

PENDUGAAN LAPISAN AKUIFER MENGGUNAKAN METODE *VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING* (VES) DI AREA PANTAI GOSONG, KABUPATEN BENGKAYANG

Yusanneya Geulis¹, Muhardi^{1*}, Radhitya Perdhana¹

¹Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

*Penulis Korespondensi : muhardi@physics.untan.ac.id

Abstrak. Sebagian besar masyarakat di sekitar area Pantai Gosong masih memanfaatkan sumur dangkal yang bersumber dari akuifer bebas dalam memenuhi kebutuhan air bersih. Ketersediaan air bersih pada akuifer bebas dinilai masih relatif terbatas, sehingga perlu juga dilakukan identifikasi keberadaan lapisan akuifer tertekan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keberadaan lapisan akuifer menggunakan metode *Vertical Electrical Sounding* (VES). Kedalaman dan ketebalan lapisan akuifer diinterpretasi berdasarkan sebaran nilai resistivitas secara *sounding*. Akuisisi data dilakukan pada 4 titik pengukuran menggunakan konfigurasi *Schlumberger* dengan panjang bentangan masing-masing sejauh 500 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran nilai resistivitas secara *sounding* di lokasi penelitian adalah 0,17 Ωm – 43.743 Ωm , hingga kedalaman 250 m. Akuifer bebas terdapat di setiap titik pengukuran dengan kedalaman 0,36 m – 9,36 m. Sedangkan akuifer tertekan berada pada titik 1 dan titik 4, yang masing-masing berada pada kedalaman 47,82 m dan 55,45 m. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa lapisan akuifer bebas diduga berupa pasir dan pasir kerikilan, sedangkan lapisan akuifer tertekan diduga berupa pasir kerikilan.

Kata Kunci: air tanah; akuifer; resistivitas; *vertical electrical sounding*

Abstract. Most people around the Pantai Gosong area still use shallow wells sourced from unconfined aquifers to reach their needs for freshwater. The availability of freshwater in unconfined aquifers is considered to be relatively limited, so it is also necessary to identify the existence of a confined aquifer layer. This study aims to identify the aquifer layer using the *Vertical Electrical Sounding* (VES) method. The depth and thickness of the aquifer layer are interpreted based on the distribution of resistivity sounding. Data acquisition was carried out at four measurement points using the *Schlumberger* configuration with a stretch length of 500 m each. The results showed that the distribution of resistivity values was 0.17 Ωm – 43,743 Ωm , to a depth of 250 m. Unconfined aquifers are found at each measurement point with a depth of 0.36 m – 9.36 m. The confined aquifer is located at points 1 and 4 at a depth of 47.82 m and 55.45 m, respectively. The interpretation results indicate that the unconfined aquifer layer is thought to be sand to gravel sand, and the confined aquifer layer is thought to be gravel sand.

Keywords: groundwater; aquifer; resistivity; *vertical electrical sounding*

PENDAHULUAN

Area Pantai Gosong merupakan daerah pesisir di Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat yang terdapat pemukiman penduduk yakni Dusun Pembangunan. Terdapatnya pemukiman di suatu kawasan menimbulkan dampak pada peningkatan penggunaan air bersih, karena air menjadi salah satu kebutuhan dasar masyarakat. Namun, penggunaan air bersih di area Pantai Gosong masih memanfaatkan sumur dangkal, sehingga ketersediaan air bersih masih sangat terbatas. Air tanah terdapat pada lapisan akuifer tertekan akan lebih banyak dan lebih jernih dibanding dengan air tanah yang terdapat

pada akuifer bebas (Darsono dan Darmanto, 2019). Oleh karena itu, penelitian secara langsung di area Pantai Gosong perlu dilakukan untuk mengetahui keberadaan air tanah agar dapat menjadi acuan dalam pemanfaatan air tanah.

Pemanfaatan air tanah memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan esensial masyarakat. Air tanah umumnya digunakan sebagai sumber air bersih bagi masyarakat, terutama di pedesaan. Selain itu, air tanah juga dimanfaatkan untuk sektor lain, misalnya pertanian, terutama untuk irigasi dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Pemanfaatan air tanah juga dimanfaatkan

pada sektor industri, seperti pengolahan makanan dan minuman, serta manufaktur berbagai produk.

Air tanah umumnya berada pada lapisan akuifer. Lapisan ini dapat menyimpan dan meloloskan air (Lehr dan Keeley, 2005). Air dari permukaan dan meresap ke dalam tanah akan terus bergerak mengisi rongga-rongga butiran dan menambah volume air pada lapisan tanah atau batuan, hingga mencapai lapisan lapisan yang memiliki jarak antar butir sangat kecil dan air tidak dapat terlewat atau disebut lapisan akuiklud (Santoso, 2018). Hal ini mengindikasikan lapisan akuifer memiliki kemampuan untuk menyimpan dan meloloskan air pada lapisan yang terkonsolidasi seperti lempung, maupun pada lapisan yang tidak terkonsolidasi seperti pasir (Todd dan Mays, 2005).

Akuifer yang mengandung air tanah dapat berupa lapisan pasir dengan saturasi yang rendah, sehingga dapat dengan mudah mengalirkan air tanah (Syifaurohman dkk., 2018). Lapisan akuifer dicirikan dengan besarnya ukuran pori atau hubungan antar pori. Kemampuan suatu lapisan batuan dalam menyimpan air disebut porositas. Sedangkan kemampuan lapisan batuan dalam meloloskan air disebut permeabilitas. Nilai porositas dan permeabilitas material batuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai porositas dan permeabilitas material batuan (Linsley dkk., 1958)

Material	Porositas (%)	Permeabilitas (m/hari)
Lempung (<i>clay</i>)	45	0,0407×10 ⁻³
Pasir (<i>sand</i>)	35	0,03260
Kerikil (<i>gravel</i>)	25	0,20373
Kerikil dan Pasir	20	0,08149
Batupasir (<i>sandstones</i>)	15	0,02852
Gamping (<i>limestones</i>)	5	0,0407×10 ⁻³

Akuifer sebagai formasi penahan air atau reservoir air tanah memiliki sifat permeabel (dapat meloloskan air) yang jenuh, yaitu saat kondisi pori-pori lapisan penuh atau tidak dapat lagi dapat menyerap air. Seperti pada lapisan akuifer tertekan yang cukup memperoleh air dalam jumlah

signifikan, baik menjadi sumur maupun mata air (Todd dan Mays, 2005).

Penelitian ini menggunakan salah satu metode geolistrik karena lapisan akuifer yang mengandung air mempunyai sifat kelistrikan yang bersifat konduktif. Metode geolistrik yang digunakan adalah metode *Vertical electrical Sounding* (VES). Metode ini mengaplikasikan konfigurasi *schlumberger*, sehingga dapat mengidentifikasi sebaran resistivitas secara vertikal (Khairuni dkk., 2023; Muhardi dkk., 2019). Konfigurasi ini dapat menduga kedalaman dan ketebalan lapisan akuifer berdasarkan sebaran nilai resistivitas terhadap kedalaman (Faisal dkk., 2022). Metode ini dapat menghasilkan gambaran lapisan bawah permukaan bumi secara *sounding* hingga mencapai keberadaan air tanah pada lapisan akuifer tertekan secara akurat (Syukur dan Syukur, 2020; Febriana dkk., 2017).

METODOLOGI

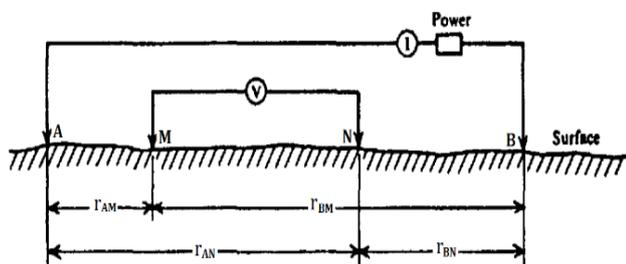
Lokasi penelitian ialah di sekitar area Pantai Gosong, Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat dengan koordinat 0°42'33,81" – 0°42'49,03" LU dan 108°52'26,69" – 108°53'6,68" BT.

Pengukuran di lapangan dilakukan menggunakan metode VES dengan 4 titik pengukuran, seperti pada Gambar 1. Metode ini dilakukan secara *sounding*, sehingga dapat mengidentifikasi kedalaman lapisan akuifer (Rantika dkk., 2023). Elektroda disusun dengan konfigurasi *Schlumberger* untuk mendapatkan penampang resistivitas 1D (Darsono dan Darmanto, 2019; Lowrie, 2007).



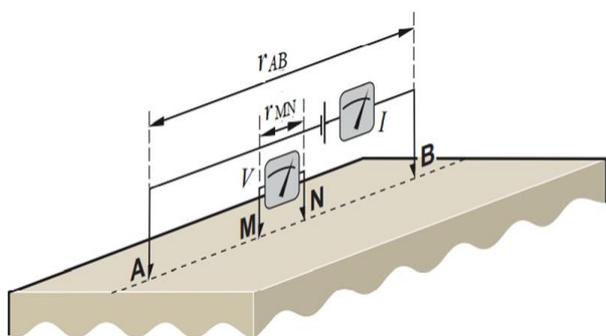
Gambar 1. Lokasi penelitian dan titik *sounding*

Metode geolistrik dilakukan dengan menginjeksikan arus dari permukaan ke dalam tanah melalui elektroda arus A-B, kemudian terukur nilai beda potensial melalui elektroda potensial M-N, seperti Gambar 2. Karena metode geolistrik bekerja dengan memanfaatkan sifat penjalaran arus listrik di tanah (Telford dkk., 1990).



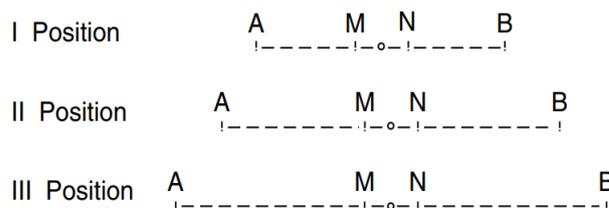
Gambar 2. Konfigurasi dua elektroda arus A-B dan dua elektroda potensial M-N (Telford dkk., 1990)

Pengukuran menggunakan metode VES konfigurasi *Schlumberger*, sama prinsipnya dengan metode geolistrik secara umum. Pengukuran dilakukan dengan memasang elektroda arus A-B dan elektroda potensial M-N yang diletakkan sejajar dan urutan pemasangannya sesuai pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan elektroda konfigurasi *Schlumberger* (Dentith dan Mudge, 2014)

Prinsip konfigurasi *Schlumberger* ialah memperlebar jarak bentangan elektroda arus. Sehingga, pengukuran di setiap titik *sounding* dilakukan dengan memvariasikan jarak antar elektroda arus dari jarak terkecil dan kemudian melebar secara gradual, seperti pada Gambar 4. Jarak elektroda potensial dapat diperlebar (*shifting*) ketika potensial yang terbaca sangat kecil, yakni <0,1 mV.



Gambar 4. Skema *sounding* konfigurasi *schlumberger* (Lehr dan Keeley, 2005)

Penelitian ini menggunakan jarak r_{AB} yang dimulai dari jarak terkecil 2 m hingga jarak terbesar 500 m, sedangkan jarak r_{MN} dimulai dari 0,6 m dan dilakukan proses *shifting* sebanyak 4 kali, dengan variasi r_{MN} ialah 0,6 m, 4 m, 20 m, 100 m. Kemudian dilakukan penginjeksian untuk mendapatkan nilai resistivitas semu, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan (1) (Lehr dan Keeley, 2005).

$$\rho_a = \kappa \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

- ρ_a : resistivitas semu (Ωm)
- κ : faktor geometri (m)
- ΔV : beda potensial (V)
- I : arus listrik (A)

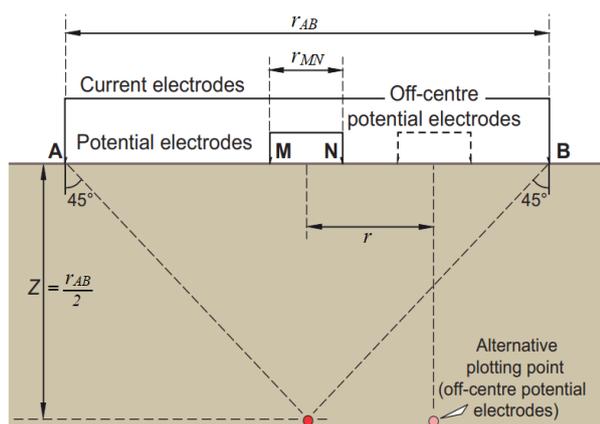
Pada konfigurasi *Schlumberger*, jarak elektroda potensial M-N dibuat sekecil-kecilnya secara teoritis tidak berubah, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Elektroda potensial M-N akan tetap berpusat di satu titik pada jarak r_{MN} , dan elektroda arus A-B juga berpusat di titik tengah dengan jaraknya divariasikan dari terkecil ke terbesar sejauh r_{AB} (total jarak bentangan elektroda arus).

Konfigurasi *Schlumberger* memiliki nilai faktor geometri yang didapatkan berdasarkan susunan elektroda pada Gambar 3. Besar faktor geometri pada setiap metode geolistrik bergantung dari jenis konfigurasi elektroda yang dipilih. Sehingga, dapat diketahui faktor geometri κ konfigurasi *Schlumberger* melalui susunan elektroda ditunjukkan oleh Persamaan (2) (Lowrie, 2007).

$$\kappa = \frac{\pi(r_{AB}^2 - r_{MN}^2)}{4r_{MN}} \quad (2)$$

Penelitian ini mengambil 4 titik *sounding* dengan bentangan r_{AB} sejauh 500 m, sehingga akan

didapatkan informasi kedalaman mencapai 250 m, karena pada metode VES konfigurasi *Schlumberger*, kedalaman yang akan didapatkan ialah sejauh jarak $r_{AB}/2$ (setengah dari jarak elektroda arus) (Dentith dan Mudge, 2014). Jarak antar elektroda yang digunakan sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin besar jarak elektroda yang digunakan, maka kedalaman lapisan batuan yang didapatkan akan semakin dalam.



Gambar 5. Hubungan jarak elektroda dan kedalaman pada konfigurasi *schlumberger* (Dentith dan Mudge, 2014)

Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari setiap titik pengukuran di lapangan ialah berupa data arus listrik dan beda potensial. Setelah itu, dilakukan koreksi *shifting* dengan mengurangi nilai ρ_a setelah dilakukan *shifting* dan sebelum dilakukan *shifting* (Muzakki dkk., 2021). Setelah itu dilakukan proses inversi pada nilai resistivitas semu menggunakan *software* Progress untuk mendapatkan penampang resistivitas 1 dimensi (1D).

Data resistivitas yang didapatkan melalui pengukuran VES berupa nilai resistivitas semu, sehingga untuk memperoleh nilai resistivitas yang dapat diinterpretasikan, perlu dilakukan pengolahan data menggunakan perangkat lunak (*software*) Progress. Nilai resistivitas dari hasil pengolahan pada *software* Progress dapat diinterpretasikan berdasarkan nilai resistivitas yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

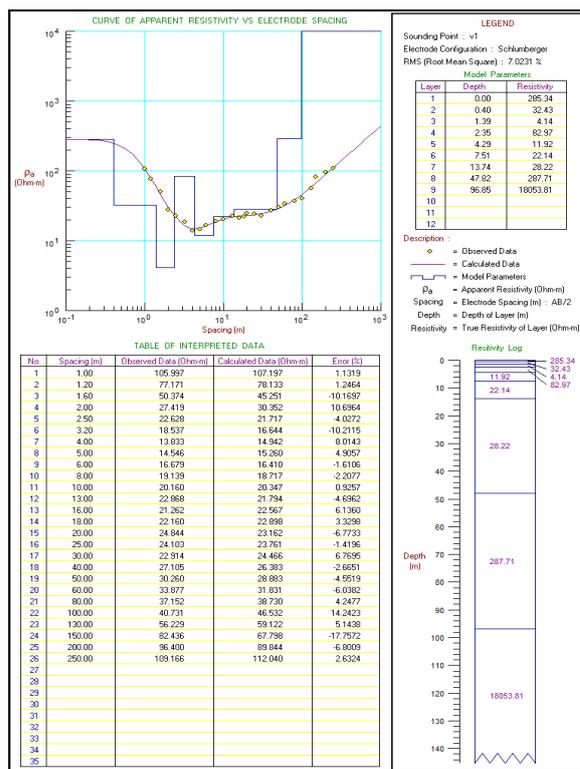
Tabel 2. Nilai resistivitas material (Telford dkk., 1990)

Material	Resistivitas (Ωm)
Udara (<i>air</i>)	~
Air Laut (<i>sea water</i>)	0,2
Air Tanah (<i>groundwater</i>)	0,5 – 300
Lanau (<i>silt</i>)	10 – 200
Lempung (<i>clay</i>)	1 – 100
Aluvium (<i>alluvium</i>)	10 – 800
Batupasir (<i>sandstones</i>)	1 – $6,4 \times 10^8$
Kerikil (<i>gravel</i>)	100 – 600
Pasir (<i>sand</i>)	1 – 1000
Andesit (<i>andesite</i>)	$1,7 \times 10^2$ – $4,5 \times 10^4$
Gamping (<i>limestones</i>)	50 – 10^7
Konglomerat	100 – 500
Kuarsa (<i>quartz</i>)	10 – 2×10^8
Diorit (<i>diorite</i>)	$1,9 \times 10^3$ – $2,8 \times 10^4$
Granodiorit	600 – 6×10^3
Granit (<i>granite</i>)	$4,4 \times 10^3$ – $1,8 \times 10^6$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pendugaan Lapisan di Titik 1

Titik 1 terletak pada koordinat $00^{\circ}42'36,18''$ LU dan $108^{\circ}53'2,90''$ BT, diperoleh 9 lapisan bawah permukaan dengan kedalaman hingga 96,85 m. Sebaran nilai resistivitas yang diperoleh adalah 4,14 Ωm hingga 18.053 Ωm , ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil pengolahan titik 1

Tabel 3. Hasil interpretasi di titik 1

Lapisan	Resistivitas (Ω m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Lapisan bawah permukaan
1	285,34	0 – 0,40	0,40	Kerakal
2	32,43	0,40 – 1,39	0,99	Lanau berpasir
3	4,14	1,39 – 2,35	0,96	Lanau
4	82,97	2,35 – 4,29	1,94	Pasir (Akuifer bebas)
5	11,92	4,29 – 7,51	3,22	Lanau
6	22,14	7,51 – 13,74	6,23	Lanau berpasir
7	28,22	13,74 – 47,82	34,08	Lanau berpasir
8	287,71	47,82 – 96,85	49,03	Pasir kerikilan (Akuifer tertekan)
9	18.053	96,85 – 250	153,15	Andesit

Formasi batuan di titik 1 merupakan Endapan Aluvial yang terdiri dari lumpur, pasir, kerikil, sisa tumbuhan, dan lanau. Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan titik 1 ditunjukkan oleh Tabel 3.

Lapisan ke-1 merupakan lapisan penutup yang berupa timbunan kerakal di permukaan. Lapisan ke-2 dan ke-3 diduga merupakan lapisan lanau berpasir dan lanau. Lapisan ini dapat menyimpan air dalam jumlah besar dan hanya meloloskan air dalam jumlah yang sangat kecil, sehingga mengandung banyak air dan memiliki nilai resistivitas yang lebih kecil.

Lapisan akuifer di titik 1 diduga berupa lapisan pasir (lapisan ke-4) pada kedalaman 2,35 m dan lapisan pasir kerikilan (lapisan ke-8) pada kedalaman 47,82 m. Lapisan ke-4 diinterpretasi berupa lapisan pasir dan merupakan akuifer bebas dengan ketebalan 1,94 m, karena pasir memiliki sifat porositas dan permeabilitas besar, sehingga dapat menyimpan dan meloloskan air.

Lapisan ke-8 diduga merupakan lapisan akuifer tertekan dengan ketebalan 49 m yang berupa lapisan pasir kerikilan. Akuifer tertekan mempunyai nilai resistivitas hingga 453 Ω m yang diinterpretasi berupa lapisan pasir kerikilan yang mengandung air tanah (Fadjryan dkk., 2022; Rantika dkk., 2023).

Penentuan lapisan akuifer tertekan juga berdasar pada syarat keberadaannya, yaitu dibawah lapisan *impermeable* (lapisan kedap air/sulit mengalirkan air). Lapisan lanau berpasir pada lapisan ke-6 dan ke-7 merupakan lapisan yang didominasi oleh lanau daripada pasir merupakan

lapisan yang bersifat jenuh namun *impermeable*. Walaupun lanau mempunyai porositas lebih besar dan permeabilitas lebih kecil dibandingkan pasir, pengaruh pasir tersebut dapat membuat sifat porositasnya sedikit lebih kecil dan permeabilitasnya menjadi lebih besar dibandingkan lapisan lanau.

Pada lapisan ke-9 ialah lapisan dasar (*bedrock*) yang diinterpretasi berupa lapisan batuan andesit dan merupakan batuan beku yang berasal dari Formasi Gunung Api Raya. Formasi ini berumur lebih tua dibandingkan Formasi Endapan Aluvial. Lapisan ini memiliki porositas yang sangat kecil, sehingga air pada lapisan pasir kerikilan di atasnya tertahan dan sulit untuk mengalir.

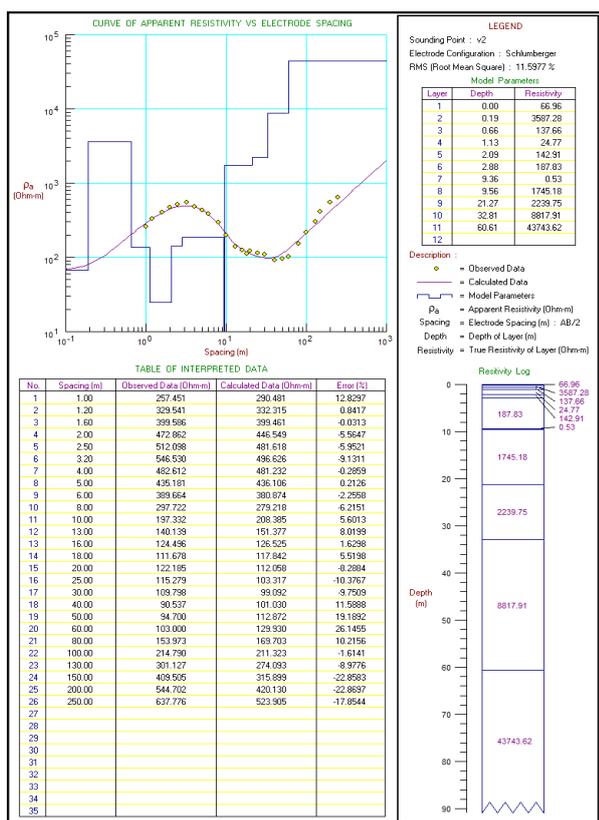
Hasil Pendugaan Lapisan di Titik 2

Titik 2 terletak pada koordinat 00°42'37,24" LU dan 108°52'57,14" BT, diperoleh 11 lapisan bawah permukaan dengan kedalaman hingga 126 m, dan didapatkan sebaran resistivitas dari nilai 0,53 Ω m hingga 43.743 Ω m (Gambar 7). Formasi geologi pada titik 2 merupakan Endapan Litoral yang terdiri dari lumpur, pasir, kerikil, sisa tumbuhan, dan setempat gampingan. Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan titik 2 ditunjukkan oleh Tabel 4.

Pada titik kedua hanya diperoleh informasi akuifer dangkal. Lapisan ke-4 yang diduga berupa pasir merupakan akuifer dangkal karena berada di kedalaman 1,13 m dengan ketebalan 0,96 m. Air dari permukaan diduga mencapai lapisan pasir (lapisan ke-4) melalui celah antar batuan di atasnya.

Tabel 4. Hasil interpretasi di titik 2

Lapisan	Resistivitas (Ω m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Lapisan bawah permukaan
1	66,96	0 – 0,19	0,19	Kerakal
2	3.587	0,19 – 0,66	0,47	Konglomerat
3	137,66	0,66 – 1,13	0,47	Kerikil berpasir
4	24,77	1,13 – 2,09	0,96	Pasir (Akuifer bebas)
5	142,9	2,09 – 2,88	0,79	Pasir kerikilan (Akuifer bebas)
6	187,8	2,88 – 9,36	6,48	Pasir kerikilan (Akuifer bebas)
7	0,53	9,36 – 9,56	0,20	Lanau
8	1.745	9,56 – 21,27	11,71	Batupasir
9	2.239	21,27 – 32,81	11,54	Konglomerat
10	8.817	32,81 – 60,61	27,80	Konglomerat
11	43.743	60,60 – 250	189,4	Andesit



Gambar 7. Hasil pengolahan titik 2

Namun, lapisan di bawahnya juga terdapat lapisan pasir kerikilan (lapisan ke-5 dan 6) berdasarkan nilai resistivitas, sehingga diduga air tanah dapat terus masuk hingga kedalaman 9,36 m. Pada titik 2 ini tidak terdapat lapisan akuifer tertekan, karena dari kedalaman 9,56 m diduga berupa batuan batupasir, konglomerat, dan andesit. Hal ini dikarenakan lapisan ini memiliki nilai resistivitas

yang relatif lebih besar, sehingga air tertahan pada lapisan pasir kerikilan.

Pada kedalaman 21,27 m diduga merupakan lapisan batuan konglomerat dari satuan gampingan yang berdasar dengan adanya singkapan batuan konglomerat di permukaan. Pada titik 2, lapisan dasarnya juga diinterpretasikan berupa batuan andesit dari Formasi Gunung Api Raya.

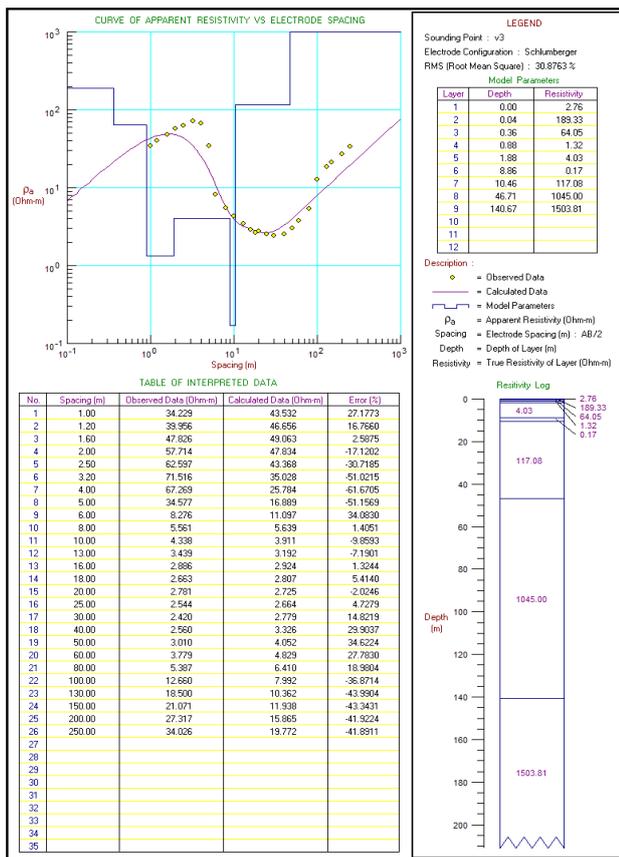
Hasil Pendugaan Lapisan di Titik 3

Titik 3 terletak pada koordinat 00°42'41,35" LU dan 108°52'38,40" BT, diperoleh 9 lapisan bawah permukaan dengan kedalaman hingga 140,67 m, dan didapatkan sebaran resistivitas dari nilai 0,17 Ω m hingga 1.503 Ω m, yang ditunjukkan Gambar 8. Formasi batuan pada titik 3 merupakan Intrusi Sintang yang terdiri dari diorit, diorit kuarsa, gabro kuarsa, dan granodiorit. Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan titik 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada lapisan ke-4 dan 5 terjadi penurunan nilai resistivitas, yakni 1,32 – 4,03 Ω m dari kedalaman 0,88 m hingga 8,86 m yang diinterpretasi berupa lapisan pasir yang dapat menjadi lapisan akuifer. Namun, pada lapisan ke-6 diduga berupa lapisan lanau, karena nilai resistivitasnya yang sangat kecil menandakan bahwa lapisan ini lebih mengandung banyak air dan bersifat konduktif. Pada lapisan ke-7 yang memiliki nilai resistivitas 117 Ω m dengan ketebalan 146,9 m diduga merupakan lapisan batuan beku berupa diorit kuarsa.

Tabel 5. Hasil interpretasi di titik 3

Lapisan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Lapisan bawah permukaan
1	2,76	0 – 0,04	0,04	Lempung pasiran
2	189,3	0,04 – 0,36	0,32	Pasir kerikilan
3	64	0,36 – 0,88	0,52	Pasir (Akuifer bebas)
4	1,32	0,88 – 1,88	1,00	Pasir (Akuifer bebas)
5	4,03	1,88 – 8,86	6,98	Pasir (Akuifer bebas)
6	0,17	8,86 – 10,46	1,60	Lanau
7	117	10,46 – 46,71	36,25	Diorit kuarsa
8	1.045	46,71 – 140,67	93,96	Granodiorit
9	1.503	140,67 – 250	109,33	Granodiorit



Gambar 8. Hasil pengolahan titik 3

Pada lapisan ke-8, dari kedalaman 46 m diduga merupakan lapisan granodiorit berdasarkan nilai resistivitasnya yang besar. Karena lapisan granodiorit memiliki ukuran butir yang lebih besar dibandingkan diorit kuarsa, sehingga porositasnya akan lebih kecil. Pendugaan diorit kuarsa mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Haryanto dkk. (2021) pada kedalaman 9 – 17 m di sekitar titik ini merupakan lapisan diorit kuarsa.

Hasil Pendugaan Lapisan di Titik 4

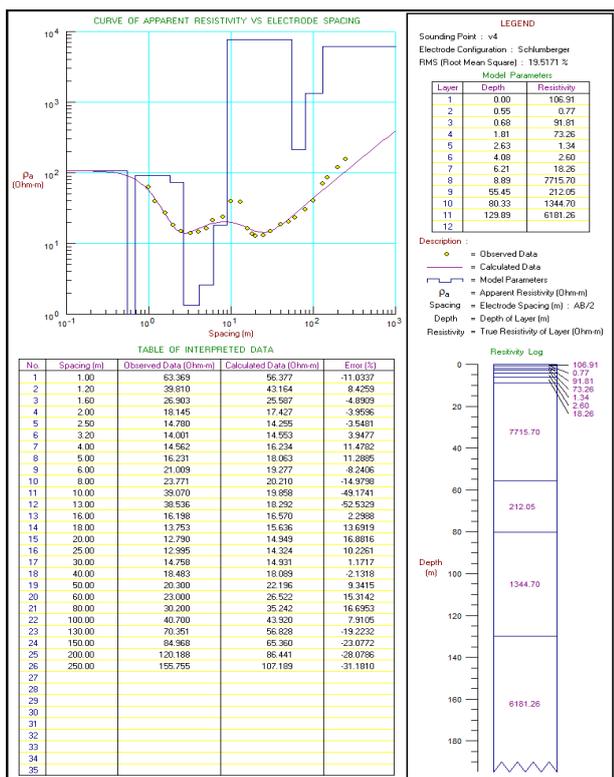
Titik 4 terletak pada koordinat 00°42'42,09" LU dan 108°52'32,23" BT, diperoleh jumlah lapisan bawah permukaan bumi sebanyak 11 lapisan dengan kedalaman mencapai 129,89 m, dan didapatkan sebaran resistivitas dari nilai 0,77 Ωm hingga 6.181 Ωm, dapat dilihat pada Gambar 9. Formasi batuan pada titik 4 merupakan Batuan Gunung Api Raya yang terdiri dari andesit, dasit, basalt, epidot, batupasir, batu lumpur, lempung. Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan titik 4 ditunjukkan oleh Tabel 6.

Lapisan akuifer di titik 4 berada pada lapisan pasir (lapisan ke-3 dan ke-4) pada kedalaman 0,68 m – 2,63 m dan lapisan pasir kerikilan (lapisan ke-9) pada kedalaman 55,45 m. Pada lapisan ke-3 dan ke-4 yang diduga lapisan pasir merupakan akuifer bebas dengan ketebalan 1,95 m, karena lapisan lempung di bawahnya bukan merupakan akuifer.

Lapisan ke-9 yang diduga berupa pasir kerikilan merupakan lapisan akuifer tertekan dengan ketebalan 24,85 m, karena berada di bawah lapisan impermeable (andesit). Lapisan batupasir di bawah lapisan pasir kerikilan memiliki porositas dan permeabilitas lebih kecil, sehingga air tertahan di lapisan pasir kerikilan. Pendugaan ini bersesuaian dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa sistem akuifer di area penelitian tersusun atas material pasir-kerikil (Muhammad dkk., 2021).

Tabel 6. Hasil interpretasi di titik 4

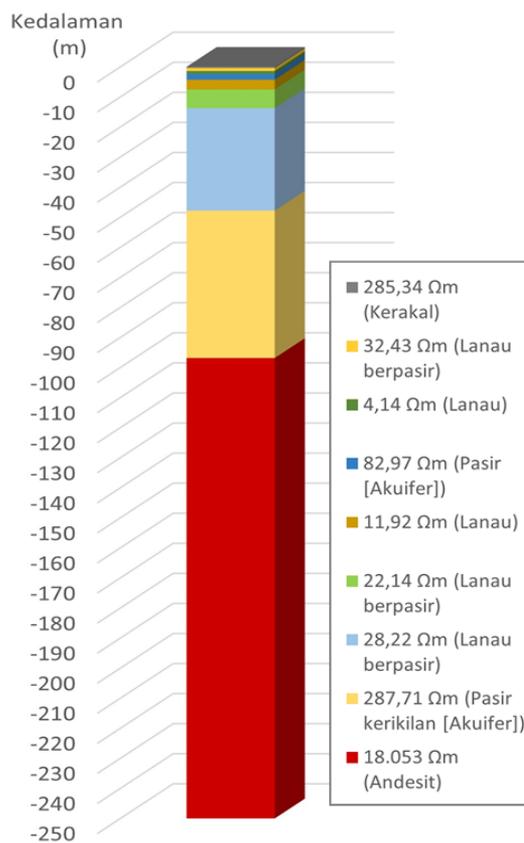
Lapisan	Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Lapisan bawah permukaan
1	106,9	0 – 0,55	0,55	Pasir, kerikil, dan kerakal
2	0,77	0,55 – 0,68	0,12	Lempung
3	91,8	0,68 – 1,81	1,13	Pasir (Akuifer bebas)
4	73,26	1,81 – 2,63	0,82	Pasir (Akuifer bebas)
5	1,34	2,63 – 4,08	1,45	Lempung
6	2,6	4,08 – 6,21	2,13	Lempung
7	18,26	6,21 – 8,89	2,68	Lempung berpasir
8	7.715	8,89 – 55,45	46,56	Andesit
9	212	55,45 – 80,30	24,85	Pasir kerikilan (Akuifer tertekan)
10	1.344	80,3 – 129,89	49,59	Batupasir
11	6.181	129,89 – 250	120,11	Andesit



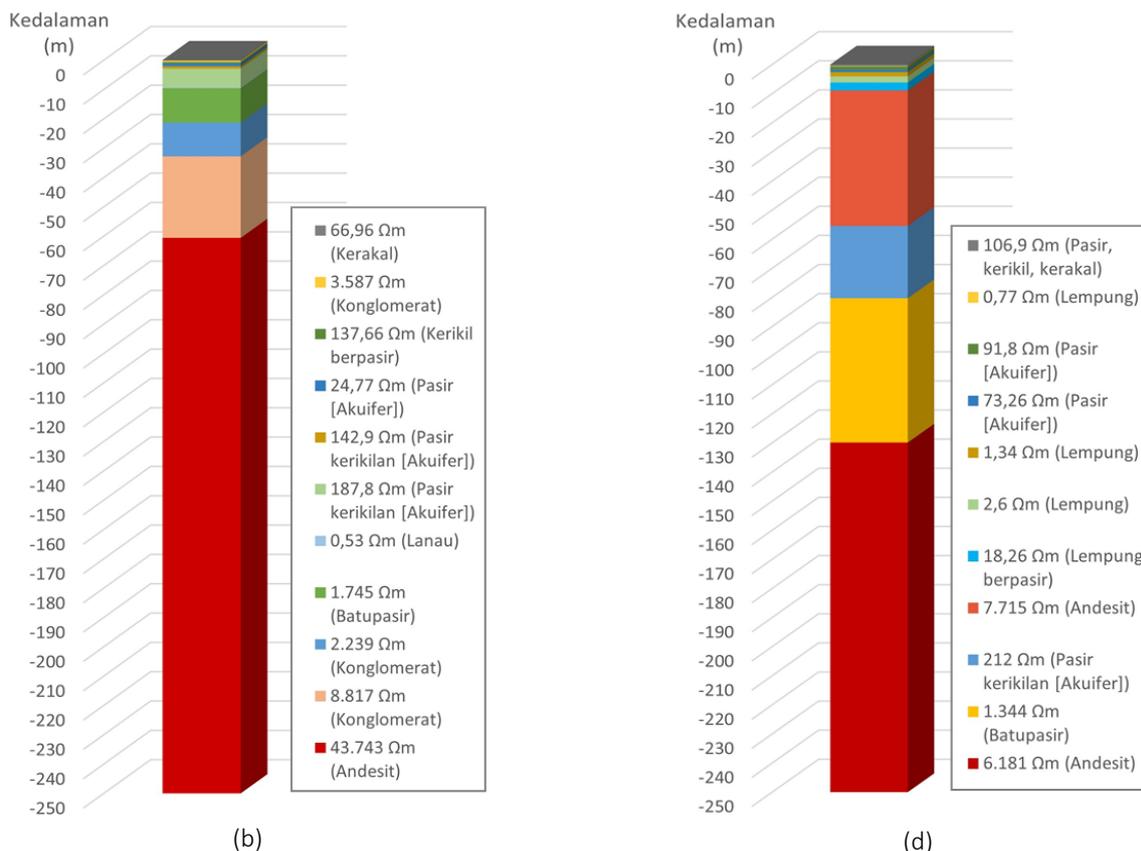
Gambar 9. Hasil pengolahan titik 4

Hasil interpretasi lapisan bawah permukaan pada setiap titik pengukuran menunjukkan adanya keberadaan lapisan akuifer pada kedalaman dan ketebalan yang berbeda-beda. Lapisan akuifer bebas (*unconfined aquifer*) teridentifikasi pada semua titik, sedangkan akuifer tertekan (*confined aquifer*) hanya teridentifikasi di titik 1 dan 4. Nilai resistivitas pada lapisan akuifer tertekan di titik 1 dan 4 umumnya lebih besar dibandingkan nilai resistivitas pada lapisan akuifer bebas pada semua titik pengukuran, yaitu masing-masing 287,71 Ωm dan 212 Ωm. Nilai ini menunjukkan bahwa air tanah

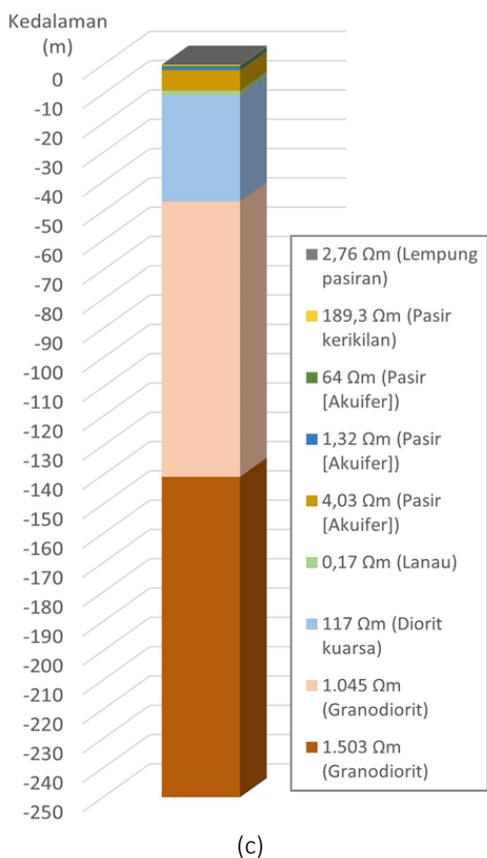
pada lapisan akuifer tertekan merupakan air tawar (*freshwater*) yang tidak terintrusi air laut. Lapisan akuifer di lokasi penelitian diinterpretasi berupa pasir dan pasir kerikilan. Lapisan ini bersifat permeabel, sehingga akan mudah menyimpan dan mengalirkan air tanah. Dengan demikian, pemanfaatan air tanah yang bersumber dari lapisan akuifer tertekan direkomendasikan berada di sekitar titik 1 dan 4. Gambar 10 menunjukkan lapisan bawah permukaan dan keberadaan lapisan akuifer pada setiap titik pengukuran.



(a)



Gambar 10. Lapisan bawah permukaan dan keberadaan lapisan akuifer di lokasi penelitian; (a) Titik 1, (b) Titik 2, (c) Titik 3, dan (d) Titik 4.



PENUTUP

Simpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sebaran nilai resistivitas secara *sounding* di lokasi penelitian adalah 0,17 Ωm – 43.743 Ωm, hingga kedalaman 250 m. Lapisan akuifer di sekitar area Pantai Gosong terdapat pada lapisan yang diinterpretasi berupa pasir dan pasir kerikilan. Akuifer bebas terdapat di setiap titik pengukuran dengan kedalaman 0,36 m – 9,36 m. Sedangkan akuifer tertekan berada pada titik 1 dan titik 4, yang masing-masing berada pada kedalaman 47,82 m dan 55,45 m.

Mengacu pada hasil penelitian yang telah diperoleh, pembuatan sumur bor di lokasi penelitian disarankan bersumber dari akuifer tertekan, dan penentuan titik pengeboran berada di sekitar titik 1 dan titik 4. Nilai resistivitas pada lapisan akuifer tertekan di titik 1 dan 4 umumnya

lebih besar dibandingkan dengan nilai resistivitas pada lapisan akuifer bebas, yaitu masing-masing 287,71 Ω m dan 212 Ω m. Nilai ini menunjukkan bahwa air tanah pada lapisan akuifer tertekan merupakan air tawar (*freshwater*) yang tidak terintrusi oleh air laut.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak *Comdev & Outreaching* Untan yang telah memberikan bantuan dana riset pada penelitian ini, serta Bapak Okto Ivansyah dan kepala Laboratorium Geofisika dan Sistem Informasi Geografis (SIG) FMIPA Untan yang telah memfasilitasi peralatan geolistrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Darsono and Darmanto. (2019). Identifikasi Keberadaan Lapisan Akuifer Tertekan (Confined Aquifer) Berdasarkan Data Geolistrik (Studi Kasus : Desa Sambirejo Kecamatan Plupuh Kabupaten Sragen). *Indonesian Journal of Applied Physics*, 9 (1), pp.46–53.
- Dentith, M. and Mudge, S. (2014). *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*. New York: Cambridge University Press.
- Fadjryan, Muhandi and Perdhana, R. (2022). Aplikasi Metode Vertical Electrical Sounding untuk Identifikasi Sebaran Intrusi Air Laut di Pesisir Desa Sungai Duri, Kabupaten Bengkayang. *Prisma Fisika*, 10 (2), pp.187–192.
- Faisal, F., Putra, Y. S. and Muhandi, M. (2022). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas untuk Mengidentifikasi Lapisan Akuifer di Komplek Alam Mulia Serdam, Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Fisika Unand*, 11 (1), pp.22–28. doi:10.25077/jfu.11.1.22-28.2022.
- Febriana, R. K. N., Minarto, E. and Tryono, F. Y. (2017). Identifikasi Sebaran Aliran Air Bawah Tanah (Groundwater) dengan Metode Vertical Electrical Sounding (VES) Konfigurasi Schlumberger di Wilayah Cepu, Blora Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6 (2), pp.B29–B33. doi:10.12962/j23373520.v6i2.25280.
- Haryanto, D., Rachael, Y., Kamajati, D., Prasetyo, G. H., Syaeful, H. and Indrastomo, F. D. (2021). Karakterisasi Geoteknik Fondasi Kandidat Tapak PLTN dengan Metode Seismik Refraksi. *Eksplorium*, 42 (2), pp.119–130. doi:10.17146/eksplorium.2021.42.2.6538.
- Khairuni, J., Muhandi and Perdhana, R. (2023). Penerapan Metode Vertical Electrical Sounding untuk Menyelidiki Lapisan Akuifer di Desa Sungai Duri, Kabupaten Bengkayang. *Wahana Fisika*, 8 (2), pp.132–143. doi:10.17509/wafi.v8i2.63886
- Lehr, J. H. and Keeley, J. (2005). *Water Encyclopedia*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A. and Paulhus, J. L. H. (1958). *Hydrology for Engineers*. USA: McGraw-Hill Book Company.
- Lowrie, W. (2007). *Fundamentals of Geophysics*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press.
- Muhammad, A. G., Fauzi, R., Karunianto, A. J., Cakrabuana, W. and Widodo. (2021). Karakterisasi Hidrogeologi Daerah Sekitar Tapak PLTN di Bengkayang, Kalimantan Barat. *Eksplorium*, 42 (2), pp.99–110. doi:10.17146/eksplorium.2021.42.2.6479.
- Muhandi, Perdhana, R. and Nasharuddin. (2019). Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara). *Prisma Fisika*, 7 (3), pp.331–336. doi:10.26418/pf.v7i3.39441.
- Muzakki, Y., Lestari, W., Fajar, M. H. M. and Dwiharto, M. F. (2021). Pemodelan Akuifer Air Tanah dengan Metode Vertical Electrical Sounding (Ves) Studi Kasus Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Geosaintek*, 7 (3), pp.111–118. doi:10.12962/j25023659.v7i3.8789.
- Rantika, I., Muhandi and Perdhana, R. (2023). Estimasi Kedalaman Lapisan Akuifer Menggunakan Metode Vertical Electrical Sounding di Desa Sengkubang, Kecamatan Mempawah Hilir, Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Bulletin Geology*, 7 (2), pp.1130–1143. doi:10.5614/bull.geol.2023.7.2.1.
- Santoso, B. (2018). Identifikasi Akuifer Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas di Daerah Bebandem Karang Asem Bali. *EKSAKTA*, 19 (1), pp.24–34. doi:10.24036/eksakta/vol19-iss1/101.
- Syifaurrohman, Y., Utama, W., Lestari, W. and Surya, T. M. A. (2018). Distribusi Sebaran Akuifer Air Tanah Menggunakan Data Resistivitas Metode Vertical Electrical Sounding (VES) Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Kabupaten Palu Provinsi Sulawesi Tengah). *Jurnal Geosaintek*, 4 (2), pp.113–122.

doi:10.12962/j25023659.v4i3.4102.

- Syukur, S. and Syakur, A. (2020). Identifikasi Lapisan Akuifer Air Tanah Bawah Permukaan Method Geolistrik Teknik VES (Vertical Electrical Sounding) Pada Lokasi Rencana Pemboran Air Tanah dalam Lokasi Gunung Bale Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah. *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 27 (1), pp.38–44.
- Telford, W. M., Geldart, L. P. and Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. Second Edi. New York : Cambridge University Press.
- Todd, D. K. and Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology: Conceptual and Computational Models*. 3rd ed. USA : John Wiley & Sons, Inc.