Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 25, No 1 (2025): Februari, 912-917
DOI: 10.33087/jiubj.v25i1.6018

Identifikasi Air Tanah Berbasis Model Struktur Geologi dengan Metode Geolistrik

[1]Azhar Adi Darmawan, [1]Annisa Kesy Garside, [2]Ernawan Setyono, [2]Chairil Saleh
[1]Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang
[2]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang
Correspondence: azharadidfts@umm.ac.id, annisa@umm.ac.id, ernawan_s@umm.ac.id, chairil@umm.ac.id

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah mengdentifikasi air tanah berbasis model struktur geologi dengan metode geolistrik di Desa Purwosekar Kecamatan Tajinan berada di Kabupaten Malang. Teknologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode geolistrik resistivitas yang membantu mengidentifikasi struktur batuan serta potensi air tanah dalam. Hasil temuan didapatkan titik rekomendasi pengeboran dengan debit berkisar 5,6 L/det. Pada lokasi ini terdapat litologi batuan yang terdiri dari lapisan atas tanah, tufa, tufa pasiran, dan lava.

Kata Kunci: geolistrik; airtanah; resistivitas; litologi batuan.

Abstract. *The aim of this research is to identify groundwater based on geological structure models using geoelectric methods in Purwosekar Village, Tajinan District, Malang Regency. The technology used in this research is the geoelectric resistivity method which helps identify rock structures and deep groundwater potential. The findings showed that the recommended drilling point was with a discharge of around 5.6 L/sec. At this location there is rock lithology consisting of topsoil, tuff, sandy tuff and lava.*

Keywords: *geoelectricity; groundwater; resistivity; rock lithology.*

PENDAHULUAN

Masyarakat di salah satu desa di Kecamatan Tajinan bergantung pada sumber air di desa sebelahnya untuk memenuhi kebutuhan mereka. Desa Purwosekar memiliki potensi air di beberapa tempat, meskipun lokasinya sangat dalam. Sebagai pusat pendidikan dan perekonomian desa, maka ketersediaan air bersih merupakan fasilitas pundukung yang sangat penting. Masyarakat Indonesia sangat membutuhkan air baku yang bersih, terutama mereka yang tinggal di daerah tanpa air bersih atau dengan sumber daya air yang terbatas. Kondisi seperti ini mendorong pengembangan dan penerapan teknologi pengolahan air yang cepat, murah, berkelanjutan dan sederhana (Indriatmoko et al., 2020).

Kecamatan Tajinan sebagai wilayah yang terus berkembang dan melakukan pengembangan potensi desa, maka fasilitas pendukung dan pelayanan pada masyarakat mutlak wajib ada serta terus dikembangkan oleh pemerintah desa. Salah satu fasilitas yang sangat dibutuhkan adalah ketersediaan air baku yang dipenuhi dari wilayah desa sendiri serta dikelola langsung oleh pihak desa. Air tanah akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di lokasi penelitian. Meskipun demikian, temuan dari wawancara dengan warga sekitar dan pemerintah desa menunjukkan bahwa kondisi air tanah di lokasi penelitian sulit untuk diketahui. Oleh karena itu, diperlukan teknologi untuk menemukannya.

Geolistrik resistivitas adalah teknik yang dapat digunakan untuk menentukan potensi air tanah (Virman, 2018). Kualitas potensi air yang didapatkan tidak dibahas dalam penelitian ini karena diperlukan penelitian lanjutan dengan metode lain (Jone, 2018). Penelitian ini akan membantu menemukan fenomena ilmu pengetahuan yang mendasari hal-hal di atas dan menemukan solusi alternatif. Secara teoretis, banyak faktor dapat memengaruhi kelangkaan air tanah; ini termasuk jenis batuan, jenis tanah, topografi, dan vegetasi. Fokus penelitian ini adalah untuk melihat struktur geologi atau batuan yang membentuk lapisan tanah di lokasi studi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kemungkinan ketersediaan air saat ini di lapisan geologi yang dimaksud.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode survei untuk mengumpulkan data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui wawancara langsung dengan orang-orang di lingkungan sekitar wilayah kerja Desa Purwosekar pada bulan Oktober 2024 dan dilakukan pada daerah dengan elevasi topografi yang relatig tinggi agar dalam penyalurannya

nanti dapat memanfaatkan gravitasi. Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini termasuk alat geolistrik yang mengukur resistivitas batuan di lokasi penelitian, yang dibatasi pengukuran hingga kedalaman 150 meter, dan sistem penentuan titik analisa posisi global (GPS) yang mengidentifikasi koordinat titik pengukuran geolistrik.

Metode geolistrik adalah salah satu jenis teknik geofisika yang digunakan untuk mempelajari keadaan bawah permukaan. Metode ini menggunakan sifat aliran listrik di dalam batuan di bawah permukaan bumi untuk mengetahui bagaimana metode ini bekerja (Usman et al., 2017). Penelitian ini membutuhkan data sekunder seperti Peta Geologi Lembar Turen, yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi pada tahun 1992, dan Peta Hidrogeologi Kediri Skala 1: 250.000, yang diterbitkan oleh Direktorat Geologi Lingkungan pada tahun 1984. R adalah tahanan dalam satuan Ohm dan I adalah arus yang diinjeksikan dalam satuan Ampere. Di sisi lain, perbedaan potensial V dalam satuan Volt dihitung dengan perkalian antara I dan R.

Data ini diperoleh dari pengukuran geolistrik konfigurasi Schlumberger (Rubiantoro & Gari Amrina, 2020). Untuk mencegah polarisasi, arus searah terkomutasi (DC terkomutasi) ditambahkan selama pengambilan data. Dan gunakan resistivitimeter untuk menghitung perbedaan potensial. Alat ini sangat sensitif terhadap bahan konduktif, sehingga harus benar-benar kering saat digunakan. Jika digunakan di lingkungan basah, massa jenis air dan tanah akan menyatu sehingga nilainya sama. Titik pemboran di daerah pengambilan data ditentukan dengan menggunakan data geolistrik yang dihasilkan dari pengukuran yang menggambarkan kondisi bawah permukaan. Nilai resistivitas dan panjang bentangan yang dihitung melalui metode geolistrik memberikan gambaran tentang keadaan bawah permukaan yang terdiri dari lapisan-lapisan batuan berpori yang mengandung mineral. Nilai resistivitas batuan sebenarnya berubah karena kandungan air, fluida, atau mineral lain di dalam pori-pori batuan. Koefisien kelulusan air terdiri dari koefisien kelulusan air di lapangan (Kf) dan koefisien kelulusan air di laboratorium atau standar (Ks). Kemampuan untuk meluluskan air di dalam rongga batuan tanpa mengubah sifat airnya dikenal sebagai koefisien kelulusan air (*Coeficient of Permeability / Hydraulic Conductivity*).

$$K = \frac{Q}{Axdh/dl} = \frac{L^3/T}{L^2 x L/L} = \frac{L}{T} = \frac{m}{hari}$$

Prinsip hidrolika menggerakkan air tanah dalam keadaan sebenarnya tidak berubah. Hukum Darcy dan persamaan Kontinuitas merupakan dasar hukum yang berlaku untuk air tanah yang mengalir melalui lapisan akuifer. Dimana Hukum Darcy Q = K.i.A (Bisri, 2008).

HASIL

Air yang ada di dalam batuan atau lapisan tanah di bawah permukaan tanah disebut air tanah (Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah, 2018). Parameter jenis batuan didasarkan pada jenis tanahan pada kedalaman yang berbeda. Hasil perhitungan dan interpretasi data lapangan geolistrik digunakan untuk menentukan parameter jenis batuan. Langkah selanjutnya adalah membandingkan tabel nilai tahanan jenis batuan saat ini dengan nilai tahanan jenis batuan berdasarkan hasil penelitian ahli geofisika sebelumnya. Ini akan menunjukkan hubungan antara besaran tahanan jenis batuan dan jenis batuan yang ada di daerah pengukuran. Konfigurasi Schlumberger dengan teknik sounding digunakan untuk mengumpulkan data, memungkinkan penggunaan referensi sepanjang lintasan (Permana, 2019). Berbeda dengan metode Wenner, data hasil pengukuran terkonsentrasi pada titik tengah lintasan pengukuran (Nashrullah et al., 2018).

Pengukuran geolistrik dilakukan di wilayah administratif Desa Purwosekar. Hasil penelusuran awal dengan pendulum pertama ditentukan 2 titik yang akan dilakukan pengukuran resistivitas seperti pada Gambar 1. Titik – titik pengukuran geolistrik dilaksanakan sebanyak 2 (dua) titik. Konfigurasi elektroda dilakukan menggunakan konfigurasi Schlumberger, dengan bentang elektroda arus (C1C2) 300 meter. Dengan bentang 300 meter, kedalaman pendugaan geolistrik (C1C2/2) akan mencapai 150 meter (Agustina et al., 2018) sedangkan bentang elektroda potensial (MN) sepanjang 50 meter (Darmawan et al., 2021). Untuk menentukan posisi rencana pengamatan, daftar inventarisir dibuat dengan data tentang titik koordinat permukaan bumi (Permana, 2019).

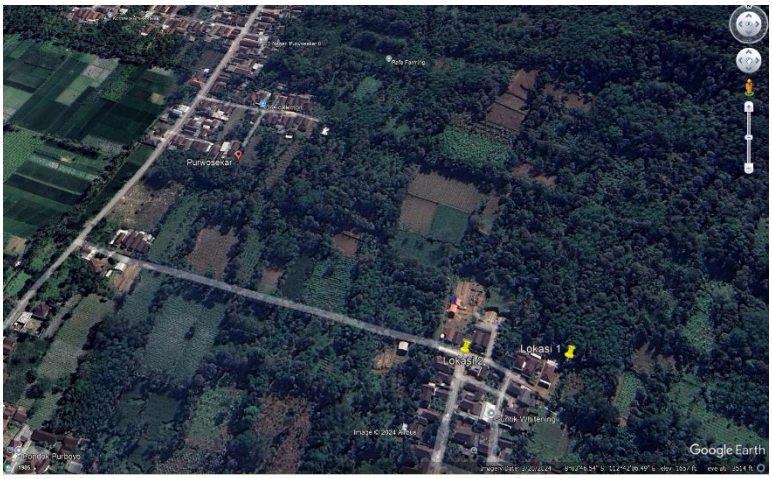
Tabel 1
Koordinat Lokasi

Titik Lokasi	Koordinat	
	S	E
Lokasi 1	8° 3'51.04"	112°42'11.72"
Lokasi 2	8° 3'50.79"	112°42'8.75"

Sumber: data olahan

Titik geolistrik terletak sisi Barat lahan pertanian tepatnya di pinggir jalan perkampungan. Pemilik lahan telah menyetujui lokasi yang dipilih. Bentang elektroda arus dan potensial mengarah ke Barat dan Timur dari lokasi pengukuran. Bentang elektroda arus (C1C2) adalah 300 m, dan bentang elektroda potensial (P1P2) adalah 50 meter.

Kesesuaian litologi batuan di titik survey geolistrik Purwosekar 1 terhadap lapisan geologi lokasi pengukuran yang berada pada Formasi endapan gunungapi buring (Qpvb) dengan batuan penyusunnya antara lain: lapisan top soil, tufa, tufa pasiran dan lava. Lapisan top soil dengan nilai resistivitas 210,76 Ωm hingga kedalaman 1,48 meter merupakan lapisan tufa yang mengalami perkerasan untuk jalan. Di kedalaman 1,48 – 3,20 meter diidentifikasi sebagai lapisan tufa dengan nilai resistivitas 51,34 Ωm. Kedalaman 3,20 – 7,03 meter diidentifikasi sebagai lapisan tufa pasiran dengan nilai resistivitas 104,96 Ωm. Kedalaman 7,03 – 15,12 meter diidentifikasi sebagai lapisan lempungan dengan nilai resistivitas 16,82 Ωm. Pada kedalaman 15,12 – 150 meter lapisan batuan didominasi oleh lapisan lava yang bersifat keras dengan nilai resistivitas 424,27 – 805,724 Ωm. Pada celahan lapisan lava diidentifikasi potensi akuifer dikedalaman 57,17 – 81,34 meter dan 93,23 – 113,99 meter dengan nilai resistivitas 196,84 – 125,46 Ωm.



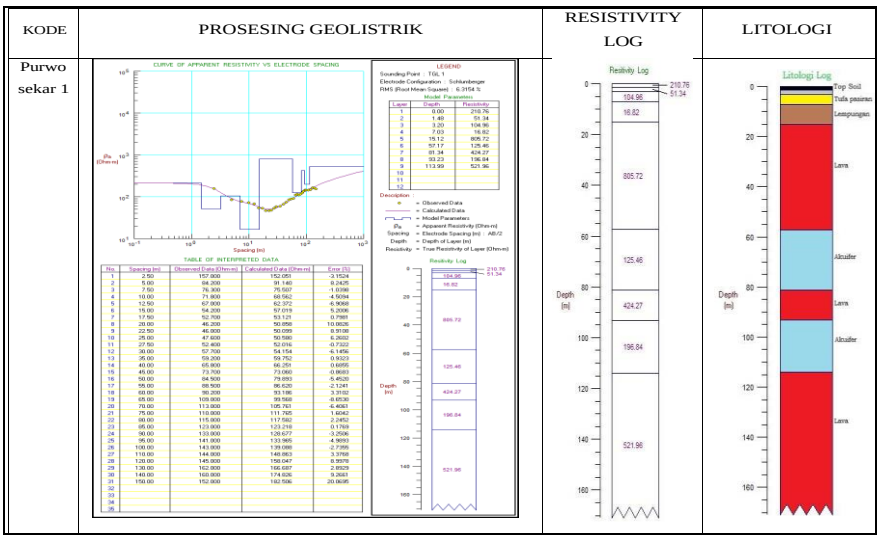
Sumber: Google Earth

Gambar 1
Lokasi Riset dan Titik Rekomendasi

Nilai debit potensial di titik geolistrik Purwosekar 1 ditemukan berdasarkan hasil perhitungan terhadap lapisan akuifer yang telah ditemukan melalui pengukuran geolistrik. Untuk menghitung debit, rumus Darcy digunakan. Parameter yang dimasukkan termasuk koefisien permeabilitas, kemiringan akuifer, jari-jari pipa konstruksi, tebal lapisan akuifer, dan luas penampang akuifer. Didapatkan nilai transmisivitas (m^2/det) dan potensial debit (L/det) tiap - tiap lapisan akuifer. Berdasarkan analisi, titik 1 geolistrik Desa Purwosekar, memiliki potensi debit lapisan akuifer sebesar 5,62 L/det. Untuk memaksimalkan debit produksi sumur direkomendasikan proses pengeboran sumur dilakukan hingga kedalaman 120 meter dengan target debit yang diproduksi sebesar ± 5,62 L/detik.

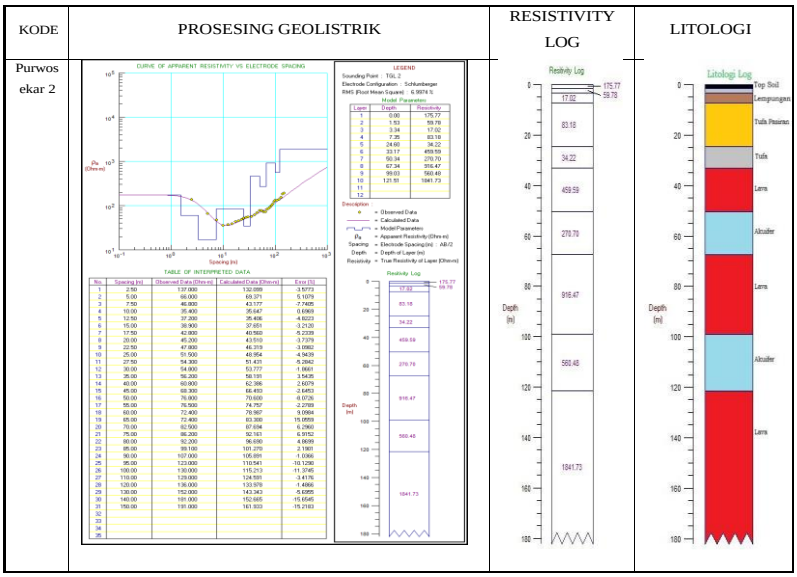
Gambar 2 menjelaskan kesesuaian litologi batuan di titik survey geolistrik Purwosekar Titik 2 terhadap lapisan geologi lokasi pengukuran yang berada pada Formasi endapan gunungapi buring (Qpkb) dengan batuan penyusunnya antara lain: lapisan top soil,

lempung, tufa, tufa pasiran dan lava. Lapisan top soil dengan nilai resistivitas 175,77 Ωm hingga kedalaman 1,53 meter merupakan tufa. Di kedalaman 1,53 – 33,17 meter lapisan batuan didominasi oleh lapisan tufa dengan sisipan lapisan lempung dan tufa pasiran. Lapisan tufa teridentifikasi di kedalaman 1,53 – 3,34 meter dan 24,60 – 33,17 meter dengan nilai resistivitas 34,22 – 59,78 Ωm. Lapisan tufa pasiran teridentifikasi di kedalaman 7,35 – 24,60 meter dengan nilai resistivitas 83,18 Ωm. Lapisan lempung teridentifikasi di kedalaman 3,34 – 7,35 meter dengan nilai resistivitas 34,22 – 59,78 Ωm. Pada kedalaman 33,17 – 130 meter lapisan batuan didominasi lapisan lava yang bersifat keras dengan nilai resistivitas 459,59 – 1841,73 Ωm. Pada celah lava yang berongga teridentifikasi lapisan akuifer di kedalaman 50,34 – 67,34 meter dan 99,03 – 121,51 meter dengan nilai resistivitas 270,70 – 560,48 Ωm. sedangkan Gambar 3 menjelaskan cara yang sama pada perhitungan terhadap lapisan akuifer yang telah teridentifikasi dengan pengukuran geolistrik, didapatkan nilai debit potensial di titik geolistrik Purwosekar 2. Dimana potensi debit lapisan akuifer sebesar 4,94 L/det, dengan kedalaman 120 meter.



Sumber: data olahan

Gambar 2.
***Resistivity Log* Geolistrik Lokasi 1**



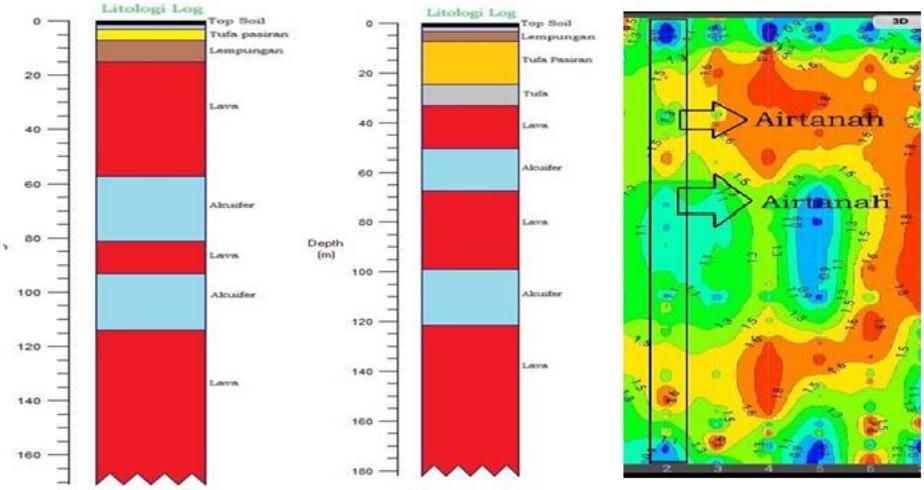
Sumber: data olahan

Gambar 3
***Resistivity Log* Geolistrik Lokasi 2**

Pengukuran ADMT dilakukan di bagian tengah lahan pertanian. Panjang bentang lajur ADMT sepanjang 30 meter dengan spasi pengukuran sepanjang per 5 meter. Pelaksanaan pengukuran ADMT dilaksanakan disekitar titik rencana penempatan sumur bor sehingga dapat diketahui tingkat potensi airtanah disekitar area tersebut. Pengukuran ADMT menghasilkan kedalaman pengukuran yang mencapai 300 meter, jarak bentang lajur sepanjang 30 meter, dan visual gradasi warna tiap lapisan yang menginterpretasi lapisan batuan. Hasil pengukuran ADMT pada lajur Purwosekar menunjukkan bahwa visual gambar didominasi oleh warna biru pada bagian permukaan yang menunjukkan bahwa di kedalaman 5 – 20 meter berupa tanah lunak berupa lempungan hingga tufa. Jika dimungkinkan dikedalaman tersebut dimanfaatkan sebagai airtanah dangkal (sumur gali) oleh warga sekitar. Semakin kedalam gradasi warna berubah menjadi hijau hingga kekuningan. Warna hijau mulai kedalaman 20 – 45 meter diinterpretasi sebagai lapisan tufa, sedangkan warna kuning mulai kedalaman 45 – 70 meter diidentifikasi sebagai lapisan lava yang bersifat keras. Pada kedalaman 70 – 80 meter terdapat anomali warna dengan warna biru yang diduga sebagai lapisan akuifer yang berpotensi airtanah. Lapisan lava teridentifikasi di kedalaman 80 – 110 meter. Diatas kedalaman 100 meter teridentifikasi kembali lapisan berwarna bitu yang diduga sebagai lapisan akuifer hingga kedalaman 180 meter.

Berdasarkan hasil intepretasi lapisan batuan pada lajur pengukuran Purwosekar menunjukkan bahwa lapisan batuan pada lokasi ini didominasi oleh lapisan tufa pada bagian permukaan dan lapisan lava pada lapisan yang lebih dalam. Lapisan batuan tersebut bersifat menerus, dan baik untuk menjadi lapisan akuifer yang membawa airtanah. Airtanah teridentifikasi di kedalaman 50 - 80 meter; dan 100 – 120 meter. Untuk lokasi di Purwosekar direkomendasikan hingga kedalaman 120 meter.

Kedua metode yang telah dilaksanakan baik metode geolistrik resistivitas maupun ADMT menghasilkan litologi log di area sekitar pengukuran. Litologi batuan hasil pengukuran di titik geolistrik resistivitas dan di lajur ADMT dapat disandingkan untuk mengetahui karakteristik batuan di sekitar lahan pertanian Purwosekar dan mengetahui potensi airtanah. Perbandingan litologi batuan masing – masing titik sebagai berikut.



Sumber: data olahan

Gambar 3
Hasil Litologi Batuan Lokasi 1, Lokasi 2, dan Lajur ADMT

Selain melakukan pengukuran titik geolistrik untuk mengetahui litologi batuan dan keterdapatan lapisan akuifer, dilakukan juga kegiatan penentuan titik rekomendasi lokasi sumur bor. Lokasi yang dipilih telah disetujui oleh pemilik lahan. Metode yang digunakan adalah metode *dowsing rod* atau pendulum yang banyak digunakan oleh ahli pengeboran sumur bor. Manfaat metode pendulum selain menentukan letak titik rekomendasi sumur bor juga dapat diketahui arah aliran airtanah di lokasi pengukuran. Arah aliran airtanah berdasarkan pengukuran pendulum berasal dari arah Timur mengalir ke Barat dari lokasi

pengukuran. Rekomendasi prioritas titik geolistrik yang digunakan sebagai acuan titik pengeboran mempertimbangkan beberapa faktor, antara lain: potensi airtanah di titik geolistrik yang terbanyak, tingkat kebutuhan air tanah, kemudahan akses pelaksanaan pengeboran dan pasca pengeboran, jarak terhadap sumber listrik, disebabkan energi listrik yang digunakan cukup besar sehingga pengambilan listrik langsung dari tiang listrik bukan dari saluran gedung atau rumah, dan jarak terhadap tempat layanan, untuk menghemat jaringan distribusi

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menemukankan bahwa titik Purwosekar 1 adalah lokasi yang dianggap memiliki kemungkinan paling besar untuk mengandung air tanah, dengan kedalaman maksimum sekitar 120 meter. Litologi batuan titik 1 terdiri dari lapisan top soil, tufa, tufa pasiran dan lava. Lapisan akuifer titik 1 teridentifikasi di kedalaman 57,17 – 81,34 meter dan 93,23 – 113,99 meter. Dengan debit potensial ± 5,62 L/detik. Kedalaman pengeboran dilakukan hingga kedalaman 120 meter untuk mendapatkan multilayer akuifer dan mencegah terjadinya kekeringan pada musim kemarau. Tentunya dilakukan juga *pumping test* pada saat setelah pelaksanaan pembuatan sumur bor untuk mengetahui debit sumur dan kestabilannya, juga untuk menentukan spesifikasi pompa yang akan digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, R. D., Pazha, H., & Sugilar, H. 2018. Identification of subsurface basement rock using geoelectrical resistivity method in development area (campus 2 UIN Sunan Gunung Djati Bandung). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *434*(1), 1–6.

Bisri, M. 2008. *Air Tanah*. Tirta Media.

Darmawan, A. A., Saleh, C., Setyono, E., & Amal, A. S. 2021. Analisa Model Struktur Geologi Untuk Menduga Air Tanah Dengan Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, *21*(1), 289.

Indriatmoko, R. H., Setiadi, I., & Yudo, S. 2020. Diseminasi Teknologi Pengolahan Air Siap Diminum Bagi Masyarakat Studi Kasus: Diseminasi Di Pesantren Syubbanul Yaum Tenajar Kertasemaya, Indramayu Jawa Barat. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, *13*(1).

Jone, Y. 2018. Kajian Potensi Air Tanah Dan Pembagian Wilayah Potensi di Cekungan Air Tanah Maumere. *Jurnal IPTEK*, *22*(1), 21.

Nashrullah, A., Widodo, S., Bakri, H., & Prasetyawati Umar, E. 2018. Pendugaan Potensi Air Tanah Menggunakan Geolistrik Tahanan Jenis Daerah Pesisir Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, *6*(2), 60–64.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 31 Tahun 2018 tentang Pedoman Penetapan Zona Konservasi Air Tanah

Permana, P. 2019. Analisis Kualitas Dan Pemanfaatan Air Tanah Di Kecamatan Kota Barat Gorontalo. *Jurnal Geomine*, *7*(1), 13.

Rubiantoro, P., & Gari Amrina, B. 2020. Intrinsic vulnerability assessment of shallow groundwater to pollution using the GOD Method by utilizing geoelectric data: A case study of the city of Pasuruan, East Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *437*(1).

Usman, B., Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., & Rohayu, E. 2017. Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika FLUX*, *14*(2), 65.

Virman, V. 2018. Penyebaran Dan Kualitas Air Tanah Zone Aluvium Berdasarkan Data Geolistrik Daerah Kabupaten Merauke, Papua. *SPEKTRA : Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, *4*(1), 94.