

Identifikasi Jenis Akuifer Menggunakan Metode Vertical Electrical Sounding Pada Daerah CAT Ampibabo Kabupaten Parigi – Moutong, Sulawesi Tengah

Ketut Arya Wikranta Setiawan

Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran": aryawikranta@gmail.com

ABSTRAK

Air tanah merupakan bagian dari sumber daya alam lingkungan hidup sehingga terdapat interaksi antara sumber daya air tanah dengan lingkungan secara keseluruhan. Ketersediaan air tanah sangat ditentukan oleh kondisi geologi, hidrogeologis dan komponen-komponen lingkungan hidup lain yang mempengaruhinya. Kecamatan Ampibabo memiliki kondisi air tanah berdekatan dengan air laut. Sebagai upaya penanggulangan dan mengantisipasi terjadinya degradasi lingkungan lebih jauh maka pengelolaan air tanah perlu dilakukan secara lebih bijaksana. Sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan wilayah di CAT Ampibabo maka perlu dilakukan identifikasi akuifer menggunakan metode Vertical Electrical Sounding dalam penentuan kedalaman penggunaan air. Dalam penelitian dilakukan akuisisi data resistivitas menggunakan resistivitymeter dengan panjang bentangan 100 – 200m. Selanjutnya diperlukan pengolahan data 1D menggunakan software IP2WIN dengan yang menghasilkan *curve matching* dan digunakan *software Starter* untuk membuat profil kedalaman 1D, profil kedalaman 1D dan dibuat peta persebaran resistivitas batuan dibawah permukaan untuk mengetahui atau mengidentifikasi zona persebaran akuifer air tanah. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwasanya akuifer air tanah berada pada lapisan batupasir yang memiliki nilai resistivitas 20-50 Ωm , dimana persebaran dari akuifer air tanahnya bervariasi dan akuifer berada pada kedalaman 6.15-23.3 meter.

Kata Kunci: Air Tanah, Akuifer, Resistivitas, Kedalaman

ABSTRACT

Groundwater is part of the natural resources of the environment so that there is an interaction between groundwater resources and the environment as a whole. The availability of groundwater is largely determined by geological, hydrogeological and other environmental components that influence it. Ampibabo District has groundwater conditions which are close to seawater. As an effort to overcome and anticipate further environmental degradation, groundwater management needs to be done more wisely. In line with the growth and development of the area in CAT Ampibabo, it is necessary to provide aquifer assistance using the Vertical Electrical Sounding method to increase the depth of water use. In this study, the acquisition of resistivity data was carried out using a resistivity meter with a stretch length of 100 – 200m. Furthermore, it is necessary to process 1D data using IP2WIN software which produces curve matching and uses Starter software to create 1D depth profiles, 1D depth profiles and create a map of the distribution of resistivity rocks below the surface to find out or identify zones of distribution of groundwater aquifers. The results of data processing show that the groundwater aquifer is located in a layer of sandstone which has a resistivity value of 20-50 Ωm , where the distribution of the groundwater aquifer varies and the aquifer is at a depth of 6.15-23.3 meters.

Keywords: Groundwater, Aquifer, Resistivity, Depth

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah. Sumber daya alam adalah sumber daya yang terkandung dalam bumi yang dapat memenuhi kebutuhan dan kepentingan manusia. Sumber daya alam dibagi menjadi dua yaitu sumber daya alam dapat diperbaharui dan sumber daya alam tidak dapat diperbaharui. Sumber daya alam yang dapat diperbaharui meliputi air, tanah, udara, tumbuhan dan hewan sedangkan sumber daya alam yang tidak diperbaharui meliputi minyak bumi, gas alam, bahan mineral dan fosil (Damaik, 2018).

Sebagai upaya dalam rangka penanggulangan dan mengantisipasi terjadinya degradasi lingkungan lebih jauh maka pengelolaan air tanah perlu dilakukan secara lebih bijaksana. Sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan wilayah di CAT Ampibabo maka perlu dilakukan identifikasi akuifer. Dalam rangka identifikasi akuifer pada daerah imbuan sangat diperlukan deliniasi berdasarkan kondisi bawah permukaan menggunakan metode geolistrik Vertical Electrical Sounding, hidrogeologi serta tata guna lahan terutama pada kawasan lindung, selain itu juga mempertimbangkan daerah resapan air, rencana tata ruang wilayah, keberadaan mata air sehingga akan tercapai penatagunaan air tanah yang berkelanjutan/ lestari. Penentuan kualitas air tanah sangat diperlukan untuk membuat zonasi pada daerah pemanfaatan sehingga pengendalian daya rusak air tanah dapat dilakukan dengan memperhatikan kondisi akuifer.

Salah satu metode geolistrik yang dapat digunakan dalam pengukuran aliran listrik dan untuk memprediksi keadaan geologi bawah permukaan adalah dengan metode tahanan jenis/resistivitas. Dasar dari metode resistivitas adalah hukum Ω yaitu dengan cara mengalirkan arus kedalam bumi melalui elektroda arus dan mengukur potensialnya di permukaan bumi dengan menggunakan elektroda potensial (Telford, dkk, 1990).

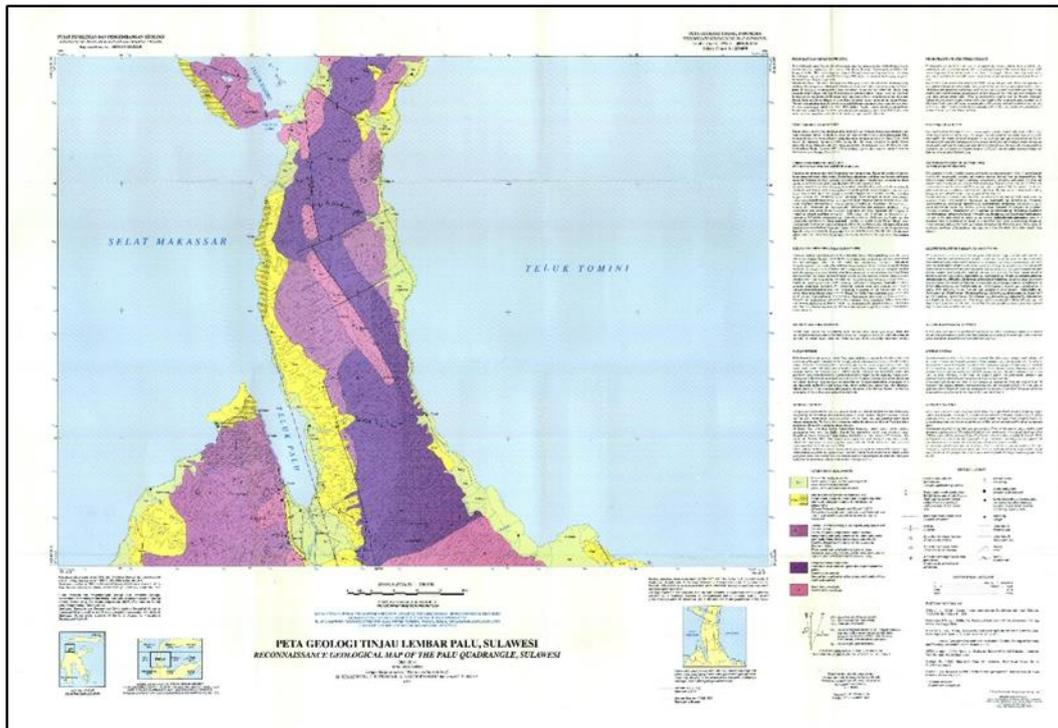
Dengan melakukan penelitian ini nantinya akan didapatkan informasi yang terkait dengan kedalaman air tanah, litologi batuan bawah permukaan dan kualitas air tanah akan didapatkan. Dalam kegiatan lain, dilakukan pemetaan muka air tanah sebagai pendukung data geolistrik. Pada penelitian ini diharapkan identifikasi akuifer dapat bermanfaat untuk kelangsungan kebutuhan pokok masyarakat di daerah Cekungan Air Tanah Kecamatan Ampibabo.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk: (a) mendapatkan data dan informasi mengenai parameter metode geofisika yang diukur berdasarkan metode resistivitas konfigurasi Schlumberger; (b) mengetahui kedalaman air tanah berdasarkan akuifer yang ditemukan, dan mengetahui jenis akuifer.

LANDASAN TEORI

A. Geologi Daerah Penelitian

Sulawesi terletak pada pertemuan 3 lempeng besar yaitu Eurasia, Pasifik dan Indo-Australia serta sejumlah lempeng yang lebih kecil (lempeng Filipina) yang menyebabkan kondisi tektoniknya sangat kompleks. Kumpulan batuan dari busur kepulauan, batuan bancuh, ofiolit, dan bongkah dari mikrokontinen terbawa bersama proses penunjaman, tubrukan, serta proses tektoknik lainnya (Leewen, 1994).



Gambar 1. Peta Geologi Lembar Palu, Sulawesi (Sukamto, 1973).

Menurut Surono dkk, (2013) Struktur utama yang berkembang pada geologi regional daerah penelitian yaitu sesar palu – koro, sesar walanae, sesar Matano, Sesar naik Batui, sesar naik Poso, Sesar balantak, sesar Gorontalo, dan tunjaman Sulawesi Utara. Sesar-sesar utama itu juga mengakibatkan terbentuknya sesar-sesar lokal, lipatan, dan cekungan di berbagai tempat. Sejarah tektonik regional, tektonik P. Sulawesi dan daerah sekitarnya dapat dibagi menjadi lima tektonik, yaitu tektonik ekstensional Mesozoikum, tunjaman Kapur, tunjaman Paleogen, tumbukan Neogen dan tunjaman Ganda Kuartar.

Secara susunan batuan cekungan air tanah ampibabo terletak pada endapan pantai dan alluvium yang tersusun atas kerikil, pasir, lumpur, dan batu gamping. Endapan pantai dan alluvium ini berdampingan formasi tinombo yang tersusun atas serpih, batupasir, konglomerat, batuan vulkanik, batugamping dan rijang, termasuk filit, sabak dan kuarsit dekat pada intrusi – intrusi (Sukamto, 1973).

B. Metode Geolistrik

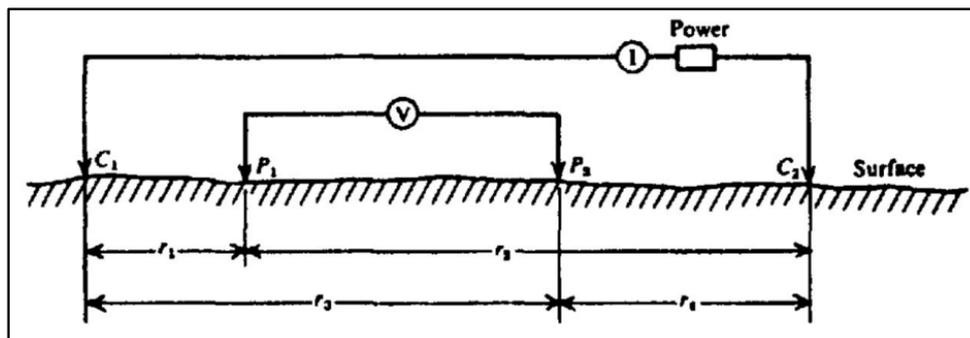
Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui variasi resistivitas batuan di bawah permukaan dengan cara mengalirkan arus listrik AC yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus ini menggambarkan dua buah elektroda arus yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda arus akan menyebabkan arus listrik menembus lapisan batuan lebih dalam (Reynolds, 1997). Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi, baik secara aliah maupun akibat injeksi arus kedalam bumi (Kanata dan Zubaidah, 2008). Oleh karena itu, metode geolistrik mempunyai banyak macam, termasuk didalamnya potensial diri, arus telurik, magnetotelluric,

elektromagnetik, induksi polarisasi, dan resistivity (tahanan jenis). Metode geolistrik sendiri secara garis besar dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Geolistrik bersifat pasif
2. Geolistrik bersifat aktif

C. Konfigurasi Schlumberger

Konfigurasi Schlumberger dapat dilihat pada gambar 2. Konfigurasi *Schlumberger* merupakan suatu bentuk konfigurasi dalam geolistrik yang lazim digunakan dalam akuisisi data di lapangan. Susunan elektroda dalam konfigurasi ini diatur sedemikian rupa sehingga dua elektroda potensial (MN) berada diantara dua elektroda arus (AB).



Gambar 2. Rangkaian Elektroda Konfigurasi *Schlumberger* (Telford, dkk. 1990)

Berdasarkan Sunaryo, dkk (2003) resistivitas semu (ρ_a) pada pengukuran resistivitas secara umum adalah dengan cara menginjeksikan arus kedalam tanah melalui 2 elektroda arus (C1 dan C2). Dan mengukur hasil beda potensial yang ditimbulkannya pada 2 elektroda potensial (P1 dan P2). Dari data harga arus (I) dan beda potensial (V), dapat dihitung nilai resistivitas semu (ρ_a) sebagai berikut:

$$\rho_a = K \cdot \frac{V}{I}$$

D. Akuifer dan Air Tanah

Terdapat beberapa pengertian mengenai akuifer oleh beberapa ahli. Todd (1955) menyatakan bahwa akuifer berasal dari bahasa latin yaitu aqui dari kata *aqua* yang berarti air dan kata *ferre* yang berarti membawa, jadi akuifer merupakan lapisan pembawa air. Sedangkan menurut Herlambang (1996) menyatakan bahwa akuifer adalah lapisan tanah yang mengandung air, dimana air tersebut bergerak di dalam tanah akibat adanya ruang antar butir-butir tanah. Berdasarkan pendapat Todd dan Herlambang tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa akuifer merupakan lapisan di bawah permukaan yang memiliki ruang antar butir yang dapat menampung dan mengalirkan air.

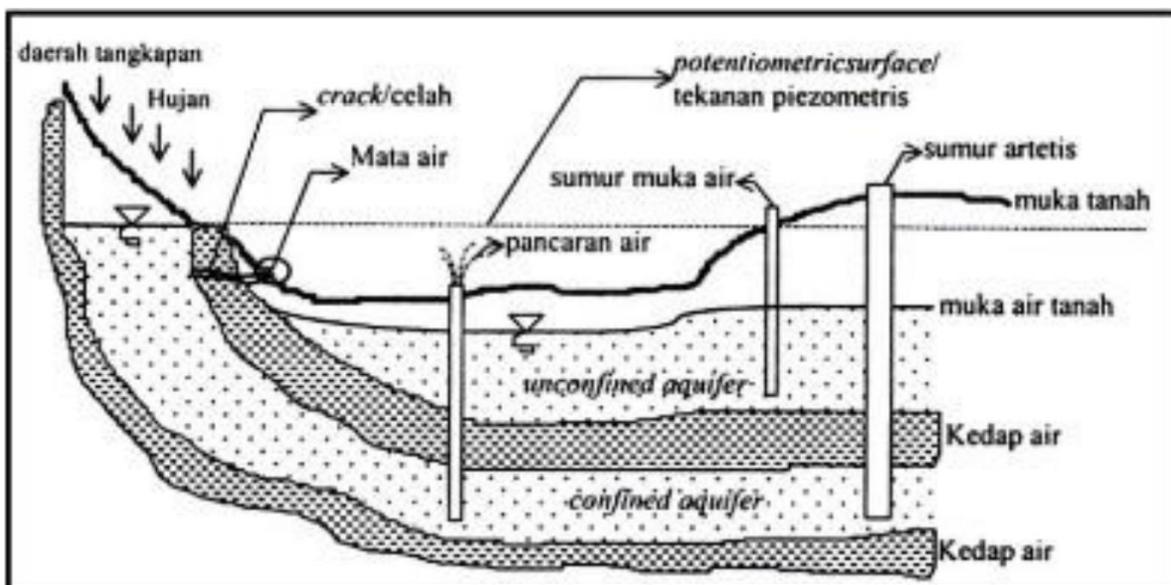
Air tanah menurut Soemarto (1989) merupakan air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Lapisan tanah yang terletak di bawah permukaan tanah dinamakan lajur jenuh (*saturated zone*), dan lajur tidak jenuh terletak di atas lajur jenuh sampai ke permukaan tanah, yang rongga-rongganya berisi air dan udara. Air yang berada pada lajur jenuh adalah bagian dari keseluruhan air bawah permukaan yang biasa disebut air tanah (*groundwater*). Air bawah bawah

tanah (*underground water dan sub terranean water*) adalah istilah lain yang digunakan untuk air yang berada pada lajur jenuh, namun istilah yang lazim digunakan adalah air tanah (Johnson, 1972).

E. Jenis – Jenis Akuifer

Akuifer merupakan lapisan di bawah permukaan yang memiliki ruang antar butir yang dapat menampung dan mengalirkan air. Terdapat beberapa jenis akuifer menurut Krussman dan Ridder (1970) diantaranya adalah sebagai berikut:

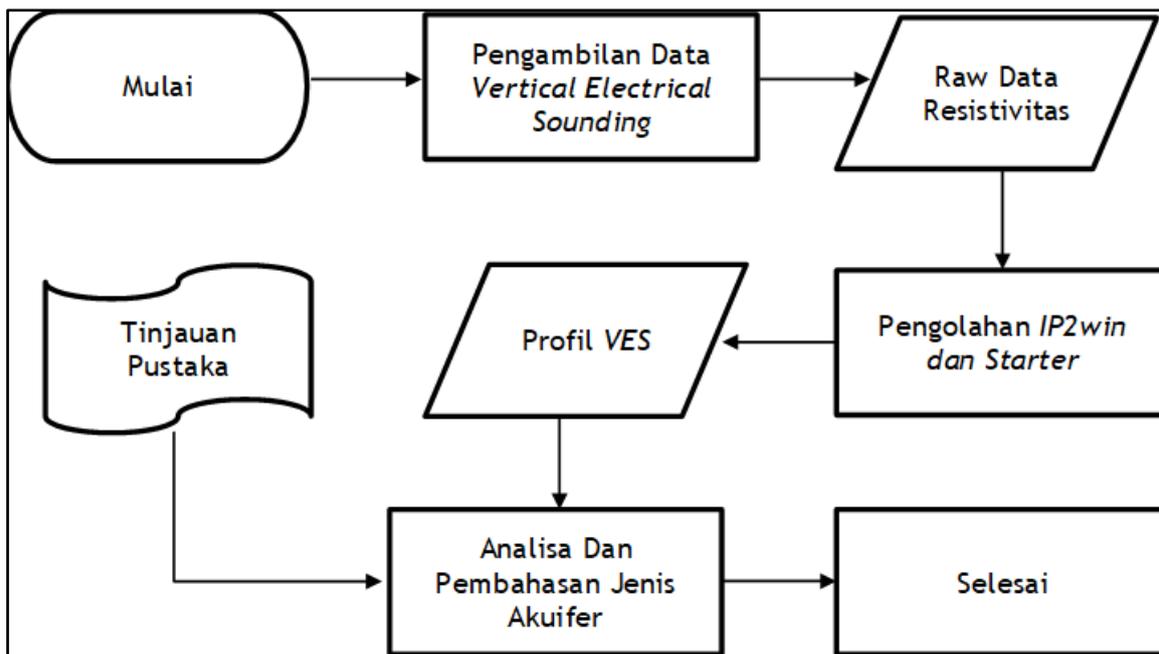
1. Akuifer Bebas (*Unconfined Aquifer*)
2. Akuifer Tertekan (*Confined Aquifer*)
3. Akuifer Semi Tertekan (*Semi Confined Aquifer*)
4. Akuifer Semi Bebas (*Semi Unconfined Aquifer*)



Gambar 3. Tipe Akuifer bebas dan tertekan (Kodoatie, 1996).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan menggunakan metode *vertical electrical sounding*, dimana metode ini menggunakan prinsip sounding satu dimensi untuk mengetahui keberadaan keragaman nilai resistivitas bawah permukaan guna mengetahui keberadaan akuifer di bawah permukaan daerah cekungan air tanah Ampibabo, Parigi – Moutong Sulawesi Tengah. Berikut Langkah penelitian yang dilakukan,



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir penelitian dilakukan beberapa langkah dalam penelitian Identifikasi Jenis Akuifer Menggunakan Metode *Vertical Electrical Sounding* Pada Daerah CAT Ampibabo, Kabupaten Parigi – Moutong, Sulawesi Tengah sebagai berikut:

1. Mendapatkan data lapangan yaitu AB/2, MN/2, V, dan I untuk dilakukan pengolahan pada *Microsoft excel* untuk mendapatkan nilai resistivitas.
2. Melakukan pengolahan pada software *IP2win* dan *Starter* dengan memasukkan data lapangan yang telah didapatkan menggunakan konfigurasi *schlumberger*.
3. Dari hasil pengolahan menggunakan software *IP2win* dan *Starter* akan didapatkan profil VES (*Vertical Electrical Sounding*) atau profil bawah permukaan.
4. Kemudian dilakukan Analisa dan pembahasan untuk menarik kesimpulan letak kedalaman dan jenis akuifer pada profil bawah permukaan.
5. Selesai.

Metode dalam melakukan interpretasi data lapangan adalah dengan melakukan interpretasi data secara kuantitatif dan interpretasi secara kualitatif. Interpretasi data secara kuantitatif adalah metode untuk menginterpretasikan suatu data dengan membahas nilai-nilai yang tercantum pada data seperti membahas mengenai variasi nilai resistivitas yang didapatkan. Secara kualitatif, akan dilakukan interpretasi mengenai litologi bawah permukaan yang dihasilkan berdasarkan variasi nilai resistivitas batuan, dengan dasar acuan berupa litologi daerah penelitian atau berupa literatur geologi regional ataupun geologi lokal daerah penelitian berdasarkan table 1.1,

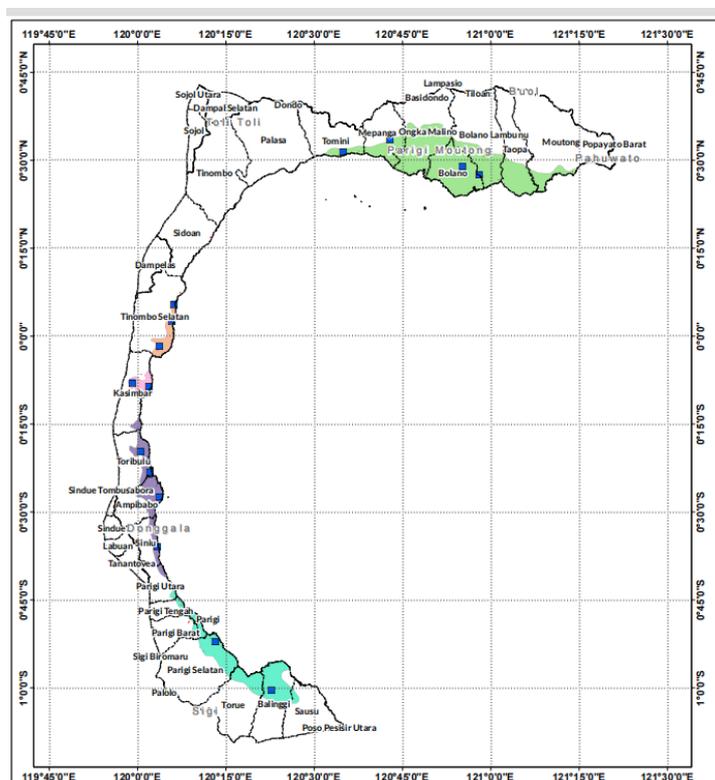
Tabel 1. Tabel Resistivitas Daerah Kabupaten Parigi Moutong

Material	Nilai Resistivitas
Air Payau	≤ 4 Ωm

Lempung	4 - 10 Ω m
Lempung Pasiran	10 - 15 Ω m
Pasir Lempungan	15 - 20 Ω m
Batupasir/Akuifer	20 - 50 Ω m
Pasir Kasar	50 - 100 Ω m
Pasir Konglomeratan/breksian	100 - 200 Ω m
Konglomerat/breksi	200 - 500 Ω m
Konglomerat/breksi kompak	500 - 1000 Ω m
Andesit/batuan kristalin	>1000 Ω m

DESAIN SURVEI PENELITIAN DAN LOKASI PENELITIAN

Cekungan air tanah Ampibao terletak pada Kecamatan Ampibabo, Kabupaten Parigi – Moutong, Sulawesi Tengah. Penelitian cenderung dekat dengan Teluk Tomini pada bagian Timur daerah obersvasi.

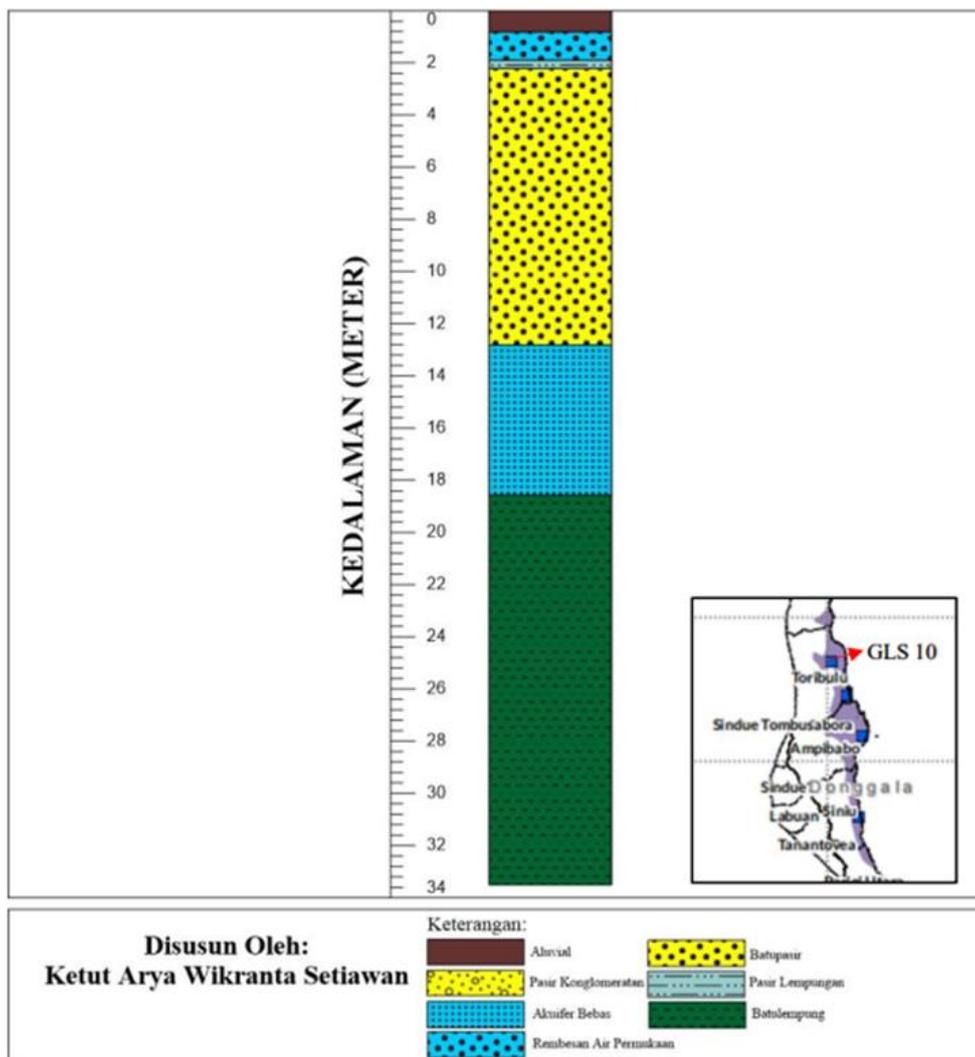


Gambar 5. Desain Survei dan Lokasi Penelitian

Daerah penelitian metode geolistrik yang dilakukan berada di cekungan air tanah Ampibabo, Kabupaten Parigi - Moutong. Pada desain survei diatas dapat diketahui 4 jumlah titik pengukuran VES. Penelitian yang dilakukan guna mengetahui menentukan keberadaan akuifer air tanah menggunakan metode VES. Panjang lintasan yang digunakan pada saat pengukuran dan 100 – 200meter untuk metode VES.

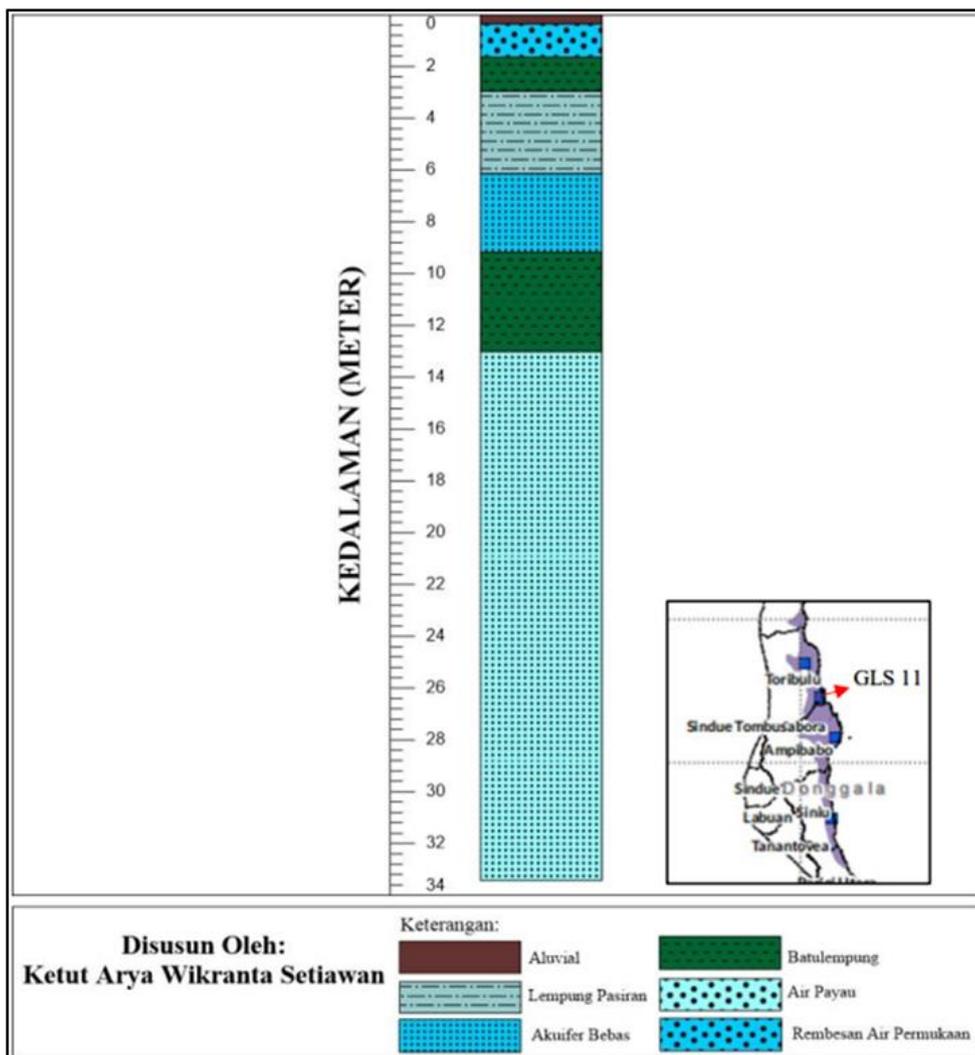
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian kali ini untuk mengidentifikasi akuifer di bawah permukaan secara kuantitatif dilakukan dengan pemodelan. Pemodelan tersebut dengan satu dimensi atau inversi satu dimensi terhadap data lapangan *Vertical Electrical Sounding*. Inverse modeling dilakukan dari data ke bentuk model dengan software IP2WIN dengan keluaran berupa grafik *curve matching* yang menunjukkan nilai resistivitas, kedalaman, dan lapisan.



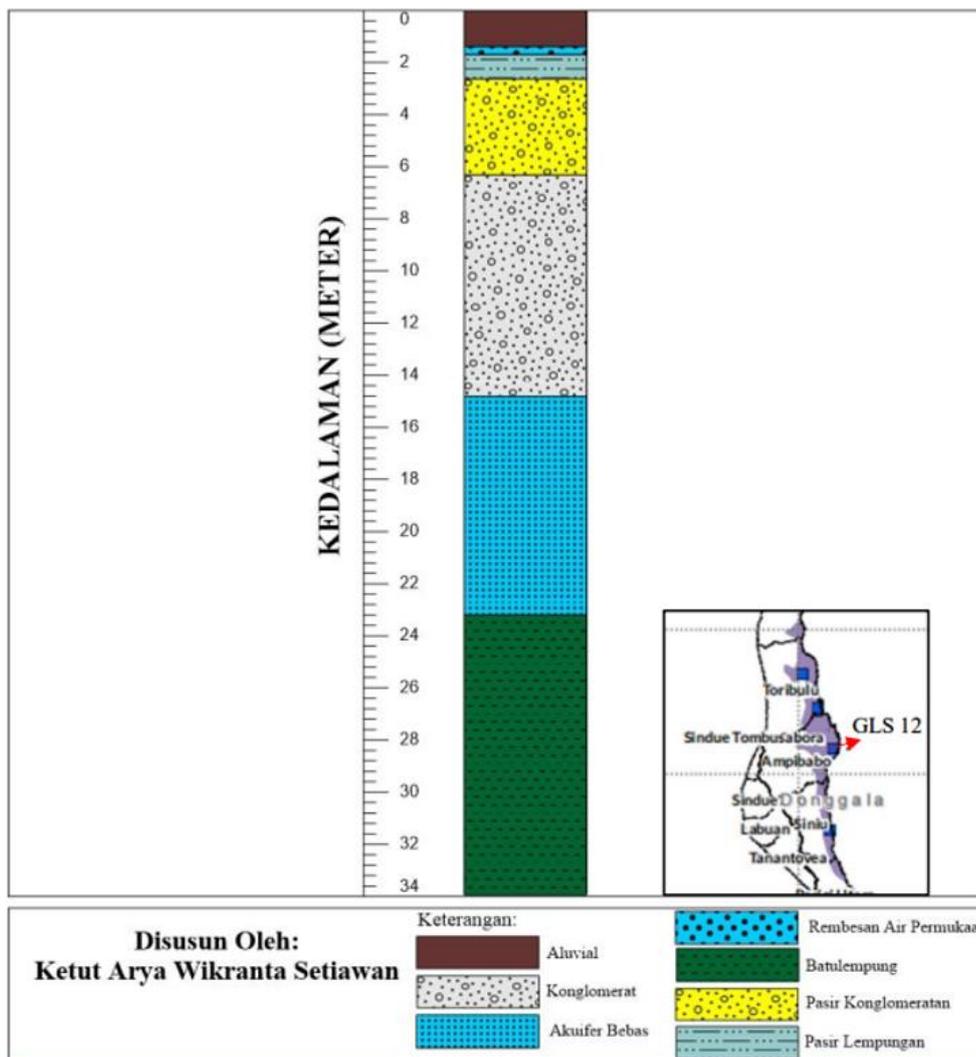
Gambar 6. Profil VES GLS 10

Berdasarkan hasil *Curve Matching* didapatkan nilai resistivitas dan diinterpretasikan pada gambar 4 kedalam batuan. Pada titik GLS 10 terletak di Cekungan Air Tanah Ampibabo dengan diperolehnya kedalaman 33,5 m dengan 7 lapisan. Lapisan pertama dengan endapan aluvial dengan kedalaman 0 -0,806m. Lapisan kedua ditemukan rembesan air permukaan dengan kedalaman 760,806 – 1,91m dengan nilai resistivitas 39,5m diikuti dengan litologi pasir lempungan dibawahnya. Lapisan keempat dan lapisan kelima merupakan lapisan batupasir dengan kedalaman 2,23 – 12,8m. Ditemukan akuifer bebas kembali pada kedalaman 12,8 – 18,6m dengan nilai resistivitas 71,2m diikuti dengan litologi batulempung.



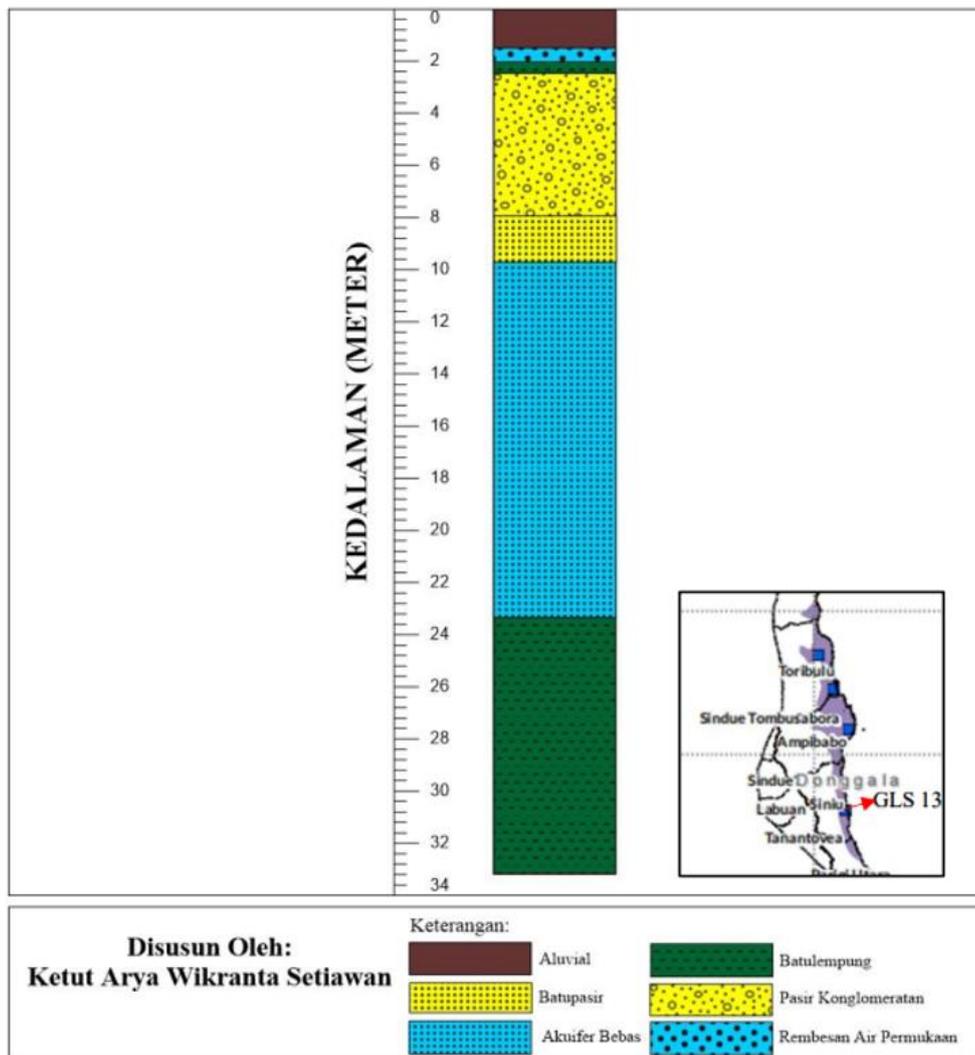
Gambar 7. Profil VES GLS 11

Berdasarkan hasil *Curve Matching* didapatkan nilai resistivitas dan diinterpretasikan pada gambar 4 kedalam batuan. Pada titik GLS 11 terletak di Cekungan Air Tanah Ampibabo dengan diperolehnya kedalaman 33,4 m dengan 7 lapisan. Lapisan pertama dengan endapan aluvial dengan kedalaman 0 – 0,369m. Lapisan kedua ditemukan rembesan air permukaan dengan kedalaman 0,369 – 1,62m dengan nilai resistivitas 31,4 ohm.m diikuti dengan litologi 78 batulempung dibawahnya dan lempung pasiran. Lapisan kelima ditemukan lapisan akuifer bebas dengan nilai resistivitas 68,8 ohm.m dengan kedalaman 6,15 – 9,17m diikuti dengan batulempung. Pada lapisan ketujuh ditemukan air payau dengan nilai resistivitas 1,43 ohm.m dengan kedalaman 13 – 33,4m.



Gambar 8. Profil VES GLS 12

Berdasarkan hasil *Curve Matching* didapatkan nilai resistivitas dan diinterpretasikan pada gambar 5 kedalam batuan. Pada titik GLS 12 terletak di Cekungan Air Tanah Ampibabo diperolehnya kedalaman 33,9 m dengan 10 lapisan. Lapisan pertama dan kedua terdiri dari endapan aluvial dengan kedalaman 0 – 1,4 m. Lapisan ketiga ditemukan rembesan air permukaan dengan nilai resistivitas 59,7 ohm.m dengan nilai kedalaman 1,4 – 1,69m diikuti dengan 80 litologi pasir lempungan dibawahnya. Lapisan kelima dan keenam memiliki litologi pasir konglomeratan dengan kedalaman 2,63 – 6,3m. Lapisan ketujuh dan kedelapan memiliki litologi konglomerat dengan kedalaman 6,3 – 14,8m. Lapisan kesembilan memiliki akuifer bebas dengan nilai resistivitas 39,6 ohm.m dan nilai kedalaman 14,8 – 23,2m diikuti lapisan batulempung dibawahnya.



Gambar 9. Profil VES GLS 13

Berdasarkan hasil *Curve Matching* didapatkan nilai resistivitas dan diinterpretasikan pada gambar 6 kedalam batuan. Pada titik GLS 13 terletak di Cekungan Air Tanah Ampibabo dengan diperolehnya kedalaman 33,2 m dengan 8 lapisan. Lapisan pertama dan kedua terdiri dari endapan aluvial dengan kedalaman 0 – 1,5 m. Lapisan ketiga ditemukan lapisan rembesan air permukaan 82 dengan nilai resistivitas 56,6 ohm.m dengan kedalaman 1,5 – 2,04m dengan diikuti lapisan pasir lempungan dibawahnya. Lapisan kelima merupakan pasir konglomeratan dengan kedalaman 2,46 – 7,94m. Lapisan keenam merupakan lapisan batupasir dengan kedalaman 7,94 – 9,73m. Lapisan ketujuh ditemukan lapisan akuifer bebas dengan nilai resistivitas 55,1 ohm.m dengan nilai kedalaman 9,73 – 23,3m diikuti dengan batulempung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Karakterisasi dan Penentuan Kualitas Air Tanah Menggunakan Metode *Vertical Electrical Sounding* Pada Cekungan Air Tanah Ampibabo, Kabupaten Parigi – Moutong, Sulawesi Tengah dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Keberadaan akuifer pada Cekungan Air Tanah Kabupaten Parigi Moutong pada 4 titik pengukuran dikategorikan sebagai akuifer bebas dengan lapisan pembawa air batupasir dan lapisan penahan air adalah batulempung.
- Kedalaman akuifer bebas yang didapatkan pada daerah penelitian berkisaran antara 6.15-23.3 meter yang dipengaruhi oleh penyusun lapisan batuan penahan air.
- Nilai resistivitas akuifer bebas yang didapatkan pada daerah penelitian berkisaran antara 20 – 50 Ω m yang dipengaruhi oleh penyusun lapisan batuan penahan air.

REFERENSI

- Damaik, Sarintan Efratani. (2018). Buku Ajar Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Sidoarjo: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Herlambang, A., (1996). Kualitas Air Tanah Dangkal di Kabupaten Bekasi. Bogor:Program Pascasarjana, IPB.
- Herlambang, A., (1996). Kualitas Air Tanah Dangkal di Kabupaten Bekasi. Bogor:Program Pascasarjana, IPB.
- Johnson dan Rising., (1972). Math on Call: A Mathematics Handbook, Great Source Education Group, Inc./Houghton Mifflin Co.
- Kanata, Bulkis dan Zubaidah., (2008). Pemodelan Fisika Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Investigasi Keberadaan Air Tanah. Jurnal Vol.7 No. 1 Januari –Juni 2008.Mataram.
- Kodoatie, Robert., (1996). Pengantar Hidrologi. Yogyakarta: Andi Offset.
- Krussman, G.P. and Ridder, N.A., (1970). Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement.
- Leeuwen, Van T. M. (1994). 25 Years of Mineral Exploration and Discovery in Indonesia. Journal of Geochemical Exploration. 50, h.13-90.
- Reynolds, M.J., (1997). An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. The University of Michigan.
- Sukamto. (1973). Peta Geologi Lembar Palu, Sulawesi.
- Surono., Hartono., dan Udi. (2013). Buku Sulawesi. Lipi Press: Bandung.
- Sunaryo, dkk., (2003). Penentuan Lapisan Akuifer dengan Metode Geolistrik Resistivitas di Desa Tempuran, Jatilangkung dan Awangawang, Kec. Pungging, Kab. Mojokerto. Proceedings Of Joint Convention Jakarta 2003 The 32nd IAGI and The 28th HAGI Annual Convention and Exhibition. Jurnal. UNIBRAW Malang. Hal.13.
- Telford, W.M. Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. (1990). Applied Geophysics. Second Edition. New York: Cambridge University Press.
- Todd, D. K., (1955). Groundwater Flow in Relation to a Flooding Stream. Am. Soc. Civil Eng. Proc., 81 Separate No. 628, Hal. 1-20.