

# Korelasi Kadar Air Tanah dan Nilai Geo-Resistivitas Metode Geolistrik

Antarissubhi<sup>1</sup>, Alfi Tranggono Agus Salim<sup>1</sup>, Jeremias Leda<sup>2</sup>, Ichsan Rauf<sup>3</sup>

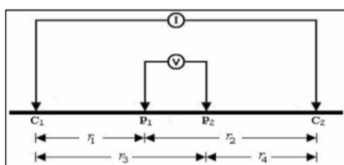
<sup>1</sup>Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Makassar Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya, Makassar Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate Indonesia

\*Corresponding author, Antarissubhi@unismuh.ac.id

## Graphical Abstract



## Abstract

Air tanah adalah air yang bergerak di dalam bumi menempati ruang butir atau ruang pori. Identifikasi untuk mengetahui keberadaan lapisan penahan air pada kedalaman tertentu, dapat menggunakan metode geofisika yaitu metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Wenner. Prinsip metode resistivitas adalah mengalirkan arus listrik ke dalam bumi dengan cara mengkontakkan dua elektroda arus, kemudian mengukur distribusi potensial yang dihasilkan. Untuk analisis kelengkapan 1D digunakan sounding data geolistrik dengan software IP2Win dan MATLAB untuk visualisasi data. Pembacaan resistivitas di lapangan dan kondisi eksisting di lapangan akan divalidasi menggunakan indeks uji laboratorium. Parameter yang dibutuhkan adalah nilai kadar air dan berat jenis, serta klasifikasi tanah berdasarkan distribusi ukuran butir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air menurun sedangkan nilai resistivitas meningkat pada setiap lapisan dengan nilai kadar air terendah berkisar 41% - 72% dan nilai hambatan sekitar 16,4 m - 552 m.

Keywords: Air Tanah, Metode Geolistrik, Konfigurasi Wenner.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## 1. PENDAHULUAN

Penelitian permukaan bumi bagian lapisan atas dan lapisan bawah guna keperluan investigasi sumber daya alam, dapat membantu dalam pengembangan ilmu kebumihian seperti ilmu geoteknik, geofisika dan ilmu-ilmu yang berhubungan bumi lainnya seperti geodesi, geografi, geomorfologi dan lain-lain. Ilmu geoteknik bertujuan untuk mempelajari sifat lapisan bumi bagian atas. Peninjauan dengan cara eksplorasi geofisika pada dasarnya adalah mengkaji gejala-gejala gangguan yang terjadi pada keadaan normal. Untuk mengatasi akibat negatif yang bisa terjadi, maka penyidikan dan pemantauan bawah lapisan bumi secara berkelanjutan dalam waktu panjang perlu dilakukan [1]. Untuk mengetahui lebih awal adanya perubahan penyimpangan sehingga akibat yang lebih besar bisa diantisipasi atau diminimalisasi dan peran geofisika cukup penting. Semakin banyak kegagalan pondasi sering dikaitkan dengan sejumlah faktor seperti kurang lengkapnya informasi tentang tanah dan batuan geologi di bawah permukaan lokasi pembangunan infrastruktur [2]. Khususnya eksplorasi pada padat bangunan atau daerah yang luas infrastruktur dan berdinamika tinggi. Selain itu, metode geolistrik dan pengeboran merupakan metode-metode non destruktif yang dapat digunakan untuk memetakan serta menginvestigasi keadaan, jenis dan desain perlapisan tanah bawah permukaan [3]. Adapun keperluan untuk mempelajari material dekat permukaan yang bersifat beraneka ragam adalah karena memiliki implikasi pada eksplorasi sumber daya alam yang letaknya tidak jauh dari permukaan, peningkatan kualitas kontrol bangunan infrastruktur dan lingkungan [4].

Prainvestigasi merupakan salah satu komponen penting dalam rancang bangun infrastruktur bawah permukaan. Pembangunan infrastruktur permukaan berasosiasi dengan resiko, karena pengetahuan secara visual kondisi tanah terbatas. Metode geolistrik menjadi salah satu alat atau sarana untuk memprediksi kondisi tanah permukaan [5].

Penyelidikan tanah bertujuan untuk memperoleh data-data tanah yang diperlukan untuk perencanaan pondasi. Pondasi merupakan bangunan yang berada di dalam tanah sering disebut *sub structure*, sehingga

penyelidikan tanah sangat penting dilakukan. Tanah merupakan elemen struktural dan fungsional dari ekosistem terestrial (berbasis darat). Tanah terbentuk oleh berbagai proses geologi melalui interaksi faktor geologi dan iklim. Proses pembentukan tanah sangat lambat. Biasanya dibutuhkan ribuan tahun untuk membentuk tanah dengan lapisan tipis. Tanah adalah sumber kehidupan yang fundamental bagi semua makhluk hidup. Tanah memiliki banyak sifat fisik dan kimia yang memberikan pengaruh besar pada distribusi dan pengembangan vegetasi dan kehidupan [6].

Pemantauan yang tidak dilakukan secara kontinyu memungkinkan terjadi kerusakan bangunan yang lebih cepat. Seperti terjadinya amblasan, kemiringan dan runtuhnya bangunan yang akan menimbulkan korban jiwa maupun harta yang tidak sedikit [7]. Dengan demikian dalam interpretasi hasil pengukurannya perlu data-data pendukung, selain itu metode analisisnya merupakan metode inversi. Bahkan untuk meneliti satu objek biasanya digunakan lebih dari satu metode, hasil pengukurannya kemudian dikorelasikan untuk mengetahui bagian-bagian yang berkaitan untuk memvalidasi hasil pengukuran tersebut [8].

Beberapa tanah mengandung partikel berukuran besar yang tidak dapat dikurangi secara signifikan. Partikel yang lebih besar dari 2 mm dikenal sebagai batu kerikil (2-4 mm), kerikil (4-76 mm), batu bulat (76-250 mm), batu (250-600 mm), dan yang lebih besar (> 600 mm) sebagai batu besar [9].

Besaran resistivitas tanah secara teoritis dapat diperoleh dengan menerapkan pendekatan homogen isotropik dan teori medan ekuipotensial. Penerapan Hukum Ohm pada medium yang bersifat homogen isotropik, akan menghasilkan medan ekuipotensial yang berbentuk bola. Pada metode geolistrik rotasi dan revolusi bumi diabaikan, maka persamaan Laplace akan berbentuk simetri bola, sehingga potensial yang dihasilkan hanya bergantung pada jarak (jarak sumber arus ke titik pengamatan). Pada metode geolistrik, pengukuran dilakukan dipermukaan bumi, maka medium ekuipotensial yang dihasilkan berbentuk setengah bola. Penyelesaian persamaan Laplace dan menerapkannya pada Hukum Ohm akan diperoleh solusi sebagai berikut.

$$V(r) = \frac{\rho I}{2\pi r} \quad (1)$$

Dimana :  $V(r)$  = potensial (volt),  $\rho$  = resistivitas ( $\Omega\text{m}$ ),  $I$  = arus listrik (ampere) dan  $r$  = jarak (m). Pada pengukuran listrik yang diukur adalah beda potensial, dengan demikian untuk dua titik yang berjarak  $r$  beda potensialnya diperoleh sebagai berikut [10].

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi r} \quad (2)$$

Dalam perkembangannya, parameter faktor resistivitas formasi ditentukan oleh faktor sementasi formasi tanah. Faktor ini merupakan suatu konstanta yang bergantung pada jenis tanah, bentuk pori, macam sambungan pori, jenis porositas dan distribusinya serta kemamfaatannya. Sehingga faktor resistivitas formasi dapat ditulis sebagai :

$$F = a_f \phi^{-m} \quad (3)$$

Dengan  $a_f$  menyatakan faktor elastisitas pada pori formasi,  $\phi$  adalah porositas dan  $m$  adalah faktor sementasi [11].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian deteksi air tanah dilaksanakan di daerah sekitar Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Sulawesi Selatan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dimana alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah geolistrik resistivitymeter, *Global Positioning System* (GPS) dan peralatan yang di gunakan untuk pengolahan data yaitu Software Matlab. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu metode geolistrik atau resistivitas



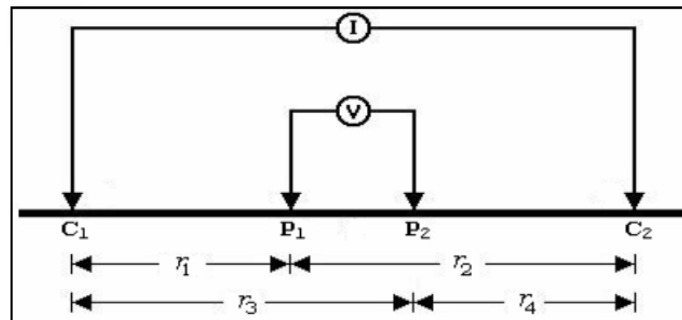
Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

Dengan menggunakan konfigurasi wenner, hasil yang relevan antara pembacaan resistivitas di lapangan dan keadaan eksisting di lapangan maka pembacaan resistivitas akan divalidasi menggunakan indeks uji laboratorium. Parameter yang dibutuhkan ialah nilai kadar air dan berat isi, serta klasifikasi tanah berdasarkan gradasi butir.

a) Konfigurasi Wenner.

Metode geolistrik tahanan jenis yang di gunakan untuk mengetahui sifat resistivitas tanah permukaan bumi dengan mengetahui sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya. Dalam hal ini pengukuran yang dilakukan meliputi potensial listrik, arus yang di injeksikan. Ada dua jenis pengukuran yakni mapping dan sounding. Pada mapping pengukurannya bersifat kualitatif sedangkan pada sounding lebih bersifat kuantitatif [12].

Letak kedua elektroda potensial dapat diletakkan di sembarang tempat dipermukaan bumi, tetapi untuk mempermudah pekerjaan dan pelaksanaan analisis data serta interpretasinya, elektroda-elektroda tersebut diletakkan menurut aturan tertentu.



Gambar 2. Susunan elektroda potensial dan elektroda arus [10].

Aturan elektroda Wenner banyak berkembang di Amerika. Konfigurasi ini dapat dipakai baik pada metode resistivitas mapping maupun metode resistivitas sounding. Pada konfigurasi Wenner, elektroda arus dan elektroda potensial diletakkan pada jarak yang sama yakni  $r_1=r_4 = a$  dan  $r_3=r_2 = 2a$ . Resistivitas semu untuk setiap posisi elektroda masing-masing diberikan diperoleh :

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\nabla V}{I} \quad (5)$$

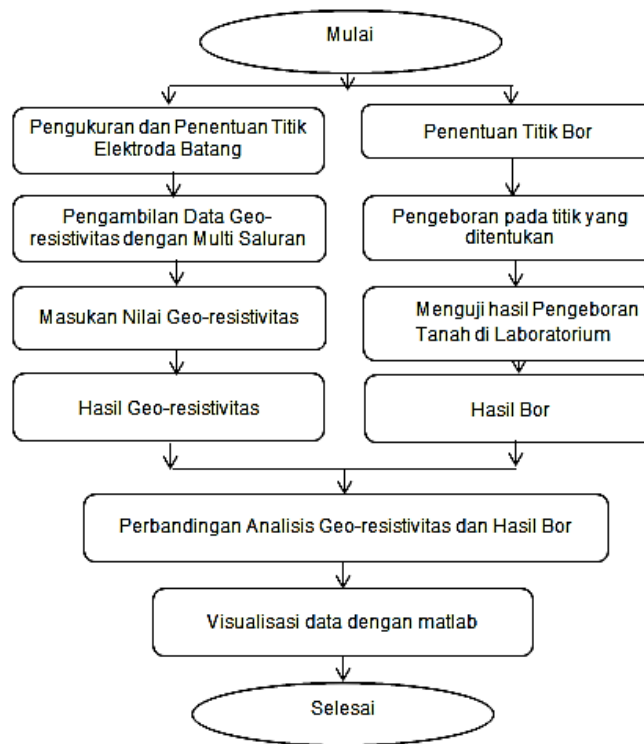
Metode hambatan jenis menghasilkan model resistivitas pelapisan tanah yang berkaitan dengan sifat konduktivitasnya secara vertikal. Metode ini akan memberikan informasi maksimal yang diperlukan pada daerah yang disurvei [13]. Posisi ke dalam dan ketebalan tanah dasar akan memberi informasi-informasi penting untuk banyak aplikasi lainnya seperti nikel, batubara, eksplorasi laterit, pertanian dan lingkungan, penentuan ketersediaan air tanah, penentuan posisi air tanah dangkal dan perkiraan potensi produksi pertanian [14]. Pengukuran langsung ke dalam tanah atau lapisan tanah dengan pengamatan langsung dengan cara *logging* masih terlalu mahal terutama bila digunakan untuk daerah yang luas dan cukup beresiko bila diaplikasikan di wilayah yang padat bangunan atau padat penduduk. [15].

b) Metode pengeboran

Pengeboran yang dilakukan adalah sebanyak 4 (empat) titik dengan ke dalam masing-masing titik sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Pelaksanaan pekerjaan *boring* secara ringkas,

- Mesin bor diletakkan di atas lantai dek kerja, pada posisi titik bor yang telah ditetapkan sebelumnya. Kemudian pada keempat sisinya diikat kawat ke balok-balok dek kerja, hal ini dimaksudkan bilamana tabung penginti (*core barrel*) menekan lapisan tanah batuan yang keras, mesin bor tidak terangkat. Selain itu juga dipasang tripod/menara yang dilengkapi dengan kerek dengan kerek diujung atasnya.
- Pengeboran dilakukan dengan mesin bor tipe *hydraulic drilling* dengan kapasitas *drilling* 100 meter.
- Pengeboran dilakukan dengan *core barrel single* dan *double*, diameter 89 mm dan 73 mm untuk penginti. Pemboran dilakukan dengan sistem kering sehingga *core* yang didapat dalam kondisi baik.

Kegiatan penelitian secara detail tampak pada diagram alir berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengeboran yang telah dilakukan pada empat titik yaitu BH-01, BH-02, BH-03 dan BH-04 untuk mengambil hasil bor tanah dan telah ditest di laboratorium sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 1. Profil Lapisan Tanah Berdasarkan Nilai Resistivitas

Bore Hole	Depth (m)		$\rho$ (Ohm-m)		Water Content (%)
	Min	Max	Min	Max	
BH-01	1.25	1.7	356	552	43
	3.55	4	229	356	59.7
	8.55	9	39.6	61.4	67.4
BH-02	1.55	2	356	552	66.3
	4.55	5	147	229	71.2
	6	6.5	61.4	95.3	58.1
BH-03	11.5	12	10.6	16.4	70.6
	1	1.45	356	552	41
	3	3.5	229	356	72.7
BH-04	6	6.45	61.4	95.3	51.2
	8.5	9	16.4	25.5	60.4
	1.55	2	95.3	147	41
BH-04	3	3.45	61.4	95.3	58.6
	4.55	5	25.5	39.6	41
	6	6.5	16.4	25.5	70.3



Gambar 4. Foto hasil bor pada lokasi BH-01



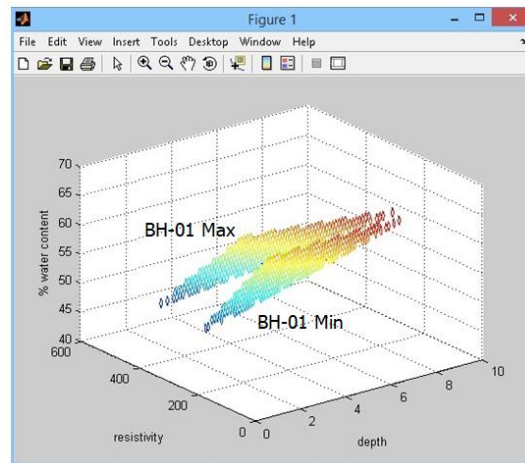
Gambar 5. Foto hasil bor pada lokasi BH-02



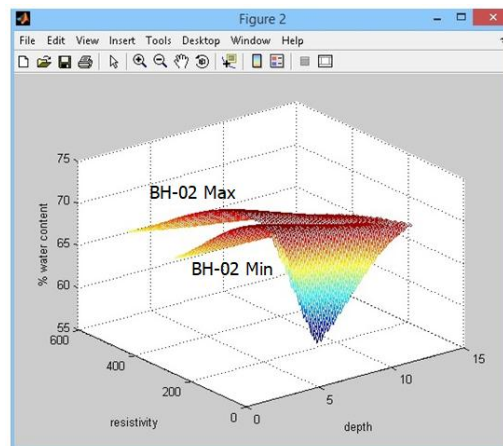
Gambar 6. Foto hasil bor pada lokasi BH-03



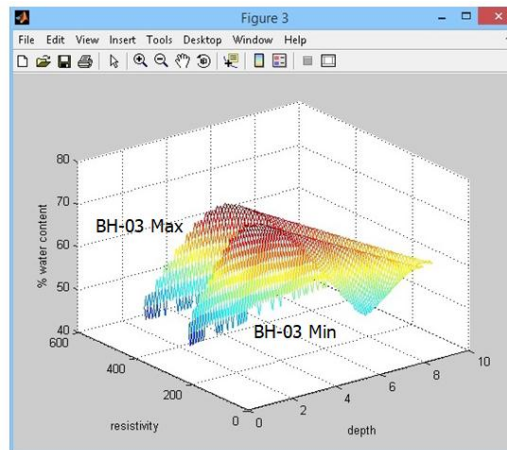
Gambar 7. Foto hasil bor pada lokasi BH-04



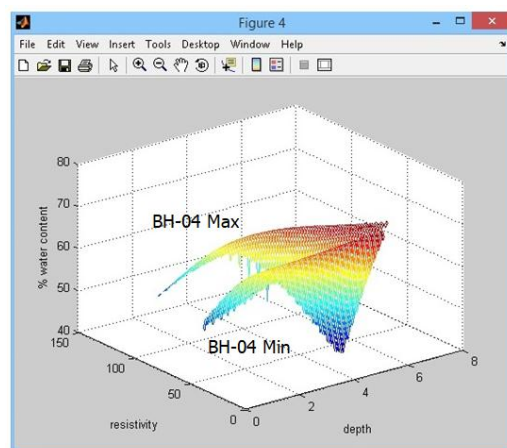
Gambar 8a. Korelasi kadar air tanah dan nilai resistivitas pada lokasi BH-01



Gambar 8b. Korelasi kadar air tanah dan nilai resistivitas pada lokasi BH-02



Gambar 8c. Korelasi kadar air tanah dan nilai resistivitas pada lokasi BH-03



Gambar 8d. Korelasi kadar air tanah dan nilai resistivitas pada lokasi BH-04

Pada gambar 8a terlihat nilai korelasi water content menurun sedangkan nilai resistivity range semakin meningkat pada setiap layer. Pada gambar 8b nilai water content bervariasi naik turun antara 58,1 - 71,2% terhadap nilai resistensi pada rentang 16,4  $\Omega\text{m}$  sampai 552  $\Omega\text{m}$ , begitu juga gambar 8c nilai water content bervariasi naik turun antara 41% - 72% terhadap nilai resistensi antara 25.5  $\Omega\text{m}$  - 552  $\Omega\text{m}$ . Sedangkan pada gambar 8d nilai water content bervariasi naik turun antara 41% - 70,3% terhadap nilai resistensi antara 25.5  $\Omega\text{m}$  - 147  $\Omega\text{m}$

#### 4. KESIMPULAN

Nilai korelasi kadar air tanah bervariasi terhadap nilai resistivitas sebagaimana ditunjukkan pada gambar 8a - 8d. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan material dan jenis tanah pada lokasi pengukuran. Variasi kadar air tanah pada lokasi penelitian ini terletak antara 41% - 72% sedangkan variasi nilai resistivitas antara 16.4  $\Omega\text{m}$  - 552  $\Omega\text{m}$ .

#### REFERENSI

- [1] Fahad Irfan Siddiqui and Syed Baharom Azhar Bin Syed Osman, 2012. Integrating Geo-Electrical and Geotechnical Data for Soil Characterization. International Journal of Applied Physics and Mathematics, Vol. 2, No. 2.
- [2] Fatoba. J.O, Alo J.O and Fakeye A.A, 2010. Geoelectric Imaging for Foundation Failure Investigation at Olabisi Onanbajo University (O.O.U) Minicampus, Ago Iwoye, South Western Nigeria, Journal of Applied Science Research, 6(12): 2192-2198
- [3] Carcione J. M and Ursin. B, 2007. Seismic Velocity / Electrical Conductivity Relation, International Workshop Innovation in EM, Grav and Mag. Methods New Prospective for exploration Capri Italy April 15-18
- [4] Lateef. T.A and Adegoke. J.A, 2011, Geophysical investigation of Foundation Condition of a Site in Ikere - Ekiti State Nigeria. Australia Journal of Basic and applied Sciences 5(9): 1852-1857

- [5] Berit E. Danielson, 2011. The Applicability of Geoelectrical Methods in Pre-Investigation for construction in rock. Doctoral Thesis Engineering Geology Lund University Sweden
- [6] Balasubramanian A, 2017. Characteristics of Soil Profile. Centre for Advance Studies in Earth Science, University of Mysore, Mysore
- [7] Egwuonwu, G.N and Sule. P.O 2012. Geophysical Investigation Faillure of Learning Superstructur in Zaria Area, Northern Nigeria. Research Journal in Engineering and Applied Sciences 1(2) : 110-116
- [8] Egbai, J.C. 2011. A Combination of Electrical Resistivity and Seismic Refraction Surveys for Ground Water Exploration in Basement Region of Ifon, Ondo State, Nigeria. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(5): 1007-1016
- [9] Phogat V.K, V.S. Tomar and Rita Dahiya, 2016. Soil Physical Properties. Haryana Agricultural University, Hisar, Haryana 125004, India
- [10] Telford, W. M, Geldart, L.P and Sheriff, R.E, 1990. APPLIED GEOPHYSIC Second Edition. Cambridge University press New York. USA
- [11] Zakir. H and Alan. J.C, 2012. Relationship Among Porosity, Permeability, Electrical and Elastic Properties. RSI, 2600 South Gessner Road, Houston, TX 77063, USA.
- [12] Philip. K, Michael. B and Ian H, 2002. An Introduction to Geophysical Exploaration Third Edition. Blackwell Science Paris France : 184-195
- [13] Abdulrahman A.S, 2008. Integration of Surface Seismic Data with Geo-electric Data, Earth Sciences Department King Fahd Univesity of Petroleum & Minerals. SAUDI ARABIA s234817 @kfupm.edu.sa
- [14] Coulouma. G and Ursin. B, 2011. Combining Seismic and Electrical Methods for Predicting Bedrock Depth Along Mediterranean Soil Toposequence, American Journal Experts Editorial Certification (AJE) Geoderma 170(2): 39-47
- [15] Max A. Meju, Luis A. Gallardo and Adel K. Mohamed, 2003. Evidence Correlation Of Electrical Resistivity And seismic Velocity In Heterogenius Near Surface Material. Geophysical Research Letter vol. 30 no.7