

ANALISA DISTRIBUSI AIR BAWAH TANAH DI KELURAHAN TANGKERANG LABUAI MENGGUNAKAN METODE COOPER-JACOBS DAN GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER

Suryadi Simbolon*, Usman Malik
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau

*E-mail korespondensi: suryadi.simbolon@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Groundwater, one part of water resources is the most needed by humans for life. The availability of ground water and the increasing population growth in Tangkerang Labuai Village require the use of clean water. This study aims to determine the rock layers that makes up the soil and soil aquifers and the quality of groundwater. For the soil layer, it use the Schlumberger configuration geoelectric method, for the aquifer test, uses the Jacobs step drawdown method to determine the decrease of groundwater level is time. For air quality uses radian where the pH, TDS, turbidity values describe the resistivity value. The results of the research based on data processing on a 90 m long track, ground water is found at a depth of 7-10 m with a resistivity value of 114 Ω m, which is categorized as granite, sand, gravel, alluvium constituent layers with a resistivity value of < 1000 Ω m or the aquifer is partially connected due to the presence of a porous rock layer having small pores. To test the aquifer in the well based on the relatively small decrease in groundwater, namely 0.2 and 0.1 cm with a discharge of 0.43 liter/second with a transmissivity value of 971.901 m^2/day , categorized as free or connected aquifer. Groundwater could not be consumed from the results as stated to the regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia number 492 of 2010, because the pH obtained was < 6.5 or acidic nature and categorized as partially connected aquifers because the more acid of water is formal, the higher the resistivity value is obtained.

Keywords: Groundwater, Geoelectricity, Aquifer, Resistivity, Water Quality.

ABSTRAK

Air tanah sebagai salah satu bagian sumber daya air merupakan yang paling diperlukan oleh manusia, karena air merupakan sumber kehidupan. Ketersediaan air tanah dan pertambahan penduduk yang meningkat di kelurahan tangkerang labuai mengakibatkan semakin tingginya penggunaan air bersih. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lapisan batuan penyusun tanah dan akuifer tanah serta kualitas air tanah. Untuk lapisan penyusun batuan tanah menggunakan metode geolistrik konfigurasi schlumberger, untuk uji akuifer menggunakan metode cooper Jacobs step drawdown guna mengetahui penurunan muka air tanah terhadap waktu dan untuk kualitas air menggunakan metode radian dimana nilai pH, TDS, kekeruhan mendeskripsikan nilai Resistivitas nya. Hasil penelitian berdasarkan pengolahan data pada lintasan sepanjang 90 m air tanah terdapat pada kedalaman 7-10 m dengan nilai resistivitas 114 Ω m dapat dikategorikan lapisan penyusun nya granite, pasir, kerikil, aluvium dengan nilai resistivitas <1000 Ω m atau akuifer nya terhubung sebagian karena adanya lapisan batuan yang memiliki pori-pori yang kecil. Untuk uji akuifer pada sumur berdasarkan penurunan air muka tanah relatif kecil yaitu 0,2 dan 0,1 cm dengan debit 0,43 liter/detik dengan nilai transmissivitas 971,901 $m^2/hari$ dikategorikan akuifer bebas atau terhubung. Sampel air bawah tanah diuji dengan parameter pH, TDS, kekeruhan, air tanah belum dapat dikonsumsi dari hasil uji kualitatif air dengan parameter parameter yang disebutkan merujuk dari peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 dikarenakan pH yang didapat bernilai <6,5 atau sifat asam dan dikategorikan akuifer terhubung sebagian karena semakin asam nilai pH yang terukur semakin besar nilai resistivitas.

Kata kunci: Air tanah, Geolistrik, Akuifer, Resistivitas, Kualitas Air.

Diterima 01-07-2022 | Disetujui 16-07-2022 | Dipublikasi 31-07-2022

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan, baik itu manusia, hewan, maupun tumbuhan, semua membutuhkan air untuk kelangsungan hidupnya, naun keberadaan air sangat terbatas baik menurut ruang dan waktu maupun kualitas dan kuantitas nya [1]. Solusinya manusia mengeksplorasi dan mengeksploitasi air bawah tanah permukaan bumi agar kebutuhan air bersih tetap tersedia, begitu pula di kelurahan Tangkerang Labuai.

Namun ketersediaan air tanah di setiap daerah tidaklah sama, dimana Sebagian daerah memiliki potensi air tanah yang besar, tetapi ada juga daerah dengan potensi yang kecil. Faktor faktor potensi air tanah dipengaruhi oleh besar kecil nya curah hujan, banyak sedikitnya vegetasi, kemiringan lereng serta derajat porositas dan permeabilitas batuan penyusun akuifernya [2]. Salah satu pendekatan yang dilakukan untuk menyelidiki potensi akuifer untuk eksploitasi air tanah yaitu menggunakan metode Cooper-Jacobs dengan Analisis data uji pemompaan. Tes pemompaan dilakukan untuk mengukur nilai penurunan tingkat air, yang dihasilkan dari proses pemompaan di sumur [3] Data uji pemompaan kemudian dapat dianalisis dengan menggunakan model statistik seperti persamaan Cooper-Jacobs untuk mengetahui parameter-parameter akuifer [4].

Eksplorasi air bawah tanah yang dilakukan secara berlebihan dapat menyebabkan persediaan air bawah tanah menipis dan menyebabkan keberadaan air tanah semakin berkurang. Selain itu, Perubahan fungsi lahan juga menyebabkan yang seharusnya dapat terserap menjadi run off yang mengalir ke dalam sungai dan terus ke laut, oleh sebab itu untuk mendapatkan informasi data tentang potensi air bawah tanah dengan melihat kondisi geologi bawah permukaan tanah ditempat tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode salah satunya adalah Metode geolistrik.

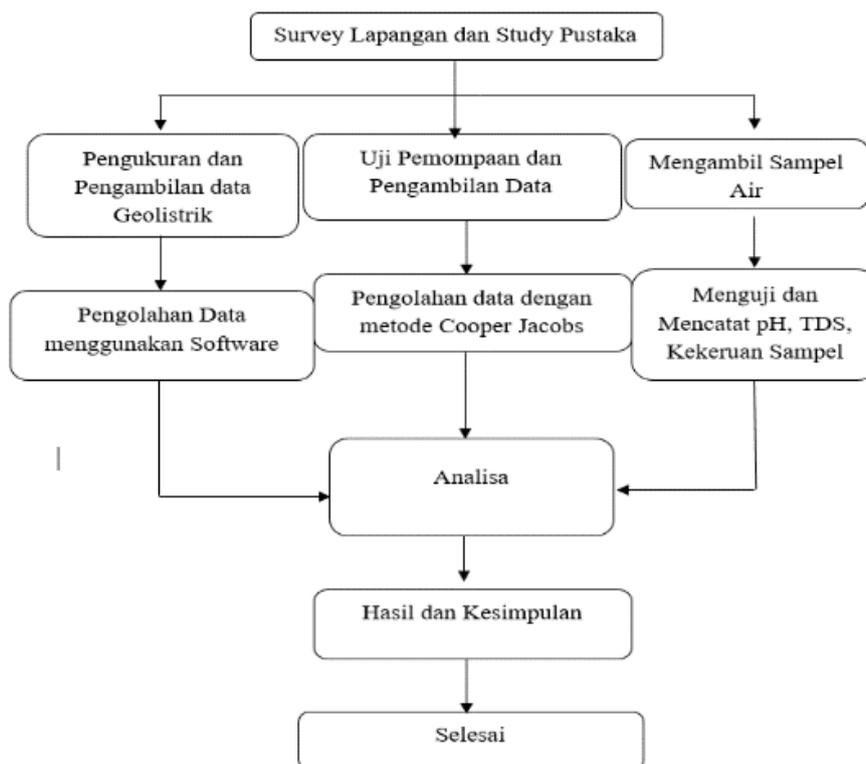
Geolistrik merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui sifat aliran listrik

di dalam bumi dengan cara mendeteksinya di permukaan bumi [5]. Metode ini dapat meliputi pengukuran potensial, arus, dan medan elektromagnetik yang terjadi baik itu oleh injeksi arus maupun secara alamiah. Metode geolistrik merupakan metode yang banyak sekali digunakan dan hasilnya cukup baik [6]. Pendugaan geolistrik ini didasarkan pada jenis material yang berbeda akan mempunyai tahanan jenis yang berbeda. Salah satu metode geolistrik yang sering digunakan dalam pengukuran aliran listrik untuk mempelajari keadaan geologi bawah permukaan adalah metode tahanan jenis atau resistivitas [7, 8].

Daerah Kelurahan Tangkerang Labuai ini adalah daerah dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi di Kecamatan Bukit Raya dimana kepadatan sebesar 17.669 penduduk dariluas wilayahnya. Hal ini dipengaruhi oleh karena letaknya yang tidak jauh dari pusat kota sehingga akan mempengaruhi dan mempercepat kemajuan di kelurahan tersebut. Disamping itu juga dipengaruhi dengan pesatnya pertumbuhan industri, ekonomi, dan pertumbuhan kepadatan penduduk, tentu akan berbanding lurus dengan semakin banyaknya air yang di butuhkan. Dalam hal ini maka pemanfaatan air tanah merupakan salah satu solusi terbaik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mula-mula dilakukan studi literatur dan survei lapangan. Terdapat tiga tahapan dalam pengujian kadar air bawah permukaan. Tahapan pertama dilakukan pengukuran dan pengambilan data geolistrik dengan menggunakan metode Schlumberger dan pengolahan data dengan bantuan *software*. Tahapan kedua dilakukan uji pemompaan dan pengambilan data dengan menggunakan metode Cooper-Jacobs. Tahapan ketiga dilakukan dengan pengambilan sampel air yang akan diuji dengan kadar kasaman pH, TDS, dan kekeruhan. Seluruh data yang terkumpul kemudian dianalisa dan dibandingkan dengan beberapa parameter yang telah diperoleh. Ilustrasi tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme tahapan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini didasarkan pada 2 metode penelitian yaitu Metode geolistrik konfigurasi Schlumberger dan metode Cooper-Jacobs serta menguji kualitas air.

Interpretasi Geolistrik Lintasan

Lintasan sepanjang 90 meter terletak pada titik koordinat $0^{\circ}27'47,5374''\text{LU}$ dan $101^{\circ}30'47,9056''\text{BT}$. Hasil perhitungan dan pengolahan data dengan *software progress v3.0*

untuk metode schlumberger diperoleh nilai Root Mean Square-error sebesar 12,8320% dengan kedalaman lapisan yang terbaca oleh software hingga 35 meter dan perolehan nilai resistivitas $< 1200 \Omega\text{m}$, seperti pada Tabel 1.

Berdasarkan nilai resistivitas dan kedalaman yang diperoleh dari penelitian dapat dikatakan lapisan penyusun batuan daerah berupa batu pasir, kerikil hingga batuan beku, dengan ini dapat dikatakan bahwa akuifer pada penelitian ini merupakan akuifer bebas atau akuifer terhubung.

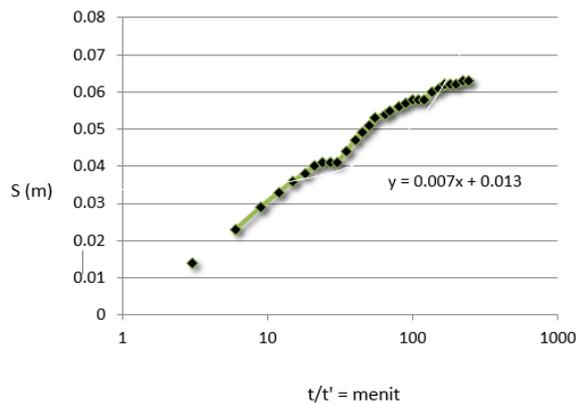
Tabel 1. Nilai resistivitas dan kedalaman.

Kedalaman (m)	Tahanan jenis (Ωm)	Lapisan batuan
0-6	412	Batu Pasir
7-10	114	Air tanah
12-17	523	Pasir dan Kerikil
17-24	1097	Batuan Pasir
25-35	888	Batuan Pasir dan Kerikil

Analisa Uji Pemompaan

Uji pemompaan dilakukan dengan debit konstan sebesar 0,43 L/detik atau 37,152 m^3/hari selama 280 menit, namun pemompaan

dihentikan pada menit ke 240 hal ini dikarenakan pada menit 240 air permukaan mencapai *steady state* atau tidak terjadi penurunan lagi, terlihat pada kurva seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva pemompaan.

Berdasarkan Gambar 2 pada kurva pemompaan dapat dikatakan bahwa kurva diatas mencirikan akuifer primer dimana batuan penyusunnya merupakan batuan berupa pasir dengan ukuran sedang hingga kasar. Akuifer primer yang didominasi oleh pasir juga ditunjukkan oleh respon kelulusan air mengisi air tanah kembali ke posisi awal pemompaan. Sehingga dapat disimpulkan akuifer di lokasi tersebut merupakan termasuk akuifer bebas dengan keterusan sedang. Analisa uji akuifer untuk menentukan besarnya koefisien keterusan air atau nilai transmisivitas (T) dengan menggunakan rumus Cooper-Jacobs, dimana dari gambar 2 yaitu kurva diperoleh persamaan:

$$y = 0,007x + 0,0013 \quad (1)$$

pada saat $s = 0$, $t = t_0$ sehingga:

$$s = 0,007 (\log t/t^2)_0 + 0,0013 \quad (2)$$

sedangkan untuk menentukan transmisivitas:

$$T = \frac{2,3Q}{4\pi \Delta s} \quad (3)$$

Dari nilai T yang diperhitungkan maka dapat dicari nilai storativitas (S):

$$S = \frac{2,25 \times T \times t_0}{r^2} \quad (4)$$

Berdasarkan perhitungan diatas dengan menggunakan nilai Q (debit air), waktu penurunan air (t) dan penurunan air muka ier

dapat diketahui nilai Transmisivitas (T) sebesar 971,901 m²/hari dan nilai storativitas 0,3 dengan nilai ini dapat dikategorikan akuifer pada lokasi penelitian adalah akuifer bebas atau terhubung dengan pori-pori berbeda pada setiap batuan nya terlihat dari pemulihan air muka tanah nya selama 21,09 menit dan batuan penyusun nya sebagian memiliki pori-pori yang kecil seperti pada Tabel 1 dimana nilai Resistivitas nya 800-1097 Ωm.

Analisis Uji pH dan Kualitas Air

Air normal memiliki pH berkisar 6,5-8,5 nilai TDS 0-500 dan kekeruhan 0-5, terlihat seperti pada tabel berikut nilai pH, TDS dan kekeruhan berdasarkan jarak terhadap limbah pembuangan.

Tabel 2. Nilai kadar pH.

Jarak sampel terhadap limbah (m)	pH
5	4,41
10	5,03
15	5,31
20	5,89

Tabel 3. Nilai TDS.

Jarak sampel terhadap limbah (m)	TDS
5	73
10	47
15	13
20	14

Tabel 4. Nilai Kekeruhan.

Jarak sampel terhadap limbah (m)	Kekeruhan
5	1,97
10	1,51
15	0,57
20	0,49

Berdasarkan nilai pH yang didapat jarak sumur terhadap pembuangan sangat mempengaruhi nilai keasaman, TDS dan kekeruhan suatu air tanah. Dimana air tanah pada daerah penelitian ini bersifat asam, nilai TDS yang tinggi dan kekeruhan yang tinggi, selain jarak nya yang dekat dengan limbah

pengaruh dari partikel penyusun suatu lapisan tanah cukup berpengaruh adanya padatan terlarut seperti kalsium, magnesium, garam karbonat, sulfat dan ion lainnya serta adanya lahan warga yang dekat dengan sumur karena penggunaan pupuk yang berlebihan. Oleh karena itu perlu adanya perlakuan khusus untuk menetralkan kadar pH, TDS, Kekeruhan sehingga air dapat dikonsumsi

Berdasarkan nilai pH, TDS, dan kekeruhan diatas dapat dikategorikan akuifer pada daerah penelitian ini akuifer bebas atau terhubung ditinjau dari nilai nya, yaitu semakin tinggi nilai suatu keasaman dan kekeruhan air maka semakin tinggi nilai Resistansinya, sebaliknya semakin tinggi nilai TDS maka semakin rendah pula nilai Resistansinya [9, 10].

KESIMPULAN

Nilai resistivitas untuk lintasan sepanjang 90 m berkisar antara 114-1200 Ω m dengan kedalaman mencapai 35 m dan RMS 12,01% dengan perkiraan berlitologi batuan pasir, kerikil dan batuan beku. Untuk uji pemompaan metode Cooper-Jacobs akuifer diperkirakan akuifer bebas atau terhubung dengan pori pori tertentu berdasarkan lapisan penyusunnya dan daerah Tangkerang Labuai cocok digunakan sebagai daerah pembangunan dan pertumbuhan industri dilihat dari nilai transmisivitasnya yaitu sebesar 971,901 m²/hari dan nilai Storativitas sebesar 0,03. Ditinjau dari nilai pH, TDS, dan kekeruhan yang diperoleh dari uji air tanah terhadap jarak pembuangan limbah dapat dikatakan bahwa air pada daerah penelitian ini dapat dikonsumsi tetapi tidak layak dikonsumsi merujuk pada peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2010.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan termakasih ditujukan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud), Lembaga Pendidikan dan Pengabdian

Masyarakat (LPPM), Universitas Riau dan Orang Tua Penulis yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

1. Bouwer, H., & Bouwer, H. (1978). *Groundwater hydrology* (Vol. 480). New York: McGraw-Hill.
2. Juandi, J. (2008). Analisis Air Bawah Tanah dengan Metode Geolistrik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 2(2), 48-54.
3. Maliva, R. G. (2016). *Aquifer characterization techniques* (Vol. 10). Berlin: Springer.
4. Kasenow, M. (2001). *Applied groundwater hydrology and well hydraulics*. Water Resources Publication.
5. Wijaya, A. S. (2015). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya. *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55).
6. Bisri, M. (1991). Aliran Air Tanah. Malang. *Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*.
7. Telford, W. M., Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics*. Cambridge university press.
8. Rega, A., & Malik, U. Penggunaan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger untuk Mengetahui Lapisan Struktur Litologi Bawah Tanah di Taman Ilmu Universitas Riau. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 19(1), 35-38.
9. Riputra, B. Y., & Malik, U. (2021). survei sumber air panas dengan metode geolistrik konfigurasi Wenner (Studi kasus: Wisata air panas Pawan, Pasirpangaraian). *Komunikasi Fisika Indonesia*, 18(2), 146-150.
10. Menteri Kesehatan. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.



Artikel ini menggunakan lisensi [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)