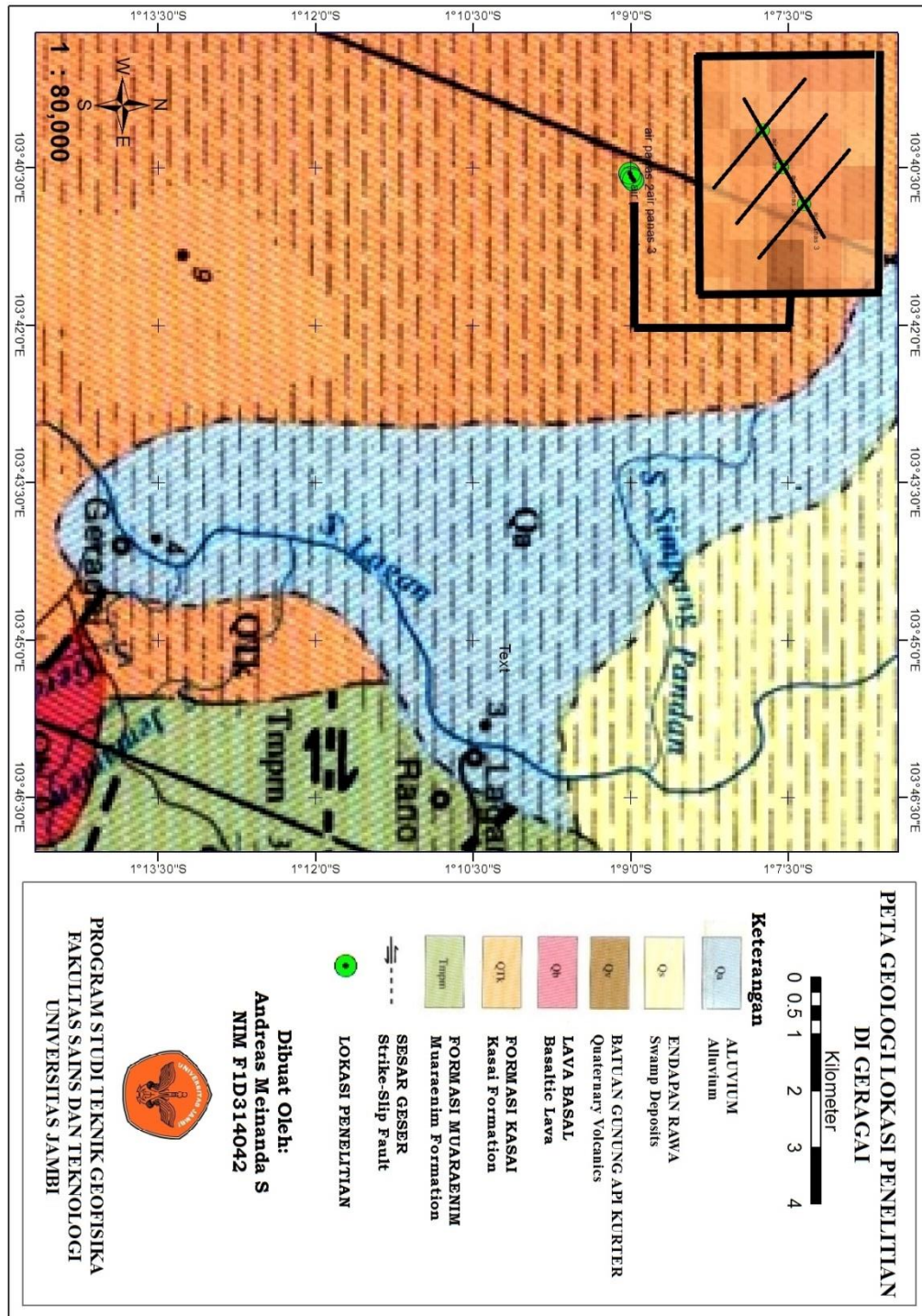
Suri Intan Pertiwi H. 2017. “Studi Bawah Permukaan Untuk Identifikasi Sebaran Batuan Intrusi Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Schlumberger” Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Makassar

Telford, W.M, Geldart, L.P., Sheriff, dan Keys, D.A.1976:Applied Geophysics, Cambridge University Pres, London

Winarsih, Fiqih Puji. 2014. Identifikasi Litologi Daerah Manifestasi Panas Bumi Parangwedang Kabupaten Bantul DIY dengan Metode Magnetik. *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Geologi dan Desain Akuisisi



Gambar 13. Peta Geologi dan Desain Akuisisi

Lampiran 2. Data Sheet Lintasan 1

No	a (m)	C2	C1	P1	P2	n	x (m)	K	ΔV (mV)	I (mA)	R (Ohm)	ρ_a (Ohm.m)
1	20	0	20	40	60	1	30	377.1	11.2	377	0.0297	11.20424403
2	20	20	40	60	80	1	50	377.1	2	96	0.0208	7.857142857
3	20	40	60	80	100	1	70	377.1	2.3	92	0.0250	9.428571429
4	20	60	80	100	120	1	90	377.1	4.1	150	0.0273	10.30857143
5	20	80	100	120	140	1	110	377.1	9.6	295	0.0325	12.27312349
6	20	100	120	140	160	1	130	377.1	9.6	357	0.0269	10.14165666
7	20	120	140	160	180	1	150	377.1	10.6	355	0.0299	11.261167
8	20	140	160	180	200	1	170	377.1	13.4	443	0.0302	11.40793292
9	20	160	180	200	220	1	190	377.1	9.3	298	0.0312	11.76989453
10	20	180	200	220	240	1	210	377.1	9.3	350	0.0266	10.02122449
11	20	0	20	60	80	2	40	1508.6	0.4	114	0.0035	5.293233083
12	20	20	40	80	100	2	60	1508.6	0.4	96	0.0042	6.285714286
13	20	40	60	100	120	2	80	1508.6	0.6	92	0.0065	9.838509317
14	20	60	80	120	140	2	100	1508.6	0.9	149	0.0060	9.112176414
15	20	80	100	140	160	2	120	1508.6	1.8	300	0.0060	9.051428571
16	20	100	120	160	180	2	140	1508.6	1.7	262	0.0065	9.788440567
17	20	120	140	180	200	2	160	1508.6	2.5	384	0.0065	9.821428571
18	20	140	160	200	220	2	180	1508.6	3.9	342	0.0114	17.20300752
19	20	160	180	220	240	2	200	1508.6	1.7	312	0.0054	8.21978022
20	20	0	20	80	100	3	50	3771.4	0.3	111	0.0027	10.19305019
21	20	20	40	100	120	3	70	3771.4	0.2	95	0.0021	7.939849624
22	20	40	60	120	140	3	90	3771.4	0.1	92	0.0011	4.099378882
23	20	60	80	140	160	3	110	3771.4	0.3	147	0.0020	7.696793003
24	20	80	100	160	180	3	130	3771.4	0.5	251	0.0020	7.512805919
25	20	100	120	180	200	3	150	3771.4	0.3	257	0.0012	4.402445803
26	20	120	140	200	220	3	170	3771.4	0.6	500	0.0012	4.525714286
27	20	140	160	220	240	3	190	3771.4	0.3	353	0.0008	3.205180089
28	20	0	20	100	120	4	60	7542.9	0.3	235	0.0013	9.629179331
29	20	20	40	120	140	4	80	7542.9	0.3	236	0.0013	9.588377724
30	20	40	60	140	160	4	100	7542.9	0.1	94	0.0011	8.024316109
31	20	60	80	160	180	4	120	7542.9	0.1	143	0.0007	5.274725275
32	20	80	100	180	200	4	140	7542.9	0.2	394	0.0005	3.828861494
33	20	100	120	200	220	4	160	7542.9	0.1	251	0.0004	3.005122368
34	20	120	140	220	240	4	180	7542.9	0.3	508	0.0006	4.454443195
35	20	0	20	120	140	5	70	13200.0	0.1	113	0.0009	11.68141593
36	20	20	40	140	160	5	90	13200.0	0.1	93	0.0011	14.19354839
37	20	40	60	160	180	5	110	13200.0	0.2	94	0.0021	28.08510638
38	20	60	80	180	200	5	130	13200.0	0.2	177	0.0011	14.91525424
39	20	80	100	200	220	5	150	13200.0	0.5	295	0.0017	22.37288136
40	20	100	120	220	240	5	170	13200.0	0.2	252	0.0008	10.47619048
41	20	0	20	140	160	6	80	21120.0	0.3	113	0.0027	56.07079646
42	20	20	40	160	180	6	100	21120.0	0.4	87	0.0046	97.10344828
43	20	40	60	180	200	6	120	21120.0	0.3	139	0.0022	45.58273381
44	20	60	80	200	220	6	140	21120.0	0.3	177	0.0017	35.79661017
45	20	80	100	220	240	6	160	21120.0	0.3	188	0.0016	33.70212766
46	20	0	20	160	180	7	90	31680.0	0.2	112	0.0018	56.57142857
47	20	20	40	180	200	7	110	31680.0	0.2	216	0.0009	29.33333333
48	20	40	60	200	220	7	130	31680.0	0.2	188	0.0011	33.70212766
49	20	60	80	220	240	7	150	31680.0	0.1	178	0.0006	17.79775281
50	20	0	20	180	200	8	100	45257.1	0.1	114	0.0009	39.69924812
51	20	20	40	200	220	8	120	45257.1	0.1	217	0.0005	20.8558262
52	20	40	60	220	240	8	140	45257.1	0.1	138	0.0007	32.79503106

Lampiran 3. Data Sheet lintasan 2

No	a (m)	C2	C1	P1	P2	n	x (m)	K	ΔV (mV)	I (mA)	R (Ohm)	ρ_a (Ohm.m)
1	20	0	20	40	60	1	30	377.1429	6.4	165	0.038788	14.63
2	20	20	40	60	80	1	50	377.1429	3.2	111	0.028829	10.87
3	20	40	60	80	100	1	70	377.1429	2.5	75	0.033333	12.57
4	20	60	80	100	120	1	90	377.1429	3.1	84	0.036905	13.92
5	20	80	100	120	140	1	110	377.1429	7.5	265	0.028302	10.67
6	20	100	120	140	160	1	130	377.1429	3.9	201	0.019403	7.32
7	20	120	140	160	180	1	150	377.1429	3.9	205	0.019024	7.17
8	20	140	160	180	200	1	170	377.1429	1.1	57	0.019298	7.28
9	20	160	180	200	220	1	190	377.1429	5.1	152	0.033553	12.65
10	20	180	200	220	240	1	210	377.1429	5.1	221	0.023077	8.70
11	20	0	20	60	80	2	40	1508.571	0.7	165	0.004242	6.40
12	20	20	40	80	100	2	60	1508.571	1.1	109	0.010092	15.22
13	20	40	60	100	120	2	80	1508.571	0.4	75	0.005333	8.05
14	20	60	80	120	140	2	100	1508.571	0.8	84	0.009524	14.37
15	20	80	100	140	160	2	120	1508.571	2.5	264	0.00947	14.29
16	20	100	120	160	180	2	140	1508.571	3.1	404	0.007673	11.58
17	20	120	140	180	200	2	160	1508.571	3.7	505	0.007327	11.05
18	20	140	160	200	220	2	180	1508.571	0.6	55	0.010909	16.46
19	20	160	180	220	240	2	200	1508.571	1.2	204	0.005882	8.87
20	20	0	20	80	100	3	50	3771.429	0.4	166	0.00241	9.09
21	20	20	40	100	120	3	70	3771.429	0.2	109	0.001835	6.92
22	20	40	60	120	140	3	90	3771.429	0.5	135	0.003704	13.97
23	20	60	80	140	160	3	110	3771.429	0.3	84	0.003571	13.47
24	20	80	100	160	180	3	130	3771.429	0.5	263	0.001901	7.17
25	20	100	120	180	200	3	150	3771.429	0.8	402	0.00199	7.51
26	20	120	140	200	220	3	170	3771.429	0.5	475	0.001053	3.97
27	20	140	160	220	240	3	190	3771.429	0.5	221	0.002262	8.53
28	20	0	20	100	120	4	60	7542.857	0.5	166	0.003012	22.72
29	20	20	40	120	140	4	80	7542.857	0.7	109	0.006422	48.44
30	20	40	60	140	160	4	100	7542.857	0.4	73	0.005479	41.33
31	20	60	80	160	180	4	120	7542.857	0.3	84	0.003571	26.94
32	20	80	100	180	200	4	140	7542.857	0.5	275	0.001818	13.71
33	20	100	120	200	220	4	160	7542.857	0.9	401	0.002244	16.93
34	20	120	140	220	240	4	180	7542.857	0.5	275	0.001818	13.71
35	20	0	20	120	140	5	70	13200	0.8	265	0.003019	39.85
36	20	20	40	140	160	5	90	13200	0.2	109	0.001835	24.22
37	20	40	60	160	180	5	110	13200	0.1	73	0.00137	18.08
38	20	60	80	180	200	5	130	13200	0.3	84	0.003571	47.14
39	20	80	100	200	220	5	150	13200	0.7	275	0.002545	33.60
40	20	100	120	220	240	5	170	13200	0.6	275	0.002182	28.80
41	20	0	20	140	160	6	80	21120	0.4	166	0.00241	50.89
42	20	20	40	160	180	6	100	21120	0.3	109	0.002752	58.13
43	20	40	60	180	200	6	120	21120	0.3	73	0.00411	86.79
44	20	60	80	200	220	6	140	21120	0.2	83	0.00241	50.89
45	20	80	100	220	240	6	160	21120	0.2	235	0.000851	17.97
46	20	0	20	160	180	7	90	31680	0.3	165	0.001818	57.60
47	20	20	40	180	200	7	110	31680	0.2	109	0.001835	58.13
48	20	40	60	200	220	7	130	31680	0.2	73	0.00274	86.79
49	20	60	80	220	240	7	150	31680	0.2	83	0.00241	76.34
50	20	0	20	180	200	8	100	45257.14	0.6	165	0.003636	164.57
51	20	20	40	200	220	8	120	45257.14	0.3	109	0.002752	124.56
52	20	40	60	220	240	8	140	45257.14	0.3	74	0.004054	183.47

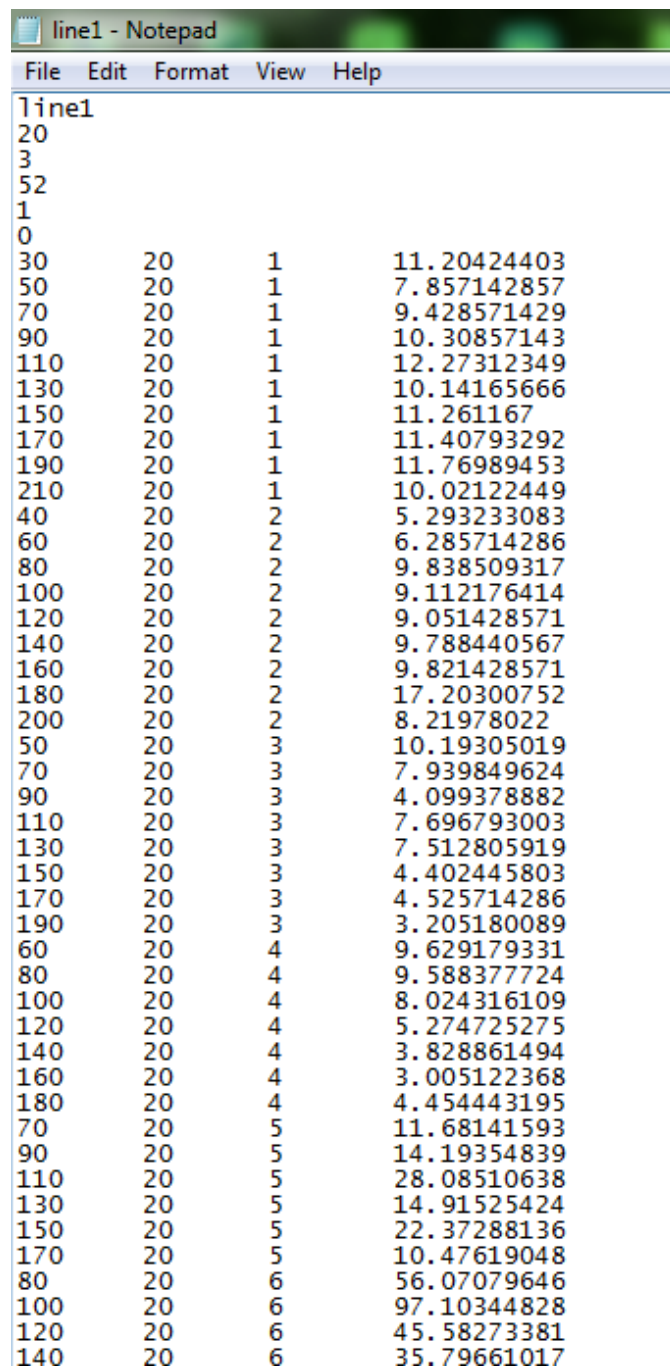
Lampiran 4. Data Sheet Lintasan 3

No	a (m)	C2	C1	P1	P2	n	x (m)	K	ΔV (mV)	I (mA)	R (Ohm)	ρ_a (Ohm.m)
1	20	0	20	40	60	1	30	377.1429	3.7	114	0.032	12.241
2	20	20	40	60	80	1	50	377.1429	2.2	82	0.027	10.118
3	20	40	60	80	100	1	70	377.1429	4.1	122	0.034	12.674
4	20	60	80	100	120	1	90	377.1429	6.1	200	0.031	11.503
5	20	80	100	120	140	1	110	377.1429	6.8	219	0.031	11.710
6	20	100	120	140	160	1	130	377.1429	3.7	100	0.037	13.954
7	20	120	140	160	180	1	150	377.1429	3.7	124	0.030	11.253
8	20	140	160	180	200	1	170	377.1429	3.7	143	0.026	9.758
9	20	160	180	200	220	1	190	377.1429	3.2	146	0.022	8.266
10	20	180	200	220	240	1	210	377.1429	3.4	145	0.023	8.843
11	20	0	20	60	80	2	40	1508.571	0.8	113	0.007	10.680
12	20	20	40	80	100	2	60	1508.571	0.8	80	0.010	15.086
13	20	40	60	100	120	2	80	1508.571	1.3	139	0.009	14.109
14	20	60	80	120	140	2	100	1508.571	1.3	154	0.008	12.735
15	20	80	100	140	160	2	120	1508.571	2	270	0.007	11.175
16	20	100	120	160	180	2	140	1508.571	0.8	80	0.010	15.086
17	20	120	140	180	200	2	160	1508.571	0.8	125	0.006	9.655
18	20	140	160	200	220	2	180	1508.571	1.5	143	0.010	15.824
19	20	160	180	220	240	2	200	1508.571	1.1	146	0.008	11.366
20	20	0	20	80	100	3	50	3771.429	0.5	113	0.004	16.688
21	20	20	40	100	120	3	70	3771.429	0.9	180	0.005	18.857
22	20	40	60	120	140	3	90	3771.429	0.7	140	0.005	18.857
23	20	60	80	140	160	3	110	3771.429	0.8	204	0.004	14.790
24	20	80	100	160	180	3	130	3771.429	0.5	259	0.002	7.281
25	20	100	120	180	200	3	150	3771.429	0.3	81	0.004	13.968
26	20	120	140	200	220	3	170	3771.429	0.3	125	0.002	9.051
27	20	140	160	220	240	3	190	3771.429	0.3	143	0.002	7.912
28	20	0	20	100	120	4	60	7542.857	0.4	113	0.004	26.700
29	20	20	40	120	140	4	80	7542.857	0.2	66	0.003	22.857
30	20	40	60	140	160	4	100	7542.857	0.3	140	0.002	16.163
31	20	60	80	160	180	4	120	7542.857	0.4	158	0.003	19.096
32	20	80	100	180	200	4	140	7542.857	0.3	171	0.002	13.233
33	20	100	120	200	220	4	160	7542.857	0.2	81	0.002	18.624
34	20	120	140	220	240	4	180	7542.857	0.4	126	0.003	23.946
35	20	0	20	120	140	5	70	13200	0.1	63	0.002	20.952
36	20	20	40	140	160	5	90	13200	0.1	64	0.002	20.625
37	20	40	60	160	180	5	110	13200	0.3	140	0.002	28.286
38	20	60	80	180	200	5	130	13200	0.3	160	0.002	24.750
39	20	80	100	200	220	5	150	13200	0.6	273	0.002	29.011
40	20	100	120	220	240	5	170	13200	0.3	81	0.004	48.889
41	20	0	20	140	160	6	80	21120	0.1	57	0.002	37.053
42	20	20	40	160	180	6	100	21120	0.1	64	0.002	33.000
43	20	40	60	180	200	6	120	21120	0.1	63	0.002	33.524
44	20	60	80	200	220	6	140	21120	0.2	161	0.001	26.236
45	20	80	100	220	240	6	160	21120	0.4	268	0.001	31.522
46	20	0	20	160	180	7	90	31680	0.1	57	0.002	55.579
47	20	20	40	180	200	7	110	31680	0.1	65	0.002	48.738
48	20	40	60	200	220	7	130	31680	0.1	122	0.001	25.967
49	20	60	80	220	240	7	150	31680	0.2	168	0.001	37.714
50	20	0	20	180	200	8	100	45257.14	0.1	63	0.002	71.837
51	20	20	40	200	220	8	120	45257.14	0.1	64	0.002	70.714
52	20	40	60	220	240	8	140	45257.14	0.1	122	0.001	37.096

Lampiran 5. Data Sheet lintasan 4

No	a (m)	C2	C1	P1	P2	n	x (m)	K	ΔV (mV)	I (mA)	R (Ohm)	ρ_a (Ohm.m)
1	20	0	20	40	60	1	30	377.1429	2.7	118	0.023	8.6295
2	20	20	40	60	80	1	50	377.1429	5.2	178	0.029	11.0177
3	20	40	60	80	100	1	70	377.1429	4.7	168	0.028	10.5510
4	20	60	80	100	120	1	90	377.1429	3.7	155	0.024	9.0028
5	20	80	100	120	140	1	110	377.1429	7.4	213	0.035	13.1026
6	20	100	120	140	160	1	130	377.1429	4.9	240	0.020	7.7000
7	20	120	140	160	180	1	150	377.1429	12.1	344	0.035	13.2658
8	20	140	160	180	200	1	170	377.1429	9.4	238	0.039	14.8956
9	20	160	180	200	220	1	190	377.1429	5.7	161	0.035	13.3523
10	20	180	200	220	240	1	210	377.1429	2.6	134	0.019	7.3177
11	20	0	20	60	80	2	40	1508.571	1.2	116	0.010	15.6059
12	20	20	40	80	100	2	60	1508.571	2.1	117	0.018	27.0769
13	20	40	60	100	120	2	80	1508.571	1.4	163	0.009	12.9571
14	20	60	80	120	140	2	100	1508.571	2.1	154	0.014	20.5714
15	20	80	100	140	160	2	120	1508.571	1.1	212	0.005	7.8275
16	20	100	120	160	180	2	140	1508.571	1	240	0.004	6.2857
17	20	120	140	180	200	2	160	1508.571	3.4	351	0.010	14.6129
18	20	140	160	200	220	2	180	1508.571	2.5	239	0.010	15.7800
19	20	160	180	220	240	2	200	1508.571	1.3	160	0.008	12.2571
20	20	0	20	80	100	3	50	3771.429	0.3	116	0.003	9.7537
21	20	20	40	100	120	3	70	3771.429	0.4	147	0.003	10.2624
22	20	40	60	120	140	3	90	3771.429	0.4	159	0.003	9.4879
23	20	60	80	140	160	3	110	3771.429	0.4	165	0.002	9.1429
24	20	80	100	160	180	3	130	3771.429	0.7	212	0.003	12.4528
25	20	100	120	180	200	3	150	3771.429	0.9	240	0.004	14.1429
26	20	120	140	200	220	3	170	3771.429	0.5	345	0.001	5.4658
27	20	140	160	220	240	3	190	3771.429	0.7	234	0.003	11.2821
28	20	0	20	100	120	4	60	7542.857	0.3	118	0.003	19.1768
29	20	20	40	120	140	4	80	7542.857	0.1	147	0.001	5.1312
30	20	40	60	140	160	4	100	7542.857	0.1	158	0.001	4.7740
31	20	60	80	160	180	4	120	7542.857	0.1	164	0.001	4.5993
32	20	80	100	180	200	4	140	7542.857	0.1	238	0.000	3.1693
33	20	100	120	200	220	4	160	7542.857	0.1	206	0.000	3.6616
34	20	120	140	220	240	4	180	7542.857	0.1	320	0.000	2.3571
35	20	0	20	120	140	5	70	13200	0.2	117	0.002	22.5641
36	20	20	40	140	160	5	90	13200	0.1	147	0.001	8.9796
37	20	40	60	160	180	5	110	13200	0.1	163	0.001	8.0982
38	20	60	80	180	200	5	130	13200	0.1	168	0.001	7.8571
39	20	80	100	200	220	5	150	13200	0.2	236	0.001	11.1864
40	20	100	120	220	240	5	170	13200	0.3	208	0.001	19.0385
41	20	0	20	140	160	6	80	21120	0.3	116	0.003	54.6207
42	20	20	40	160	180	6	100	21120	0.2	147	0.001	28.7347
43	20	40	60	180	200	6	120	21120	0.3	162	0.002	39.1111
44	20	60	80	200	220	6	140	21120	0.2	169	0.001	24.9941
45	20	80	100	220	240	6	160	21120	0.3	261	0.001	24.2759
46	20	0	20	160	180	7	90	31680	0.1	118	0.001	26.8475
47	20	20	40	180	200	7	110	31680	0.1	147	0.001	21.5510
48	20	40	60	200	220	7	130	31680	0.1	161	0.001	19.6770
49	20	60	80	220	240	7	150	31680	0.1	241	0.000	13.1452
50	20	0	20	180	200	8	100	45257.14	0.1	116	0.001	39.0148
51	20	20	40	200	220	8	120	45257.14	0.1	126	0.001	35.9184
52	20	40	60	220	240	8	140	45257.14	0.1	159	0.001	28.4636

Lampiran 6. Notepad



```
line1
20
3
52
1
0
30      20      1      11.20424403
50      20      1      7.857142857
70      20      1      9.428571429
90      20      1      10.30857143
110     20      1      12.27312349
130     20      1      10.14165666
150     20      1      11.261167
170     20      1      11.40793292
190     20      1      11.76989453
210     20      1      10.02122449
40      20      2      5.293233083
60      20      2      6.285714286
80      20      2      9.838509317
100     20      2      9.112176414
120     20      2      9.051428571
140     20      2      9.788440567
160     20      2      9.821428571
180     20      2      17.20300752
200     20      2      8.21978022
50      20      3      10.19305019
70      20      3      7.939849624
90      20      3      4.099378882
110     20      3      7.696793003
130     20      3      7.512805919
150     20      3      4.402445803
170     20      3      4.525714286
190     20      3      3.205180089
60      20      4      9.629179331
80      20      4      9.588377724
100     20      4      8.024316109
120     20      4      5.274725275
140     20      4      3.828861494
160     20      4      3.005122368
180     20      4      4.454443195
70      20      5      11.68141593
90      20      5      14.19354839
110     20      5      28.08510638
130     20      5      14.91525424
150     20      5      22.37288136
170     20      5      10.47619048
80      20      6      56.07079646
100     20      6      97.10344828
120     20      6      45.58273381
140     20      6      35.79661017
```

Lampiran 7. Dokumentasi Pengambilan Data



Gambar 14. Pengambilan Data di Lapangan