



# Plagiarism Checker X - Report

## Originality Assessment

Overall Similarity: **19%**

Date: Jun 3, 2022

Statistics: 906 words Plagiarized / 4758 Total words

Remarks: Low similarity detected, check your supervisor if changes are required.

Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44 30 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 PROVINSI LAMPUNG Wilyan Pratama<sup>1</sup>, Rustadi 2<sup>1,2</sup>, Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung 35145 Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung Corresponding author: wilyanp37@gmail.com Manuscript received: June 21, 2018; revised: August 22, 2018; Approved: November 29, 2018; available online: March 1, 2019 Abstrak - Daerah penelitian terletak di Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Manifestasi di area penelitian berbentuk kolam air panas dengan suhu permukaan mencapai 90°C. Akuisisi 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 fluida air panas memiliki nilai resistivitas rata-rata 1  $\Omega$ m sampai dengan 3  $\Omega$ m. Berdasarkan data geokimia jenis fluida daerah penelitian adalah air klorida. Nilai resistivitas 6  $\Omega$ m sampai dengan 50  $\Omega$ m diidentifikasi sebagai endapan permukaan diantaranya endapan rawa, dan endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut. Nilai resistivitas 50  $\Omega$ m sampai dengan 100  $\Omega$ m diidentifikasi sebagai kerakal, kerikil, pasir dan lempung. Batuan lava (andesit - basalt) memiliki nilai resistivitas diatas 100  $\Omega$ m. Abstract - Research area is located in Padang Cermin Sun-District, Pesawaran Regency, Lampung Province. Manifestation in research area is hot water pool with surface temperatures reach 90°C. Data acquisition has been done by Wenner -Schlumberger configuration with 5 acquisition

line. Line 1, line 4 and line 5 have 280 meters length. Line 2 have 240 meters length and line 3 have 320 meters length with a spacing of each electrodes in each lines is every 5 meters.

The objective of this research are (1)examining the geochemical contaminant and fluid types, (2)identifies the geothermal fluid based on 2D and 3D resistivity data analysis, also (3)identifies the layer of rock in Padok manifestation area based on 2D and 3D subsurface resistivity section. Subsurface lithology in research area generally divides into 4 parts.

Which is hot water fluid with mean resistivity value between 1  $\Omega$ m into 3  $\Omega$ m and based on geochemistry data the fluid type is chloride water; surface sediment with resistivity value between 6  $\Omega$ m into 50  $\Omega$ m and identified as swamp sediment and alluvium sediment divides into gravels, pebbles, sands, clay and peat; Gravels, pebbles, sands, clay and peat with resistivity value between 50  $\Omega$ m into 100  $\Omega$ m; and igneous rock (andesite- basalt) with resistivity value more than 100  $\Omega$ m. Keywords: Geoelectric, Hot Water Fluid, Padok

manifestation, Resistivity, Wenner-Schlumberger How to cite this article: Pratama, W., dan Rustadi. 2019. 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 Provinsi Lampung. Jurnal Geofisika Eksplorasi, 5 (1) p.30-44. doi: 10.23960/jge.v5i1.21

doi: 10.23960/jge.v5i1.21 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44

31 1. PENDAHULUAN Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya panas bumi terbesar di dunia. Potensi panas bumi yang terkandung di Indonesia mencapai 40 persen dari total cadangan panas bumi dunia. Jumlah sebanyak itu sebagian besar berada di Sumatera, Jawa dan Sulawesi (Saptadji, 2009). Panas bumi Way Ratai memiliki banyak daerah manifestasi diantaranya manifestasi Padok terletak di Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Survei pendahuluan yang telah dilakukan ditemukan beberapa manifestasi kolam air panas yang memiliki temperatur tinggi mencapai 90 0 C. Metoda resistivitas digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan dengan cara mempelajari sifat aliran listrik di dalam batuan di bawah permukaan bumi (Santoso, 2002). Metoda resistivitas dalam eksplorasi panas bumi telah

digunakan dalam beberapa penelitian, diantaranya dilakukan oleh Widodo dkk (2005), Rakhmanto dkk, (2011), Widodo dan Mustang (2009) dan Haerudin dkk (2009). Penelitian geolistrik dalam eksplorasi panas bumi menghasilkan nilai resistivitas berbeda untuk batuan penutup dan batuan reservoir. Pemahaman terhadap geologi lokal daerah penelitian dapat membantu interpretasi data geolistrik. Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah meneliti kandungan geokimia dan jenis fluida manifestasi padok, mengidentifikasi fluida panas bumi berdasarkan analisis data resistivitas 2D dan 3D di area manifestasi Padok, mengidentifikasi lapisan batuan di wilayah panas bumi Way Ratai area manifestasi Padok berdasarkan penampang bawah permukaan resistivitas 2D dan 3D.

2. TINJAUAN PUSTAKA 2.1 Daerah Penelitian Daerah penelitian terletak di Desa Padang Cermin Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Propinsi Lampung, di paparkan pada Gambar 1 . Gambar adanya manifestasi di daerah penelitian diperlihatkan pada Gambar 2 terletak pada kordinat UTM X 515280, UTM Y 9383175 dengan temperatur 900C dan UTM 515195, UTM Y 9383291 dengan Temperatur 85o C. Keberadaan panas bumi di daerah penelitian berdasarkan peta geologi Lembar Tanjung Karang terletak di sebelah tenggara Gunung Ratai dan sebelah selatan sesar Menanga. Batuan yang tersingkap di daerah penelitian yang ditunjukkan oleh kotak berwarna merah Gambar 3 didominasi oleh batuan gunung api muda diantaranya adalah batu lava (andesitbasal), breksi dan tuf, dan batuan endapan permukaan diantaranya adalah endapan rawa, dan endapan aluvium.

14 Berdasarkan peta geologi Lembar Tanjungkarang, menjelaskan mengenai urutan stratigrafi daerah penelitian yaitu: yaitu batuan tertua berada pada zaman paleozoikum (paleozoic) dan jenisnya yaitu batuan malihan (metamorphic rocks) diantaranya adalah batuan sekis pelitan dan sedikit gnes, juga mencakup kuarsit dengan sisipan sekiskuarsa serisit dan batu pualam, sekis amfibol hijau, amfibol orthogenes dioritan, campuran granitoid dan sekis atau gnes dan diterobos oleh urat granit pegmatit dari Gunung Kasih (Pzg). Batuan termuda yaitu berada pada zaman holosen (holocene) dengan memiliki 2 variasi jenis batumannya yaitu batuan gunung api muda; diantaranya adalah batu lava (andesitbasal), breksi dan tuf, dan batuan endapan permukaan, diantaranya adalah

endapan rawa, dan endapan alluvium. Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret

2019: 30-44 32 2.2 Sistem Panas Bumi Sistem panas bumi tersusun oleh batuan

penudung, reservoir, sumber panas dan daerah resapan Gambar 4. Air hujan (rain water)

akan merembes ke dalam tanah melalui saluran pori-pori atau rongga-rongga diantara

butir-butir batuan, sehingga air dengan leluasa menerobos turun ke batuan panas (hot

rock). Air tersebut terakumulasi dan terpanaskan oleh batuan panas (hot rock), akibatnya

suhu air meningkat. Tekanan yang terus meningkat menyebabkan air panas naik ke atas

melalui celah, retakan dan pori-pori (Suharno, 2010).

Keberadaan suatu sistem panas bumi

biasanya dicirikan oleh adanya manifestasi di permukaan, yaitu berupa: 1. Mata air panas

(hot spring) Batuan dalam dapur magma dapat menyimpan panas sampai ribuan tahun. Air

tanah yang turun dan bersentuhan dengan magma akan terpanaskan dan cenderung naik

ke permukaan melalui rekahan-rekahan pada batuan dan membentuk sumber mata air

panas. 2. Fumarola dan solfatara Merupakan lubang asap tempat dikeluarkannya gas-gas

yang dihasilkan oleh gunung api. Sedangkan solfatara merupakan fumarola yang

mengeluarkan gas belerang (sulfur), seperti  $SO_2$ ,  $H_2S$ , dan S. 3. Geysir Adalah air tanah

yang tersembur keluar sebagai kolam uap dan air panas, terbentuk oleh adanya celah yang

terisi air dari kawah. 4. Uap Tanah (Steaming Ground) Di beberapa daerah lapangan panas

bumi sering ditemukan tempat-tempat yang mengeluarkan uap panas (steam) nampak

keluar dari permukaan tanah. Manifestasi seperti ini biasa disebut uap tanah (steaming

ground). 5. Lumpur panas Merupakan manifestasi panas bumi di permukaan, umumnya

mengandung uap panas yang tidak terlalu banyak dan gas  $CO_2$  yang tidak mudah menjadi

cair (mengembun). 6. Kawah (crater) Puncak atau daerah sekitar puncak gunung api

terdapat kawah, yaitu suatu bentuk depresi berbentuk corong terbuka ke atas yang

merupakan tempat disemburkannya tepra gas-gas, lava dan gas-gas. 7. Batuan Alterasi

Batuan alterasi terjadi karena proses interaksi antara batuan asal dengan fluida panas bumi.

Batuan alterasi terjadi karena beberapa faktor, antara lain suhu, tekanan, jenis batuan,

komposisi fluida, pH dan lamanya interaksi (Suharno, 2010). 2.3 Data Geokimia Analisis

geokimia perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan jenis dari daerah panas bumi.

Geokimia panas bumi biasanya berisikan komposisi unsur, pH dan suhu. Jenis jenis fluida berdasarkan kandungan kimia: a. Air Sulfat (SO<sub>4</sub>) b. Air Klorida (Cl) c. Air Bikarbonat (HCO<sub>3</sub>)

#### 2.4 Hubungan Resistivitas Dengan Akuifer

Hubungan antara nilai resistivitas dengan jenis batuan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

1. Batuan sedimen yang lepas akan mempunyai nilai resistivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan batuan sedimen kompak.
2. Kesarangan/porositas batuan. Batuan yang porous mempunyai nilai resistivitas lebih rendah dari pada batuan yang tidak porous.
3. pH dari air dalam rongga batuan. pH rendah menunjukkan batuan yang asam dengan nilai resistivitas rendah.
4. Resistivitas batuan akan bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan tergantung pada lingkungan pengendapan setempat. Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44 33
5. Resistivitas dapat berbeda secara mencolok, tidak saja dari satu lapisan ke lapisan yang lain tetapi dalam satu lapisan batuan.
6. Temperatur air tinggi (air panas) mempunyai nilai resistivitas rendah dibandingkan dengan temperatur air lebih rendah (segar).
7. Permeabilitas atau keasnggupan suatu batuan yang mempunyai poripori untuk mengalirkan cairan.
8. Kesarangan (porositas) batuan adalah perbandingan antara volume rongga dengan volume batuan seluruhnya  $V_r/V \times 100 \%$ , kesarangan besar berarti volume air yang tersimpan besar (Daulay, 2017).

#### 2.5 Penelitian Panas Bumi

Terdahulu Menggunakan Metode Geolistrik Metode resistivitas dalam eksplorasi panas bumi telah digunakan dalam beberapa penelitian. Metode resistivitas dalam eksplorasi panas bumi diantaranya dilakukan oleh Minarto (2011) di daerah panas bumi Mataloko menggunakan metoda geolistrik konfigurasi Schlumberger menunjukkan bahwa terdapat lapisan yang bersifat konduktif dengan resistivitas  $< 5 \Omega m$  diperkirakan sebagai lapisan penudung dan lapisan yang bersifat agak resistif ( $10 \Omega m - 100 \Omega m$ ) diperkirakan sebagai reservoir dari sumber panas bumi daerah Mataloko. Apostolopoulos (2005) dapat memberikan informasi bawah permukaan pada daerah Sperchios River Valley, Central Greece. Suhendra (2008) melakukan penelitian di daerah prospek panas bumi Air Koprass, Bengkulu. Nilai tahanan jenis bawah permukaan yang dapat diinterpretasikan sebagai sumber panas bumi berkisar antara  $0,00308 \Omega m Wm - 3,55 \Omega m$ . Daerah panas bumi

Suwawa, berdasarkan penelitian Widodo dkk, (2005) memiliki lapisan yang diduga sebagai lapisan penutup dengan kedalaman puncak lapisan antara 200 – 800 m dan tebal 150 – 350 m. Prospek panas bumi daerah panas bumi Suwawa berada di sekitar mata air panas Libungo seluas  $\geq 7 \text{ km}^2$ . Rakhmanto dkk, (2011) memberikan nilai resistivitas rendah ( $< 15 \Omega\text{m}$  dan 15 sampai  $< 40 \Omega\text{m}$ ) untuk batuan penutup dan resistivitas sedang (40 sampai  $< 200 \Omega\text{m}$ ) untuk reservoir. Haeruddin dkk, (2009) memberikan nilai resistivitas  $\leq 35 \Omega\text{m}$  untuk reservoir dan  $< 10 \Omega\text{m}$  untuk batuan penutup. Widodo dan Mustang (2009) memberikan nilai resistivitas rendah sampai sedang (25 – 40  $\Omega\text{m}$ ) untuk batuan penutup dan resistivitas tinggi ( $> 90 \Omega\text{m}$ ) untuk reservoir.

### 3. TEORI DASAR 3.1 Prinsip Dasar

Kelistrikan Bumi Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk eksplorasi dangkal. Metode ini memanfaatkan kontras sifat resistivitas (tahanan jenis) dari lapisan batuan di dalam bumi sebagai media/alat untuk mempelajari keadaan geologi bawah permukaan. Aliran arus listrik di dalam batuan/mineral dapat digolongkan menjadi 3 macam yaitu : 1. Konduksi elektronik Konduksi ini adalah tipe normal dari aliran arus listrik dalam batuan/mineral. 2. Konduksi elektrolitik Konduksi jenis ini banyak terjadi pada batuan/mineral yang bersifat porus dan pada pori-pori tersebut terisi oleh larutan elektrolit. 3. Konduksi dielektrik Konduksi ini terjadi pada batuan yang bersifat dielektrik artinya batuan tersebut mempunyai elektron bebas sedikit bahkan tidak ada sama sekali (Hendrajaya dan Arif, 1990).

### 3.2 Potensial Listrik Pada Bumi Potensial listrik alam atau potensial diri disebabkan karena terjadinya kegiatan

Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44 34 elektrokimia mekanik. Faktor pengontrol

dari semua kejadian ini adalah air tanah. Potensial alam ini dapat dikelompokkan menjadi 4 yaitu : 1. Potensial elektrokinetik Potensial ini disebabkan bila suatu larutan bergerak melalui suatu pipa kapiler atau medium yang berpori 2. Potensial difusi Potensial ini disebabkan bila terjadi perbedaan mobilitas dari ion dalam larutan yang mempunyai konsentrasi berbeda. 3. Potensial Nerust Potensial ini timbul bila suatu elektroda dimasukkan ke dalam larutan homogen. 4. Potensial mineralisasi Potensial ini timbul bila dua elektroda logam dimasukkan kedalam larutan homogen.

#### 3.2.1. 4 Dasar Perumusan

Potensial Geolistrik Metode Resistivitas Bumi diasumsikan sebagai medium yang homogen isotropis diperlihatkan perjalanan arus yang kontinu pada medium bumi. Anggapan bumi sebagai medium homogen isotropis dimana bumi memiliki simetri bola, sehingga potensial merupakan fungsi jarak ( $r$ ) saja. Maka persamaan potensial dalam bumi berbentuk:

dengan  $C_1$  dan  $C_2$  adalah konstanta sembarang. Untuk menentukan kedua konstanta tersebut diterapkan syarat batas yang harus dipenuhi potensial  $V(r)$  yaitu: untuk jarak ( $r$ ) tak terhingga ( $r = \infty$ ) atau jarak yang sangat jauh, sehingga  $C_2 = 0$  dan persamaan (3.3) akan menjadi: (Hendrajaya dan Arif, 1990).

3.2.2. Satu titik arus di permukaan Sumber arus listrik titik yang berada di permukaan bumi akan merambat ke segala arah secara radial berbentuk setengah permukaan bola. Persamaan potensial listrik dapat dirumuskan:

dengan  $\rho$  adalah nilai resistivitas bahan/ benda dalam satuan ohm.m (Telford et al, 1976). Dimana:  $\Delta V$  = beda potensial antara  $P_1$  dan  $P_2$  (volt)  $I$  = besarnya arus yang diinjeksikan melalui elektroda  $C_1$  dan  $C_2$  (ampere).  $r_1$  = jarak antara  $C_1$  dan  $P_1$  (meter)  $r_2$  = jarak antara  $C_2$  dan  $P_2$  (meter)  $r_3$  = jarak antara  $C_1$  dan  $P_2$  (meter)  $r_4$  = jarak antara  $C_2$  dan  $P_1$  (meter)  $K$  = faktor geometri yang berdimensi panjang (meter). (Hendrajaya dan Arif, 1990).

3.3 Konfigurasi Wenner- Schlumberger Faktor geometri konfigurasi WennerSchlumberger diperoleh dari menyubstitusikan nilai jarak spasi elektroda pada Gambar 5 ke persamaan 3.7, sehingga diperoleh faktor geometrik  $K$  sebagai berikut :

Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44 35 satu konfigurasi paling umum digunakan untuk survei resistivitas 2D. Kedalaman rata-rata pada konfigurasi ini 10% lebih besar dari konfigurasi Wenner (Telford et al, 1990).

3.4 Pemodelan 2D Res2Dinv 17 Penampang 2D merupakan penampang untuk menggambarkan hasil survei secara 2D dengan metode contouring pseudosection.

16 Pseudosection dihasilkan dari proses pemodelan forward maupun inversi, sehingga diperoleh nilai resistivitas yang sudah terkoreksi (topographic effect). 12 Res2Dinv adalah

program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2D) untuk bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik. 20 Program ini dapat digunakan untuk survei menggunakan konfigurasi Wenner, polepole, dipole-dipole, pole-dipole,

Schlumberger, Wenner- Schlumberger dan array dipole-dipole ekuator. Hasil inversi merupakan distribusi nilai resistivitas material bawah permukaan Bumi yang disebut Resistivity pseudosection atau inverse model resistivity section. Model yang diperoleh melalui proses inverse akan selalu memiliki nilai Residual Error atau Root Mean Squared Error (RMSE) (Loke, 1999).

4. METODOLOGI PENELITIAN 4.1 Waktu dan Tempat Penelitian ini yang telah dilakukan pada bulan Mei 2016, di daerah panas bumi Way Ratai area manifestasi Padok Desa 19 Padang Cermin Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung.

4.2 Alat dan bahan Alatalat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: • ARES resistivity IP meter • Elektroda 64 buah • Kabel multi-channel 8 gulungan • Aki 12 volt • GPS (Global Positioning System) Maps 76Csx • Palu • Handy Talky (HT) • Meteran • Laptop

4.3 Data Pendukung a. 23 Peta geologi lembaranjung karang b. Peta citra penelitian dari Google Earth

4.4 Desain Pengukuran Pengukuran menggunakan aplikasi metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Wenner-schlumberger pada Gambar 6 di area penelitian terdiri dari 5 lintasan pengukuran. Lintasan 1 memiliki panjang lintasan 280 m, lintasan 2 memiliki panjang lintasan 240 meter, lintasan 3 memiliki panjang lintasan 320 meter, lintasan 4 memiliki panjang lintasan 280 meter dan lintasan 5 memiliki panjang lintasan 280 meter dengan spasi elektroda setiap lintasan pengukuran yaitu 5 meter.

4.5 Pengolahan Data 4.5.1. Pengolahan data 2D Hasil pengukuran yang didapatkan dari lapangan berupa data resistivitas yang tersimpan otomatis pada alat Ares Resisty IP meter kemudian dilakukan pemindahan dari alat dalam bentuk file "dat" ke laptop setelah itu diolah dengan menggunakan perangkat lunak Res2Dinv. Langkahlangkah penggunaan Res2Dinv adalah sebagai berikut: 1. Mengolah data pengukuran dari alat menggunakan program Excel untuk melihat nama lintasan, resistivitas semu, jumlah titik datum dan lain- lain setelah itu menambahkan data topografi dan kordinat pengukuran yang sudah didapatkan dengan GPS. Menyimpan data tersebut pada text editor. 2. Mengolah data tersebut menggunakan software Res2Dinv, pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44 36 penampang resistivitas 2D dengan topografi sesuai pada Gambar 7. 4.5.2.

Pengolahan Data 3D Resistivitas Data resistivitas yang telah diinversi selanjutnya dipilih untuk dilakukan pengolahan 3D, dalam penelitian ini penulis memilih data iterasi 5 dari setiap lintasan pengukuran yang selanjutnya akan diolah menggunakan software 3D geofisika. Software yang digunakan yaitu Voxler versi 4. Sebelum pengolahan dilakukan pembuatan data input dan menggabungkan data iterasi 5 setiap lintasan dalam Microsoft Excel yang terdiri dari kolom X (lokasi X), Y (lokasi Y), Z (lokasi Z/kedalaman) dalam bentuk UTM yang didapatkan dari GPS di lokasi penelitian, resistivity iterasi 5 dan kolom id. Pada tahap pengolahan hal yang perlu dilakukan yaitu menampilkan sumbu XYZ, menampilkan kotak batas yang digunakan sebagai pembatas pemodelan, menampilkan scatter plot yang berguna untuk memunculkan titik-titik data pada jendela utama, kemudian dilakukan proses gridding seperti Gambar 8 .

4.6 Interpretasi Data Interpretasi dilakukan dengan mengorelasikan hasil pengolahan data software yang berupa informasi (nilai resistivitas, kedalaman, ketebalan) dengan pengetahuan dasar aspek-aspek tahanan jenis batuan seperti yang ditulis di atas, informasi geologi, informasi kondisi sumur penduduk (kedalaman dan rasa) sekitar, pengetahuan hidrogeologi, mengacu tabel resistivitas batuan yang terdapat pada Tabel 1. (Telford et al, 1990) dan referensi terkait penelitian panas bumi menggunakan metode geolistrik yang telah dilakukan terdahulu sehingga diperoleh gambaran informasi struktur batuan yang sebenarnya.

5. 10 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian 5.1.1. Penelitian Geokimia Dari hasil penelitian geokimia di manifestasi Padok diperlihatkan pada Tabel 2. 5.1.2. Penampang Resistivitas

Penampang dan nilai resistivitas 2D lintasan 1 sampai lintasan 5 diperlihatkan Gambar 9 sampai dengan 13. Posisi lintasan pengukuran di dalam model 3D pada Gambar 14, sebaran fluida air panas berdasarkan penampang resistivitas 3D pada Gambar 15 dan pemotongan model resistivitas 3D pada Gambar 16. 5.2 Pembahasan 5.2.1. Lintasan 1

Nilai resistivitas pada lintasan ini bervariasi dari 1,1  $\Omega\text{m}$  hingga 146  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman penetrasi kurang lebih 45 meter dan tingkat error data 17,3 %. Berdasarkan peta geologi daerah penelitian dan tabel nilai resistivitas serta data geokimia maka dapat diidentifikasi litologi yang terdapat di daerah penelitian dengan nilai resistivitas 1,1  $\Omega\text{m}$  sampai

dengan 2,3  $\Omega$ m ditunjukkan warna biru merupakan fluida air panas dikarenakan **temperatur air tinggi (air panas) mempunyai nilai** resistivitas rendah dibandingkan dengan temperatur air lebih rendah. Fluida di daerah penelitian ini mengandung unsur Na dan Cl tinggi, semakin tinggi kandungan kedua unsur tersebut di dalam fluida maka nilai resistivitas terukur semakin rendah. Berdasarkan **anion Cl, SO<sub>4</sub> dan HCO<sub>3</sub>** pada Tabel 2 tipe air panas yang terdapat di daerah penelitian adalah air klorida. Kadar Mg yang lebih tinggi yaitu 57,9 persen dibandingkan dengan kadar K 21,1 persen dan Na 21 persen dapat disimpulkan *Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44* bahwa fluida panas di daerah penelitian telah mengalami proses pencampuran **1** dengan air tanah dan batuan permukaan dan mengindikasikan bahwa manifestasi air panas tersebut berada pada zona outflow. Kandungan Na **10** yang cukup tinggi yaitu 1197 ml/l mengindikasikan air fluida di daerah penelitian kemungkinan besar bercampur dengan intrusi air laut. Nilai resistivitas 4,6  $\Omega$ m sampai dengan 36,5  $\Omega$ m ditunjukkan warna hijau sampai kuning diidentifikasi litologi endapan permukaan diantaranya adalah endapan rawa, dan endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut. Nilai resistivitas 36,5  $\Omega$ m sampai dengan 72,9  $\Omega$ m diidentifikasi litologi kerakal, kerikil, pasir, lempung. Nilai resistivitas 146  $\Omega$ m ditunjukkan warna merah sampai dengan ungu diidentifikasi batuan lava (andesitbasal) dalam kondisi basah.

### 5.2.2. Lintasan 2

Nilai resistivitas pada lintasan ini bervariasi dari 1,5  $\Omega$ m hingga 198  $\Omega$ m dengan kedalaman penetrasi kurang lebih 45 meter dan tingkat error data 10,7 %. Nilai resistivitas 1,5  $\Omega$ m sampai dengan 3,1 ditunjukkan warna biru tua merupakan fluida air panas dikarenakan **temperatur air tinggi (air panas)**. Untuk kandungan nilai Cl, B, Li, Mg, K dan Na sama seperti lintasan 1. Kandungan Na **10** yang cukup tinggi yaitu 1197 ml/l mengindikasikan air fluida di daerah penelitian kemungkinan besar bercampur dengan intrusi air laut. Nilai resistivitas 6,2  $\Omega$ m sampai dengan 49,6  $\Omega$ m ditunjukkan warna hijau sampai kuning diidentifikasi berupa litologi endapan rawa, dan endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut. Nilai resistivitas 49,6  $\Omega$ m sampai dengan 99,2  $\Omega$ m ditunjukkan kuning sampai kuning genteng diidentifikasi litologi kerakal, kerikil, pasir dan lempung. Nilai resistivitas

198  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna merah sampai dengan ungu diidentifikasi batuan lava (andesitbasal). 5.2.3. Lintasan 3 Nilai resistivitas pada lintasan ini bervariasi dari 1,5  $\Omega\text{m}$  hingga 197  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman penetrasi kurang lebih 59,9 meter dan tingkat error data 15,9 %. Untuk kandungan nilai Cl, B, Li, Mg, K dan Na sama seperti lintasan 2. Nilai resistivitas 6,2  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 49,3  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna hijau sampai kuning diidentifikasi litologi endapan permukaan diantaranya adalah endapan rawa, dan endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut terdapat. Nilai resistivitas 49,3  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 98,6  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna kuning sampai dengan kuning genteng diidentifikasi litologi kerakal, kerikil, pasir dan lempung. Nilai resistivitas 197  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna merah sampai dengan ungu diidentifikasi batuan lava (andesitbasal). 5.2.4. Lintasan 4 Nilai resistivitas pada lintasan ini bervariasi dari 1,9  $\Omega\text{m}$  hingga 247  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman penetrasi kurang lebih 52 meter dan tingkat error data 17,4 %. Nilai resistivitas 1,9  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 3,9  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna biru tua merupakan fluida air panas dikarenakan **temperatur air tinggi (air panas)**. Untuk kandungan nilai Cl, B, Li, Mg, K dan Na sama seperti lintasan sebelumnya. Nilai resistivitas 7,7  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 61,8  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna hijau sampai kuning diidentifikasi litologi endapan permukaan diantaranya adalah endapan rawa, dan endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut terdapat. Nilai resistivitas 61,8  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 124  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna kuning sampai dengan kuning genteng diidentifikasi litologi kerakal, kerikil, pasir dan lempung. Nilai resistivitas 197  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna merah sampai dengan ungu diidentifikasi batuan lava (andesitbasal) dalam kondisi basah. Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44

38 5.2.4. Lintasan 4 **18** Nilai resistivitas pada lintasan ini bervariasi dari 1  $\Omega\text{m}$  hingga 131  $\Omega\text{m}$  dengan kedalaman penetrasi kurang lebih 52 meter dan tingkat error data 15,9 %.

Berdasarkan peta geologi daerah penelitian dan tabel nilai resistivitas serta didukung data geokimia maka dapat diidentifikasi litologi **yang terdapat di daerah** penelitian dengan nilai resistivitas 1  $\Omega\text{m}$  sampai 2,1  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna biru merupakan fluida air panas dikarenakan **temperatur air tinggi (air panas)**. Untuk kandungan nilai Cl, B, Li, Mg, K dan

Na sama seperti lintasan sebelumnya. Nilai resistivitas 4,2  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 32,8  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna hijau sampai kuning diidentifikasi dengan litologi endapan permukaan diantaranya adalah endapan rawa, dan endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut terdapat. Nilai resistivitas 32,8  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 65,6  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna kuning sampai dengan kuning genteng diidentifikasi litologi kerakal, kerikil, pasir dan lempung. Nilai resistivitas 131  $\Omega\text{m}$  ditunjukkan warna merah sampai dengan ungu diidentifikasi batuan lava (andesitbasal) dalam kondisi basah.

5.2.6. Model 3D daerah penelitian Data 2D yang telah dilakukan inversi selanjutnya diekstrak kemudian digabungkan menjadi 3D menggunakan software geofisika diperlihatkan pada Gambar 14. Garis dengan warna merah, hijau dan biru merupakan variable X, Y dan Z lokasi penelitian, dimana X merupakan kordinat UTM X, Y merupakan UTM Y dan Z merupakan elevasi atau kedalaman berguna untuk mempermudah pengamatan lokasi penelitian. Titik berwarna hitam menggambarkan posisi lintasan pengukuran di dalam model 3D dan garis pada bagian atas model 3D ditunjukkan dengan warna hijau (rendah) sampai dengan merah (tinggi) merupakan kondisi topografi lokasi penelitian. Sebaran fluida air panas diperlihatkan Gambar 15. ditunjukkan oleh warna biru pada penampang tersebut. Untuk mempermudah dalam melakukan interpretasi litologi bawah permukaan daerah penelitian ini maka dilakukan pembagian area interpretasi di dalam model 3D menjadi beberapa bagian diperlihatkan pada Gambar 16. Model resistivitas 3D pertama ditunjukkan Gambar 16 (a) pada UTM 9383200. Warna biru pada penampang ini memiliki rentang nilai resistivitas 1  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 25  $\Omega\text{m}$  diidentifikasi sebagai fluida air panas dikarenakan **2temperatur air tinggi (air panas) mempunyai nilai resistivitas rendah dibandingkan dengan temperatur air lebih rendah (segar) dan endapan rawa, serta endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut.** Warna kuning memiliki nilai resistivitas lebih besar dibandingkan warna biru dengan nilai resistivitas 49  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 85  $\Omega\text{m}$  diidentifikasi batuan dengan litologi kerakal, kerikil, pasir dan lempung. Model resistivitas 3D kedua ditunjukkan Gambar 16 (b) pada UTM 9383300. Warna biru pada model ini memiliki rentang nilai 1  $\Omega\text{m}$  sampai dengan 25

$\Omega m$  diidentifikasi sebagai fluida air panas dikarenakan **temperatur air tinggi (air panas) mempunyai nilai** resistivitas rendah dibandingkan dengan temperatur **air lebih rendah (segar)** dan endapan rawa, serta endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut. Warna kuning memiliki nilai resistivitas lebih besar dibandingkan warna biru dengan nilai resistivitas 49  $\Omega m$  sampai dengan 85  $\Omega m$  diidentifikasi sebagai batuan kerakal, kerikil, pasir dan lempung. Warna merah memiliki nilai 88  $\Omega m$  sampai dengan 205  $\Omega m$  diidentifikasi sebagai batuan lava (andesitbasal) dalam kondisi basah sehingga nilai resistivitasnya kecil. Model resistivitas 3D ketiga ditunjukkan Gambar 16 (c) pada UTM 9383400. Model resistivitas sebelumnya pada Gambar 16 diperlihatkan tanda panah berwarna biru kemungkinan besar adalah arah dari sesar. Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44 39 yang dilewati oleh fluida air panas klorida yang bersumber dari reservoir gunung ratai diperkuat dengan keberadaan manifestasi yang memanjang ke arah barat daya gunung ratai.

#### 10 VI. KESIMPULAN DAN SARAN 6.1

**Kesimpulan** pada penelitian ini sebagai berikut: 1. Data geokimia daerah penelitian menunjukkan fluida air panas bersifat klorida yang bersumber dari reservoir gunung ratai akan tetapi dikarenakan fluida tersebut jauh dari daerah terbentuknya maka terkondensasi **dengan air tanah dan** batuan sekitarnya, diperkuat dengan beberapa unsur seperti nilai Cl lebih tinggi dibanding nilai B dan Li serta kadar Mg lebih tinggi dari K dan Na. 2. Penampang 2D dan model resistivitas 3D menunjukkan litologi batuan bawah permukaan secara umum dibagi menjadi 4 bagian yaitu fluida air panas memiliki nilai resistivitas rata-rata antara 1  $\Omega m$  sampai dengan 3  $\Omega m$ , memiliki nilai resistivitas 6  $\Omega m$  sampai dengan 50  $\Omega m$  dengan litologi endapan permukaan diantaranya adalah endapan rawa, dan endapan alluvium terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan gambut, nilai resistivitas 50  $\Omega m$  sampai dengan 100  $\Omega m$  dengan litologi kerakal, kerikil, pasir dan lempung dan batuan lava (andesitbasalt) memiliki nilai resistivitas di atas 100  $\Omega m$ . 3. Nilai resistivitas yang terukur di area penelitian tergolong rendah dikarenakan pada saat melakukan pengukuran dalam keadaan basah (musim penghujan) dan litologi berasosiasi dengan batuan lempung.

**6.2. Saran Saran yang** perlu diberikan yaitu Perlu data

pendukung seperti data pengeboran agar data resistivitas yang dihasilkan sesuai dengan keadaan bawah permukaan. Diperlukan survei geofisika lebih lanjut seperti metode gravity, magnetic dan magnetotelurik (MT) agar pola sesar (rekahan) yang dilewati fluida bisa terlihat. the 21 st Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44

41 LAMPIRAN Tabel 1. 1. Nilai resistivitas batuan dan mineral (Telford, 1990). Rocks type Resistivity range (m) Granite porphyry  $4.5 \times 10^3$  (wet)- Feldspar porphyry  $1.3 \times 10^6$  (dry) Syenite  $4 \times 10^3$  (wet) Diorite porphyry 102- 106 Porphyryte  $1.9 \times 10^3$  (wet)- Carbonatized  $2.8 \times 10^4$  (dry) porphyry 10-  $5 \times 10^4$  (wet)- Quartz diorite  $3.3 \times 10^3$  (dry) Porphyry (various)  $2.5 \times 10^3$  (wet)- Dacite  $6 \times 10^4$  (dry) Andesite  $2 \times 10^4$ -  $2 \times 10^6$  Diabase (various) (wet)-  $1.8 \times 10^5$  Lavas (dry) Gabbro 60- 104 Basalt  $2 \times 10^4$ (wet) Olivine norite  $4.5 \times 10^4$  (wet)- Peridotite  $1.7 \times 10^2$  (dry) Hornfels 20-  $5 \times 10^7$  Schists (calcareous 102-  $5 \times 10^4$  and mica) 103- 106 Tuffs 10-  $1.7 \times 10^7$  (dry) Graphite schists 103-  $6 \times 10^4$  (wet) Slate (various)  $3 \times 10^3$  (wet)- Gneiss (various)  $6.5 \times 10^3$  (dry) Marble  $8 \times 10^3$  (wet)- Skarn  $6 \times 10^7$  (dry) Quartzites (various) 20- 104 Consolidated shales  $2 \times 10^3$  (wet)- 105 Argillites (dry) Conglomerates 10102 Sandstones  $6 \times 10^2$ -  $4 \times 10^7$  Limestones  $6.8 \times 10^4$  (wet)- Dolomite  $3 \times 10^6$  (dry) Unconsolidated wet 102-  $2.5 \times 10^8$  (dry) clay  $2.5 \times 10^2$  (wet)- Marls  $2.5 \times 10^8$  (dry) Clays 10-  $2 \times 10^8$  Oil sands 20-  $2 \times 10^3$  Surface water 10-  $8 \times 10^2$  (ign.rock)  $2 \times 10^3$ - 104 Surface water 1-  $6.4 \times 10^8$  (sediments) 50- 107 Soil waters  $3.5 \times 10^2$ -  $5 \times 10^3$  Tabel 2. Data Geokimia daerah penelitian Gambar 1. Lokasi penelitian Google maps 2017 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44 42 Gambar 2. Manifestasi daerah penelitian. Gambar 3. Peta Geologi daerah penelitian (Mangga dkk, 1993) Gambar 6. Lintasan pengukuran dan posisi manifestestasi Google Earth Gambar 4. 3 Model sistem panas bumi lapangan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus, Lampung (PGE, 2008). Gambar 7. Penampang 2D dengan topografi Res2dinv Gambar 5. 5 Pengaturan elektoda konfigurasi Wenner-Schlumberger Gambar 8. a) Sumbu XYZ, b) Kotak batas, c) Scatter plot,d) Grider Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 5/No. 1 Maret 2019: 30-44 43 Gambar 9. Penampang 2D lintasan 1 Gambar 10. Penampang 2D lintasan 2 Gambar 11. Penampang 2D lintasan 3 Gambar 12. Penampang 2D lintasan 4 Jurnal Geofisika

5 Gambar 14. Posisi lintasan pengukuran

Gambar 15. Sebaran fluida air

panas di dalam model 3D (a) (b) (c) Gambar 16. (a) Pemotongan model resistivitas

3D UTM 9383200 (b) Pemotongan model resistivitas 3D di UTM 9383300 (c) Pemotongan

model resistivitas 3D di UTM 9383400

## Sources

1	<a href="https://docplayer.info/175323975-Identifikasi-zona-akuifer-air-tanah-dengan-metode-1d-geolistrik-resistivitas-dan-well-logging-pada-daerah-lampung-timur-dan-way-kanan-skripsi.html">https://docplayer.info/175323975-Identifikasi-zona-akuifer-air-tanah-dengan-metode-1d-geolistrik-resistivitas-dan-well-logging-pada-daerah-lampung-timur-dan-way-kanan-skripsi.html</a> INTERNET 5%
2	<a href="https://umared.blogspot.com/2011/02/geophysical-resistivity-test.html">https://umared.blogspot.com/2011/02/geophysical-resistivity-test.html</a> INTERNET 3%
3	<a href="https://i-exxon.blogspot.com/">https://i-exxon.blogspot.com/</a> INTERNET 2%
4	<a href="https://id.scribd.com/doc/283350167/99840309200907551-pdf">https://id.scribd.com/doc/283350167/99840309200907551-pdf</a> INTERNET 2%
5	<a href="https://adoc.pub/bab-ii-dasar-teori-21-tanah.html">https://adoc.pub/bab-ii-dasar-teori-21-tanah.html</a> INTERNET 1%
6	<a href="https://repo.itera.ac.id/assets/file_upload/SB2108200057/12116058_9_171145.pdf">https://repo.itera.ac.id/assets/file_upload/SB2108200057/12116058_9_171145.pdf</a> INTERNET 1%
7	<a href="http://repository.itk.ac.id/288/8/01161004_bibliography.pdf">http://repository.itk.ac.id/288/8/01161004_bibliography.pdf</a> INTERNET 1%
8	<a href="https://adoc.pub/pemaparan-hasil-kegiatan-survei-panas-bumi.html">https://adoc.pub/pemaparan-hasil-kegiatan-survei-panas-bumi.html</a> INTERNET 1%
9	<a href="https://id.scribd.com/doc/292389166/Sistem-Panas-Bumi">https://id.scribd.com/doc/292389166/Sistem-Panas-Bumi</a> INTERNET 1%
10	<a href="https://adoc.pub/analisis-penggunaan-daging-sapi-pada-rumah-makan-padang-di-k.html">https://adoc.pub/analisis-penggunaan-daging-sapi-pada-rumah-makan-padang-di-k.html</a> INTERNET <1%
11	<a href="https://www.slideshare.net/AnisDewi/pendahuluan-dan-sistem-panas-bumi-rec">https://www.slideshare.net/AnisDewi/pendahuluan-dan-sistem-panas-bumi-rec</a> INTERNET <1%
12	<a href="https://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/download/15528/2496">https://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/download/15528/2496</a> INTERNET <1%
13	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/291653958.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/291653958.pdf</a> INTERNET <1%
14	<a href="https://issuu.com/hmgzine/docs/hmgzine_1st_edition">https://issuu.com/hmgzine/docs/hmgzine_1st_edition</a> INTERNET <1%

15	<a href="http://repository.itk.ac.id/288/4/01161004_chapter_2.pdf">http://repository.itk.ac.id/288/4/01161004_chapter_2.pdf</a> INTERNET <1%
16	<a href="https://kapan-kemana.blogspot.com/2011/05/pseudo-section_09.html">https://kapan-kemana.blogspot.com/2011/05/pseudo-section_09.html</a> INTERNET <1%
17	<a href="http://repository.upi.edu/17260/1/S_FIS_1006787_Chapter3.pdf">http://repository.upi.edu/17260/1/S_FIS_1006787_Chapter3.pdf</a> INTERNET <1%
18	<a href="https://docobook.com/aplikasi-metode-geolistrik-untuk-identifikasi-situs-arkeolog.html">https://docobook.com/aplikasi-metode-geolistrik-untuk-identifikasi-situs-arkeolog.html</a> INTERNET <1%
19	<a href="https://adoc.pub/analisis-kelayakan-finansial-usahatani-pisang-di-kabupaten-p.html">https://adoc.pub/analisis-kelayakan-finansial-usahatani-pisang-di-kabupaten-p.html</a> INTERNET <1%
20	<a href="https://jasasurveyindonesia.blogspot.com/2018/02/tutorial-geolistrik-menggunakan-program.html">https://jasasurveyindonesia.blogspot.com/2018/02/tutorial-geolistrik-menggunakan-program.html</a> INTERNET <1%
21	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/305076864.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/305076864.pdf</a> INTERNET <1%
22	<a href="https://id.scribd.com/doc/292210881/Teknik-Panasbumi-pdf">https://id.scribd.com/doc/292210881/Teknik-Panasbumi-pdf</a> INTERNET <1%
23	<a href="https://anakotah.blogspot.com/2016/11/profil-kota-bandar-lampung.html">https://anakotah.blogspot.com/2016/11/profil-kota-bandar-lampung.html</a> INTERNET <1%
24	<a href="http://jurnal.lppm.unsoed.ac.id/ojs/index.php/Prosiding/article/viewFile/681/619">http://jurnal.lppm.unsoed.ac.id/ojs/index.php/Prosiding/article/viewFile/681/619</a> INTERNET <1%