

Metode Geolistrik Elektroda Schlumberger untuk Pemetaan Air Tanah di Kecamatan Sandubaya, Kota Mataram

Muhammad Zuhdi¹, Bakti Sukrisna²

¹. Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mataram

². Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mataram

Article history

Received: June 1st, 2023

Revised: June 16th, 2023

Accepted: June 29th, 2023

*Corresponding Author:

Muhammad Zuhdi, Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mataram

Email: mzuhdi@unram.ac.id

Abstract: Tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan potensi air tanah di Desa Babakan, Kecamatan Sandubaya, Kota Mataram, Propinsi Nusa Tenggara Barat. Metode Geolistrik yang digunakan adalah Vertical Electrical Sounding (VES) dengan konfigurasi Elektroda Schlumberger. Peta resistivitas 3 dimensi menunjukkan sebaran batuan dan potensi air tanah yang ditunjukkan oleh nilai resistivitas listrik yang rendah. Dari analisis resistivitas yang dihasilkan pada survey ini didapatkan kedalaman water table minimum 32.0 m dan kedalaman maksimum sebesar 55.6 m. Dari selisih ketinggian dan dikombinasikan dengan data geologi dan petrologi porositas batuan, didapatkan bahwa debit air yang tersedia di area survey sebesar 17.63 liter/detik.

Keywords: Geolistrik, Pemetaan, Air Tanah

Pendahuluan

Sumberdaya airtanah mempunyai peranan yang sangat penting sebagai salah satu alternatif sumber air baku untuk pasokan kebutuhan air bagi berbagai keperluan. Pemanfaatan sumber airtanah tersebut cenderung terus meningkat dari waktu ke waktu, seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan pembangunan segala bidang di berbagai kota di Indonesia. Airtanah lebih banyak dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air baku karena kualitas airtanah pada umumnya lebih baik dibandingkan dengan air permukaan. Selain itu biaya distribusi airtanah jauh lebih murah dibandingkan biaya distribusi air permukaan yang sangat bergantung pada keberadaan sungai dan curah hujan.

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan sumber daya air khususnya Desa Babakan Kecamatan Sandubaya Kota Mataram, maka perlu dilakukan survey geolistrik Vertical Electrical Sounding (VES) untuk mendapatkan informasi mengenai potensi airtanah baik secara kualitas dan kuantitas sebagai dasar

pemanfaatan sumberdaya air. Kuantitas airtanah meliputi besarnya cadangan di dalam rongga airtanah atau akuifer dan debit yang dimiliki harus diketahui untuk berbagai aplikasi dalam penggunaannya.

Potensi airtanah untuk pemenuhan sumberdaya air sulit dihitung secara tepat karena airtanah tidak tampak dan keberadaannya sangat bergantung pada kondisi geologi. Potensi airtanah sering diperkirakan dengan menggunakan metode-metode pendugaan untuk mendapatkan data kedalaman muka airtanah dan ketebalan akuifer. Salah satu metode pendugaan yang sering digunakan adalah metode geolistrik Vertical Electrical Sounding (VES). Metode tersebut umumnya digunakan karena hasilnya lebih akurat, biaya operasionalnya yang murah, dan akuisisi data yang tepat.

Saat volume airtanah yang diperlukan lebih besar dari volume airtanah yang tersedia, maka proses produksi tidak akan berjalan optimal. Jika jumlah debit airtanah yang dibutuhkan lebih besar dari debit airtanah yang tersedia maka akan timbul fenomena-fenomena

yang dapat merugikan lingkungan sekitar diantaranya cone of depression, subsidensi tanah, dan intrusi air laut. Untuk menghindari munculnya fenomena-fenomena tersebut, maka analisis potensi airtanah diperlukan sebelum proses produksi dimulai.

Berdasarkan latar belakang di atas, penyelidikan potensi air tanah dimaksudkan untuk mendapatkan informasi potensi ketersediaan air tanah (lapisan akuifer) dan menghitung potensi debit airtanah di Desa Babakan, Kecamatan Sandubaya, Kota Mataram. Tujuannya adalah untuk inventarisasi potensi air tanah yang nantinya dapat menentukan lokasi dan desain konstruksi sumur bor produksi (deep well), sehingga faktor kegagalan untuk pembuatan sumur bor produksi dapat dihindari atau paling tidak diperkecil.

Tersedianya informasi potensi air tanah ini dapat digunakan sebagai pedoman dalam pengelolaan air tanah secara optimal dan dapat dimanfaatkan dalam desain konstruksi sumur bor produksi mencakup kedalaman maksimum sumur yang akan dibuat, Selain itu sebagai dasar pemberian saran teknis pemboran dan pengambilan airtanah dari instansi terkait dan juga sebagai sumber informasi bagi masyarakat pengguna airtanah.

Lokasi pekerjaan secara umum berada di Desa Babakan, Kecamatan Sandubaya Kota Mataram. Survey dilakukan sebanyak 4 (empat) titik di sekitar area perumahan.

Kegiatan survey geolistrik di lokasi proyek dilakukan pada tanggal 7-9 Juli 2019. Kemudian dilanjutkan dengan analisis data lapangan dan interpretasi dari hasil pemrosesan data menggunakan perangkat lunak. Hasil dari kegiatan ini dirangkum dalam bentuk laporan tertulis.

Metode

Metode geolistrik merupakan salah satu metode aktif geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis di bawah permukaan tanah dengan mempelajari sifat-sifat kelistrikan batuan. Prinsip dasar metode ini adalah dengan menginjeksikan arus listrik melalui dua buah elektroda arus dan mengukur nilai beda

potensial melalui elektroda potensial. Adanya perbedaan jenis lapisan batuan yang dilalui oleh arus listrik tersebut menyebabkan terjadinya perbedaan nilai beda potensial yang terukur di permukaan. Nilai arus dan beda potensial ini kemudian digunakan dalam penghitungan nilai resistivitas (tahanan jenis) yang selanjutnya digunakan untuk menginterpretasi jenis lapisan bawah permukaan. Nilai resistivitas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

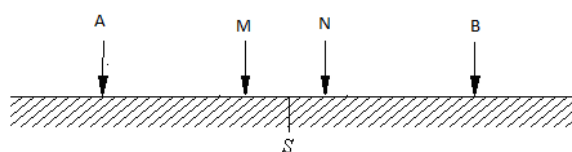
$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

Dengan ρ adalah tahanan jenis (Ωm), K adalah faktor geometri, ΔV adalah beda potensial (volt)

Sedangkan I adalah arus listrik (ampere)

Untuk tujuan mapping umumnya menggunakan konfigurasi Wenner, sedangkan untuk sounding menggunakan konfigurasi Schlumberger (Vertical Electrical Sounding). Vertical Electrical Sounding (VES) merupakan metode yang ditemukan oleh Schlumberger bersaudara pada 1920an. Metode ini menghasilkan data resistivitas 1 (satu) dimensi. Pada penggunaan metode ini, titik tengah suatu pengukuran tetap pada suatu titik, tetapi spasi antar elektroda ditambah untuk mendapatkan informasi lapisan bawah permukaan yang lebih dalam.

Pada konfigurasi ini jarak elektroda potensial (M dan N) relative jarang diubah, meskipun jarak elektroda arus (A dan B) selalu berubah-ubah. Akan tetapi harus diingat bahwa jarak elektroda arus harus jauh lebih besar dibanding jarak elektroda potensial, sebagaimana ditunjukkan oleh table 1. Perbandingan jarak AB dan MN mengikuti aturan $AB/2 \geq 3 MN/2$ (Telford, 1990). Dalam pelaksanaannya, konfigurasi ini sangat efektif dan efisien untuk survey pendugaan lapisan akuifer/airtanah.



Gambar 1. Konfigurasi Schlumberger (Telford, 1990)

Data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan adalah besarnya arus dan beda potensial pada susunan elektroda tertentu. Data lapangan yang didapat dari proses akuisisi dijadikan sebagai masukan pada perangkat lunak pengolah data geolistrik. Namun sebelumnya perlu dilakukan terlebih dahulu proses koreksi geometri lapangan untuk setiap data lapangan. Data tersebut awalnya diolah dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel kemudian dilanjutkan dengan IP2Win untuk pemodelan kondisi bawah permukaan. Hasil pengolahan data yang didapatkan berupa nilai tahanan jenis (resistivitas) untuk tiap-tiap lapisan pada kedalaman tertentu. Ipi2WIN adalah program komputer yang secara otomatis dan/atau semi otomatis menentukan model 1 (satu) dimensi, vertikal di bawah permukaan dari data lapangan hasil pengukuran. Perangkat lunak ini didasarkan pada metode inversi. Prinsip dasar pengolahannya menggunakan inversi linear kuadrat terkecil (Loke&Barker, 1996) dengan modifikasi model awal secara iterative hingga diperoleh model yang responnya cocok dengan data hasil pengamatan. Modifikasi model didasarkan informasi mengenai sensitivitas parameter observasi (data) terhadap perubahan model.

Tahap akhir pengolahan data menggunakan perangkat lunak Rockwork 15 untuk pemodelan 3 (tiga) dimensi dari data log yang diperoleh pada pengolahan menggunakan IP2Win. Hasil pengolahan berupa penampang distribusi tahanan jenis (resistivitas). Citra warna yang menggambarkan distribusi tahanan jenis memberikan informasi tentang kandungan yang terdapat dalam struktur bawah permukaan tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran geolistrik menggunakan alat G-Sound – Single Channel Earth Resistivity Instrument dengan panjang lintasan maksimal 600 meter. Pengukuran dilakukan sebanyak 4 titik pengukuran di area Perumahan Arafindo

Agung Lestari Babakan, Kelurahan Sandubaya Kota Mataram. Posisi koordinat lintang dan bujur titik pengukuran tercantum dalam Tabel 1.

Data hasil pengukuran geolistrik yang didapat dari hasil pengukuran dilapangan merupakan nilai resistivitas semu kemudian diolah dengan menggunakan software IP2Win untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya (true resistivity). Nilai tahanan jenis ini mencerminkan nilai tahanan jenis per lapisan batuan di bawah permukaan pada posisi bawah titik pengukuran. Setelah diketahui tahanan jenis sebenarnya maka dilakukan interpretasi batuan sesuai dengan nilai tahanan jenis batuan yang diambil dari Telford dkk. (1990)

Tabel 1. Posisi koordinat lintang dan bujur titik pengukuran

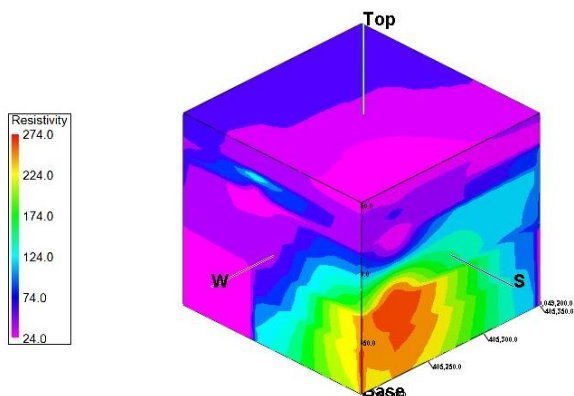
No	Titik Pengukuran	Kode	Koordinat (UTM)	Elevasi (m)
1	Titik 1	AG1	405347.26; 9049281.79	47
2	Titik 2	AG2	405191.65; 9049290.04	34
3	Titik 3	AG3	405222.69; 9049353.38	32
4	Titik 4	AG4	405219.99; 9049195.82	48

Penggambaran mengenai keadaan lapisan batuan secara vertical diperoleh dari penampang tegak tahanan jenis masing-masing dari pengukuran geolistrik pada titik duga. Penampang vertikal lapisan batuan sering disebut sebagai borelog atau diagram pagar. Borelog dapat mengukur ketebalan akuifer dan kedalaman akuifer di titik pengukuran.

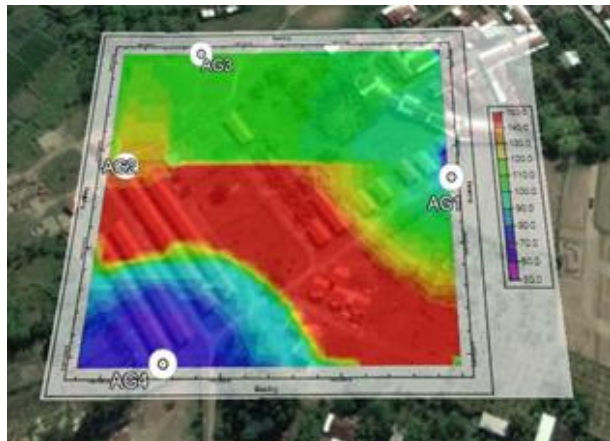
Setelah diketahui model penampang borelog 3 dimensi dari masing-masing titik duga kemudian dibuat penampang sebaran 3 dimensi dari nilai tahanan jenis menggunakan software Rockwork 15. Langkah ini dilakukan untuk menentukan pola aliran akuifer yang ada di bawah permukaan secara keseluruhan berdasarkan sebaran nilai tahanan jenis (resistivity) sebenarnya yang diperoleh dari pengolahan software IP2Win sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.

Pergerakan airtanah dapat diketahui dari nilai gradient hidrolis, konduktivitas hidrolis dan pola garis aliran airtanah (flownet). Gradien hidrolis dapat diperoleh dengan melakukan pembagian antara beda kedalaman muka

airtanah dengan panjang lintasan airtanah. Pergerakan airtanah digunakan untuk mengetahui daerah resapan (recharge area) dan daerah tangkapan air (discharge area). Arah aliran airtanah dapat pula menjadi acuan perhitungan potensi airtanah pada lokasi penelitian. Software Rockwoks 15 digunakan sebagai analisis pergerakan airtanah.



Gambar 2. Sebaran 3 dimensi nilai resistivitas



Gambar 3. Peta Kontur Kedalaman Akuifer

Gambar 3. menunjukkan peta kedalaman akuifer. Warna ungu menunjukkan kedalaman akuifer dangkal, sedangkan warna merah menunjukkan akuifer dalam. Dari gambar 3. diketahui bahwa muka air tanah pada AG1, AG2 dan AG3 lebih dalam dibandingkan dengan muka air tanah pada titik pengukuran AG4. Berdasarkan kedua hal tersebut dapat di ketahui daerah sekitar AG4 sebagai recharge area (daerah resapan) dan daerah sekitar AG1,

AG2 dan AG3 sebagai discharger area (daerah tampungan).

Simpulan

Dari hasil survey geolistrik dengan melakukan pengukuran titik-titik pendugaan geolistrik di 4 titik di Perumahan Arafindo Agung Lestari babakan, Kecamatan Sandubaya Kota Mataram, maka dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya di empat titik pengukuran tersebut di atas dijumpai akuifer yang berpotensi airtanah tinggi. Di semua titik pengukuran dijumpai akuifer bebas dengan pembawa akuifer diinterpretasikan sebagai pasir. Kedalaman akuifer mulai dari kedalaman 32 meter (AG1), kedalaman 55.6 meter (AG2), kedalaman 12.5 meter (AG3) dan kedalaman 44.1 meter (AG4). Dari hasil perhitungan potensi debit airtanah menggunakan persamaan Darcy diperkirakan debit air tanah di Desa Babakan sekitar 17.63 lt/detik.

Daftar Pustaka

- Iksan Bin Matrais, Dieter P., Leo W.S. & Raden Sukardi, 1972, "Hydrogeology of the Island of Lombok", Geological Survey of Indonesia, Bandung.
- Kodoatie, Robert J. 1996. Pengantar Hidrogeologi. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Loke MH dan Barker. 1996. Rapid Least Squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection by A Quasi Newton Method, *Geophysical Prospecting*, 44, 131-152.
- Mangga, Andi S., Atmawinata S., Hermanto B., Setyogroho B dan Amin TC. 1994. Peta Geologi Lembar Lombok, Nusa Tenggara Barat. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi: Bandung
- Reynolds JM. 2011. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, Second Edition. Wiley-Blackwell: UK
- Telford WM., Geldar LP dan Sheriff RE. 1990. Applied Geophysics, Second Edition. Cambridge University Press: UK

Todd, D dan Mays, L. 2005. *Groundwater Hydrogeology*. Edisi ketiga. John Wiley and Sons, Inc: Hoboken.

Toto Ridwan dan Purwanto. 2000. *Peta Hidrogeologi Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa Bagian Barat*. Kantor Wilayah Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral: Propinsi Nusa Tenggara Barat

Wafid M., Sugiyanto., Pramudyo T dan Sarwondo. 2014. *Resume Hasil kegiatan Pemetaan Geologi Teknik Pulau Lombok Skala 1:250.000*. Pusat Sumber Daya Air tanah dan Geologi Lingkungan, Badan Geologi: Bandung