



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Karakterisasi infiltrasi area resapan Kecamatan Kemiling, Kodya Bandar Lampung melalui data spasial dan geolistrik

Rustadi ^{a,*}, Sandri Erfani ^a dan Irfan Hanif ^a

Teknik Geofisikas Universitas Lampung

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima 02/12/2025

Direvisi 20/12/2025

Kata kunci:

Infiltrasi

Geospasial

Geolistrik

Kemiling

Bandar Lampung

ABSTRAK

Kecamatan Kemiling menjadi andalan untuk resapan air hujan dan pembentukan air tanah di wilayah Kodya Bandar Lampung. Material tanah dan batuan bawah permukaan di daerah penelitian memiliki peran penting terkait dengan kemampuan untuk mengalirkan air hujan ke bawah permukaan dan membentuk air tanah. Penelitian menelaah karakter infiltrasi dan permeabilitas batuan bawah permukaan melalui pengukuran geolistrik sounding di lima titik pengukuran. Komposisi lapisan tanah di Kecamatan Kemiling tersusun oleh butiran halus dari piroklastik dan lempung, menghasilkan profil laju infiltrasi rendah 10^{-6} (cm/jam). Profil batuan bawah permukaan di lima lokasi pengukuran, terusun oleh batuan resistif lebih dari 150 Ohm m. Menyiratkan profil porositas dan permeabilitas batuan rendah. Terdapat batuan permeabel dengan resistivitas 38 – 50 Ohm m berasosiasi dengan material breksi vulkanik di kedalaman 80 – 90 m, di titik ukur 1, 4 dan 5. Profil material tanah dan batuan bawah permukaan di Kecamatan Kemiling, tidak sesuai untuk resapan alami.

* Penulis korespondensi.

E-mail: rustadi.1972@eng.unila.ac.id

1. Pendahuluan

Air tanah memiliki kontribusi tinggi sebagai sumber air bersih di Bandar Lampung. Namun laju urbanisasi dan peningkatan jumlah penduduk, telah memberi tekanan terhadap ketersediaannya (La Vigna, 2022; Zhang, 2024). Serupa dengan wilayah urban lainnya, profil ruang terbuka di Bandar Lampung mengalami penyusutan dan secara langsung memberikan dampak pada kemampuan pembentukan air tanah.

Pemompaan air tanah tanpa kendali di Bandar Lampung ditafsirkan lebih besar dari kemampuan pengisian ulang air tanah secara alami. Kondisi tersebut terekam oleh penurunan muka air tanah secara signifikan rentang waktu dua dekade terakhir di seluruh wilayah Bandar Lampung (Rustadi *et al.*, 2022; Purwadi *et al.*, 2023). Secara khusus akuifer di bagian pesisir telah mengalami pengisian oleh intrusi air laut dengan radius mencapai 1,5 km dari garis pantai (Rustadi *et al.*, 2022).

Pengelolaan dan proteksi untuk menjaga kelestarian air tanah memerlukan penelitian hidrogeologi secara detil. Menjabarkan hubungan antara air permukaan dan air tanah, alur dan kecepatan aliran pada batuan bawah permukaan, keberadaan batuan reservoir berperan sebagai sarang air tanah, menjadi kunci untuk; perencanaan, pengelolaan, dan pengambilan keputusan terkait sumber daya air tanah (Seif *et al.*, 2024).

Usaha membantu memaksimalkan pemanenan air hujan untuk menghasilkan air tanah, bergantung pada sisa-sisa ruang terbuka hijau di Kecamatan Kemiling di bagian barat Kota Bandar Lampung (Gambar 1). Kondisi geografis Kecamatan Kemiling, memiliki posisi strategis sebagai alur laluan *run off* dari area tinggian Komplek Vulkanik Gunung Betung.

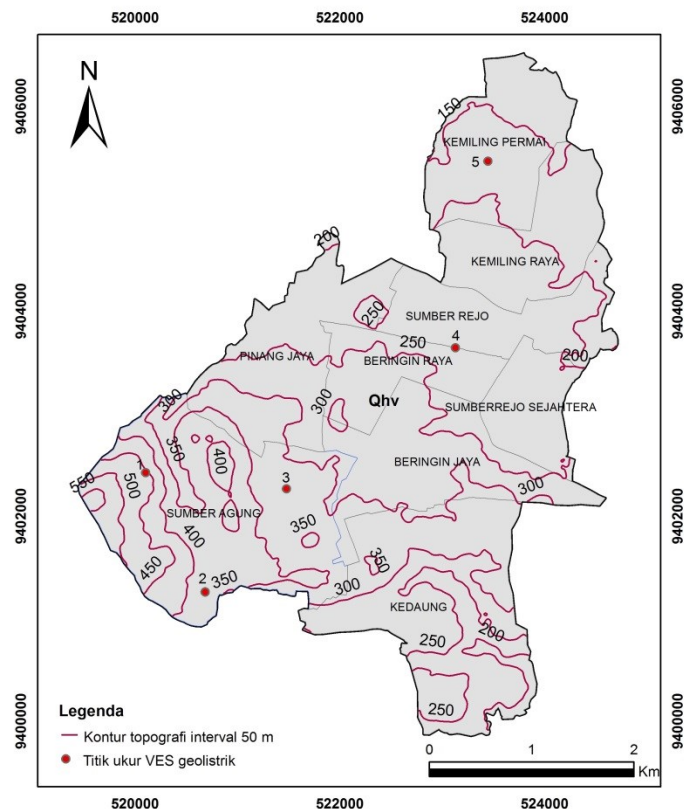
Kecepatan aliran air hujan ke dalam batuan bawah permukaan bergantung pada porositas dan permeabilitas (Dermawan dkk, 2022). Faktor penting lainnya adalah posisi kedalaman dan geometri dari batuan akuifer sebagai sarang air tanah (Fatimah dkk, 2021). Mengabaikan alur permeabel untuk meresapkan menuju batuan reservoir, telah menyebabkan kegagalan penggunaan sumur biopori konvensional untuk memanen air hujan. Kecepatan aliran air ke bawah permukaan dapat tersendat oleh keberadaan material – material tidak permeabel. Rembesan air hujan dengan cepat mengisi material tanah kering, dan melambat setelah mengalami penjumlahan. Menyebabkan bagian besar air hujan tetap mengalir di permukaan sebagai limpasan (*run off*).

Karakterisasi kemampuan infiltrasi dan keberadaan akuifer di Kecamatan Kemiling menjadi kunci untuk perencanaan rekayasa pengisian air tanah. Untuk tujuan tersebut dilakukan analisa infiltrasi lapisan tanah insitu dan pengukuran geolistrik *sounding* untuk mendapatkan keberadaan akuifer.

2. Metodologi

2.1. Morfologi dan geologi area penelitian

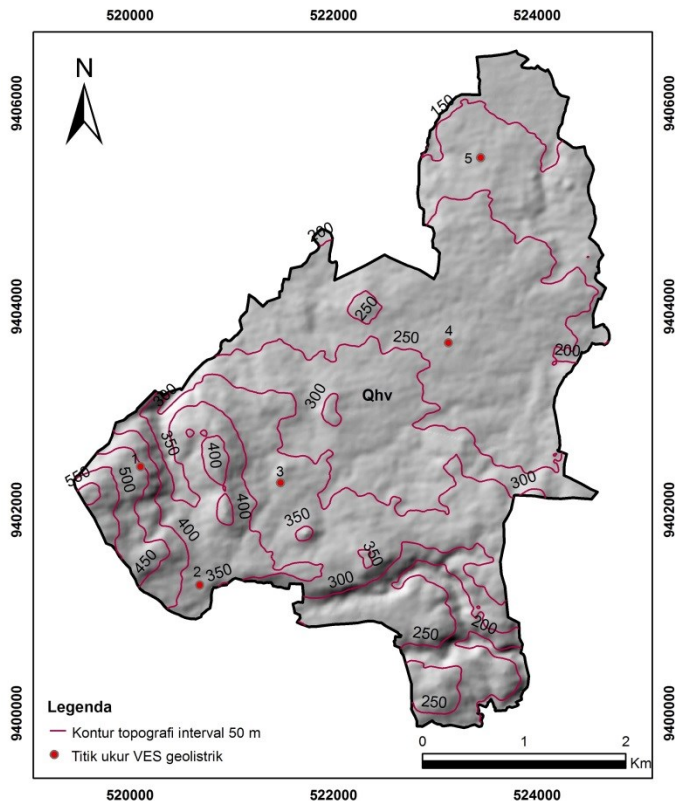
Morfologi daerah penelitian berupa perbukitan dan dataran bergelombang. Memiliki topografi 150 m sampai dengan 550 m di atas permukaan air laut (Gambar 1). Berdampak pada pola aliran air hujan di permukaan, dari bagian barat menyebar menuju utara, timur dan selatan.



Gambar 1. Morfologi di Kecamatan Kemiling, Kodya Bandar Lampung.

Geologi penyusun di Kecamatan Kemiling ditafsirkan sebagai produk vulkanik Gunung Betung dan Gunung Ratai berumur Kuartar. Formasi penyusun berupa Formasi Gunungapi Muda (Qhv) yang menutup tidak selaras pada Formasi Lampung di Kecamatan Rajabasa.

Mangga dkk (1993) menafsirkan komposisi Formasi Gunungapi muda tersusun oleh; tuffa, lempung, pasir dan lava andesit – basal (Gambar 2). Sejumlah lokasi dibagian selatan Gunung Betung mengindikasikan keberadaan batuan dasar berumur Pra Tersier yang mengalami pengangkatan, berupa pasangan antara Formasi Menanga dan Formasi Gunung Kasih. Keberadaan batuan beku berupa batuan andesit tersebar secara kompleks, beberapa singkapan pada area tambang berlokasi di Kelurahan Sumber Agung.



Gambar 2. Geologi di Kecamatan Kemiling, Kodya Bandar Lampung.

Kehadiran batuan dengan rapat massa tinggi dari batuan beku, memberikan kontribusi terhadap kompleksitas penyusun bawah permukaan. Air tanah dapat berkorelasi dengan keberadaan kekar, dan patahan pada batuan kristalin. Pembentukan akuifer dari material pasir, dapat terbentuk oleh endapan abu vulkanik dan hasil sedimentasi oleh aliran air hujan.

2.2. Analisis laju infiltrasi

Porositas dan permeabilitas dari material dangkal berperan besar dalam membantu resapan air hujan. Komposisi ukuran butiran pada material sedimen dan derajat sortiran, akan menghasilkan material bersifat permeabel atau sebaliknya (Dermawan dkk, 2022). Lempung yang tersusun oleh ukuran butiran halus, mampu menghasilkan porositas tinggi, namun antar pori tidak terhubung dan bersifat sebagai material *impermeable* (kedap atau semi kedap). Material regolit yang tersusun oleh ukuran butiran pasir, mampu menghasilkan porositas dan permeabilitas yang baik.

Sekuen batuan di Kemiling merupakan perpaduan batuan beku yang dapat dihasilkan melalui intrusi dan ekstrusi. Berkorelasi dengan endapan abu vulkanik dan material piroklastik. Sejumlah lokasi lahan perkebunan, mengindikasikan lapisan tanah tersusun oleh material lempung dengan karakter permeabilitas rendah.

Data laju infiltrasi di Kecamatan Kemiling berupa data sekunder, dengan sumber berasal dari Dinas Pertambangan dan Energi, Provinsi Lampung.

2.3. Pengukuran geolistrik *sounding*

Parameter fisis resistivitas batuan memiliki hubungan unik oleh kehadiran fluida mengisi ruang pori. Resistivitas material geologi bervariasi tergantung pada jenis batuan, mineral penyusunnya, dan fluida dalam batuan. Hal ini dapat dipelajari melalui sebaran data geolistrik (Mulyasari *et al.*, 2022; Wahyuni *et al.*, 2024). Keberadaan air tawar dan air asin mengisi porositas, menyebabkan akuifer bersifat konduktif. Air asin lebih konduktif daripada air tawar, menyebabkan nilai resistivitas batuan yang jenuh oleh fluida menjadi lebih rendah.

Analisa resistivitas batuan menggunakan geolistrik dilakukan dengan injeksi arus listrik pada permukaan, dan mengukur beda potensial yang dihasilkan. Teknik pengukuran menggunakan konfigurasi Schlumberger dengan elektroda potensial (M dan N) dalam posisi yang relatif tetap, dan elektroda arus (A dan B) ditempatkan secara simetris di sisi luar elektroda potensial. Posisi elektroda M dan N berubah ketika elektroda arus lebih jauh. Posisi elektroda arus yang lebih lebar mengakibatkan penurunan beda potensial, yang menyebabkan penurunan akurasi data pengukuran. Lima titik ukur (simbol lingkaran berwarna merah pada Gambar 1) dilakukan menggunakan instrumen ARES GFZ. Akuisisi data dilakukan dengan jarak elektroda setengah arus (AB/2) berkisar antara 1 m hingga 250 m. Pemodelan data untuk mendapatkan nilai resistivitas dan ketebalan lapisan penyusun menggunakan perangkat lunak Resty.

3. Hasil dan pembahasan

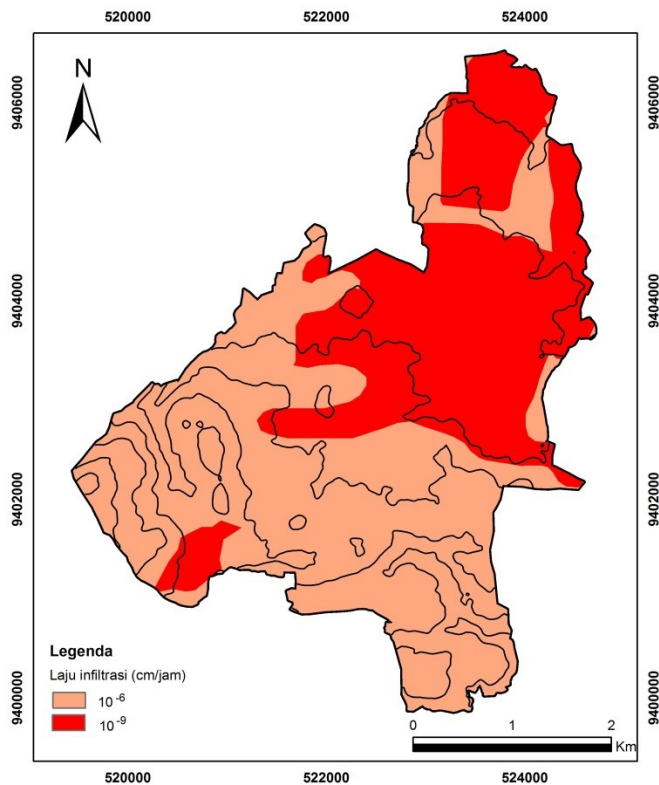
3.1. Infiltrasi

Material tanah daerah penelitian didominasi oleh profil dengan laju infiltrasi rendah (Gambar 3). Laju infiltrasi bergantung pada sifat fisik tanah. Semakin terbuka struktur makronya, semakin tinggi laju infiltrasinya. Lempung homogen umumnya memiliki laju infiltrasi sangat rendah akibat ruang pori yang tidak terhubung. Tanah dengan kandungan lempung lebih dari 20% tidak cocok untuk membantu infiltrasi air hujan.

Tanah berpasir mampu menghasilkan porositas dan permeabilitas yang baik. Lapisan berpasir seringkali mengandung banyak lempung yang dapat mengurangi laju infiltrasi secara signifikan.

Lapisan tanah bercampur dengan material sedimen berukuran kerikil dapat menghasilkan porositas tinggi dan laju infiltrasi yang tinggi. Namun, lapisan kerikil jarang homogen dan ukuran partikelnya bervariasi, dan

horizon pasir dapat mengurangi laju infiltrasi secara signifikan. Lapisan kerikil juga seringkali relatif tipis dan tidak memanjang secara horizontal, sehingga mengurangi efektivitasnya dalam menginfiltrasi air dalam jumlah besar.



Gambar 3. Peta infiltrasi di Kecamatan Kemiling, Kodya Bandar Lampung.



Gambar 4. Lapisan dangkal tersusun oleh piroklastik dan lempung yang telah mengalami semi pemadatan

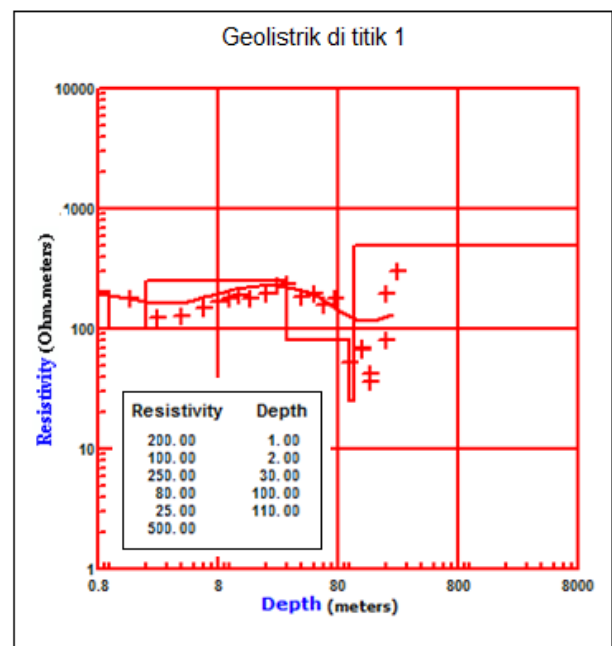
Profil infiltrasi dari lapisan tanah di area penelitian, memiliki kemampuan rendah oleh komposisi material

berukuran halus campuran abu vulkanik dan lempung (Gambar 4). Walaupun daerah penelitian ditetapkan sebagai kawasan resapan, dengan kemampuan infiltrasi rendah mengakibatkan hanya jumlah kecil air hujan yang mampu meresap. Secara khusus beberapa lokasi memiliki morfologi perbukitan bergelombang dibagian barat, menjadikan aliran air *run off* cepat menuju daerah yang lebih rendah. Namun area dataran sebagian besar telah banyak digunakan untuk pemukiman (warna merah), sehingga dikelompokkan dengan infiltrasi sangat rendah.

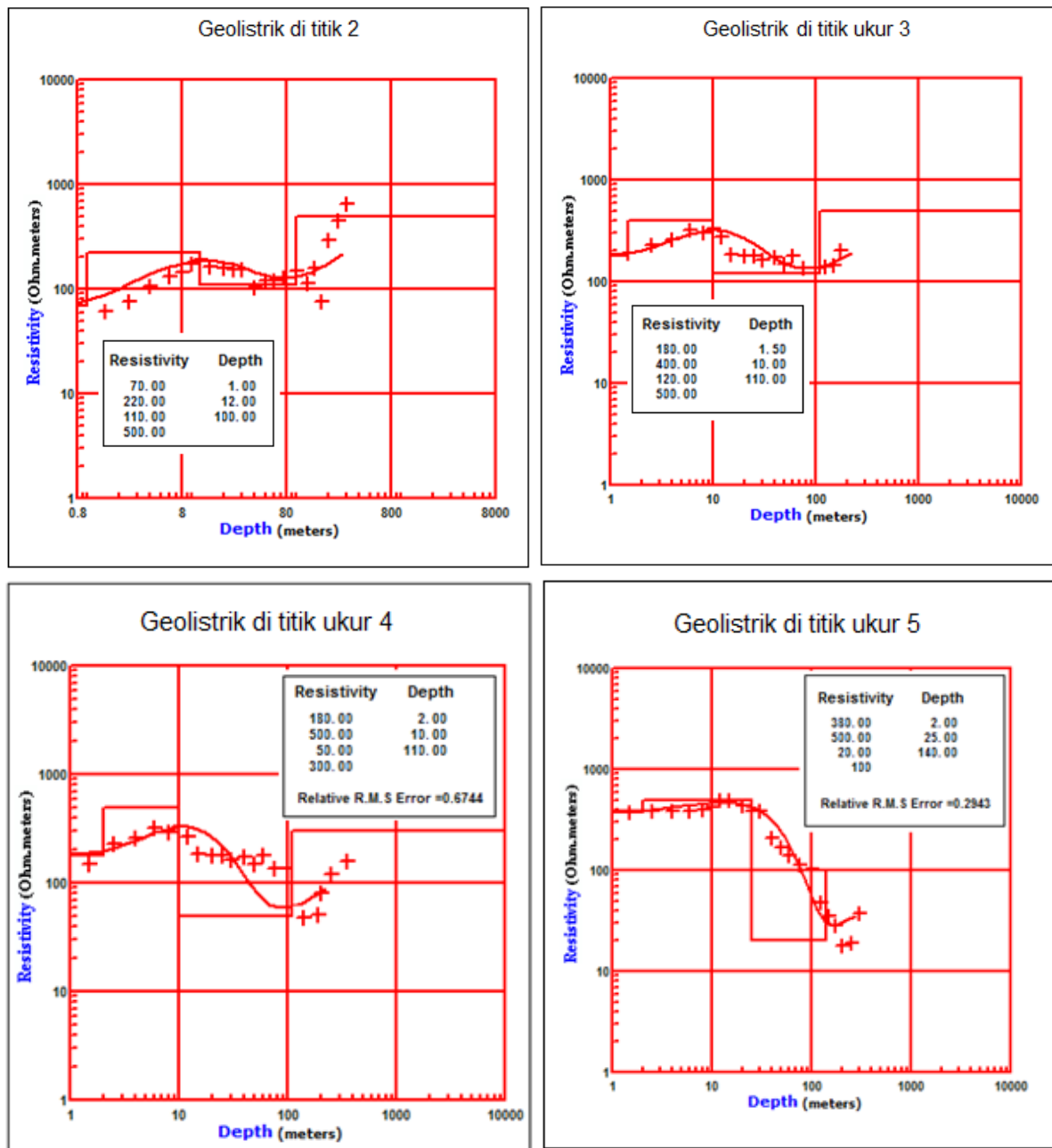
3.2. Geolistrik *sounding*

Analisa resistivitas batuan bawah permukaan dititik 1 sampai dengan titik 5, diperlihatkan pada Gambar 5 dan 6. Hasil pemodelan di kelima titik menyiratkan pada profil batuan bersifat resistif dengan resistivitas lebih dari 150 Ohm m. Respon material konduktif ditafsirkan sebagai akuifer dalam, ditemukan pada AB/2 lebih dari 80 m.

Merujuk pada hasil pengujian skala lab pengaruh kandungan air pada batuan, memiliki respon resistivitas tinggi saat kondisi kering (Pandey *et al*, 2015). Jenis batuan, profil porositas dan permeabilitas, belum mampu diinterpretasi berdasar nilai resistivitas terukur.



Gambar 5. Profil resistivitas batuan bawah permukaan di titik ukur 1.



Gambar 6. Profil resistivitas batuan bawah permukaan di titik ukur 2, 3, 4 dan 5.

Lima lokasi pengukuran tidak memperlihatkan keberadaan material konduktif dibagian dangkal. Prospek akuifer dalam terdapat pada titik ukur 1, 4 dan 5. Secara khusus hasil pemboran di titik 1, respon konduktif dengan resistivitas 38 – 50 Ohm m berasosiasi dengan material breksi vulkanik di kedalaman 80 – 90 m. Lapisan breksi tersebut mampu menghasilkan debit air tanah 4 l/s.

Pola akuifer di area penelitian cukup kompleks disertai simpang siur batuan andesit. Kehadiran batuan

kristalin dari batuan andesit menyebabkan sejumlah lokasi tidak menemukan air tanah.

Profil bawah permukaan yang didominasi respon batuan resistif dapat disebabkan oleh keberadaan batuan andesit atau batuan lainnya yang tidak permeabel. Keadaan tersebut memberi pengaruh besar terhadap terhambatnya resapan air dari permukaan untuk mencapai akuifer.

Untuk memaksimalkan peran sebagai area resapan, tidak dapat mengandalkan pada proses resapan alami. Diperlukan rekayasa menangkap air hujan dan

membantu mengalirkan secara cepat ke dalam batuan permeabel. Tiga titik lokasi, titik ukur 1, 4 dan 5 memberikan indikasi keberadaan batuan permeabel di posisi $AB/2 = 80 - 150$ m.

4. Kesimpulan

Area resapan air tanah di Kecamatan Kemiling tersusun oleh parameter tanah dengan komposisi hasil endapan abu vulkanik bercampur dengan lempung. Pengaruh material tanah yang tersusun oleh butiran halus, menghasilkan fitur infiltrasi rendah. Air hujan mengalami hambatan untuk meresap ke bawah permukaan, dan dominan menghasilkan *run off*.

Karakter batuan bawah permukaan didominasi oleh batuan resistif. Mengindikasikan buruknya porositas dan permeabilitas batuan. Terdapat batuan permeabel di titik ukur 1, 4 dan 5, dengan lokasi cukup dalam, pada kedalaman lebih dari 80 m. Untuk membantu percepatan air hujan membentuk air tanah di batuan permeabel tersebut, tidak dapat dilakukan secara resapan alami. Diperlukan rekayasa untuk mengalirkan secara langsung ke dalam batuan permeabel.

Ucapan terima kasih

Penelitian ini sepenuhnya didukung oleh hibah penelitian BLU Fakultas Teknik Universitas Lampung Tahun 2025. Ucapan terima kasih atas dana yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

Daftar Pustaka

- Darmawan, D.A., Harisuseno, D. and Fidari, J.S. (2022) "Estimasi Laju Infiltrasi Berdasarkan Kadar Air, Porositas, Dan Komposisi Tanah di Sub DAS Lesti," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2), pp. 393–352.
- Fatimah, Rizqi, A.H.F. and Yudhana, W.M.B. (2021) "Aquifer mapping based on stratigraphic and geoelectrical data analysis in Bedoyo region, Gunung Kidul Regency, Yogyakarta Special Region," *Riset Geologi dan Pertambangan*, 31(1), pp. 13–26.
- Mangga, S.A., Amirudin, Suwanti, T., dan Gafoer, S.S. (1993). "Peta geologi lembar Tanjung Karang". Badan geologi Republik Indonesia.
- Mulyasari, R., Darmawan, I.G. B., Hesti, Hidayatika, A., and Suharno (2022) "A geoelectrical study of aquifers in the Natar, South Lampung," *Journal of Engineering and Scientific Research*, 4(2), pp. 84–87.
- Pandey, L.M.S., Shukla, S.K. and Habibi, D. (2015) "Electrical resistivity of sandy soil," *Géotechnique Letters*, 5(3), pp. 178–185.
- Purwadi, O.T., Darmawan, I.G.B., Yuwono, S.B., Triyono, S., and Kusumastuti, D.I. (2023) "Integrated Hydrogeological and Geophysical Study of Groundwater Resources in Northern Bandar Lampung, Indonesia," *Journal of Sustainability Science and Management*, 18(4), pp. 1–13.
- Rustadi, Darmawan, I.G.B., Haerudin, N., Setiawan, A., and Suharno (2022) "Groundwater exploration using integrated geophysics method in hard rock terrains in Mount Betung Western Bandar Lampung, Indonesia," *Journal of Groundwater Science and Engineering*, 10(1), pp. 10–18.
- Rustadi, Setiawan, A., Darmawan, I.G.B., Suharno, and Haerudin, N. (2022) "Identification of Saline Water Intrusion Using Integrated Geoelectrical Method in the Coastal Aquifer of Holo-Quaternary Formation, Lampung Bay," *Applied Environmental Research*, 44(3), pp. 76–87.
- Seif, A.K., Masria, A., Ghareeb, M., Saleh, A.A., Soliman, K., Ammar, A.I. (2024) "Identifying managed aquifer recharge and rain water harvesting sites and structures for storing non-conventional water using GIS-based multi-criteria decision analysis approach," *Applied Water Science*, 14(8), pp. 1–20.
- La Vigna, F. (2022) "Review: Urban groundwater issues and resource management, and their roles in the resilience of cities," *Hydrogeology Journal*, 30(6), pp. 1657–1683.
- Wahyuni, S., Prayitno, G., Elhuda, I., Sisinggih, D., Souma, K., Iyati, W., and Rubiantoro, P. (2024) "Innovative geoelectrical methods for comprehensive groundwater evaluation in East Java, Indonesia," *Results in Engineering*, 24, pp. 1–14.
- Zhang, M. (2024) "Groundwater Management in Urban Areas: Challenges and Innovations," *Hydrology: Current Research*, 15(4), pp. 1–2.