



dapat diakses melalui
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo/index>



Sebaran Akuifer di Kelurahan Watudambo Provinsi Sulawesi Utara dengan Menggunakan Metode Eksplorasi Geolistrik Resistivitas

As'ari As'aria*, Meidy Rosalie Pulua^a, Handy Indra Regain Moseya^a, Seni Herlina Juita Tongkukut^a, Verna Albert Suoth^a

^aProdi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sam Ratulangi, Manado

KATA KUNCI

Akuifer
 Resistivitas
 Geolistrik
 Watudambo
 Dipol-dipol

ABSTRAK

Penelitian potensi sebaran air tanah dilakukan di Kelurahan Watudambo Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara dengan menggunakan analisis pengukuran metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipol-dipol. Akuisisi data dilakukan pada 2 lintasan pengukuran. Panjang tiap lintasan 480 m dan jarak spasi tiap elektroda adalah 10 m. Data diolah menggunakan *software Res2dinv*. Berdasarkan pemodelan 2D nilai resistivitas yang didapat dominan sebesar $\leq 292 \Omega\text{m}$ pada kedua lintasan sepanjang 480 m yang diinterpretasikan sebagai batuan pasir, lempung dan alluvium. Sebaran akuifer diidentifikasi dengan nilai resistivitas sebesar $\leq 57 \Omega\text{m}$ pada kedua lintasan. Pada lintasan 1 terdapat 5 titik akuifer yang berada pada kedalaman 3-70 m dari permukaan tanah dan diestimasi akuifer yang memiliki cadangan volume air tanah terbesar pada akuifer 3. Pada lintasan 2 terdapat 4 titik akuifer pada kedalaman 5 - 70 m dari permukaan tanah dan akuifer 3 diestimasi memiliki cadangan volume air terbesar.

KEYWORDS

Aquifer
 Resistivity
 Geoelectric
 Watudambo
 Dipole-dipole

ABSTRACT

The groundwater potential research has been conducted in Watudambo Village, North Minahasa Regency, North Sulawesi Province by utilizing the resistivity geoelectrical measurement method of dipole-dipole configuration. The data acquisition were taken form 2 measurement lines. The length of each line is 480 m with a spacing of 10 m for each electrode, processed using the *Res2dinv* software. Based on 2D modeling the dominant resistivity value of $\leq 292 \Omega\text{m}$ on both 480 m long lines which are interpreted as sandstone, clay rock and alluvium. The spread of groundwater identified by resistivity value of $\leq 57 \Omega\text{m}$ on both lines. On line 1 there are 5 aquifer points that are at a depth of 3-70 m from ground level and are estimated to have the largest reserve volume of groundwater in aquifer 3. On line 2 there are 4 aquifer points at a depth of 5-70 m from ground level and aquifer 3 are estimated to have the largest reserve volume of water.

TERSEDIA ONLINE

01 Februari 2023

Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang penting dalam kelangsungan hidup di bumi ini. Pemanfaatan air tidak hanya sekedar air minum dan kebutuhan rumah tangga melainkan banyak aspek kehidupan yaitu pertanian, pertambangan bahkan pariwisata. Peranan sumber daya air untuk

mendukung pembangunan tersebut ialah kuantitas air yang lebih untuk keperluan penduduk sehari-hari, mengairi sawah/lahan pertanian dan industri. Kuantitas air yang berkualitas akan menunjang sektor pertanian Indonesia sebagai salah satu sumber mata pencaharian penduduk. Sebagai bentuk dukungan pembangunan nasional yang bertujuan kemakmuran merata, penduduk

*Corresponding author:

Email address: as.ari2222@unsrat.ac.id

Published by FMIPA UNSRAT (2022)

diharapkan memproteksi dan memanfaatkan air permukaan maupun air tanah dengan sebaik-bijaknya (Edisar *et al.*, 2016). Pemanfaatan air harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan generasi mendatang sebagai upaya pemenuhan kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari dengan kondisi air tanah yang sehat, murah dan tersedia dalam jumlah yang sesuai kebutuhan (Gijoh *et al.*, 2017). Derajat kelangkaan air makin meningkat disebabkan penduduk yang bertambah dengan cepat disertai pola hidup yang menuntut penggunaan air yang relatif banyak makin menambah tekanan terhadap kebutuhan kuantitas air.

Sumber utama air yang ada di permukaan dan di bawah permukaan tanah berasal dari hujan. Hujan yang turun ke bumi sebagian akan mengalir sebagai air permukaan dan sebagian lagi meresap ke dalam tanah, kemudian membentuk air tanah. Air tanah sebagai salah satu komponen penting dari sumber daya untuk penyediaan air dan sebagaimana andalan utamanya adalah keberadaan air tanah yang hampir dapat ditemui di setiap lahan tanah (Prayogo, 2009). Pada saat kekeringan yang berkepanjangan dimana ketersediaan air bawah permukaan menjadi sangat sedikit, air tanah berperan sebagai cadangan strategis dalam rangka penyediaan air untuk masyarakat (Famiglietti, 2014).

Air tanah disimpan dalam lapisan pembawa air yang disebut akuifer. Air di akuifer mungkin merupakan salah satu hasil air terpenting, yang dapat memenuhi kebutuhan air di bumi. Untuk mendapatkan gambaran lapisan pada akuifer dibutuhkan kegiatan penelitian bawah permukaan. Penelitian di bawah permukaan tanah dapat digunakan untuk menentukan keberadaan air (akuifer) (Sulu *et al.*, 2015). Kegiatan penyelidikan melalui permukaan tanah atau bawah permukaan haruslah dilakukan untuk mengetahui keberadaan atau tidaknya lapisan pembawa air (akuifer). Meskipun air tanah tidak dapat langsung diamati namun penyelidikan permukaan tanah merupakan awalan penting untuk menggambarkan setidaknya mengenai lokasi keberadaan air tanah tersebut (Usman *et al.*, 2017).

Metode geolistrik dikenal memiliki 2 teknik pengukuran yaitu metode geolistrik resistivitas secara *mapping* dan secara *sounding*. Metode geolistrik resistivitas *mapping* merupakan metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas-lapisan bawah permukaan secara horizontal sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi resistivitas batuan di bawah permukaan secara vertikal (Menke, 1984). Menurut (Kringler *et al.*, 2020) pengusulan pemetaan geoelektrik dengan jarak elektroda tetap spesifik target sebagai cara yang efisien untuk melacak anomali resistivitas yang terselesaikan dari profil ERT (*Electric Resistivity*

Tomography) awal. Setelah diidentifikasi, anomali dan sub-area yang relevan dengan proyek dapat menjadi target penyelidikan lebih rinci. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mahmoud dan Tawfik, (2015) menggunakan metode geolistrik secara *sounding* membuktikan bahwa VES (*Vertical Electrical Sounding*) merupakan metode yang hasilnya lebih akurat dan akuisisi data yang cepat.

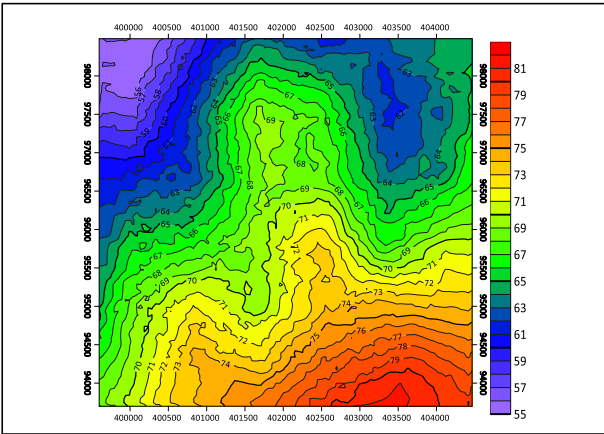
Metode geolistrik merupakan metode yang banyak digunakan dan dianggap lebih baik dibanding metode lain seperti metode geologi, metode gravitasi, metode magnetik, dan metode seismik dalam hal penyelidikan permukaan tanah (Bisri, 1991). Dikatakan lebih baik dikarenakan metode geolistrik merupakan metode geofisika yang menggunakan sifat-sifat kelistrikan batuan untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik *direct current* yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Aliran arus listrik mengalir dalam tanah melalui batuan-batuan dan sangat dipengaruhi oleh adanya air tanah. Tujuan utama metode geolistrik adalah mencari resistivitas atau tahanan jenis dari batuan yang berada pada bawah permukaan tanah. Oleh karena itu, metode geolistrik dapat digunakan pada penentuan akuifer, kontaminasi air tanah dan penyelidikan mineral (Prasetiawati, 2004). Oyeyemi *et al.*, (2021) menggunakan metode geolistrik untuk mengidentifikasi akuifer, nilai range resistivitas sebesar $\pm 11.4 \Omega m$ diestimasikan sebagai akuifer.

Material dan Metode

Penelitian dilakukan pada lahan pertanian di Kelurahan Watudambo Kabupaten Minahasa Utara, akuisisi data menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipol-dipol. Pengukuran menggunakan resistivimeter MAE-X612-EM. Pengukuran dilakukan pada 2 lintasan, setiap lintasan sepanjang 48 m, 48 elektroda dan spasi antar elektroda 10 m. Data resistivitas dan topografi yang diperoleh digunakan sebagai masukan untuk diolah menggunakan perangkat lunak Res2 Dinv. Hasilnya berupa penampang lintang resistivitas 2 dimensi yang menggambarkan sebaran lapisan batuan bawah permukaan tanah berdasarkan nilai resistivitas batuan. Hasil ini dianalisis untuk memperkirakan kondisi keberadaan akuifer di lokasi penelitian.

Hasil dan Pembahasan

Kelurahan Watudambo berada di bawah kaki Gunung Klabat lebih tepatnya di bagian tenggara bawah kaki Gunung Klabat. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Manado (Efendi dan Bawono, 1997) Kelurahan Watudambo berada di kawasan gunungapi muda. Lava, bom, lapili dan abu merupakan susunan dari gunungapi muda yang membentuk Gunung Mahawu, Gunung Lokon, Gunung Klabat dan Gunung Tongkoko.



Gambar 1. Kontur topografi daerah penelitian

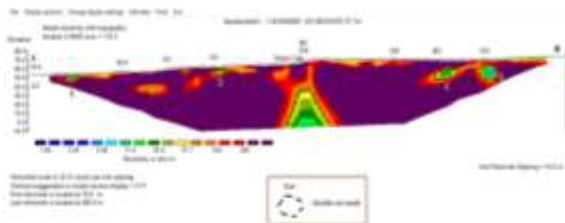
Gambar 1 menunjukkan kondisi topografi relatif landai dengan ketinggian antara 58-78 m dpl. Kondisi kontur yang demikian akan memberikan banyak kemungkinan air hujan untuk infiltrasi ke dalam tanah di tempat-tempat tertentu.

Pengukuran dilakukan pada 2 lintasan, panjang setiap lintasan 480 m dengan spasi antar elektroda 10 m. Gambar 2 menunjukkan posisi lintasan 1 dan lintasan 2,



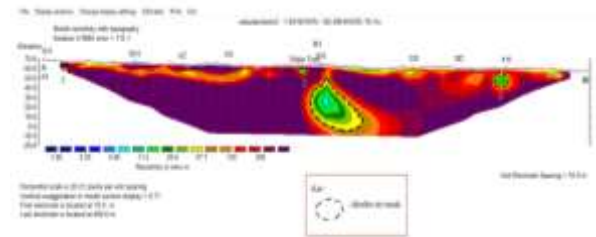
Gambar 2. Lintasan pengukuran

Data resistivitas semu dan kondisi topografi sebagai input perangkat lunak Res2Dinv, output berupa penampang lintang 2 dimensi resistivitas bawah permukaan. Penampang lintang resistivitas lintasan 1 tampak pada Gambar 3. Berdasarkan tabel nilai resistivitas mineral, resistivitas untuk air tanah adalah 10-100 Ωm (Telford et al, 1990). Muhamaden et al., 2016 melakukan investigasi geolistrik bahwa lapis ke tiga sebagai area akuifer air tanah dengan resistivitas 17-111 Ωm .



Gambar 3. Penampang lintang resistivitas bawah permukaan lintasan 1

Akuifer pada penelitian ini diidentifikasi sebagai lapisan yang mempunyai nilai resistivitas $\leq 57 \Omega m$. Batuan penyusun lapisan tanah diinterpretasikan terdiri atas pasir, lempung, alluvium dan campurannya. Gambar 3 menunjukkan bahwa lintasan 1 memiliki 5 titik dugaan adanya akuifer air tanah. Akuifer 1 terdapat diantara elektroda 3-6 pada kedalaman 3-10 m dari permukaan tanah, lebar sekitar kurang lebih 14 m dan ketebalan ± 7 m. Akuifer 2 terdapat diantara elektroda 17-19 pada kedalaman 8-12 m dari bawah permukaan tanah, lebar diperkirakan sekitar ± 15 m dan ketebalan akuifernya ± 4 m. Akuifer 3 terdapat diantara elektroda 23-27 pada kedalaman 26-70 m dari permukaan tanah, lebar sekitar 38 m dan ketebalan ± 44 m. Akuifer 4 terletak diantara elektroda 36-39 pada kedalaman 9-21 m dari permukaan tanah, lebar sekitar 22 m dengan ketebalan ± 12 m. Akuifer 5 terletak diantara elektroda 40-42 pada kedalaman 6-28 m dari permukaan tanah, memiliki lebar diperkirakan ± 14 m dan ketebalan sekitar 22 m. Daerah resapan air terdapat pada elektroda 6-9, 18-20, 25-34 dan 41-47. Kontur topografi yang agak miring menunjukkan infiltrasi yang kurang baik karena semakin miring topografi suatu daerah maka infiltrasi relatif kecil.



Gambar 4 Penampang lintang resistivitas bawah permukaan lintasan 2

Pada lintasan 2, diidentifikasi terdapat 4 titik lokasi dugaan akuifer. Gambar 4 menunjukkan akuifer 1 berada pada diantara elektroda 2-4 pada kedalaman 7-14 m dari permukaan tanah, lebar sekitar 8 m dan memiliki ketebalan ± 7 m. Akuifer 2 terdapat diantara elektroda 22-24 pada kedalaman 5-15 m dari permukaan tanah, memiliki lebar sekitar 10 m dan ketebalan sekitar 10 m. Akuifer 3 terletak diantara elektroda 24-29 pada kedalaman 15-70 m dari permukaan tanah dengan lebar sekitar 47 m dan ketebalan ± 55 m. Akuifer 4 berada pada elektroda 39-42 pada kedalaman 19-26 m dari permukaan tanah, memiliki lebar sekitar 14 dengan ketebalan sekitar 7 m. Daerah resapan air terdapat pada elektroda 4-7, 11-12, 18-20, 23-24, 25-33, 40-45. Garis kontur topografi yang landai sedikit miring, menunjukkan bahwa infiltrasi lebih baik karena topografi yang lebih landai menyebabkan semakin besar volume infiltrasi air hujan.

Akuifer 3 pada lintasan 1 terletak pada posisi elektroda 23-27 pada kedalaman 26-70 m dari permukaan tanah, akuifer ini teridentifikasi juga pada lintasan 2 yaitu pada akuifer 3 yang terletak pada elektroda 24-29 pada kedalaman 15-70 m dari permukaan tanah. Sehingga antara lintasan 1

dan lintasan 2 terdapat kesesuaian posisi akuifer. Mempertimbangkan nilai resistivitas $\leq 57 \Omega\text{m}$ dan volume akuifer yang cukup besar maka direkomendasikan akuifer 3 pada lintasan 1 dan akuifer 3 pada lintasan 2 memenuhi syarat untuk digunakan sebagai sumber air tanah.

Kesimpulan

Sebaran akuifer air tanah di Kelurahan Watudambo Kabupaten Minahasa Utara teridentifikasi dengan resistivitas $\leq 57 \Omega\text{m}$. Pada lintasan 1 terdapat 5 buah akuifer dengan kedalaman sampai 70 m. Pada lintasan 2 terdapat 4 buah akuifer dengan kedalaman mencapai 70 m. Akuifer 3 dengan kedalaman 15-70 m sebagai akuifer potensial untuk sumber air tanah.

Daftar Pustaka

- Bisri, M. 1991. Aliran Air Tanah. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- Edisar, M., Damayana, L., Juandi. 2016 Pola Aliran Air Bawah Tanah Di Perumnas Griya Biru Widya Unri Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Elektroda Schlumberger. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia (KFI)*. 13(12): 820-822.
- Efendi, A. C., Bawono, S. S. 1997. *Peta Geologi Lembar Manado Sulawesi Utara*. Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Famiglietti, J. S. 2014. The Global Groundwater Crisis. *Nature Climate Change*. 4(11) : 945-948.
- Gijoh, O. T., As'ari., Pasau, G. 2017. Identifikasi Akuifer Air Tanah Di Masjid Kampus Universitas Sam Ratulangi dan Sekitarnya dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipol-dipol. *Jurnal MIPA UNSRAT Online Manado*. 6(1): 17-20.
- Klingler, S., Leven, C., Cirpka, O. A., & Dietrich, P. 2020. Anomaly effect-driven optimization of direct-current geoelectric mapping surveys in large areas. *Journal of Applied Geophysics*. 176 : 1-10.
- Mahmoud, H. H., & Tawfik, M. Z. 2015. Impact of the geologic setting on the groundwater using geoelectrical sounding in the area southwest of Sohag - Upper Egypt. *Journal of African Earth Sciences*. 104 : 6-18.
- Menke, W. 1984. *Geophysical Data Analysis : Discrete Inverse Theory*. Academic Press. Inc, Orlando-Florida.
- Mohamaden, M.I.I., A.Z. Hamouda&Salah Mansour. 2016. Application of electrical resistivity method fore groundwater exploration at the Moghra area, Western Desert, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research* 42:261-268.
- Oyeyemi, K. D., Aizebeokhai, A. P., Metwaly, M., Oladunjoye, M. A., Bayo-Solarin, B. A., Sanuade, O. A., & Ekhaguere, O. A. 2021. Evaluating the groundwater potential of coastal aquifer using geoelectrical resistivity survey and porosity estimation: A case in Ota, SW Nigeria. *Groundwater for Sustainable Development*. (Article in Press).
- Prasetiawati, Lukei. 2004. Aplikasi Metode Resistivitas dalam Eksplorasi Endapan Laterit Nikel serta Studi Perbedaan Ketebalan Endapannya Berdasarkan Morfologi Lapangan. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Prayogo. 2009. Kajian Air Tanah Dengan Teknologi Geolistrik Di Desa Padang Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 5(2): 165-172.
- Sulu, S., As'ari, Tongkukut, S. H. J. 2015. Pemetaan Akuifer Air Tanah di Wilayah Kampus UNSRAT Manado dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan. *Jurnal Ilmiah Sains*. 15(1) :20-25.
- Telford, W. M., L. P. Geldart & R. E. Sheriff. 1990. *Applied Geophysics*, 2nd. Cambridge and Hall, New York.