

Identifikasi Akuifer Di Kawasan *Karst* Dusun Humala Desa Horuo Pulau Kaledupa Kabupaten Wakatobi Dengan Kombinasi Metode Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Dan *Vertical Electrical Sounding (Ves)*

Alfira Nurul Fatin¹, Jamhir Safani^{1*}, Al Rubaiyn¹

¹Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

Alamat e-mail: jamhirsafani@gmail.com

Abstrak

Keberadaan sumber air bersih pada suatu daerah sangat penting dalam menunjang aktifitas sehari – hari masyarakat setempat. Khususnya pada kawasan *karst* di dusun Humala Desa Horuo, Pulau Kaledupa, Kabupaten Wakatobi, dimana daerah tersebut sulit untuk dijumpai keberadaan air bersih. Salah satu penyebabnya karena tidak diketahui distribusi air tanah di bawah permukaan. Oleh karena itu penting untuk dilakukan identifikasi lapisan akuifer bawah permukaan pada daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ketebalan lapisan akuifer di kawasan *karst*. Metode resistivitas dapat digunakan untuk mengetahui lapisan akuifer dibawah permukaan. Pengukuran data dilapangan diambil menggunakan kombinasi konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan Konfigurasi *Schlumberger*. Berdasarkan hasil korelasi penampang *Wenner-Schlumberger* dan profil kedalaman *schlumberger*, diperoleh nilai resistivitas 12.85 – 14.70 Ωm diinterpretasikan sebagai top soil, kemudian nilai resistivitas 9.03 – 22.96 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan alluvial yang mengandung air, nilai resistivitas 362.69 Ωm diinterpretasikan sebagai batugamping lempungan dan nilai resistivitas 3531.89 Ωm diinterpretasikan sebagai batugamping klastika. Dari data interpretasi tersebut dapat diketahui lapisan akuifer berada pada litologi batuan aluvial yang mengandung air dengan ketebalan lapisan berkisar 9 meter.

Kata kunci: Resistivitas, metode geolistrik, lapisan akuifer, konfigurasi *Wenner-Schlumberger*, konfigurasi *Schlumberger*

Abstract. *The existence of clean water sources in an area is very important in supporting the daily activities of the local community. Especially in the karst area in Humala hamlet of Horuo Village, Kaledupa Island, Wakatobi Regency, where the area is difficult to find clean water. One of the reasons is because the distribution of subsurface groundwater is unknown. Therefore it is important to identify subsurface aquifer layers in the area. This study aims to identify the thickness of the aquifer layer in the karst region. The resistivity method can be used to determine the aquifer layer below the surface. Field data measurements are taken using a combination of the Wenner-Schlumberger configuration and the Schlumberger Configuration. Based on the Wenner-Schlumberger cross section correlation and the schlumberger depth profile, the resistivity values of 12.85 - 14.70 Ωm are interpreted as topsoil, then the resistivity values of 9.03 - 22.96 Ωm are interpreted as alluvial layers containing water, resistivity values of 362.69 Ωm are interpreted as topsoil and resistivity values of 9.03 - 22.96 Ωm are interpreted as alluvial layers that contain water. 3531.89 Ωm is interpreted as clastic limestone. From the interpretation data, it can be seen that the aquifer layer is in the lithology of alluvial rock which contains water with a layer thickness ranging from 9 meters.*

Keywords: Resistivity, geoelectric method, aquifer layer, *Wenner-Schlumberger* configuration, *Schlumberger* configuration

1. Pendahuluan

Air tanah didefinisikan sebagai air yang terdapat di bawah permukaan bumi. Salah satu sumber utamanya adalah air hujan yang meresap ke bawah lewat lubang pori di antara butiran tanah. Air yang berkumpul dibawah permukaan bumi ini disebut akuifer. Peranan air tanah semakin lama semakin penting karena air tanah menjadi sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan pokok hidup orang banyak. Sumber air tanah berasal dari air yang ada di permukaan tanah (air hujan, danau, dan sebagainya) kemudian meresap ke dalam tanah di daerah imbuhan (*recharge area*) dan mengalir menuju ke daerah lepasan (*discharge area*). Aliran air tanah di dalam tanah dari daerah imbuhan ke daerah lepasan cukup lambat, memerlukan waktu lama bisa puluhan sampai ribuan tahun tergantung dari jarak dan jenis batuan yang dilalui (Sedana, 2015).

Kawasan *karst* merupakan suatu medan dengan kondisi hidrologi yang khas sebagai akibat dari suatu batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang baik. Kawasan *karst* biasanya tersusun atas batuan gamping yang memiliki akuifer yang unik, yang mana sifat dari batuan gamping memiliki porositas sekunder yang langsung meloloskan air hujan yang ada dipermukaan yang melewati celah-celah atau rekahan batuan. Hal ini tidak memungkinkan terdapatnya air di permukaan. Kemudian air yang mengalir dibawah permukaan akan terakumulasi dalam suatu pola aliran tertentu sebagaimana layaknya sungai permukaan, dengan melewati lorong-lorong gua menjadi sungai bawah tanah dan di setiap musim kemarau tiba, timbul masalah kekurangan air karena hilangnya sungai permukaan melalui rekahan-rekahan berupa gua yang tersebar diseluruh kawasan. Pada kawasan *karst* biasanya terbentuk atas batuan karbonat berdasarkan proses pembentukannya, didominasi oleh pelarutan batuan dimana batuan kapur (gamping) (Maemun, 2017).

Berdasarkan peta geologi Lembar Kepulauan Tukang Besi Sulawesi Tenggara skala 1:250.000 (Sukarna,1994) menunjukkan bahwa salah satu kawasan *karst* yang berada di Kabupaten Wakatobi Provinsi Sulawesi Tenggara adalah Kepulauan Kaledupa. Pulau Kaledupa terdiri atas 2 Kecamatan yaitu Kecamatan Kaledupa Induk dan Kecamatan Kaledupa Selatan. Pulau Kaledupa sebagian besar wilayahnya merupakan daerah pemukiman. Dalam mencukupi kebutuhan sehari-hari dalam hal sumber daya air, masyarakat di Pulau Kaledupa sebagian besar telah menggunakan fasilitas air bersih seperti sumur bor dan pelayanan air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum dan ada juga yang menggunakan sumur gali atau sumur dangkal sebagai sumber air bersih yang air dialirkan ke rumah penduduk dengan menggunakan pipa, namun belum mencukupi untuk ketersediaan air bagi masyarakat setempat.

Keterdapatannya air di kawasan *karst* justru berkembang di bawah permukaan dan terakumulasi pada sungai bawah tanah. Hal ini menandakan bahwa batuan di kawasan *karst* memiliki potensi sebagai akuifer (Haryono, 2004). Perlapisan akuifer tidak dapat dilihat dari permukaan namun dapat di deteksi dengan menggunakan metode geofisika yaitu metode geolistrik tahanan jenis.

Metode geolistrik adalah suatu teknik investigasi dari permukaan tanah untuk mengetahui lapisan-lapisan batuan atau material berdasarkan pada prinsip bahwa lapisan batuan atau masing-masing material mempunyai nilai resistivitas atau hambatan jenis yang berbeda-beda. Tujuan dari survei geolistrik adalah untuk menentukan distribusi nilai resistivitas dari pengukuran yang dilakukan di permukaan tanah (Telford, dkk, 1990).

2. Geologi Regional Daerah Penelitian

Secara geografis pulau Kaledupa terletak pada titik koordinat 05°34'12" LS dan 123°46'18" BT dengan luas wilayah sekitar 45,50 km² dan terbagi atas dua kecamatan yaitu Kaledupa dan Kaledupa Selatan. Secara umum lokasi penelitian memiliki topografi dengan hamparan pasir putih dan pohon kelapa yang tumbuh sangat banyak pada pinggiran pantai. Pulau Kaledupa memiliki luas wilayah

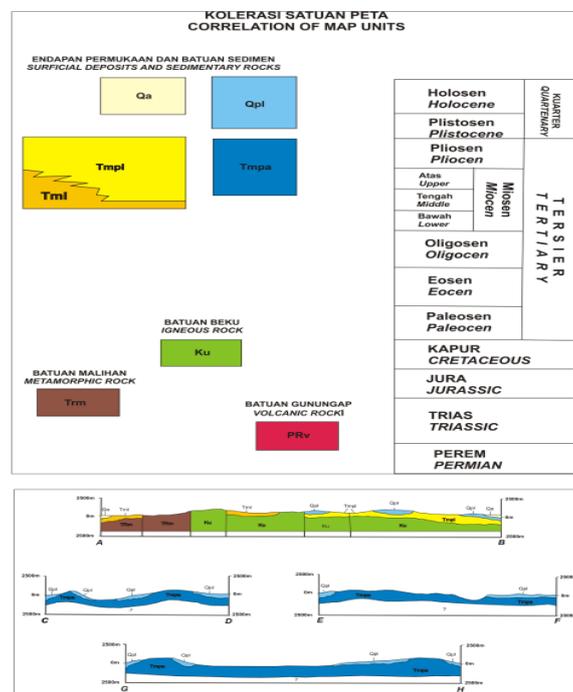
sekitar 6.925,2 ha dan luas perairan laut sekitar 12.155 ha. Karakteristik topografi pulau Kaledupa cenderung landai berbentuk dataran yang luas, dikelilingi oleh laut yang luas dan daratan yang kecil (BTNW, 2008).

2.1. Geomorfologi daerah penelitian

Berdasarkan pembagian fisiografi Kepulauan Tukang Besi mempunyai ciri khas. Kepulauan Tukang Besi yang seluruhnya terletak di Laut Banda terdiri atas deretan pulau yang berarah barat Laut–Tenggara dan merupakan ciri khas dari rangkaian cincin karang (atol) dengan intinya berupa batuan sedimen Tersier. Morfologi Kepulauan Tukang Besi dapat dibagi menjadi empat satuan yaitu dataran rendah, perbukitan, kras dan pegunungan. Dataran rendah terdapat disekitar pantai dan muara sungai besar hingga 50 m diatas permukaan air laut umumnya terbentuk oleh aluvium dan batugamping koral.

Di Kepulauan Tukang Besi dataran rendah hanya di jumpai di Pulau Wangi-Wangi. Daerah ini umumnya merupakan daerah pemukiman dan pertanian penduduk. Di Kepulauan Tukang Besi di Pulau Wangi-Wangi, Pulau Kaledupa, Pulau Kapota, Pulau Tomia, yang berupa inti dari karang cincin. Jenis tanah yang tersebar pada beberapa tempat di empat Pulau Kabupaten Wakatobi ialah jenis organisol, alluvial, grumosol, mediteran, latosol, serta didominasi oleh podsolik. Daerah ini dicirikan oleh bukit-bukit yang berlereng landai dengan antara 200 meter dan 500 meter diatas permukaan air laut (Rahmatia, 2016).

Batuan yang menyusun wilayah Kepulauan Tukang Besi mengikuti tata stratigrafi (sepaimana ditampilkan pada gambar 2) yang ada adalah batuan sedimen Tersier yang terdapat di Pulau Wangi-Wangi, Pulau Kaledupa, Pulau Tomia dan Pulau Binongko serta pulau kecil lainnya.



Gambar 1. Stratigrafi Lembar Kepulauan Tukang Besi (Sukarna dan Koswara, 1994).

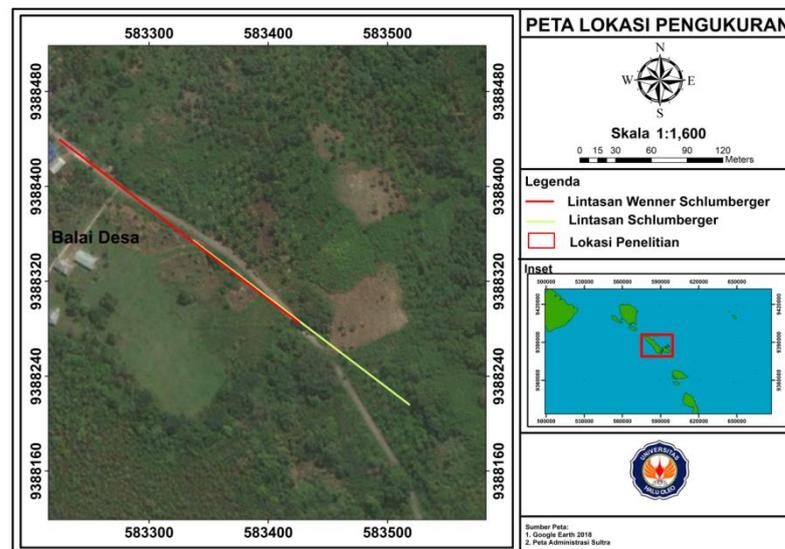
Daerah ini hampir seluruhnya berupa undak-undak yang berjumlah hingga 8 undak dengan beda tingginya berkisar 5–10 m, dan tersusun oleh batugamping koral dan batugamping klastika, yang terdiri dari Formasi Ambeua yang menunjukkan umur Miosen Atas–Pliosen terdiri atas napal dan batugamping klastika. Formasi Ambeua (Tmpa) secara tak selaras tertindih batugamping koral yang

berumur Plistosen–Resen. Batugamping koral (Qpl) baik yang tersingkap di Kepulauan Tukang Besi setempat ditutupi endapan Alluvial (Qa) yang terdiri atas material lepas yang berupa kerakal, kerikil, pasir, lumpur dan sisa tumbuhan, dimana endapan Alluvial merupakan endapan sekunder hasil rombakan batuan di permukaan yang telah terbentuk sebelumnya (Surono, 2013).

3. Metodologi Penelitian

3.1. Lokasi penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada tanggal 22 April 2019 bertempat di Desa Horuo, Pulau Kaledupa, Kabupaten Wakatobi Provinsi Sulawesi Tenggara dengan jumlah lintasan pengukuran sebanyak 2 lintasan.



Gambar 2. Peta lintasan pengukuran

3.2. Prosedur penelitian

3.2.1. Studi literatur

Dalam menyusun penelitian ini diperlukan informasi – informasi ilmiah atau referensi yang dapat menunjang penelitian ini. Informasi ilmiah atau referensi yang dimaksud merupakan tulisan yang bersumber dari jurnal penelitian, skripsi, dan buku.

3.2.2. Akuisisi Data

Akuisisi data merupakan tahapan pengambilan data di lapangan. Data yang diambil berupa data ketinggian muka air sumur gali dan data geolistrik. Pengambilan data dilakukan menggunakan metode geolistrik hambatan jenis dengan menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan *Vertical Electrical Sounding* (VES).

3.2.3. Pengolahan Data

Hasil yang diperoleh dari pengukuran di lapangan adalah berupa nilai beda potensial (V), arus (mA), spasi, dan topografi. Setelah itu dilakukan pengolahan data menggunakan *software Microsoft office Excel* untuk mencari nilai resistivitas semu serta menghitung faktor geometrinya (K). Selanjutnya untuk mengetahui distribusi nilai resistivitas bawah permukaan secara 2D dan 1D dilakukan proses pengolahan menggunakan *software Res2Dinv* dan *Progress* sehingga diperoleh nilai resistivitas yang mempresentasikan *subsurface* (bawah permukaan).

3.2.4. Interpretasi Data

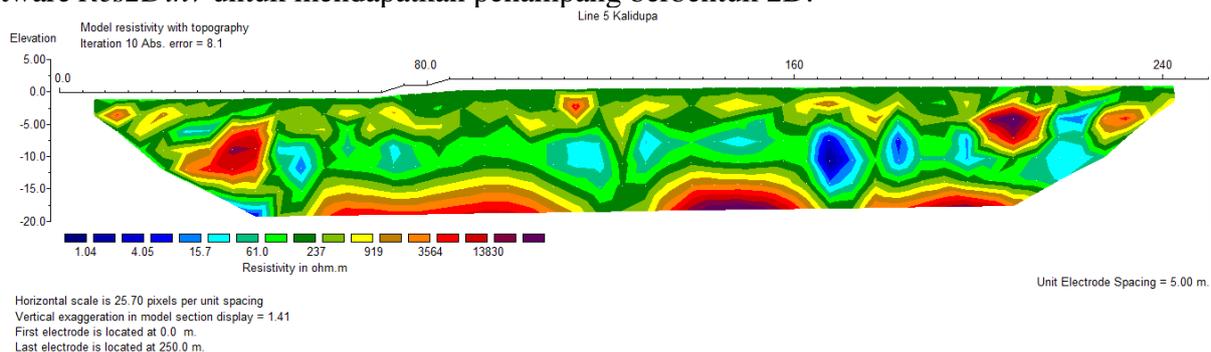
Interpretasi dilakukan dengan mengkorelasikan hasil pengolahan data yang didapat berupa informasi (nilai resistivitas, kedalaman, ketebalan) dengan pengetahuan geologi yang berupa informasi (litologi, stratigrafi), informasi data sumur yang berada di daerah sekitar penelitian, yang mengacu pada tabel nilai resistivitas dan referensi yang terkait penelitian air tanah yang menggunakan metode geolistrik yang telah dilakukan terdahulu sehingga diperoleh gambaran informasi struktur yang sebenarnya.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Hasil pengukuran

Dari hasil Penelitian ini terdapat dua lintasan dengan menggunakan dua konfigurasi yang berbeda pada lokasi yang sama yaitu konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan konfigurasi *Schlumberger*.

Lokasi pengukuran lintasan satu terletak di bahu jalan umum dekat perkebunan warga. Pada posisi bentangan 0 m sampai 100 m kondisi lintasan relatif rata dengan elevasi 9 mdpl, kemudian pada posisi bentangan 100 m hingga 200 m kondisi lintasan menanjak dengan elevasi 19 mdpl. Data yang diperoleh di lapangan berupa nilai arus (mA) dan beda potensial (ΔV) kemudian dihitung nilai resistivitas semu (*apparent resistivity*) menggunakan software *Microsoft Excel* selanjutnya *Notepad* digunakan untuk proses input data dan proses inversi dilakukan dengan menggunakan software *Res2Dinv* untuk mendapatkan penampang berbentuk 2D.



Gambar 3. Hasil inversi *Software Res2Dinv* dengan topografi

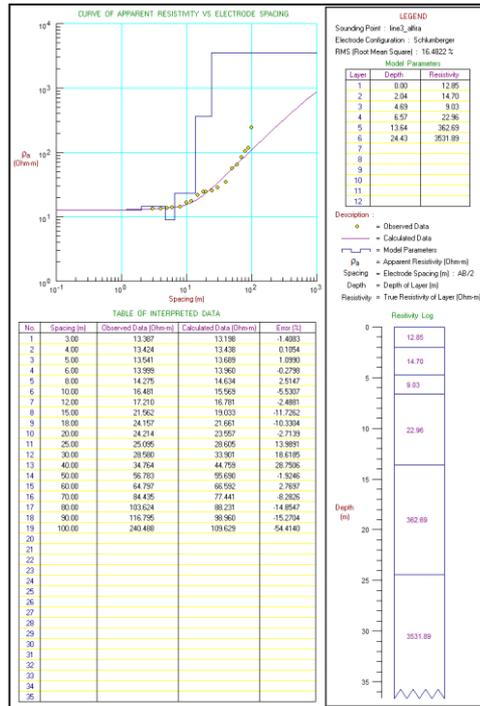
Tabel 1. Interpretasi Nilai Resistivitas Lintasan Pengukuran

No.	Nilai resistivitas (Ωm)	Klasifikasi resistivitas	Indikator warna
1	4.05 – 30.0	Alluvial mengandung air	Biru tua – biru muda
2	61.0 - 237	Alluvial	Hijau muda – hijau tua
3	918	Batugamping lempungan	Kuning - cokelat
4	3564 - 13830	Batugamping klastika	Merah muda – ungu tua

Berdasarkan penampang resistivitas 2D (Gambar 19) maka dikelompokkan nilai resistivitas dan jenis lapisan berdasarkan tabel 2 (Helide, 1984). Pada penampang resistivitas hasil inversi memberikan nilai RMS error terkecil saat diiterasi hingga 10 kali yaitu 8.1% dan didapatkan nilai resistivitas yang dinyatakan dengan perbedaan warna. Pada lapisan pertama diinterpretasikan sebagai lapisan alluvial dengan kedalaman sekitar 0 – 6 meter dengan nilai resistivitas 61.0 – 237 Ωm . Pada lapisan kedua dengan kedalaman berkisar 7 – 15 meter diinterpretasikan sebagai lapisan alluvial yang mengandung air. Lapisan ini memiliki nilai resistivitas yang rendah yaitu, antara 4.05 – 30.0 Ωm dengan indikator warna biru tua hingga biru muda. Lapisan selanjutnya memiliki nilai resistivitas 918 Ωm adalah warna kuning sampai cokelat dapat diinterpretasikan sebagai batugamping lempungan. Kemudian lapisan dengan nilai resistivitas tinggi yaitu antara 3564 –

13830 Ωm dengan indikator berwarna jingga hingga ungu tua yang diinterpretasikan sebagai batugamping klastika.

Lokasi bentangan pengukuran lintasan kedua berhimpitan dengan bentangan lintasan pertama, konfigurasi elektroda arus dan elektroda yang digunakan yaitu pengukuran dengan metode VES biasanya menggunakan konfigurasi elektroda arus-potensial *Schlumberger* dengan panjang lintasan 100 meter.



Gambar 4. Hasil pengolahan software *progress*

Berdasarkan hasil inversi data geolistrik VES yang dihasilkan dari software *progress* Versi 3.0 yang ditunjukkan pada Gambar 4. Inversi ini menunjukkan hasil yang baik ditandai dengan *matching* antara data resistivitas semu terukur dan terhitung. Interpretasi terhadap hasil inversi digambarkan dalam bentuk log resistivitas versus kedalaman bersamaan dengan analisis jenis batuan penyusunnya (litologi) dengan nilai *RMS error* 16.4822%.

Tabel 2. Parameter model yang diperoleh

Lapisan	Nilai Resistivitas(Ωm)	Ketebalan (m)	Kedalaman(m)
1	12.85 – 14.70	4.69	0.00 – 4.69
2	9.03- 22.96	8.95	4.69 – 13.64
3	362.69	10.79	13.64 – 24.43
4	3531.89	-	24.43 - ∞

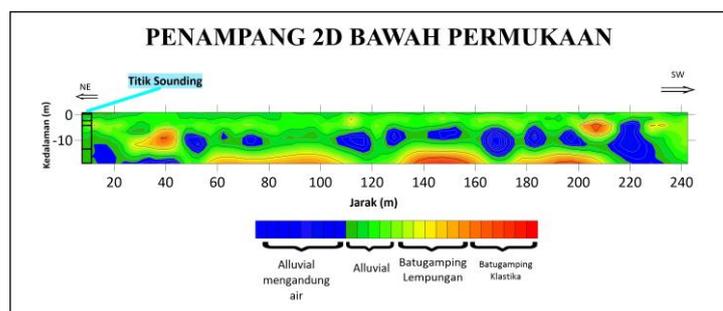
Berdasarkan parameter model yang ditunjukkan pada Tabel 5, pada lapisan pertama dengan nilai resistivitas 12.85 - 14.70 Ωm diinterpretasikan sebagai tanah penutup (Top Soil). Di bawahnya dilapisi oleh lapisan Alluvial yang mengandung air dengan nilai resistivitasnya 9.03 - 22.96 Ωm . Lapisan selanjutnyaterdapat sebuah lapisan dengan nilai resistivitas 362.69 Ωm di duga sebagai batugamping lempungan. Selanjutnya, terdapat lapisan dengan nilai resistivitas paling tinggi 3531.89 Ωm dapat diinterpretasikan sebagai batugamping klastika.

4.2. Pembahasan

Dari hasil pengolahan data dari kedua lintasan maka dapat diketahui bahwa pada tiap lintasan memiliki jenis lapisan batuan penyusun yang sama. Hasil yang didapat ialah bahwa pada lokasi pengambilan data memiliki lapisan penyusun yang terdiri Alluvial, batugamping lempungan dan batugamping klastika.

Berdasarkan model penampang 2D lapisan teratas merupakan lapisan Alluvial, dimana lapisan alluvial terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lumpur dan sisa tumbuhan. Lapisan alluvial pada bagian atas berupa kerakal atau kerikil dan semakin kebawah ukuran butirannya semakin kecil berupa lempungan sehingga lapisan atas yang berupa kerikil memiliki porositas yang besar serta permeabilitas yang baik, sehingga air yang berasal dari permukaan akan di alirkan hingga kelapisan bawahnya. Dari hasil penampang 2D lapisan alluvial yang tersaturasi oleh air berupa lapisan pasiran, air yang berasal dari permukaan akan tertampung dan tertahan karena lapisan bagian bawahnya dilapisi oleh batugamping lempungan yang ukuran butirnya semakin kecil sehingga tidak dapat lagi meloloskan air atau bersifat impermeabel. Kedalaman muka air tanah berdasarkan penampang 2D berada pada kedalaman 4 meter hal ini sesuai dengan data sumur di lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 17. Sedangkan untuk kedalaman maksimum keberadaan lapisan air tanah sekitar 12 – 15 meter. Kemudian lapisan dengan nilai resistivitas 3564 – 13830 Ωm yang diinterpretasikan sebagai batugamping klastika. Nilai resistivitas yang tinggi pada lapisan batuan ini dikarenakan pori-pori batuanya hanya terisi udara dan memiliki porositas yang besar.

Berdasarkan penampang 1D lapisan dimana lapisan litologi nya mirip dengan penampang 2D. Lapisan teratas adalah lapisan tanah penutup (top soil) dengan kedalaman lapisan 0 – 2 meter dengan ketebalan 2 meter. Lapisan dibawah top soil diinterpretasikan sebagai lapisan Alluvial dengan nilai resistivitas 9 - 22 Ωm , lapisan ini diindikasikan sebagai lapisan akuifer karena air memiliki konduktivitas yang tinggi atau dengan kata lain nilai resistivitasnya rendah. Jika lapisan ini tidak terisi oleh air maka lapisan lapisan alluvial akan memiliki nilai resistivitas yang tinggi karena pori-pori lapisannya hanya terisi oleh udara. Lapisan Alluvial ini berada pada kedalaman 4 – 13 meter dengan ketebalan 9 meter. Hal ini sesuai dengan fakta keberadaan sumur galian yang berada disekitar tempat pengukuran yang memiliki kedalaman maksimum sumur sekitar 10 meter, dengan kedalaman muka air 4 meter. Di bawah lapisan ini terdapat sebuah lapisan dengan nilai resistivitas 362.69 Ωm yang memiliki kedalaman antara 13 – 24 m di duga sebagai Batugamping lempungan dengan ketebalan 10.79 m. Selanjutnya, terdapat lapisan dengan nilai resistivitas 3531.89 Ωm dapat diinterpretasikan sebagai batugamping klastika.



Gambar 5. Gabungan Penampang 1D dan 2D

Berdasarkan pada gambar 5 penampang 2D dan profil litologi bawah permukaan hasil VES memiliki kemiripan hasil. Dimana, keberadaan lapisan akuifer baik penampang 2D maupun 1D terletak pada kedalaman 4 meter dari permukaan dengan ketebalan lapisan sekitar 9 meter. Kemudian litologi dengan lapisan teratas yaitu lapisan Alluvial, lapisan kedua yaitu lapisan Alluvial

mengandung air, lapisan selanjutnya diinterpretasikan lapisan batugamping lempungan dan lapisan terbawah yaitu lapisan batugamping klastika.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

- Berdasarkan nilai resistivitas yang diperoleh, litologi bawah permukaan yang berada di desa Horuo Pulau Kaledupa tersusun atas topsoil dengan nilai resistivitas 12,85 - 14,70 Ωm , lapisan alluvial yang mengandung air dengan nilai resistivitas 9,03 - 22,96 Ωm , batugamping lempungan dengan nilai resistivitas sebesar 362,69 Ωm , batugamping klastika dengan nilai resistivitas 3.531,89 Ωm .
- Ketebalan lapisan akuifer di kawasan karst Desa Horuo Pulau Kaledupa didapatkan dengan ketebalan sekitar 9 meter dengan litologi alluvial yang mengandung air.

6. Daftar Pustaka

- [1] Balai Taman Nasional Wakatobi, 2008, *Rencana Pengelolaan Jangka Panjang Taman Nasional Wakatobi Tahun 1998 s/d 2023 (Revisi 2008)*, Bau-Bau.
- [2] Halmer Helide. 1984, *Tugas Akhir Jurusan Fisika Institut Teknologi Bandung, Bandung.*
- [3] Haryono dan Adji. 2004, *Pengantar Geomorfologi dan Hidrologi Karst Kelompok Studi Karst, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.*
- [4] Husni F.Y, Ansory, 2019, *Identifikasi Sungai Bawah Tanah Berdasarkan Nilai Resistivitas Batuan Pada Danau Karst Tarusan Kamang, Kabupaten Agam, jurnal Bina Tambang. 4(1).*
- [5] Maemuna, S., Darsono, dan Legowo, B., 2017, *Identifikasi akuifer Sekitar kawasan karst Gombang Selatan Kecamatan Buayan Kabupaten Kebumen dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger, Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 13(2).*
- [6] Rahmatia, 2016, *Analisis Kualitas Air Tanah Dan Kondisi Litologi Pulau Tomia Kabupaten Wakatobi Provinsi Sulawesi Tenggara, Skripsi, Universitas Halu oleo, Kendari.*
- [7] Sedana, D., As'ari, A., and Adey, T., 2015, *Pemetaan Akuifer Air Tanah di Jalan Ringroad Kelurahan Malendeng dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. Jurnal Ilmiah Sains, 15(2), hal.1-5.*
- [8] Sukarna D dan Koswara A, 1992, *Lembar Kepulauan Tukang Besi, Sulawesi tenggara, Sekala 1 : 250.000, Proyek Pemetaan Geologi, Bidang Geologi Regional, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung.*
- [9] Surono, 2013, *Batuan Sedimen Neogen dan Kuartar, dalam Surono, dan Hartono, U., 2013, geologi sulawesi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Press, Jakarta.*
- [10] Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., 1990, *Applied Geophysics Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge.*