

Identifikasi Potensi Air Tanah di Bukit Gado-Gado Padang Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner 2D

Sarah Khairunnisa Putri Elwira*, Afdal

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 1 Agustus 2022
Direvisi: 23 Agustus 2022
Diterima: 24 Agustus 2022

Kata kunci:

elektroda
geolistrik
konfigurasi Wenner
potensi air tanah

Keywords:

electrodes
geoelectrical
Wenner configuration
Groundwater potential

Penulis Korespondensi:

Sarah Khairunnisa Putri Elwira
Email:
sarahkhairunnisa66@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi air tanah di Bukit Gado-Gado Padang menggunakan metode geolistrik tahanan jenis Konfigurasi Wenner 2D. Pengambilan data dilakukan pada 3 lintasan yang masing-masingnya memiliki panjang lintasan 60 m, jarak elektroda terpendek 1 m untuk elektroda arus dan elektroda potensial dan jumlah titik data yaitu 135. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software* RES2DINV. Hasil penelitian berupa penampang resistivitas bawah permukaan menunjukkan bahwa daerah penelitian diduga memiliki potensi air tanah berupa lapisan alluvial dan batu lempung dengan nilai resistivitas berkisar antara 24,8 - 120 Ω m pada kedalaman 1,27 - 3,96 m.

The research to determine the the potential for groundwater in Bukit Gado-Gado Padang using the Wenner configuration resistivity geoelectric method has been conducted. Data collection was carried out at 3 paths, each of which has a length of 60 meters, the shortest electrode distance is 1 meter for current and potential electrodes and the number of data points is 135. Data processing is carried out using RES2DINV software. The results of the study in the form of a resistivity subsurface section indicate that the study area is thought to have groundwater potential in the form of an alluvial layer and claystone with resistivity values ranging from 24.8 - 120 Ω m at a depth of 1.27 - 3.96 meters.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu kebutuhan dasar semua makhluk hidup terutama manusia. Pertumbuhan penduduk dan kemajuan pembangunan menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan air bersih. Kebutuhan tersebut dapat dipenuhi dengan air permukaan seperti mata air, sungai, danau. Sumber air bersih di permukaan terus berkurang akibat terjadinya kerusakan lingkungan dan pencemaran (Burger, 1992). Sebagai solusinya manusia mulai mengeksplorasi dan mengeksploitasi air bawah permukaan bumi untuk memenuhi kebutuhan terhadap air bersih.

Air tanah merupakan air yang terletak di bawah permukaan tanah yang tersimpan di dalam lapisan batuan. Sumber utama dari air tanah adalah air hujan (air *meteorit*) yang meresap ke dalam tanah dan bergerak melalui lapisan bawah permukaan kemudian mengisi celah-celah dan ruang berpori yang berada pada batuan atau tanah. Air tanah dapat ditemukan pada suatu akuifer yang merupakan suatu batuan yang bisa dimanfaatkan untuk sumur atau mata air (Hisna Baiti *et al.*, 2016). Memanfaatkan air tanah sebagai alternatif dalam memenuhi kebutuhan air bersih maka perlu terlebih dahulu mengetahui potensi air tanah.

Metode geolistrik resistivitas sangat efektif dalam eksplorasi air tanah (Khalil and Santos, 2013). Beberapa penelitian menunjukkan metode geolistrik tahanan jenis efektif digunakan untuk mencari potensi air tanah. Manrulu *et al* (2018) melakukan penelitian mengenai pendugaan sebaran air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner dan Schlumberher di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo. Hasil penelitian menunjukkan air tanah berada di permukaan sampai kedalaman 12 m, dengan jarak elektroda 17 – 31 dan nilai resistivitas 30 – 100 Ω m, kemudian kembali terlihat di jarak 39 – 72 m, dengan kedalaman sampai 12,3 m.

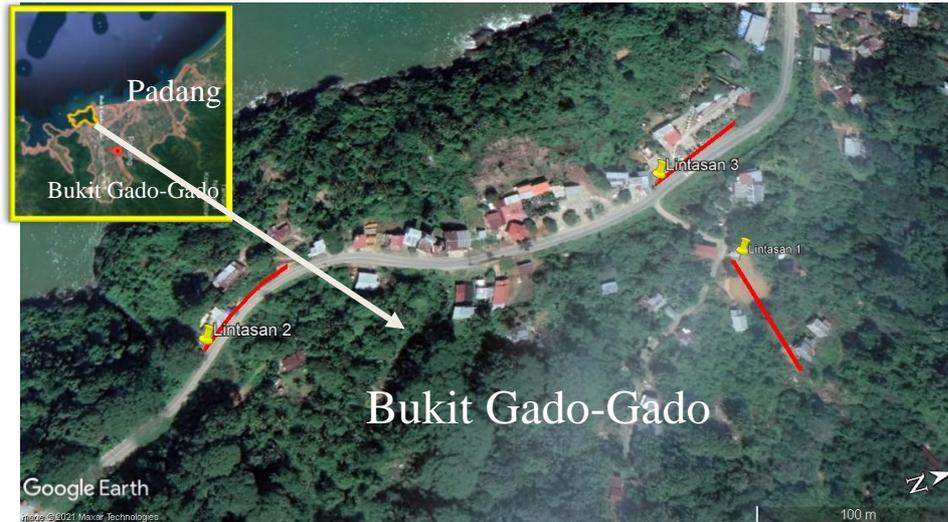
Konfigurasi Wenner 2 dimensi merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geolistrik dengan susunan elektroda terletak dalam satu garis yang simetris terhadap titik tengah. Pada konfigurasi Wenner jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah sama (Telford *et al.*, 1990). Terdapat dua metode pengukuran geolistrik di lapangan salah satunya metode *sounding*. Metode *sounding* digunakan untuk menentukan distribusi resistivitas semu secara vertikal per kedalaman (Huda, 2011). Huda (2011) melakukan penelitian mengenai pemetaan air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas Wenner *Sounding*. Hasil penelitian menunjukkan pengukuran dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner *sounding* mampu memberikan informasi nilai resistivitas batuan pada titik pengukuran, guna menduga formasi batuan pembawa sifat air tanah (akuifer).

Daerah penelitian berada di kawasan Bukit Gado-Gado Kecamatan Padang Selatan. Sejak awal tahun 2021, kawasan Bukit Gado-Gado sering dilanda kekeringan dikarenakan kemarau yang mulai melanda wilayah tersebut. Kemarau menyebabkan debit air bersih dari mata air yang ada di kawasan bukit Gado-Gado jadi jauh berkurang. Layanan air bersih dari PDAM Padang juga tidak menjangkau warga yang tinggal di kawasan perbukitan tersebut. Sebagai wilayah yang berada di ketinggian, masyarakat menggantungkan sumber air bersih dari mata air untuk memenuhi kebutuhan harian. Air bersih dari mata air dialirkan melalui selang ke rumah warga. Sumber mata air yang ada di daerah penelitian, bisa menyuplai kebutuhan air hingga 10 rumah. Saat ini debit mata air cukup kecil, pasokan air yang tersedia hanya cukup 2-3 rumah per hari. Berdasarkan penjelasan tersebut, perlu dilakukan penelitian di kawasan Bukit Gado-Gado Kecamatan Padang Selatan untuk mengetahui potensi air tanah menggunakan metode geolistrik tahanan jenis 2D Konfigurasi Wenner.

II. METODE

2.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 5 Maret 2022. Lokasi pengambilan data berada di kawasan Bukit Gado-Gado Kecamatan Padang Selatan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Pengambilan data dilakukan menggunakan satu set alat survei geolistrik Resistivitymeter. Pengambilan data dilakukan pada 3 lintasan dengan panjang lintasan 60 meter. Jarak elektroda terpendek adalah 1 meter untuk elektroda arus dan elektroda potensial dengan banyak data yaitu 135 data per lintasan. Lintasan 1 terletak pada koordinat 0°58'08"LS dan 100°21'14"BT. Lintasan 2 terletak pada koordinat 0°58'17"LS dan 100°21'13"BT. Lintasan 3 terletak pada koordinat 0°58'08"LS dan 100°21'12"BT. Lokasi penelitian terletak di atas gunung di dekat perumahan warga.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Tahap – tahap pengambilan data adalah, pertama merancang tabel akuisisi data dan *stacking chart*. Selanjutnya menentukan garis survei di lapangan berdasarkan lokasi lintasan yang telah di tetapkan pada peta. Kemudian ditancapkan ke empat elektroda (A,B, M dan N) untuk titik data pertama sesuai tabel akuisisi data. Setelah itu diinjeksikan arus dan catat besarnya (I) tersebut ke dalam tabel akuisisi data. Selanjutnya dicatat potensial yang dihasilkan (V) pada tabel akuisisi data. Kemudian dipindahkan ke empat elektroda untuk titik data kedua. Kemudian dipindahkan lagi keempat elektroda untuk titik data selanjutnya sampai titik data terakhir dan dicatat potensial (V) dan besarnya arus (I) ke dalam tabel akuisisi data.

2.2 Pengolahan Data

Tahap pertama adalah menghitung nilai faktor geometri (K) dan resistivitas semu (ρ_a) dari nilai posisi elektroda, arus (I), dan tegangan (ΔV) untuk setiap titik data dengan menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2. Tahap selanjutnya memformat dan menyimpan data. Untuk dapat diproses dengan program RES2DINV maka data resistivitas harus disimpan dalam *file* bertipe *.dat*. dengan format sesuai aturan menggunakan NOTEPAD. Kemudian melakukan proses pemodelan inversi dengan program RES2DINV, sehingga diperoleh penampang lintang 2 dimensi berdasarkan nilai resistivitas. Terakhir dilakukan koreksi kemiringan dengan menggunakan program RES2DINV.

$$K = 2\pi a \quad (1)$$

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

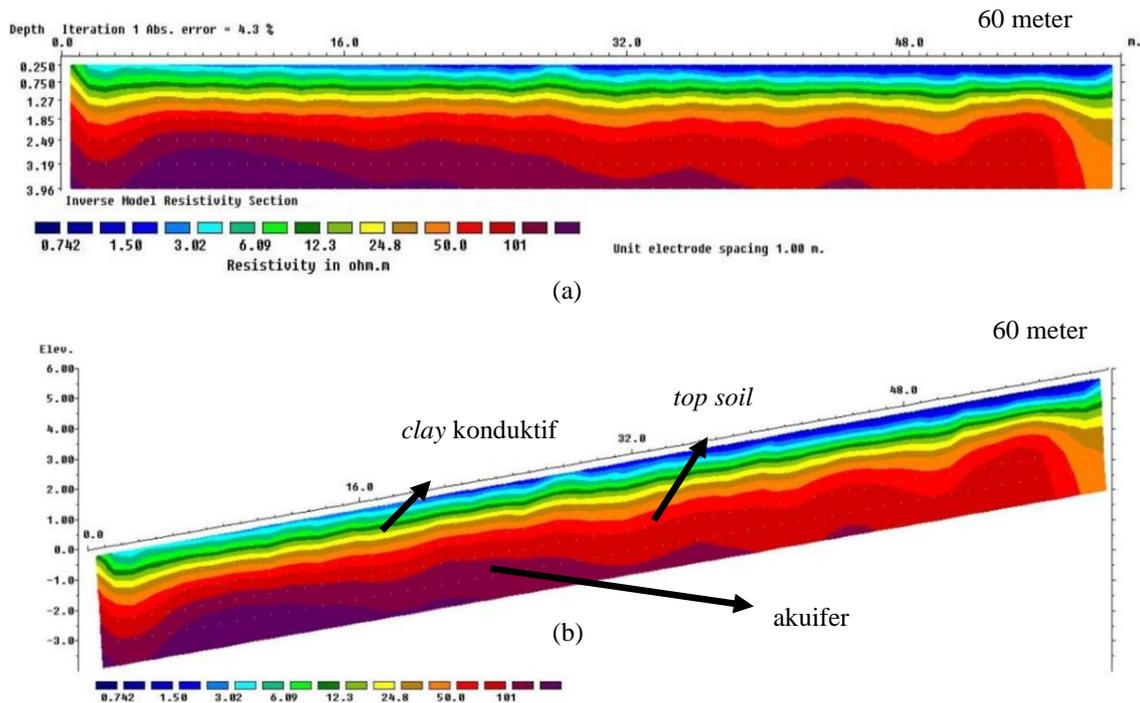
dimana k adalah faktor geometri dan ρ adalah resistivitas semu.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Lintasan 1

3.1.1 Penampang Resistivitas

Hasil inversi data geolistrik berupa penampang lintang yang memberikan informasi kedalaman dan nilai tahanan jenis dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur litologi bawah permukaan. Setelah dimasukkan nilai koreksi kemiringan, penampang resistivitas Lintasan 1 dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2a merupakan gambar penampang lintang 2 dimensi, Gambar 2b merupakan gambar penampang resistivitas dengan topografi. Inversi data geolistrik Lintasan 1 dengan *Root Mean Square* (RMS) error sebesar 4,3% dengan rentang nilai resistivitas yaitu dari 0,742–101 Ωm serta rentang nilai kedalaman yaitu 0,25–3,96 meter.



Gambar 2 (a) Penampang lintang 2 dimensi Lintasan 1
(b) Penampang resistivitas dengan topografi Lintasan 1

3.1.2 Litologi Lintasan 1

Hasil survei untuk Lintasan 1 cukup dangkal dengan kedalaman terdalam yaitu 3,96 meter sehingga tidak ditemukan batuan dasar (bedrocks) karena nilai resistivitas untuk bedrocks adalah $>200 \Omega\text{m}$ (Wahab *et al.*, 2021). Penampang resistivitas lintasan 1 (Gambar 2a) menunjukkan 3 jenis lapisan di bawah permukaan diantaranya *clay* konduktif (jenuh air) memiliki rentang nilai resistivitas yang rendah yaitu antara 0-16 Ωm dengan elevasi 0-1 meter dari permukaan tanah. Lapisan kedua yaitu lapisan *top soil* dengan rentang nilai resistivitas 30-50 Ωm dengan elevasi 1-3 meter dari permukaan tanah. Kemudian lapisan ketiga merupakan lapisan *phreatic aquifer* dengan rentang nilai resistivitas yaitu 70-101 Ωm , karena untuk lapisan *phreatic aquifer* memiliki nilai resistivitas antara 70-170 Ωm dan lapisan akuifer dengan rentang nilai resistivitas 50-101 Ωm dengan elevasi 4-5 meter dari permukaan tanah. Secara teori akuifer memiliki rentang nilai resistivitas antara 50-150 Ωm (Riwayat *et al.*, 2018).

Litologi daerah Bukit Gado-Gado sesuai dengan hasil penelitian dimana akuifer pada Lintasan 1 terdapat pada lapisan alluvial dan batu lempung. Air tanah (*groundwater*) di Lintasan 1 terdapat pada lapisan *impermeable* karena lapisan pembatas di atasnya (*top soil*) memiliki permeabilitas yang tinggi yaitu antara 45-450 m/hari. Jika lapisan di atas air tanah mempunyai permeabilitas yang tinggi akan menyebabkan pergerakan air dan zat-zat tertentu bergerak dengan cepat ke lapisan di bawahnya (Todd, 1981).

Akuifer pada lintasan 1 diduga akuifer tertekan (*confined aquifer*) dengan kedalaman 1,27-3,96 meter. Potensi air tanah di Lintasan 1 diperkirakan terdapat pada titik yang ditunjukkan pada *scale bar* berwarna ungu serta merah dengan nilai resistivitas 50,1–101 Ωm dengan jenis batuan alluvial dan batu lempung karena air tanah (*groundwater*) memiliki rentang nilai resistivitas dari 50-150 Ωm (Telford *et al.*, 1990) dengan kedalaman 1,27–3,96 meter. Pendugaan akuifer di lintasan ini diperkuat dengan terdapatnya sumur dengan kedalaman 1,5 meter yang berjarak 15 meter dari titik pertama lokasi penelitian.

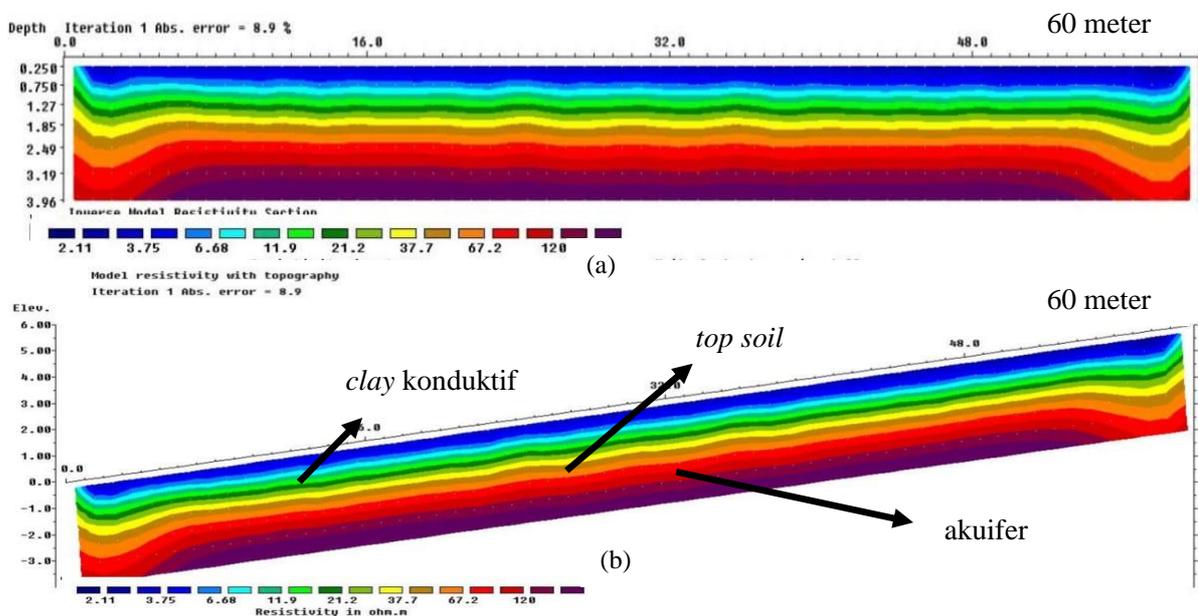
Tabel 1 Hasil Interpretasi Lintasan 1

No	Skala Warna	Nilai resistivitas (Ωm)	Elevasi (m)	Jenis batuan/material
1		0-16	0-1	Clay konduktif
2		30-50	1-3	Top soil
3		50-101	4-5	akuifer

3.2 Lintasan 2

3.2.1 Penampang Resistivitas

Setelah dimasukkan nilai koreksi kemiringan penampang resistivitas Lintasan 2 yang dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3a merupakan gambar penampang lintang 2 dimensi, Gambar 3b merupakan gambar penampang resistivitas dengan topografi. Inversi data geolistrik Lintasan 2 dengan *Root Mean Square* (RMS) error sebesar 8,9% dengan rentang nilai resistivitas yaitu dari 2,11 – 120 Ωm serta rentang nilai kedalaman yaitu 0,25 meter-3,96 meter.



Gambar 3 (a) Penampang lintang 2 dimensi Lintasan 2
(b) Penampang resistivitas dengan topografi Lintasan 2

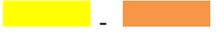
3.2.2 Litologi Lintasan 2

Berdasarkan penampang resistivitas Lintasan 2, hasil survei untuk Lintasan 2 cukup dangkal dengan kedalaman terdalam yaitu 3,96 m sehingga tidak ditemukan batuan dasar (*bedrocks*). Karena nilai resistivitas untuk *bedrocks* adalah $>200 \Omega\text{m}$ (Wahab *et al.*, 2021). Terdapat 3 lapisan pada penampang resistivitas lintasan 2 (Gambar 3a) diantaranya *clay* konduktif yang merupakan lapisan kedap air, lapisan ini memiliki rentang nilai resistivitas yang rendah yaitu antara 0-16 Ωm dengan elevasi 0-1 m dari permukaan tanah. Lapisan kedua yaitu lapisan *top soil* dengan rentang nilai resistivitas 30-50 Ωm dengan elevasi 1-2 m dari permukaan tanah. Kemudian lapisan di ketiga merupakan lapisan *phreatic aquifer* dengan rentang nilai resistivitas yaitu 70-170 Ωm dan lapisan akuifer dengan rentang nilai resistivitas 50-120 Ωm dengan elevasi 3-5 m dari permukaan tanah. Secara teori rentang nilai untuk akuifer yaitu 50-150 Ωm (Riwayat *et al.*, 2018).

Air tanah (*groundwater*) di Lintasan 2 terdapat pada lapisan *impermeable* karena lapisan pembatas di atasnya (*top soil*) memiliki permeabilitas yang tinggi. Jika lapisan di atas air tanah mempunyai permeabilitas yang tinggi akan menyebabkan pergerakan air dan zat-zat tertentu bergerak dengan cepat ke lapisan di bawahnya (Todd, 1981). Jenis akuifer pada Lintasan diduga akuifer tertekan (*confined aquifer*) dengan jenis batuan alluvial dan batu lempung. Pendugaan akuifer di

lintasan ini diperkuat dengan terdapatnya sumur dengan kedalaman 1,5 meter yang berjarak 17 meter dari titik data pertama lokasi penelitian.

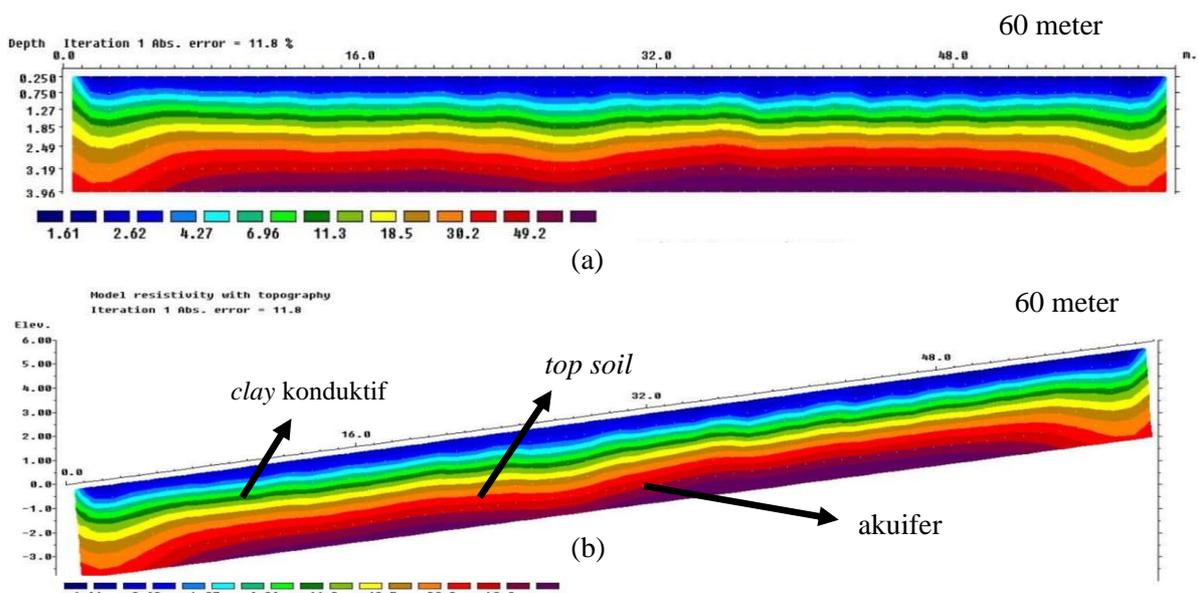
Tabel 2 Hasil Interpretasi Lintasan 2

No	Skala Warna	Nilai resistivitas (Ωm)	Elevasi (m)	Jenis batuan/material
1		0-16	0-1	Clay konduktif
2		30-50	1-2	Top soil
3		50-120	3-5	akuifer

3.3 Lintasan 3

3.3.1 Penampang Resistivitas Lintasan 3

Setelah dimasukkan nilai koreksi kemiringan penampang resistivitas Lintasan 3 yang dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4a merupakan gambar penampang lintang 2 dimensi, Gambar 4b merupakan gambar penampang resistivitas dengan topografi. Inversi data geolistrik Lintasan 3 dengan *Root Mean Square (RMS) error* sebesar 11,8% dengan rentang nilai resistivitas yaitu dari 1,61 – 49,2 Ωm serta rentang nilai kedalaman yaitu 0,25 -3,96 meter.



Gambar 4 (a) Penampang lintang 2 dimensi Lintasan 3
(b) Penampang resistivitas dengan topografi Lintasan 3

3.3.2 Litologi Daerah Penelitian

Berdasarkan penampang resistivitas, hasil survei untuk Lintasan 3 cukup dangkal dengan kedalaman terdalam yaitu 3,96 m sehingga tidak ditemukan batuan dasar (*bedrocks*). Karena nilai resistivitas untuk *bedrocks* adalah $>200 \Omega m$ (Wahab *et al.*, 2021). Terdapat 2 lapisan pada penampang resistivitas lintasan 3 (Gambar 4a) diantaranya *clay* konduktif yang merupakan lapisan kedap air dengan rentang nilai resistivitas yang rendah yaitu antara 0-16 Ωm dengan elevasi 0-1 m dari permukaan tanah. Lapisan dibawahnya yaitu lapisan *top soil* dengan rentang nilai resistivitas 30-50 Ωm dengan elevasi 1-2 m dari permukaan tanah. Berdasarkan hasil interpretasi Lintasan 3, potensi air tanah (*groundwater*) tidak terdapat atau hanya sedikit air tanah yang terdapat pada Lintasan 3 ini dengan nilai resistivitas 50 m dan dengan elevasi 2-3 m dari permukaan tanah.

Tabel 3 Hasil Interpretasi Lintasan 3

No	Skala Warna	Nilai resistivitas (Ωm)	Elevasi (m)	Jenis batuan/material
1		0-16	0-1	Clay konduktif
2		6,97 – 18,5	1-2	Top soil
3		18,6 – 30,2	2-3	akuifer

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode geolistrik tahanan jenis Konfigurasi Wenner 2D di Bukit Gado-Gado Padang, maka dapat disimpulkan bahwa pada lintasan 1 dan 2 diduga memiliki potensi air tanah dengan jenis lapisan alluvial dan batu lempung dengan kedalaman 1,27 – 3,96 meter. Sedangkan pada lintasan 3 tidak terdapat atau hanya sedikit potensi air tanah (*groundwater*). Jenis akuifer yang terdapat pada lintasan 1 dan 2 diduga akuifer tertekan (*confined aquifer*) (Todd, 1981).

DAFTAR PUSTAKA

- Burger, H.R. (1992), "Introduction to applied geophysics: Exploring the shallow subsurface", p. 660.
- Hisna Baiti, K., Sadok Siregar, S. and Wahyono, S.C. (2016), "Aplikasi Well Logging", *Jurnal Fisika FLUX*, Vol. 13 No. 2, pp. 2514–1713.
- Huda, A.M.M. (2011), "Pemetaan Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas Wenner Sounding", *Jurnal Neutrino*, Vol. 3 No. 2, pp. 175–188.
- Khalil, M.A. and Santos, F.A.M. (2013), "2D and 3D resistivity inversion of Schlumberger vertical electrical soundings in Wadi El Natrun, Egypt: A case study", *Journal of Applied Geophysics*, Elsevier B.V., Vol. 89, pp. 116–124.
- Manrulu, R.H., Nurfalaq, A. and Hamid, I.D. (2018), "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, p. 6.
- Riwayat, A.I., Ahmad Nazri, M.A. and Zainal Abidin, M.H. (2018), "Application of Electrical Resistivity Method (ERM) in Groundwater Exploration", *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 995 No. 1, available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/995/1/012094>.
- Telford, W., Geldart, L. and Sheriff, R. (1990), *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, USA.
- Todd, D.K. (1981), "Groundwater hydrology. 2nd edition", *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*.
- Wahab, S., Saibi, H. and Mizunaga, H. (2021), "Groundwater aquifer detection using the electrical resistivity method at Ito Campus, Kyushu University (Fukuoka, Japan)", *Geoscience Letters*, Springer International Publishing, Vol. 8 No. 1, available at: <https://doi.org/10.1186/s40562-021-00188-6>.