



**IDENTIFIKASI LITOLOGI BAWAH PERMUKAAN
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS
KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER DI DESA RANDAN
BATU, TANA TORAJA**

Askar¹, Muh. Said, L^{1,a}, Bergita Gela M. Saka² dan Kurniati Abidin^{1,c*}

¹Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar

²Program Studi Fisika, Universitas Kristen Indonesia Toraja

^amuhammad.saidlanto@uin-alauddin.ac.id, ^bkurniati.abidin@uin-alauddin.ac.id

ABSTRACT: This study aims to identify subsurface lithological conditions in Randan Batu Village, Makale District, Tana Toraja Regency, South Sulawesi, using the geoelectrical resistivity method with the *Wenner-Schlumberger* configuration. The research was conducted on two measurement lines. Line I had a length of 75 meters, while Line II had a length of 105 meters. The electrode spacing used in both lines was 5 meters. The measured field parameters consisted of electric current and potential difference. The apparent resistivity values were calculated and processed using Microsoft Excel and Res2Dinv software to obtain two-dimensional subsurface resistivity models. The interpretation was carried out by correlating the inversion results with standard lithological resistivity values and the geological condition of the research area. The results show that Line I has resistivity values ranging from 5.25 to 52.9 Ωm with lithological interpretations consisting of groundwater, sandstone, and marl. Line II has resistivity values ranging from 14.7 to 263 Ωm with lithological interpretations consisting of groundwater, sandstone, and basaltic-andesitic lava intercalation. These results indicate that the subsurface lithology of the study area is dominated by water-bearing layers, sedimentary rocks, and volcanic rock intercalations. The geoelectrical resistivity method with the *Wenner-Schlumberger* configuration is effective for identifying shallow subsurface lithological variations in areas with complex topographic conditions.

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kondisi litologi bawah permukaan di Desa Randan Batu, Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan, menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pengukuran dilakukan pada dua lintasan. Lintasan I memiliki panjang 75 meter, sedangkan lintasan II memiliki panjang 105 meter. Jarak spasi elektroda pada kedua lintasan adalah 5 meter. Parameter yang diukur di lapangan meliputi kuat arus dan beda potensial. Nilai resistivitas semu dihitung dan diolah menggunakan Microsoft Excel serta software Res2Dinv untuk memperoleh model penampang resistivitas dua dimensi bawah permukaan. Interpretasi dilakukan dengan mencocokkan hasil inversi terhadap nilai resistivitas litologi dan kondisi geologi daerah penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lintasan I memiliki nilai resistivitas 5,25 sampai 52,9 Ωm dengan interpretasi litologi berupa air tanah, batu pasir, dan napal.

**corresponding author*

email: amuhammad.saidlanto@uin-alauddin.ac.id

DOI: 10.24252/sainfis.v5i1.68719

Lintasan II memiliki nilai resistivitas 14,7 sampai 263 Ω m dengan interpretasi litologi berupa air tanah, batu pasir, dan sisipan lava andesit basal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa litologi bawah permukaan daerah penelitian didominasi oleh lapisan pembawa air, batuan sedimen, dan sisipan batuan vulkanik. Metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger efektif digunakan untuk mengidentifikasi variasi litologi bawah permukaan dangkal pada daerah dengan kondisi topografi kompleks.

Kata Kunci: geolistrik, litologi, resistivitas, *Res2Dinv*, *Wenner-Schlumberger*.

PENDAHULUAN

Kondisi litologi bawah permukaan memiliki peran penting dalam kajian geologi, kebencanaan, dan kestabilan lereng. Informasi mengenai susunan batuan bawah permukaan dapat digunakan untuk memahami karakter material penyusun tanah, keberadaan lapisan jenuh air, serta kemungkinan adanya bidang lemah yang berhubungan dengan potensi gerakan tanah. Wilayah yang memiliki topografi berbukit dan lereng curam membutuhkan kajian bawah permukaan yang lebih detail karena struktur batuan dan kandungan air dapat memengaruhi kestabilan lereng (Reynold, 2011; Telford dkk., 1990).

Kabupaten Tana Toraja merupakan salah satu wilayah di Sulawesi Selatan yang memiliki kondisi topografi didominasi perbukitan dan pegunungan. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa wilayah memiliki potensi kerentanan terhadap tanah longsor, terutama pada daerah dengan lereng terjal, curah hujan tinggi, dan perubahan tata guna lahan. Desa Randan Batu di Kecamatan Makale merupakan salah satu wilayah yang perlu dikaji karena kondisi litologi bawah permukaannya dapat memberikan informasi awal mengenai karakter geologi setempat (Muhammad, 2017; Nasiah dkk., 2019).

Tanah longsor dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara gaya pendorong dan gaya penahan pada lereng. Salah satu faktor yang memengaruhi kondisi tersebut adalah susunan litologi bawah permukaan. Lapisan batuan yang jenuh air, material yang belum terkonsolidasi, serta perbedaan sifat fisik antar lapisan dapat meningkatkan potensi gerakan tanah (Romadon & Koesuma, 2016; Akbar Chaniago, 2022). Oleh karena itu, identifikasi litologi bawah permukaan sangat penting untuk mengetahui jenis material penyusun dan sebarannya pada kedalaman tertentu.

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi bawah permukaan. Metode ini memanfaatkan perbedaan nilai tahanan jenis material bawah permukaan. Setiap jenis batuan dan tanah memiliki nilai resistivitas yang berbeda karena dipengaruhi oleh kandungan air, porositas, mineral penyusun, tingkat pelapukan, dan kepadatan material (Telford dkk, 1990; Reynolds, 2011; Dayatullah dkk., 2018)). Material yang banyak mengandung air umumnya memiliki nilai resistivitas rendah, sedangkan batuan yang lebih kompak cenderung memiliki nilai resistivitas lebih tinggi.

Konfigurasi Wenner-Schlumberger digunakan dalam penelitian ini karena mampu memberikan gambaran variasi resistivitas secara lateral dan vertikal. Konfigurasi ini sesuai untuk survei dua dimensi bawah permukaan dangkal. Data hasil pengukuran dapat diolah menggunakan software Res2Dinv sehingga menghasilkan penampang dua dimensi yang memperlihatkan distribusi nilai resistivitas pada setiap lintasan (Loke, 1999; Vebrianto, 2016).

Penelitian geolistrik resistivitas telah banyak digunakan untuk identifikasi litologi dan daerah rawan longsor. Harun Usman et al. (2021) menggunakan konfigurasi Schlumberger untuk mengidentifikasi litologi daerah rawan longsor di Desa Sopi dan Wayabula Morotai dan berhasil membedakan beberapa lapisan batuan berdasarkan variasi resistivitas. Sementara itu, Intan et al. (2018) menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger di Aceh Besar dan menunjukkan bahwa metode ini mampu menggambarkan variasi lapisan bawah permukaan secara dua dimensi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode geolistrik resistivitas efektif digunakan untuk interpretasi litologi dan kajian kerawanan longsor, namun kajian di wilayah Desa Randan Batu, Tana Toraja masih sangat terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut (Intan et al., 2018; Harun Usman et al., 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi litologi bawah permukaan di Desa Randan Batu, Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai jenis litologi bawah permukaan dan mendukung kajian awal terkait kondisi geologi daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif berbasis survei geofisika. Metode utama yang digunakan adalah geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger (Reynolds, 2011; Telford dkk, 1990; Loke, 1999). Penelitian dilaksanakan di Desa Randan Batu, Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan.

Pengukuran dilakukan pada dua lintasan. Lintasan I memiliki panjang 75 meter. Lintasan II memiliki panjang 105 meter. Jarak spasi elektroda pada kedua lintasan adalah 5 meter. Parameter yang diukur di lapangan adalah kuat arus listrik dan beda potensial. Kedua parameter tersebut digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi resistivity meter, GPS, elektroda arus, elektroda potensial, kabel elektroda, aki, kompas, meteran, laptop, serta alat pendukung lapangan. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data adalah Microsoft Excel, Notepad, dan Res2Dinv (Vebrianto, 2016).

Tahapan penelitian diawali dengan survei lokasi untuk menentukan posisi lintasan dan titik pengukuran. Setelah lintasan ditentukan, elektroda dipasang dengan spasi 5 meter mengikuti konfigurasi Wenner-Schlumberger. Arus listrik kemudian diinjeksikan ke bawah

permukaan melalui elektroda arus. Beda potensial yang timbul diukur melalui elektroda potensial. Data kuat arus dan beda potensial dicatat pada setiap titik pengukuran.

Nilai resistivitas semu dihitung berdasarkan faktor geometri konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Faktor geometri dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$K = \pi n(n + 1)a$$

Keterangan:

K = faktor geometri

$\pi = 3,14$

n = jumlah lapisan pengukuran

a = spasi elektroda

Setelah nilai resistivitas semu diperoleh, data disusun dalam format input Res2Dinv. Proses inversi dilakukan untuk menghasilkan model penampang resistivitas dua dimensi. Hasil penampang kemudian diinterpretasikan dengan mencocokkan nilai resistivitas terhadap referensi nilai resistivitas material bumi dan kondisi geologi daerah penelitian. Interpretasi difokuskan pada identifikasi jenis litologi bawah permukaan pada masing-masing lintasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada di Desa Randan Batu, Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan. Berdasarkan hasil survei lapangan, pengukuran dilakukan pada dua lintasan geolistrik. Lintasan I memiliki panjang 75 meter, sedangkan lintasan II memiliki panjang 105 meter. Kedua lintasan diukur menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger dengan spasi elektroda 5 meter.

Kondisi topografi daerah penelitian cenderung berbukit. Kondisi ini penting karena kemiringan lereng, litologi bawah permukaan, serta kandungan air dalam tanah dapat memengaruhi kestabilan lereng. Hasil pengukuran geolistrik kemudian digunakan untuk memperkirakan sebaran litologi bawah permukaan berdasarkan variasi nilai resistivitas.

Hasil Interpretasi Lintasan I

Lintasan I memiliki panjang 75 meter. Hasil pengolahan data menggunakan Res2Dinv menunjukkan kedalaman interpretasi hingga 15,9 meter. Nilai resistivitas pada lintasan I berkisar antara 5,25 sampai 52,9 Ωm . Hasil inversi menunjukkan tiga kelompok litologi utama, yaitu air tanah, batu pasir, dan napal.

Tabel 1. Interpretasi Litologi Lintasan I

No.	Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Interpretasi Litologi
1	5,25 sampai 10,2	1,25 sampai 12,4	Air tanah
2	14,1 sampai 27,4	1,25 sampai 14,2	Batu pasir

3	38,0 sampai 52,9	1,25 sampai 8,7 dan 12,4 sampai 15,9	Napal
---	------------------	---	-------

Lapisan pertama memiliki nilai resistivitas 5,25 sampai 10,2 Ωm pada kedalaman 1,25 sampai 12,4 meter. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai air tanah. Nilai resistivitas yang rendah menunjukkan bahwa material pada lapisan tersebut memiliki kandungan air cukup tinggi. Air tanah cenderung memiliki daya hantar listrik yang lebih baik dibandingkan material kering karena adanya mineral terlarut di dalam air.

Lapisan kedua memiliki nilai resistivitas 14,1 sampai 27,4 Ωm pada kedalaman 1,25 sampai 14,2 meter. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai batu pasir. Batu pasir memiliki porositas yang memungkinkan air masuk ke dalam rongga antarbutir. Kandungan air pada pori batu pasir dapat menurunkan nilai resistivitasnya, sehingga nilai resistivitas batu pasir pada lintasan ini berada pada kategori rendah hingga sedang.

Lapisan ketiga memiliki nilai resistivitas 38,0 sampai 52,9 Ωm pada kedalaman 1,25 sampai 8,7 meter dan 12,4 sampai 15,9 meter. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai napal. Napal merupakan batuan sedimen yang tersusun dari campuran lempung dan karbonat. Nilai resistivitas napal dapat bervariasi tergantung kadar air, kepadatan, dan komposisi mineralnya. Pada lintasan I, napal menunjukkan nilai resistivitas lebih tinggi dibandingkan air tanah dan batu pasir.

Secara umum, lintasan I menunjukkan adanya lapisan jenuh air pada kedalaman dangkal hingga menengah. Keberadaan air tanah dan batu pasir menunjukkan bahwa bagian bawah permukaan lintasan ini memiliki zona yang mampu menyimpan dan meloloskan air. Lapisan napal yang lebih kompak dapat menjadi pembatas atau lapisan kontras terhadap material di sekitarnya.

Hasil Interpretasi Lintasan II

Lintasan II memiliki panjang 105 meter. Hasil pengolahan data menggunakan Res2Dinv menunjukkan kedalaman interpretasi hingga 19,8 meter. Nilai resistivitas pada lintasan II berkisar antara 14,7 sampai 263 Ωm . Hasil inversi menunjukkan tiga kelompok litologi utama, yaitu air tanah, batu pasir, dan sisipan lava andesit basal.

Tabel 2. Interpretasi Litologi Lintasan II

No.	Nilai Resistivitas (Ωm)	Kedalaman (m)	Interpretasi Litologi
1	14,7 sampai 33,6	1,25 sampai 19,8	Air tanah
2	50,7 sampai 76,5	1,25 sampai 18	Batu pasir
3	116 sampai 263	1,25 sampai 12,4	Sisipan lava andesit basal

Lapisan pertama pada lintasan II memiliki nilai resistivitas 14,7 sampai 33,6 Ωm pada kedalaman 1,25 sampai 19,8 meter. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai air tanah. Nilai resistivitas air tanah pada lintasan II lebih tinggi dibandingkan lintasan I. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh variasi kandungan mineral terlarut, kejenuhan air, jenis material penyusun, dan tingkat porositas lapisan.

Lapisan kedua memiliki nilai resistivitas 50,7 sampai 76,5 Ωm pada kedalaman 1,25 sampai 18 meter. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai batu pasir. Nilai resistivitas batu pasir pada lintasan II lebih tinggi dibandingkan lintasan I. Kondisi ini menunjukkan bahwa batu pasir pada lintasan II kemungkinan lebih kompak atau memiliki kandungan air lebih rendah dibandingkan batu pasir pada lintasan I.

Lapisan ketiga memiliki nilai resistivitas 116 sampai 263 Ωm pada kedalaman 1,25 sampai 12,4 meter. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai sisipan lava andesit basal. Nilai resistivitas yang lebih tinggi menunjukkan bahwa material ini relatif lebih kompak dan lebih sulit menghantarkan arus listrik dibandingkan lapisan air tanah dan batu pasir. Keberadaan sisipan lava andesit basal menunjukkan adanya pengaruh material vulkanik pada daerah penelitian.

Secara umum, lintasan II menunjukkan variasi litologi yang lebih kontras dibandingkan lintasan I. Hal ini terlihat dari rentang nilai resistivitas yang lebih lebar, yaitu 14,7 sampai 263 Ωm . Keberadaan sisipan lava andesit basal menunjukkan bahwa bagian bawah permukaan lintasan II memiliki material yang lebih kompak dibandingkan lintasan I.

Pembahasan Umum

Hasil interpretasi kedua lintasan menunjukkan bahwa litologi bawah permukaan Desa Randan Batu tersusun atas air tanah, batu pasir, napal, dan sisipan lava andesit basal. Variasi litologi tersebut menunjukkan adanya kombinasi material sedimen dan material vulkanik pada daerah penelitian.

Lapisan air tanah ditemukan pada kedua lintasan. Pada lintasan I, air tanah memiliki nilai resistivitas 5,25 sampai 10,2 Ωm . Pada lintasan II, air tanah memiliki nilai resistivitas 14,7 sampai 33,6 Ωm . Perbedaan nilai resistivitas ini menunjukkan bahwa kondisi lapisan jenuh air tidak selalu sama pada setiap lintasan. Kandungan mineral terlarut, tingkat kejenuhan, jenis material penyusun, dan porositas dapat memengaruhi nilai resistivitas yang terukur.

Batu pasir juga ditemukan pada kedua lintasan. Pada lintasan I, batu pasir memiliki nilai resistivitas 14,1 sampai 27,4 Ωm . Pada lintasan II, batu pasir memiliki nilai resistivitas 50,7 sampai 76,5 Ωm . Nilai yang lebih tinggi pada lintasan II menunjukkan kemungkinan batu pasir lebih kompak atau lebih sedikit mengandung air. Secara hidrogeologi, batu pasir dapat berperan sebagai lapisan yang mampu menyimpan dan meloloskan air karena memiliki pori antarbutir.

Napal ditemukan pada lintasan I dengan nilai resistivitas 38,0 sampai 52,9 Ωm . Lapisan ini memiliki nilai resistivitas lebih tinggi dibandingkan air tanah dan batu pasir pada lintasan

yang sama. Napal dapat menjadi lapisan pembatas karena karakter lempung dan karbonatnya dapat mengurangi permeabilitas. Jika napal berada di bawah lapisan yang lebih mudah meloloskan air, maka perbedaan sifat fisik antar lapisan dapat membentuk zona kontras litologi.

Sisipan lava andesit basal ditemukan pada lintasan II dengan nilai resistivitas 116 sampai 263 Ωm . Lapisan ini memiliki nilai resistivitas tertinggi dalam penelitian ini. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa material vulkanik ini lebih kompak dibandingkan lapisan lainnya. Keberadaan batuan yang lebih kompak dapat menjadi penanda perubahan karakter litologi bawah permukaan pada lintasan II.

Perbedaan hasil antara lintasan I dan lintasan II memperlihatkan bahwa kondisi bawah permukaan Desa Randan Batu tidak homogen. Lintasan I lebih didominasi oleh material dengan nilai resistivitas rendah hingga sedang, sedangkan lintasan II memiliki rentang nilai resistivitas yang lebih besar karena adanya sisipan lava andesit basal. Kondisi ini menunjukkan bahwa metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger mampu menggambarkan variasi litologi bawah permukaan secara lateral dan vertikal.

Dalam konteks kebencanaan, keberadaan lapisan jenuh air perlu diperhatikan. Air yang terakumulasi dalam lapisan bawah permukaan dapat menurunkan kekuatan geser tanah, terutama pada wilayah dengan kemiringan lereng. Selain itu, perbedaan karakter antara lapisan yang lebih permeabel dan lapisan yang lebih kompak dapat membentuk bidang kontras. Bidang kontras tersebut dapat menjadi zona yang perlu dikaji lebih lanjut dalam analisis kestabilan lereng.

Hasil penelitian ini memberikan informasi awal mengenai litologi bawah permukaan Desa Randan Batu. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk kajian lanjutan terkait potensi tanah longsor, pemetaan geologi lokal, dan perencanaan mitigasi kebencanaan berbasis kondisi bawah permukaan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger, kondisi litologi bawah permukaan di Desa Randan Batu, Kecamatan Makale, Kabupaten Tana Toraja terdiri atas air tanah, batu pasir, napal, dan sisipan lava andesit basal.

Lintasan I dengan panjang 75 meter memiliki nilai resistivitas 5,25 sampai 52,9 Ωm . Hasil interpretasi menunjukkan bahwa lintasan I tersusun atas air tanah pada kedalaman 1,25 sampai 12,4 meter, batu pasir pada kedalaman 1,25 sampai 14,2 meter, dan napal pada kedalaman 1,25 sampai 8,7 meter serta 12,4 sampai 15,9 meter.

Lintasan II dengan panjang 105 meter memiliki nilai resistivitas 14,7 sampai 263 Ωm . Hasil interpretasi menunjukkan bahwa lintasan II tersusun atas air tanah pada kedalaman 1,25 sampai 19,8 meter, batu pasir pada kedalaman 1,25 sampai 18 meter, dan sisipan lava andesit basal pada kedalaman 1,25 sampai 12,4 meter.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger dapat digunakan untuk mengidentifikasi variasi litologi bawah

permukaan. Sebaran litologi yang ditemukan menunjukkan adanya lapisan jenuh air, batuan sedimen, dan sisipan batuan vulkanik. Informasi ini dapat menjadi dasar awal dalam kajian kondisi geologi bawah permukaan dan potensi kerentanan lereng di daerah penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing, tim penelitian lapangan, serta pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian geolistrik di Desa Randan Batu, Tana Toraja.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Chaniago, A. **2022**. Identifikasi bidang gelincir pemicu longsor dengan metode geolistrik resistivitas 2 dimensi daerah wisata Bukit Chinangkiek Kabupaten Solok Sumatera Barat, *Jurnal Fisika Unand*, Vol 11(2) p160–165.
- Dayatullah, M., Supriyanti, Lepong, P., Rinaldi, A., & Alam, F. **2018**. Uji data konfigurasi metode resistivitas konfigurasi Wenner, Dipole-Dipole, Pole-Dipole berdasarkan pengukuran lapangan dan uji laboratorium. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, Vol 1(2), 1-8.
- Harus Usman, Haya, A., Firman, & Marsaoly, N. **2021**. Identifikasi litologi daerah rawan longsor dengan metode resistivitas konfigurasi Schlumberger pada Desa Sopi dan Wayabula Morotai. *Jurnal Teknologi Mineral*.
- Intan, M., Faresi, T. A. Z., Sari, R. S., & Sugiyanti, D. **2018**. Identifikasi daerah rawan longsor dengan metode resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger di kawasan Desa Meunasah Kerueng Kala Aceh Besar. *Jurnal Aceh Physics Society*.
- Loke, M.H. **1999**. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A Practical Guide to 2-D and 3-D Surveys*. Geotomo Software.
- Muhammad, T. **2017**. *Identifikasi lapisan rawan longsor menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Pana Kecamatan Alla Kabupaten Enrekang*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Nasiah, B., Baharuddin, I.I., & Abbas, I. **2019**. *Geologi Tata Lingkungan*. Deepublish.
- Rahmaniah, & Wahyuni, A. **2020**. Survey on potential of geothermal in Lompobattang Mountains South Sulawesi by resistivity method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575, 012160.

Raynold, J. M. **2011**. *An introduction to applied and environmental geophysics* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.

Romadon, I., & Koesuma, S. **2016**. Identifikasi bidang gelincir di Dusun Dukuh, Desa Koripan, Kecamatan Matesih, Kabupaten Karangayar menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner Alfa. *Indonesia Journal of Applied Physics*. 6(2), 88-96.

Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. **1990**. *Applied geophysics* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Vebrianto, S. **2016**. *Eksplorasi metode geolistrik: Resistivitas, polarisasi terinduksi dan polarisasi potensial diri*. Universitas Brawijaya Press.