

Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan dengan Menggunakan Metode Geolistrik di Kelurahan Tatura Selatan

Identification of Below Surface Layer Structure Using Geoelectric Method in Village Tatura South

Muhammad Ardiansyah¹, M. Rusydi H¹, Sandra¹

¹Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia
ardhyria@gmail.com ; 085394307755

ABSTRAK

Penelitian untuk mengidentifikasi panas bumi dan struktur lapisan berdasarkan temperatur airtanah di Kelurahan Tatura Selatan Kota Palu telah dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik Automatic Array Scanning (AAS) dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pemrosesan dan pemodelan data menggunakan perangkat lunak Earthmager 2D dalam bentuk penampang 2D. Berdasarkan hasil pemodelan 2D diperoleh gambaran struktur perlapisan dan jenis batuan bawah permukaan pada daerah penelitian berupa lempung, pasir lempung, dan batuan pasir yang diduga mengandung airtanah yang bertemperatur tinggi karena memiliki nilai DHL yang tinggi dan resistivitas berkisar 2,2 Ωm – 29 Ωm .

Kata Kunci : *Aquifer, Earthmager, Geolistrik hambatan jenis, Wenner- Schlumberger*

ABSTRACT

The research to identify geothermal and layer structure based on the temperature of the groundwater in the Village of South Tatura, Palu has been done using geoelectric method of Automatic Scanning Array (AAS) with Wenner-Schlumberger configuration. Processing and data modeling used the software of Earthmager 2D in the 2D cross-sectional shape. Based on the 2D modeling results obtained picture of layering structure and subsurface rock types in the study area which formed of clay, sand clay and sandstone and it is thought to contain a high-temperature groundwater because it has a high EC value and resistivity ranges from 2.2 Ωm - 29 Ωm .

Key words: *Aquifer, Earthmarger, geoelectrical resistivity, Wenner-Schlumberger*

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang ada di bumi, dan berperan sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup sehari-hari untuk berbagai keperluan. Air yang berada di wilayah jenuh yang terletak dibawah permukaan disebut airtanah (Wuryanturo,2007). Sumber airtanah berasal dari permukaan yang meresap ke dalam tanah. Air yang bersirkulasi pada kedalaman dan tempat tertentu akan mengalami

pemanasan oleh panas bumi. Panas bumi merupakan sebuah sumber energi panas yang terdapat dan terbentuk di dalam kerak bumi. Sumber energi panas yang terkandung di dalam airpanas, uap air, batuan bersama mineral dan gas lainnya yang semuanya secara genetis tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi. Temperatur airtanah pada tempat dan waktu tertentu merupakan hasil dari berbagai proses pemanasan yang terjadi di bawah dan atau di permukaan bumi (Matthess, 1982).

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari masyarakat dan pengamatan awal yang dilakukan, di wilayah Kota Palu ditemukan adanya beberapa lokasi airtanah yang memiliki temperatur lebih tinggi dari temperatur normal. Temperatur normal untuk air yaitu $27^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}$. Beberapa temperatur airtanah misalnya di jalan Tombolututu, Kecamatan Palu Timur memiliki temperatur 41°C , Di Kecamatan Palu Selatan khususnya di Jalan Emy Saetan dan Basuki Rahmat memiliki temperatur airtanah yang berkisar antara $35^{\circ}\text{C} - 41^{\circ}\text{C}$, (Supiati, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur lapisan bawah permukaan dan mengidentifikasi panas bumi yang mungkin menyebabkan temperatur airtanah di daerah tersebut lebih tinggi dibandingkan daerah lain. Untuk penelitian ini akan digunakan salah satu metode yaitu Metode geolistrik (hambatan jenis), hal ini disebabkan karena metode geolistrik (hambatan jenis) sangat baik untuk mengetahui kondisi atau struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi tahanan jenis batuanannya.

Temperatur Air

Temperatur airtanah pada tempat dan waktu tertentu merupakan hasil dari berbagai proses pemanasan yang terjadi di bawah dan atau di permukaan bumi (Matthess, 1982). Mata airpanas atau sumber airpanas adalah mata air yang dihasilkan akibat keluarnya airtanah dari kerak bumi setelah dipanaskan secara geothermal. Semakin ke bawah, temperatur bawah permukaan bumi semakin meningkat atau semakin panas. Panas yang berasal dari dalam bumi dihasilkan dari reaksi peluruhan unsur – unsur radioaktif seperti uranium dan potasium. Reaksi ini menghasilkan panas hingga ribuan derajat celcius (Graha, 1987).

Secara universal, setiap penurunan 1 km kedalaman ke perut bumi temperatur naik sebesar $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. Untuk setiap kedalaman

bertambah 100 m, temperatur naik sekitar $2,5^{\circ}\text{C}$ sampai 3°C . Semakin jauh ke dalam perut bumi temperatur batuan akan makin tinggi. Untuk kedalaman 1 km temperatur batuan dapat mencapai $52^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$. Pertambahan panas tersebut dikenal sebagai *gradient geothermal*. Untuk tempat- tempat tertentu di sekitar daerah vulkanik *gradient geothermal* dapat lebih besar lagi, variasinya $1-5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ (Lange, 1991). Kenaikkan temperatur sehubungan dengan kedalaman tidaklah sama pada tempat-tempat yang berbeda-beda di permukaan bumi. Di wilayah-wilayah gunung api yang masih aktif temperatur bertambah dengan cepat, yaitu 1°C pada tiap pertambahan kedalaman 4,5 meter. Sedangkan pada wilayah-wilayah yang terletak jauh dari pengaruh letusan gunung berapi temperatur bertambah dengan lebih lambat, yaitu 1°C atau untuk pertambahan kedalaman 33 meter. Secara teoritis untuk 100°C di perlukan kedalaman 3,5 Km (Lange, 1991).

Resistivitas Batuan

Setiap batuan memiliki nilai hambatan jenis masing-masing, dimana batuan yang sama belum tentu mempunyai nilai hambatan jenis yang sama. Sebaliknya, nilai resistivitas yang sama biasa dimiliki oleh batuan-batuan berbeda. Hal ini karena tergantung pada umur batuan, kandungan elektrolit, massa jenis batuan, jumlah mineral yang dikandungnya, porositas, permeabilitas, dan sebagainya (Telford, 1990).

Menurut Telford (1990) berdasarkan harga resistivitasnya batuan dan mineral bumi diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu:

1. Konduktor baik yaitu $10^{-6} \Omega\text{m} < \rho < 1 \Omega\text{m}$
2. Konduktor pertengahan yaitu $1 \Omega\text{m} < \rho < 10^7 \Omega\text{m}$
3. Isolator yaitu $\rho > 10^7 \Omega\text{m}$

Resistivitas batuan berhubungan langsung dengan porositas dan tekstur batuan.

Hubungan antara resistivitas dengan porositas pertama kali diusulkan oleh Archie (1942). Resistivitas (ρ) dan porositas (ϕ) dinyatakan dalam Persamaan Archie I :

$$\rho = a\rho_w\phi^{-m} \quad (1)$$

Sedangkan yang menyangkut porositas batuan yang porinya tidak jenuh air atau terisi air dinyatakan dalam Persamaan Archie II, yaitu:

$$\rho_t = \rho_b S_w^{-m} = a\rho_w \phi^{-m} S_w^{-m} \quad (2)$$

Hubungan resistivitas dalam Persamaan (1) direfleksikan dengan besar faktor formasi (F), yaitu:

$$F = \frac{\rho}{\rho_w} = \frac{a}{\phi^{-m}} \quad (3)$$

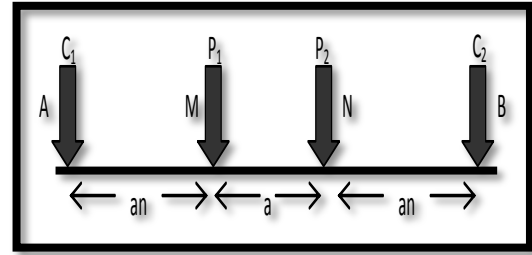
Faktor formasi dapat digunakan untuk pedugaan zona *aquifer* karena besaran tersebut berefleksi sebagai porositas pada batuan sedimen maupun batuan beku yang mengalami rekahan.

Pada eksplorasi hidrogeologi, pengukuran resistivitas ρ dapat dilakukan langsung di lapangan, misalnya dengan metode hambatan jenis. Resistivitas air pengisi berpori ρ_w , selain dapat diukur langsung, juga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\rho_w = 10000 / \text{DHL} \quad (4)$$

Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah turunan dari konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger* sehingga secara relatif menambah kinerja dengan memodifikasi konfigurasi ini dengan konfigurasi *Wenner* akan didapatkan suatu sistem dengan elektroda-elektroda yang tersusun dengan spasi yang konstan seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Susunan elektroda konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Ishak, 2010).

Adapun rumusan resistivitas dari konfigurasi *Wenner-Schlumberger* ini adalah sebagai berikut :

$$\rho_{ws} = K_{ws} \frac{\Delta V}{I} \quad (5)$$

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* mempunyai penetrasi maksimum kedalaman 15% lebih baik dari konfigurasi *Wenner*. Faktor geometri dari konfigurasi elektroda *Wenner-Schlumberger* adalah :

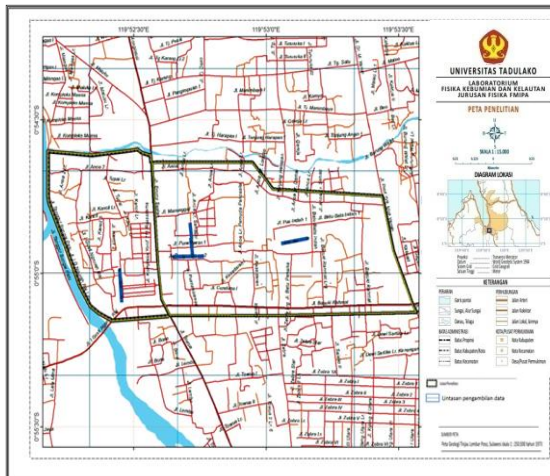
$$K_{ws} = \pi n(n+1)a \quad (6)$$

Sehingga diperoleh nilai resistivitas semu

$$\rho_a = \pi n(n+1)a \frac{\Delta V}{I} \quad (7)$$

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Tatura Sealatan Kota Palu. Metode terdiri atas akuisisi data, hasil pengolahan data IP dan interpretasi penampang 2D hasil inversi *EarthImager* 2D.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Akuisisi Data

Akuisisi data lapangan dilakukan dengan menggunakan alat *Supersting R8IP* dengan metode IP konfigurasi *Wenner-Schlimberger*. Akuisisi data dilakukan sebanyak 4 lintasan dengan panjang lintasan 165 meter dan spasi antar elektroda 3 meter untuk semua lintasan.

Hasil Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh penampang bawah permukaan dari lokasi penelitian. Pengolahan data induksi polarisasi menggunakan software *Earthimager 2D*. Hasil pengolahan data diperoleh penampang 2D yang terdiri atas penampang chargeabilitas hasil inversi (*inverted chargeability section*) dan penampang resistivitas hasil inversi (*inverted resistivity section*).

Interpretasi Data

Untuk mengetahui gejala-gejala dan adanya panas bumi di daerah penelitian, beberapa nilai parameter fisik dari hasil penelitian yang kemudian akan dikomparasi. Nilai nilai suhu yang diperoleh di jadikan sebagai dasar adanya gejala panas bumi. Hasil yang diperoleh dari program inversi berupa variasi nilai hambatan jenis, kedalaman dan ketebalan lapisan tiap pengukuran kemudian

dianalisa dan diinterpretasikan. Pendugaan struktur lapisan bawah permukaan juga dilakukan berdasarkan nilai resistivitas dan data data pendukung yang berhubungan dengan kondisi daerah penelitian diantaranya, peta geologi, peta rupa bumi. Data DHL air diperlukan untuk mendeskripsikan jenis dan geometri air tanah, yang dikondisikan dengan formasi batuan berdasarkan informasi geologi dan pengukuran geolistrik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan peta geologi bahwa batuan penyusun Lembah Palu didominasi oleh batuan Aluvium dan endapan pantai yang terdiri dari kerikil, pasir, lumpur dan batu gamping koral, juga terdapat batuan Formasi molasa celebes sarasin dan Sarasin yang terdiri dari konglomerat, batu pasir, batu lumpur, batu gamping koral dan nepal, sebagian mengeras lemah (terutama batu gamping), serta terdapat pula Formasi Tinombo dan batuan granit, granodiorit pada geologi Lembah Palu (Sukamto, 1973).

Hasil pengolahan data dari 4 lintasan, pengukuran geolistrik dan dibandingkan dengan data geologi dan hidrologi setempat maka diperoleh hubungan antara harga hambatan jenis dengan litologi daerah penelitian.

Lapisan 1 dengan hambatan jenis $\pm 2,2 \Omega m - 29 \Omega m$, ditunjukkan dengan warna biru sampai biru mudayang di duga sebagai lapisan *aquifer* lempung, pasir lempung dan batu pasir masih dalam satuan formasi alluvium dan endapan pantai Lapisan lempung merupakan lapisan yang tidak mengandung air. Lapisan *aquifer* diduga merupakan lapisan pembawa airtanah yang bertemperatur tinggi

Lapisan 2 dengan hambatan jenis $\pm 30 \Omega m - >130 \Omega m$, ditunjukkan dengan gambar

berwarna hijau faktor formasi >2 diduga sebagai lapisan pasir lempung dan batu pasir yang diduga merupakan lapisan *aquifer* dengan permeabilitas sedang.

Lapisan 3 dengan hambatan jenis lebih besar dari $>131 \Omega\text{m}$, ditunjukkan dengan warna kuning sampai merah diduga sebagai lapisan konglomerat dan batu gamping dengan permeabilitas tinggi.

Lintasan 1 terletak pada koordinat $00^\circ 54' 56,77''$ LS $119^\circ 52' 38,88''$ BT dengan arah bentangan pengukuran dari arah barat ke timur pada ketinggian ± 33 mdpl. Lintasan ini berada di daerah yang memiliki temperatur airtanahnya mencapai 41°C (Supiati, 2012), Berdasarkan Gambar 4.4, dari panjang lintasan sejauh ± 165 m dengan jarak antara elektroda 3 m, dapat dilihat kisaran nilai resistivitas mulai dari $2,2 \Omega\text{m} - 1000 \Omega\text{m}$. Nilai resistivitas $\pm 2,2 \Omega\text{m} - 29 \Omega\text{m}$ yang ditunjukkan warna biru sampai warna biru muda tergolong lapisan 1 dan diduga merupakan lapisan lempung, pasir lempung dan batu pasir. Lapisan ini diselingi oleh lapisan 2 dan menyebar mulai dari elektroda 1 – 56 dari kedalaman bawah muka tanah hingga kedalaman tak terdeteksi dengan ketebalan yang bervariasi. Diduga lapisan ini merupakan lapisan pembawa airtanah yang bertemperatur tinggi.

Posisi lintasan 2 terletak pada koordinat $00^\circ 54' 56,55''$ LS $119^\circ 52' 43,32''$ BT. Pengukuran lintasan 2 ini berdekatan dengan lintasan 1 dengan arah bentangan dari selatan ke utara pada ketinggian ± 33 mdpl. Hasil yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran pada lintasan pertama. Dapat dilihat adanya dugaan mengenai lapisan lempung, pasir lempung dan batu pasir yang ditunjukkan oleh gambar berwarna biru sampai hijau yang memiliki nilai resistivitas dari $\pm 2,2 \Omega\text{m} - 29 \Omega\text{m}$ dan terdeteksi menyebar mulai dari elektroda 1 – 56. Lapisan ini memiliki ketebalan yang

bervariasi dan berada dekat pada permukaan bawah muka tanah hingga kedalaman tak terdeteksi. Lapisan ini diduga terdiri dari lapisan pasir, kerikil lempung, pasir lempung dan batu pasir yang diduga merupakan lapisan pembawa airtanah yang bertemperatur tinggi karena memiliki nilai resistivitas yang rendah.

Posisi lintasan 3 ± 200 m dari lintasan 2 terletak pada koordinat $00^\circ 54' 53,99''$ LS $119^\circ 52' 4,35''$ BT dengan arah bentangan yang memanjang dari arah barat ke timur, memiliki ketinggian ± 36 mdpl – 40 mdpl. Lintasan ini sedikit berbeda dari lintasan sebelumnya karena berada pada kawasan yang temperatur airtanahnya rendah, yaitu 26°C . Hasil pemodelan Penampang 2D diperoleh gambaran struktur lapisan bawah permukaan dari lintasan 3, seperti yang terlihat pada gambar 4.6. Pada lapisan yang berwarna biru diduga merupakan rembesan air karena pengukuran dilakukan di areal pembuatan batu bata. Lapisan yang diduga merupakan lapisan lempung, dan pasir lempung ditunjukkan pada gambar yang berwarna hijau dan terdeteksi berada pada sepanjang lintasan dari kedalaman dekat permukaan hingga kedalaman tak terdeteksi. lapisan ini diduga merupakan *aquifer* yang berisikan airtanah yang bertemperatur rendah karena memiliki nilai resistivitas $> 30 \Omega\text{m}$.

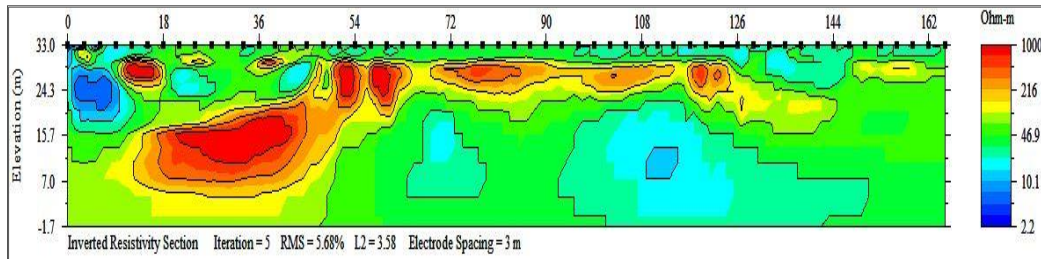
Lintasan 4 terletak pada koordinat $00^\circ 54' 59,30''$ LS $119^\circ 52' 26,78''$ BT dengan arah bentangan yang memanjang dari arah utara ke selatan, memiliki ketinggian ± 31 mdpl. Lintasan ini berada di daerah yang memiliki temperatur airtanahnya mencapai 40°C , pengukuran dilakukan di Jalan Emy Saelan Yonif 711 Raksatama Palu. Hasil pengukuran geolistrik dan DHL, gambar yang ditunjukkan berwarna biru sampai biru muda diduga merupakan lapisan lempung, pasir lempung dan batu pasir berisikan airtanah yang bertemperatur tinggi. Lapisan ini memiliki nilai resistivitas yang rendah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, (Purnamasari 2014). telah ditemukan adanya dugaan sesar sekunder yang melewati daerah sekitar lokasi pengambilan data. Sesar sekunder inilah yang diduga sebagai penyebab dari naiknya temperatur airtanah seperti pada Lintasan 1, 2, dan 4 tetapi belum ditemukan adanya indikasi dari panas bumi berupa manifestasi mata airpanas.

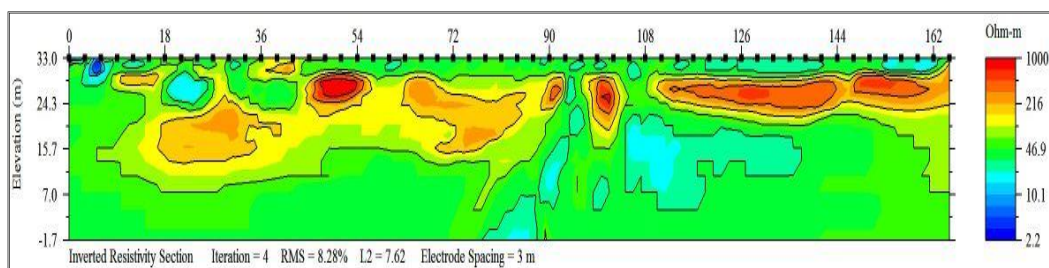
Daerah – daerah yang memiliki airtanah yang bertemperatur tinggi maupun mata airpanas

salah satunya disebabkan oleh adanya sesar-sesar sekunder.

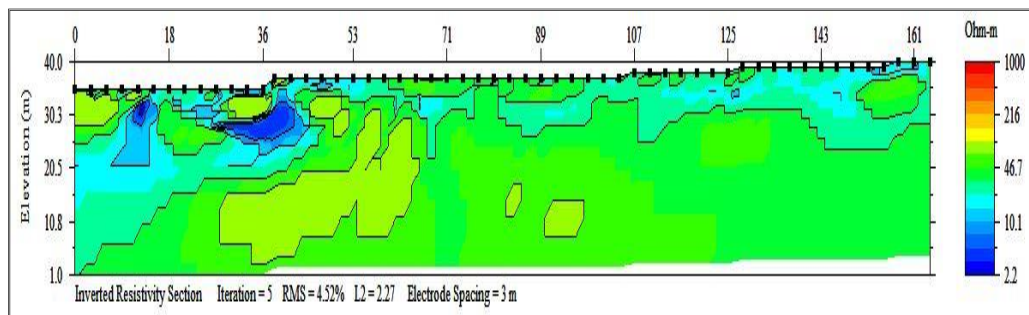
Pengukuran DHL dilakukan untuk mendukung hasil penelitian. Hasil pengukuran DHL, Air dengan temperatur yang tinggi memiliki nilai DHL yang tinggi tetapi memiliki nilai resistivitas yang rendah, seperti terlihat pada lintasan 1, 2 dan 4. Pada Lintasan 3 tidak ditemukan *aquifer* yang mengandung airpanas, dengan nilai resistivitas $> 30 \Omega\text{m}$.



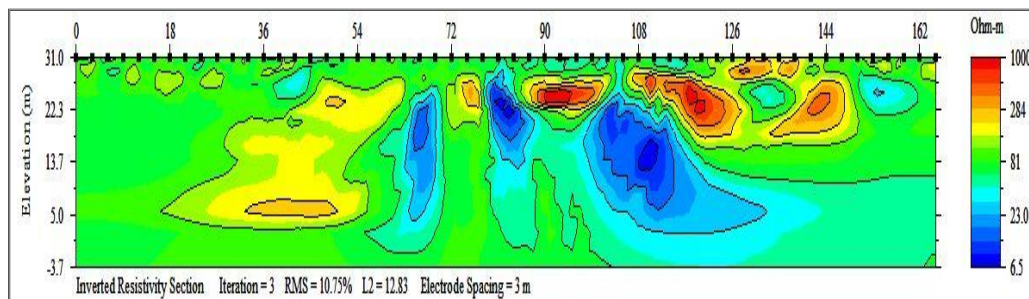
Gambar 4a Penampang 2D pengukuran lintasan 1



Gambar 4b Penampang 2D pengukuran lintasan 2



Gambar 4c Penampang 2D pengukuran lintasan 3



Gambar 4d Penampang 2D pengukuran lintasan 4

IV. KESIMPULAN

Struktur perlapisan dan jenis batuan bawah permukaan pada daerah penelitian berupa lempung, pasir lempung, dan batuan pasir. Batuan pasir diduga mengandung airtanah yang bertemperatur tinggi dan memiliki nilai resistivitas $2,2 \Omega\text{m} - 29 \Omega\text{m}$.

Belum teridentifikasi adanya panas bumi dari hasil pengukuran geolistrik dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Archie, G.E., 1942: *The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics*, *Tran. AIME*, 146, 54-67.
- Graha, Doddy Setia, 1987, *Batuan Mineral*, ITB Bandung
- Ishak, Irdan, 2010, *Penelusuran Gua Pusentasi dengan Menggunakan Metode Geolistrik Hambatan Jenis*, UNTAD, Palu.
- Matthess, G, Harvey C.J., 1982, *The Properties of Groundwater*, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapura.
- O. Lange, M. Ivanova, N. Lebedeva, 1991, *geologi Umum*. Gaya Media Pratama, Jakarta.
- Purnamasari, Indah. 2014, *Menelusuri Sesar Sekunder Di Kota Palu Menggunakan Metode Geolistrik Hambatan Jenis*, UNTAD, Palu.
- Supiati. 2012 *Pemetaan Sebaran Temperature Airtanah di Cekungan Airtanah (CAT) Palu*, skripsi Universitas Tadulako, Palu
- Sukamto. 1973. *Peta Geologi Tinjau Lembar Palu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Telford, W. M. Sheriff, R. E., & Geldart, L. P., 1990, *Applied Geophysics*, 2nd Edition, Cambridge University Press, Cambridge
- Wuryanturo. 2007. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Menentukan Letak Dan Kedalaman Aquifer Airtanah*, jurnal skripsi Universitas Negeri Semarang, Semarang.