



## **IDENTIFIKASI JENIS AKUIFER AIRTANAH MENGGUNAKAN VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING KONFIGURASI SCHLUMBERGER**

**Arif Wijaya<sup>1</sup> dan Amirin Kusmiran<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Jurusan Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram*

<sup>2</sup>*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar*

*email: arif.wijaya@ummat.ac.id*

---

### **INFO ARTIKEL**

Status artikel:  
Diterima: 29 Mei 2021  
Disetujui: 27 Juni 2021  
Tersedia online: 30 Juni 2021

**Keywords:** Schlumberger  
Configuration; Resistivity, Aquifer

### **ABSTRACT**

The availability of clean water is a basic need to meet daily needs. Therefore, the identification of groundwater and its aquifer types was carried out in Labulia, Alor sub-village, Central Lombok Region and Lilir sub-village, Membalan Village, West Lombok Region. The identification of groundwater and the type of aquifer is carried out using the vertical electrical sounding method with the Schlumberger configuration because this method can identify vertical resistivity more accurately than other resistivity methods, such as Wenner. The pseudo resistivity data obtained from these measurements is processed using IPI2Win software and progress. The result of the interpretation was that the aquifer in Olor Agung sub-village was a confined aquifer, while Lilir sub-village was a free aquifer.

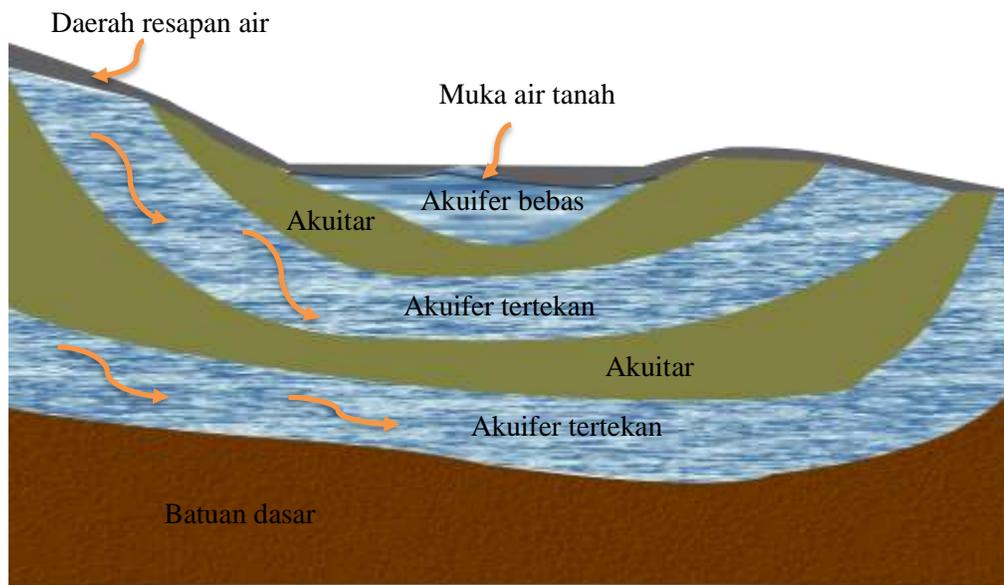
---

## **1. PENDAHULUAN**

Air di bawah permukaan tanah terdiri dari air permukaan dan airtanah, dimana kedua jenis air tersebut berasal dari air resapan dari proses hidrologi, merembes melalui pori-pori batuan dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Air permukaan biasa lebih mudah terkontaminasi dibandingkan dengan airtanah, namun kedua jenis air tersebut tersimpan dalam wadah yang disebut dengan akuifer. Kualitas air yang terdapat di dalam akuifer dipengaruhi lima tipologi sistem akuifer yaitu sistem akuifer endapan gunung api, sistem akuifer endapan alluvial, sistem akuifer batuan sedimen, sistem akuifer kristalin dan metamorf, dan sistem akuifer endapan glasial. Kabupaten Lombok Tengah dan Lombok Barat yang merupakan wilayah penelitian secara berurutan terdiri dari Formasi Kalipalung (TQp) dan Formasi Lekopiko (Qv1) Formasi kalipalung termasuk ke dalam tipologi sistem

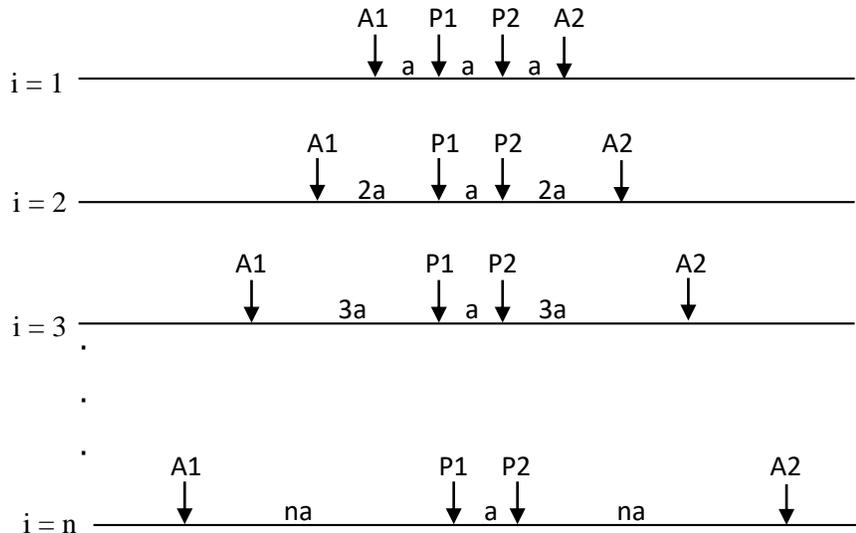
akuifer endapan gunung api dikarenakan komposisi batuan dari formasi ini yakni perselingan breksi gampingan, dan lava. Proses hidrologi akuifer yang terjadi pada proses tipologi sistem ini yakni lapisan pembawa air mengalir dari batuan andesit forpori ke aliran lava menuju batuan dasar gunung api. Proses hidrologi akuifer pada endapan alluvial terjadi pada lapisan paling muda dan belum tekonsolidasi secara sempurna sehingga kemampuan mengalirkan air ke permukaan dalam lapisan tanah. Air yang mengalir melalui lapisan ini melalui batuan kerikil, pasir, lempung, gambut, dan pecahan koral. Jenis batuan yang terdapat pada kedua formasi tersebut dapat mempengaruhi jenis akuifer airtanah. Sedangkan Formasi Lekopiko terdiri dari tufa berbatuapung, breksi lahar, dan lava. Dengan demikian jenis proses hidrologi akuifer sama dengan formasi kalipalung.

Jenis akuifer yang terdapat di bawah permukaan tanah tentunya dapat mempengaruhi jumlah ketersediaan airtanah. Berdasarkan litologi batuan, akuifer dikategorikan menjadi akuifer bebas, akuifer tertekan, akuifer semi tertekan, dan akuifer sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1. Gambar tersebut dapat memberikan definisi dari ketiga jenis akuifer yakni akuifer bebas yakni akuifer yang hanya dibatasi oleh lapisan akuitar di bagian bawah; akuifer tertekan yakni akuifer yang terletak diantara lapisan akuitar atau lapisan kedap air; dan akuifer semi tertekan yakni akuifer yang dilapisi oleh lapisan setengah kedap air dibagian atas dengan lapisan kedap air atau impermiabel di bagian bawah.



**Gambar 1.** Siklus hidrologi airtanah dan jenis akuifer

Jenis akuifer tersebut dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode tahanan jenis berdasarkan sifat fisis batuan berupa nilai resistivitas atau konduktivitas batuan. Secara umum, beberapa konfigurasi yang digunakan metode tahanan jenis, yakni metode Schlumberger (Gambar 2), pole-dipole, pole-pole, Wenner.



**Gambar 2.** Konfigurasi Schlumberger (Loke, 2001)

dimana A adalah elektroda arus dan P adalah elektroda potensial dengan fungsi kedua elektroda secara berurutan yakni sebagai sumber arus dan sebagai penerima sinyal dengan spasi elektroda  $a$ . Pengukuran nilai potensial dengan konfigurasi ini dilakukan dengan memvariasikan nilai elektroda arus (elektroda bergerak) sedangkan elektroda potensial tetap. Nilai eksentrisitas yang biasa digunakan pada konfigurasi ini yakni  $1/3$ . Hal ini berarti, spasi elektroda potensial dapat diubah jika spasi elektroda arus telah memenuhi nilai eksentrisitas tersebut. Sebagai contoh, jika spasi elektroda ( $A/2$ ) sepanjang 30 m maka elektroda potensial ( $P/2$ ) sepanjang 10 m.

Konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini yakni konfigurasi Schlumberger 1D (Gambar 2) atau *vertical electrical sounding* karena konfigurasi ini sensitif terhadap perubahan nilai resistivitas secara vertikal sehingga lapisan di bawah permukaan tanah yang bersifat tidak homogen dapat diidentifikasi pada setiap perubahan elektroda potensial. Penelitian dilakukan di Desa Labulia, Dusun Alor, Kab. Lombok Tengah dan Dusun Lilir Desa, Desa Membalan, Kab. Lombok Barat.

## 2. METODE PENELITIAN

Identifikasi airtanah dan jenis akuifer dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di Labulia dengan koordinat S  $08^{\circ}41'09.85''$  dan E  $116^{\circ}11'14.40''$ , dan Dusun Olor Agung, Desa Labulia, Kab. Lombok Tengah dan Dusun Lilir, Desa Membalan, Kab. Lombok Barat dengan koordinat S  $08^{\circ}32'46.09''$  dan E  $116^{\circ}08'09.06''$ . Akuisisi data dilakukan pada bulan Maret 2020, masing-masing sebanyak satu titik dengan panjang bentangan 600 m dan 750 m berturut-turut untuk lokasi Olor Agung dan Lilir. Metode ini mengukur perbedaan potensial yang terdeteksi di elektroda

potensial yang diakibatkan oleh injeksi arus, dan faktor geometri dihitung berdasarkan konfigurasi elektroda arus dan potensial dengan menggunakan persamaan 1:

$$K = \pi \frac{L^2}{2l} \tag{1}$$

dimana  $K$  adalah faktor geometri,  $L$  adalah setengah dari jarak elektroda arus dan  $l$  setengah jarak elektroda potensial. Selanjutnya, resistivitas semu dihitung dengan menggunakan persamaan 2:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{\Delta I} \tag{2}$$

$\Delta V$  adalah perbedaan potensial dan  $\Delta I$  adalah perbedaan arus listrik. Penggunaan faktor geometri,  $K$ , pada Persamaan 2 sebagai faktor koreksi karena menggunakan pendekatan setengah bola. Proses pengeolahan data sampai mendapatkan nilai resistivitas semu menggunakan perangkat lunak Microsoft excel.

Resistivitas semu di atas digunakan sebagai data observasi dalam proses perhitungan secara pemodelan ke depan dan inversi atau penentuan kedalaman di bawah permukaan tanah. Perangkat lunak yang digunakan pada proses pemodelan ke depan maupun inversi adalah IPI2Win dan Progress. Penggunaan perangkat lunak IPI2Win dan Progress secara berturut-turut digunakan untuk menentukan kedalaman beserta nilai resistivitas lapisan, dan untuk menentukan data perhitungan pemodelan kedepan, kedalaman, nilai resistivitas dan log resistivitas. Kedalaman dan resistivitas yang diperoleh dari perangkat lunak IPI2Win dapat dijadikan pemodelan di perangkat lunak Progress. Pemodelan kedepan dilakukan dengan kedua perangkat lunak tersebut bertujuan untuk mendapatkan data teoritik yang digunakan untuk proses inversi dengan menggunakan pendekatan kuadrat terkecil dengan persamaan:

$$\theta(\mathbf{m}) = \frac{1}{2} \|\mathbf{d}(\mathbf{m}) - \mathbf{d}_{obs}\|^2 + \frac{\beta}{2} \|\mathbf{W}(\mathbf{m} - \mathbf{m}_{ref})\|^2 \tag{3}$$

Berdasarkan Persamaan 3, pada proses pengolahan data pada kedua perangkat lunak tersebut, khusus pada pemodelan kedepan, mencocokkan kurva warna biru pada Gambar 4 seoptimal mungkin sehingga data model atau teoritik mendekati data observasi. Penentuan nilai resistivitas juga menggunakan rujukan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Resisitivitas Batuan

No	Jenis Batuan	Resisitivitas( $\Omega\text{m}$ )
1	Lempung	1 - 100
2	Lanau	10 - 200
3	Batu Lumpur	3 - 70
4	Kuarsa	10 – 2 x 10 <sup>8</sup>
5	Batu Pasir	1 - 1000
6	Batu Kapur	100 - 500
7	Lava	100 – 5 x 10 <sup>4</sup>
8	Airtanah	0.5 - 300
9	Breksi	75 - 200

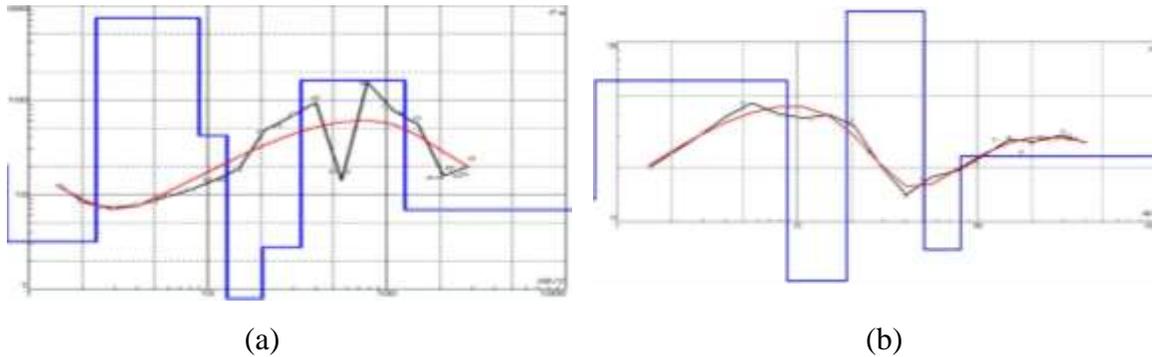
10	Andesit	100 - 200
11	Tufa	20 - 100
12	Konglomerat	$2 \times 10^3 - 10^4$

Data-data resistivitas tersebut dikorelasikan dengan data formasi geologi daerah penelitian.

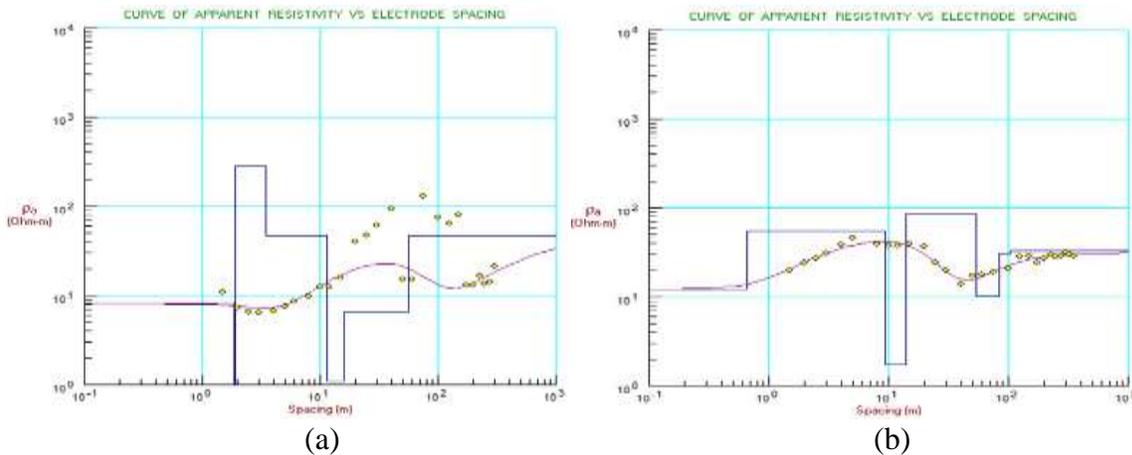
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan kondisi geologi daerah penelitian memberikan respon hasil pengukuran geolistrik yang berbeda, baik dari pola perlapisan maupun nilai resistivitas setiap lapisan di setiap lokasi. Hasil pengolahan data di Dusun Olor Agung menggunakan perangkat lunak IP2WIN, perlapisan bawah permukaan diinterpretasikan menjadi 7 (tujuh) lapisan dengan nilai resistivitas pada setiap lapisan diperlihatkan pada Tabel 2, secara berurutan terdiri dari lapisan tanah penutup, lempung pasiran, breksi gampingan – breksi gampingan lapuk, lempung pasiran, pasir lempungan dan lapisan breksi gampingan. Lapisan akuifer berada pada kedalaman 33,3 m dengan nilai resistivitas sebesar  $2,77 \Omega\text{m}$  sampai dengan kedalaman 127 m dengan  $160 \Omega\text{m}$  di bawah permukaan tanah dengan litologi pasir lempungan. Akuifer pada daerah ini digolongkan ke dalam akuifer tertekan karena terletak pada di antara lapisan breksi gampingan. Air permukaan masih dapat dimanfaatkan hingga kedalaman 3 m. Hasil yang tidak jauh berbeda juga ditunjukkan oleh pengolahan data menggunakan perangkat lunak Progress. Grafik resistivitas semu terhadap jarak elektroda perangkat lunak IP2WIN dan Progress menunjukkan pola yang sama. Perbandingan lapisan dan nilai resistivitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Pemanfaatan air permukaan di Dusun Olor Agung umumnya menggunakan sumur gali hingga kedalaman 4 m, sampai kedalaman ini penggalian mudah dilakukan dengan peralatan sederhana, tetapi untuk batuan yang lebih keras harus menggunakan alat mekanis. Jenis akuifer di lokasi pertama ini diidentifikasi sebagai akuifer tertekan, karena berada diantara lapisan breksi gampingan. Lapisan ini dapat diinterpretasikan sebagai lapisan kedap air (*impermeable*). Berdasarkan peta hidrogeologi, daerah penelitian ini merupakan daerah dengan akuifer produktif sedang dengan keterusan sangat beragam, debit sumur umumnya kurang dari 5 liter per detik. Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik, daerah olor agung memiliki akuifer yang cukup tebal yaitu 93,7 m. hal ini menunjukkan kuantitas airtanah yang cukup besar. Debit airtanah tidak dapat dihitung menggunakan satu titik data VES, sehingga debit dari pengukuran geolistrik tidak diketahui.



**Gambar 3.** Pencocokan kurva antara resistivitas dari data pengukuran dengan data perhitungan dari a) Dusun Olor Agung (VES 1) dan b) Dusun Lilir (VES 2)



**Gambar 4.** Pencocokan kurva antara resistivitas dari data pengukuran dengan data perhitungan dari a) Dusun Olor Agung (VES 1) dan b) Dusun Lilir (VES 2)

Hasil pengolahan data Dusun Lilir dapat dilihat pada Tabel 3. Grafik resistivitas semu terhadap jarak elektroda baik dari hasil pengolahan data menggunakan perangkat lunak IP2WIN maupun Progress menunjukkan hasil yang sama, sehingga lapisan bawah permukaan pada lokasi ini diinterpretasikan menjadi 6 (enam) lapisan, secara berurutan terdiri dari lapisan tanah penutup, tuff berbatu apung, lempung, breksi, pasir lempungan dan lapisan pasir. Lapisan yang berpotensi sebagai lapisan akuifer, yaitu lapisan pasir lempungan (lapisan ke lima) pada kedalaman 53,33 – 83,07 m. Lapisan ini terletak di bawah lapisan Lempung dan Breksi yang berfungsi sebagai pembatas antara air permukaan dengan airtanah. Lapisan akuifer kedua terletak pada kedalaman 83,07 – 155 m dengan litologi berupa pasir. Lapisan ini terletak di bawah lapisan akuifer pertama. Perbedaan kedua lapisan akuifer ini didasarkan pada litologi. Lapisan akuifer pertama memiliki kemenerusan air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan lapisan akuifer kedua. Selain itu, nilai resistivitas lapisan akuifer kedua lebih tinggi dibandingkan yang pertama, hal ini mengindikasikan kualitas air yang semakin baik. Kuantitas airtanah di daerah ini dikatakan sangat baik, terlihat dari tebalnya lapisan yang berpotensi sebagai lapisan akuifer. Hal ini

sesuai dengan peta hidrogeologi yang mengatakan bahwa daerah ini merupakan daerah dengan akuifer produktif tinggi.

Pemanfaatan air permukaan di Dusun Lilir masih dapat dimanfaatkan hingga kedalaman 10 m meskipun penggalian agak sukar dilakukan. Jenis akuifer di lokasi kedua ini diidentifikasi sebagai lapisan akuifer bebas, karena lapisan kedap air hanya terdapat di bagian atas akuifer.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan jenis lapisan akuifer pada kedua daerah penelitian. Akuifer di Dusun Olor Agung merupakan akuifer tertekan, sedangkan Dusun Lilir berupa akuifer bebas. Penggambaran mengenai keadaan lapisan batuan secara vertikal kedua daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Penampang vertikal lapisan batuan sering digunakan untuk mempermudah interpretasi keberadaan akuifer dan perbandingan antar titik pengukuran. Selain itu, kedua lokasi penelitian terdapat jenis batuan breksi, tufa berbatuapung mengindikasikan lokasi penelitian sistem akuifer endapan gunung api.

**Tabel 2.** Hasil inversi *vertical electrical sounding 1* Dusun Olor Agung

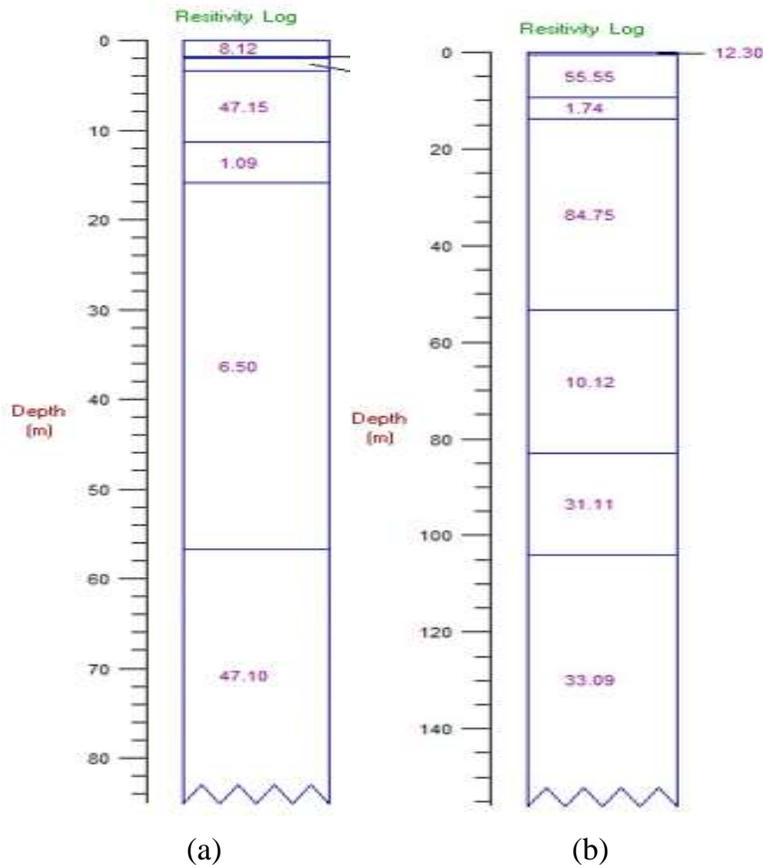
no	IPI2Win				Progress		
	Kedalaman, $d$ (m)	Ketebalan, $h$ (m)	Resistivitas, $\rho(\Omega m)$	Interpretasi Batuan	Kedalaman, $d$ (m)	Resistivitas, $\rho(\Omega m)$	Interpretasi Batuan
1	0,75	0,75	20,6	Tanah penutup	0,00	8,12	Tanah Penutup
2	2,39	1,64	3,20	Lempung pasir	1,87	0,11	Lempung pasir
3	9,00	6,61	726	Breksi gampingan	1,92	283,64	Breksi gampingan
4	12,70	3,74	42	Breksi gampingan	3,46	47,15	Breksi gampingan
5	20,10	7,36	0,61	Lempung pasir	11,34	1,09	Lempung pasir
6	33,30	13,20	2,77	Pasir lempungan	15,82	6,50	Pasir lempungan
7	127	93,7	160	Breksi gampingan	56,73	47,10	Pasir lempungan

**Tabel 3.** Hasil inversi *vertical electrical sounding 2* (Dusun Lilir)

No	IPI2Win				Progress		
	Kedalaman, $d$ (m)	Ketebalan, $h$ (m)	Resistivitas, $\rho(\Omega m)$	Interpretasi Batuan	Kedalaman, $d$ (m)	Resistivitas, $\rho(\Omega m)$	Interpretasi Batuan
1	0,75	0,75	13,30	Tanah Penutup	0,00	12,30	Tanah Penutup
2	8,82	8,07	61,00	Tuff berbatu apung	0,65	55,55	Tuff berbatu apung
3	18,80	10,00	3,45	Lempung	9,31	1,74	Lempung
4	50,40	31,60	148	Breksi	13,89	84,75	Breksi

5	80,40	30,00	7,01	Pasir lempungan	53,33	10,12	Pasir lempungan
6	-	-	-	-	83,07	31,11	Pasir
7	-	-	-	-	104,4	33,09	Pasir

Simbol – menyatakan bahwa perangkat lunak IPI2Win tidak dapat memberikan informasi geologi atau nilai resistivitas di bawah permukaan tanah. Sebaliknya dengan menggunakan perangkat lunak progress dapat memberikan informasi tersebut. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa perangkat lunak baik IPI2Win maupun progress membantu dalam memberikan kondisi di bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas. Secara umum, nilai resistivitas yang dihasilkan kedua perangkat lunak tersebut memberikan nilai resistivitas yang berbeda pada setiap kedalaman. Oleh karena itu, peta geologi dan kondisi hidrologi dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk menentukan jenis batuan di lokasi penelitian.



**Gambar 5.** Log Resistivitas (a) Dusun Olor Agung (VES 1); (b) Dusun Lilir (VES 2)

Perbedaan kedalaman dan resistivitas yang dihasilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 biasanya disebabkan perbedaan algoritma yang digunakan kedua perangkat lunak tersebut pada proses pemodelan kedepan (*forward modeling*) atau pemodelan kebelakang (*invers modeling*).

#### 4. SIMPULAN

Jenis akuifer di lokasi Dusun Olor Agung diidentifikasi sebagai akuifer tertekan, karena berada di antara lapisan breksi gampingan yang merupakan lapisan kedap air (*impermeable*). Akuifer terletak pada kedalaman 33,3 – 127 m dengan nilai resistivitas 2,77  $\Omega m$ . Sedangkan di lokasi penelitian Dusun Lilir, lapisan yang berpotensi sebagai lapisan akuifer, yaitu lapisan pasir lempungan (lapisan ke lima) pada kedalaman 53,33 – 155 m dengan resistivitas berkisar antara 10,12 – 33,09  $\Omega m$ . Lapisan ini terletak di bawah lapisan Lempung dan Breksi dan Jenis akuifer di lokasi kedua ini diidentifikasi sebagai lapisan akuifer bebas, karena lapisan kedap air hanya terdapat di bagian atas akuifer.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Kusmieran, A., Sanny, T. A., Nurrahmi, S., Yanti, F., & Minarti. (2021). Implemented preconditioning conjugate gradient algorithm . *Journal of Physics: Conference Series*, 1-7.
- Mangga, A. S., Atmawinata, S., Hermanto, B., Setyogroho, B., & Amin, T. C. (1994). *Peta Geologi Lembar Lombok, Nusa Tenggara Barat*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Massinai, M. A., Bundang, S., Massinai, M. F., & Hidayat, Y. (2019). Tipologi Sistem Akuifer Endapan Gunungapi. *Jurnal Geomine*, 124-132.
- Ridwan, T., & Sudadi, P. (2000). *Peta Hidrogeologi Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa Bagian Barat*. Nusa Tenggara Barat: Kantor Wilayah Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral Propvinsi Nusa Tenggara Barat.
- Sedana, D., & Tanauma, A. (2015). Pemetaan akuifer air tanah di jalan ringroad kelurahan. *Jurnal ilmiah Sains*, 33-37.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics, Second Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wahyuni, A., dkk. *Mitigasi Bencana Geologi (Gempa bumi dan Tanah Longsor di Kabupaten Toraja Dalam Mengurangi Resiko bencana*. Jurnal Pendidikan fisika, 1 (2), ISSN: 2620-3561. JFT
- Zakaria, Z. (2015). *Aktivitas Tektonik di Sulawesi dan Sekitarnya Sejak Mesozoikum Hingga Kini Sebagai Akibat Interaksi Aktivitas Tektonik Lempeng Tektonik Utama di Sekitarnya*. Surabaya: LIPI