

RESEARCH ARTICLE

Groundwater Distribution and Potency in Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jember based on 3-Dimensional Resistivity Data Modeling

(Pemodelan Sebaran dan Potensi Air Tanah di FMIPA Universitas Jember Berdasarkan Data Resistivitas 3 Dimensi)

Herlina Putri Ratna Sari, Agus Suprianto^{*)}, Nurul Priyantari

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

ABSTRACT

Lack of clean water when entering the dry season is a problem that often occurs in the FMIPA University of Jember. The purpose of this research is to know and estimate the potential distribution of the aquifer in the research area. 3D modeling of resistivity data was carried out using Voxler software. The input of resistivity data from the measurement results in the research area that the inversion process had carried out. The modeling results obtained an aquifer potency of 207.862,21 m³ or 21.63% of the total volume on the model image's cross-sectional map, with an irregular distribution pattern. Finally, using this method, the modeling of the aquifer potential volume and distribution can be estimated, and can be used as consideration in the use of groundwater in the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Jember.

Kekurangan air bersih ketika memasuki musim kemarau merupakan permasalahan yang sering terjadi di lingkungan FMIPA Universitas Jember. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan memperkirakan sebaran potensi akuifer di daerah penelitian. Pemodelan 3D data resistivitas dilakukan menggunakan perangkat lunak Voxler, dengan input data resistivitas hasil pengukuran di daerah penelitian yang sudah dilakukan proses inversi. Dari hasil pemodelan diperoleh potensi akuifer sebesar 207.862,21 m³ atau 21,63 % dari total volume pada peta penampang citra model, dengan pola sebaran tidak beraturan. Dari hasil pemodelan potensi volume dan sebarannya dapat diperkirakan, dan dapat dipergunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pemanfaatan air tanah di lingkungan FMIPA Universitas Jember.

Keywords: groundwater, 3D modeling, resistivity, Voxler.

^{*)}Corresponding author:
Agus Suprianto
E-mail: a_suprianto@unej.ac.id

PENDAHULUAN

Air meliputi hampir tiga perempat permukaan bumi keberadaannya di atmosfer berupa uap dan sebagian berada di tanah berupa zat cair yang biasa kita sebut dengan air tanah [1]. Air tanah didefinisikan sebagai air yang bergerak menempati ruang antar butir-butir tanah, meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut dengan akuifer [2]. Kebutuhan air yang semakin tinggi seiring bertambahnya populasi suatu daerah, serta daerah resapan yang sudah beralih fungsi, berakibat berkurangnya jumlah persediaan air bersih dalam tanah. Fakultas MIPA Universitas Jember merupakan

salah satu lingkungan yang sering mengalami kesulitan air bersih ketika tiba musim kemarau. Sumur yang digunakan sebagai sumber air bersih untuk menopang kegiatan perkuliahan akan mengalami penurunan jumlah air ketika memasuki musim kemarau. Hal ini dapat menghambat jalannya proses pembelajaran mengingat air bersih di daerah ini juga digunakan untuk kebutuhan praktikum.

Akuifer berasal dari bahasa latin, yaitu *aqui* dan *ferre*. *Aqui* berasal dari kata *aqua* yang berarti air dan kata *ferre* memiliki arti membawa, akuifer kemudian diartikan sebagai lapisan pembawa air [3]. Potensi, tipe dan arah gerak air dapat dipengaruhi oleh struktur geologi. Kabupaten Jember memiliki topografi berbukit dan pegunungan di sisi utara dan timur,

Universitas Jember terletak di kecamatan Summersari. Kecamatan Summersari memiliki litologi *volcanic rocks* atau batuan gunung api, jenis batuan beku yang berpotensi sebagai akuifer. Selain jenis batuan tersebut, pada daerah ini juga terdapat tanah litosol dan regosol. Litosol memiliki sifat plastisitas atau lengket dan sangat rapuh sehingga dapat dengan mudah melewati tanah jenis ini. Sedangkan regosol, tanah jenis ini memiliki kemampuan menyerap air tinggi [4].

Metode geolistrik resistivitas merupakan metode dalam ilmu geofisika yang mempelajari sifat kelistrikan aliran listrik di dalam bumi. Prinsip kerja metode geolistrik adalah dengan menginjeksikan arus listrik ke permukaan tanah dan mengukur beda potensialnya. Pengukuran dilakukan dengan dua pasang elektroda, sepasang elektroda digunakan untuk mengalirkan arus ke permukaan bumi dan sepasang lainnya digunakan untuk mengukur beda potensialnya. Apabila dalam suatu medium diinjeksikan arus listrik kemudian diukur beda potensialnya, maka nilai hambatan dari medium tersebut dapat diperkirakan [5]. Metode geolistrik resistivitas menganut prinsip, setiap lapisan batuan pada bumi memiliki nilai resistivitas yang berbeda tergantung dari banyaknya kandungan air dalam batuan, sifat kimia air, jenis material penyusun batuan dan porositas batuan [6]. Resistivitas atau tahanan jenis merupakan daya hambat batuan terhadap aliran listrik yang memiliki satuan ohm. Batuan yang terisi banyak air akan memiliki resistivitas rendah [7].

Tabel 1. Nilai resistivitas batuan [8].

Material	Resistivitas (Ωm)
Pirit (Pyrite)	0.01-100
Kwarsa (Quartz)	500-80000
Kalsit (Calcite)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Garam Batu (Rock salt)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granit (Granite)	200-100000
Andesit (Andesite)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal (Basalt)	200-100000
Gamping (Limestone)	500-10000
Batu Pasir (Sandstone)	200-8000
Batu Tulis (Shales)	20-2000
Pasir (Sand)	1-1000
Lempung (Clay)	1-100
Air Tanah (Ground Water)	0.5-300
Air Asin (Sea water)	0.2
Magnetit (Magnetite)	0.01-1000
Kerikil Kering (Dry gravel)	600-10000
Aluvium (Alluvium)	10-800
Kerikil Kering (Gravel)	100-600

Metode geolistrik resistivitas sering digunakan dalam berbagai penelitian dengan skala kedalaman dangkal untuk mengetahui keadaan geologi bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas yang dihasilkan [9]. Metode geolistrik resistivitas dilakukan dengan konfigurasi elektroda sesuai dengan kebutuhan.

Terdapat dua teknik pengukuran dalam geolistrik resistivitas, yaitu teknik pengukuran *mapping* atau pengukuran perubahan nilai resistivitas bawah permukaan secara lateral atau horizontal dan *sounding* merupakan pengukuran berubah resistivitas secara vertikal [10][11]. Teknik pengukuran *mapping* dilakukan dengan melakukan perpindahan titik pengukuran sesuai garis lintasannya, dengan jarak antar elektroda arus dan potensial yang bernilai tetap. Konfigurasi elektroda dalam teknik ini yang umum digunakan yakni konfigurasi Dipole-Dipole dan konfigurasi Wenner-Schlumberger [12][13]. Teknik pengukuran resistivitas *sounding*, prinsipnya pada titik-titik pengukuran yang sama dilakukan variasi jarak antar elektroda arus dan elektroda potensial. Perubahan jarak dilakukan secara gradual dari jarak elektroda kecil kemudian membesar. Jarak elektroda sebanding dengan kedalaman lapisan yang terdeteksi. Konfigurasi yang umum digunakan adalah *Schlumberger* [14][15].

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi data resistivitas menggunakan data dari hasil – hasil sebelumnya yaitu data geolistrik resistivitas 2D Rivera [16] dan data geolistrik resistivitas 1D Buwana [17] yang kemudian dilakukan pengolahan lebih lanjut menggunakan *software Voxler*. Penggunaan *Voxler* ini banyak dilakukan untuk membuat visualisasi secara 3D dan untuk menganalisa sebaran dan menghitung volume dari obyek yang diteliti [18]. Dengan menggunakan metode ini diharapkan pola sebaran akuifer secara 3D dan potensi akuifer di lingkungan FMIPA Universitas Jember dapat diestimasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di lingkungan FMIPA Universitas Jember. Jenis data yang diperoleh merupakan jenis data kuantitatif, data tersebut berupa data sekunder dari penelitian sebelumnya yang telah melakukan penelitian di lingkungan FMIPA Universitas Jember. Variable yang diamati dan diukur dalam penelitian ini antara lain nilai arus listrik (I), beda potensial (ΔV), nilai resistivitas (ρ), Panjang

lintasan (m), koordinat titik dan elevasi, kedalaman (m) dan volumetrik (m³).

Setelah diperoleh data dari penelitian sebelumnya maka selanjutnya dilakukan pengolahan menggunakan *software* komputer sesuai dengan jenis konfigurasi, untuk geolistrik resistivitas 1D menggunakan *software* IPI2Win, pengolahan ini kemudian didapatkan nilai resistivitas, kedalaman, ketebalan dan banyak lapisan. Selanjutnya data geolistrik resistivitas 2D dilakukan pengolahan menggunakan *software* Res2Dinv pengolahan ini menghasilkan data berupa koordinat, kedalaman, nilai konduktivitas, nilai resistivitas sebenarnya dalam bentuk xyz. Setelah itu dilakukan pemodelan 3D dengan *Software* Voxler menggunakan nilai resistivitas dalam bentuk (.dat) kemudian didapatkan pemodelan citra 3D, serta mengetahui potensi akuifer daerah penelitian. Besar jumlah volumetrik suatu objek geofisika yang memiliki rentang resistivitas tertentu dapat diketahui dari menu *isosurface* pada Voxler. Nilai volumetrik tertentu dapat diketahui dari menu *isovalue*. *Isovalue* merupakan nilai resistivitas acuan yang menjadi acuan perhitungan volumetrik, pada penelitian ini menggunakan acuan resistivitas sebesar 23,24 Ωm. Perhitungan volumetrik dalam m³ atau dalam % dapat ditunjukkan pada persamaan :

$$\text{Volume air tanah (m}^3\text{)} = V_a \quad (1)$$

$$\text{Volume air tanah (\%)} = \frac{V_a}{V_{tot}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

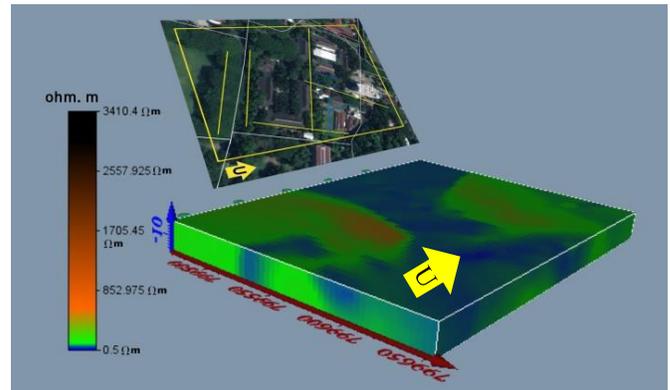
V_a = Volumetrik kurang dari *isovalue* 23,24 Ωm (dalam m³)

V_{tot} = Volumetrik total (dalam m³).

HASIL DAN PEMBAHASAN

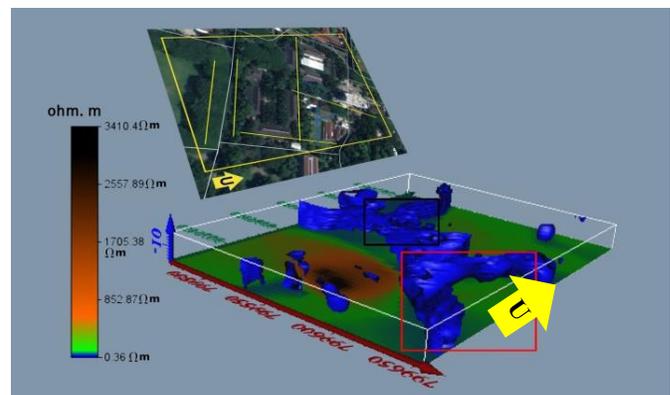
Citra sebaran resistivitas hasil pengolahan IPI2Win dan Res2Dinv divisualisasi menggunakan *Software* Voxler. Nilai x dan y merupakan koordinat dari masing - masing lintasan pengambilan data, nilai z merupakan kedalaman sedangkan ρ merupakan nilai resistivitas. Hasil rekonstruksi dalam 3D dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 merupakan model penampang resistivitas dalam 3D. Resistivitas pada Gambar 1 berada pada rentang angka resistivitas 0,36 Ωm sampai dengan 3.410,40 Ωm. Setiap rentang nilai resistivitas tertentu menunjukkan warna yang berbeda sesuai dengan jenis lapisan bawah permukaannya. Pola warna

hijau merupakan daerah yang diidentifikasi sebagai tanah lempung dengan nilai resistivitas antara (23,24 - 100) Ωm dengan kedalaman berada pada angka 10m, lempung tersebar hampir di setiap lokasi penelitian berada pada sisi barat daya dan utara daerah penelitian, daerah dengan pola warna jingga diidentifikasi sebagai kerikil jumlahnya lebih sedikit jika dibandingkan dengan lempung daerah ini memiliki rentang resistivitas sebesar (100-600) Ωm.



Gambar 1. Peta penampang resistivitas di Fakultas MIPA dalam 3D menggunakan Voxler secara vertikal

Daerah terakhir yang ditunjukkan dengan warna biru pada citra model diidentifikasi sebagai daerah sebaran akuifer. Setelah diketahui hasil dari sebaran nilai resistivitas seluruh daerah penelitian, selanjutnya dapat diketahui besar volume akuifer daerah tersebut menggunakan menu *isosurface* pada voxler. Nilai resistivitas antara 0,36 Ωm - 23,24 Ωm merupakan resistivitas rendah. Daerah ini memiliki volume sebesar 21,63% dari total volume seluruhnya yang berarti sebesar 207.862,21 m³ dari jumlah volume total pada Gambar 1 sebesar 960.965,57 m³.



Gambar 2. Pola sebaran akuifer daerah penelitian secara vertikal

Pola sebaran akuifer daerah penelitian pada Gambar 2 ditunjukkan oleh warna biru, dengan nilai resistivitas pada warna tersebut bernilai (23,24) Ωm membentuk pola tidak menentu yang sebagian saling terhubung. Akuifer yang nampak pada citra model merupakan akuifer dangkal dengan kedalaman berkisar 3m dan kedalaman maksimal yang dapat terbaca adalah 10m, hal ini dikarenakan pada data primer yang digunakan, kedalaman dari akuifer sendiri berada pada rentang tersebut. Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui jika daerah sebaran akuifer terbaik berada pada daerah tengah yang kemudian bersambung ke sisi barat sebagian, ke sisi timur dan kemudian sisi tenggara pada peta citra model. Jika didasarkan pada peta *google earth* maka daerah tengah merupakan area Gedung Biologi dan Masjid Fakultas, daerah barat merupakan daerah di sisi barat pojok Gedung Jurusan Matematika lokasi ini berada pada koordinat $08^{\circ} 09' 49,9''$ lintang selatan, $113^{\circ} 43' 9''$ bujur timur. Sedangkan daerah timur bagian selatan berada di daerah belakang Gedung Jurusan Kimia membentuk aliran yang terhubung dari utara hingga selatan pada koordinat $08^{\circ} 09' 54,1''$ lintang selatan, $113^{\circ} 43' 07,8''$ bujur timur s/d $08^{\circ} 09' 50,7''$ lintang selatan sampai dengan $113^{\circ} 43' 09,4''$ bujur timur serta bersambung ke arah tenggara. Pada citra model bagian sisi selatan daerah penelitian atau lebih tepatnya belakang gedung Jurusan Fisika juga terdapat potensi akuifer meskipun tidak terlalu banyak jika dibandingkan dengan daerah penelitian lainnya, titik akuifer selanjutnya berada pada koordinat $08^{\circ} 09' 48,02''$ lintang selatan $113^{\circ} 43' 08,09''$ bujur timur tepatnya berada di timur Gedung baru Utara Fakultas MIPA.

KESIMPULAN

Dari hasil pemodelan 3D dapat diketahui pola sebaran dan dugaan volume potensi air tanah yang di FMIPA Universitas Jember. Lingkungan FMIPA Universitas Jember merupakan daerah yang didominasi dengan tanah lempung dan memiliki potensi air tanah sebesar $207.862,21 \text{ m}^3$ atau 21,63% dari total volume penampang citra model. Dengan pola sebaran abstrak yang sebagian saling menyambung dari sisi barat, tengah, hingga sisi timur yang bersambung hingga ke sisi tenggara pada peta model. Potensi air tanah terbanyak berada di bagian tengah pada penampang citra model tepatnya berada di sekitar Gedung Biologi dan Masjid Fakultas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kashef, Groundwater Engineering. Singapore: Me Graw-Hill Book Co, 1987.
- [2] D. Todd, Groundwater Hydrology. Second Edition. Singapore.: John Wiley & Sons., 1995.
- [3] M. Dimkic, Alluvial Aquifer Processes, IWA Publishing, 2021.
- [4] T. Sapei, Geologi Lembar Jember, Jawa Timur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (Indonesia), 1992.
- [5] S. Hossain, G. Kibria, S. Khan, Site Investigation using Resistivity Imaging, CRC Press, 2019
- [6] T. Davie, and N.W. Quinn, Fundamentals of Hydrology, Third Edition, Routledge, 2019.
- [7] Muhardi, R. Perdhana, and Nasharuddin, "Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara)," *Prisma Fisika*, vol.7, no. 3, pp.331-336, 2019.
- [8] W.M. Telford, L.P. Geldart, and R.F. Sheriff, Applied Geophysics (2nd ed.). Cambridge University Press, 1990.
- [9] E. Ibrahim, "Pemetaan Kawasan Bawah Permukaan Air Tanah Dangkal Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2-D Pada Daerah Kenten Tengah dan Laut, Kotamadya Palembang, Sumatera Selatan", Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia, pp. 115-122, Maret 2019.
- [10] Y. Muzakki, W. Lestari, and M.H.M. Fajar, "Pemodelan Akuifer Air Tanah Menggunakan Geolistrik Resistivitas Vertical Electrical Sounding (VES) di Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat," *Jurnal Geosain*, vol. 7, no.3, pp 111-118, 2021.
- [11] R. Manrulu, A. Nurfalaq, and I.D. Hamid, "Pendugaan Sebaran Air tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo," *Jurnal Fisika Flux*, vol.15, no.1, pp. 6-12, 2018.
- [12] J.Y. Purnama, M.I. Jumarang and Muliadi, "Identifikasi Jenis Akuifer di Kawasan Jungkat Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Dipole-Dipole," *Prisma Fisika*, vol.4, no.2, pp. 101-107, 2018.
- [13] A.R. Hakim, Hairunisa, and Nurjumiyati, "Studi Akumulasi Rembesan Air Lindi Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Mapping (Studi Kasus: TPA Supit Urang, Malang)," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 239-248, 2017.
- [14] M. Sutasoma, A. Pranggawan, and M. Arisalwadi, "Identifikasi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Candi Desa

- Provinsi Bali,” *Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, vol.3, no.2, pp. 58-65, 2018.
- [15] B. Buwana, N. Priyantari, and Supriyadi, “Identifikasi Akuifer di Fakultas MIPA Universitas Jember Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 1D Konfigurasi Schlumberger”. *Jurnal ILMU DASAR*, vol. 21, no. 2, pp. 123-132, 2020.
- [16] G.C. Rivera, Pendugaan Potensi Akuifer Dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner-Schlumberger Di Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Jember. In Skripsi. Jember: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember, 2012.
- [17] B. Buwana, Identifikasi Sebaran Akuifer dengan Metode Geolistrik resistivitas 1D Konfigurasi Schlumber di Lingkungan FMIPA Universitas Jember. In Skripsi. Jember: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember, 2019.
- [18] S.F. Yasir, J. Jani and M. Mukri, “A dataset of visualization methods to assessing soil profile using RES2DINV and Voxler software,” *Data in brief*, Vol. 24, 2019.