

Analisis Struktur Lapisan Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas Schlumberger Vertikal di Toladan Kabupaten Jayapura

Steven Y.Y. Mantiri^{*1} Daniel Napitupulu², Tatang Sutarman³

^{1, 2, 3} Program Studi Geofisika, FMIPA UNCEN Jayapura

^{*}steven.mantiri03@gmail.com

ABSTRACT

A study on the analysis of the soil structure for the purpose of investigating groundwater deposits using the geoelectric resistivity Schlumberger sounding method was conducted in Toladan, Sentani Kota Village, Sentani District, Jayapura Regency. This study aims to estimate the location and depth of the soil layer containing groundwater (aquifer). The resistivity geoelectric method is most suitable for the exploration of groundwater, metallic minerals and hard rock layers. Research with this geoelectric method uses a Schlumberger electrode configuration. The investigation model is carried out vertically – 1 dimension (sounding). The research method used is a field survey method and advanced geophysical analysis. The research was conducted at a point with coordinates 2°33'10.70"S 140°31'51.00"E. The results show that the detected aquifer layer is the depth aquifer layer. The geological lithology of the study site is dominated by dense and hard ultramafic rocks. In addition, coarse and fine sand predominates in the study area. Hard soil structure and groundwater deposit layers were found at the study site. The layer containing groundwater was found at a depth of 67.60 m with a resistivity of 45.50 m. The type of aquifer detected is a clear aquifer because it is located in an ultramafic hard rock environment and sand is associated with soil, gravel and gravel.

Keywords: Geoelectric, Schlumberger, Vertical, Groundwater Deposit, Toladan, Sentani

ABSTRAK

Kajian analisis struktur tanah untuk keperluan penyelidikan endapan airtanah dengan metode geolistrik resistivitas Schlumberger sounding dilakukan di Toladan, Desa Sentani Kota, Kecamatan Sentani, Kabupaten Jayapura. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan letak dan kedalaman lapisan tanah yang mengandung airtanah (akuifer). Metode geolistrik resistivitas paling cocok untuk eksplorasi air tanah, mineral logam dan lapisan batuan keras. Penelitian dengan metode geolistrik ini menggunakan konfigurasi elektroda Schlumberger. Model investigasi dilakukan secara vertikal – 1 dimensi (sounding). Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei lapangan dan analisis geofisika lanjutan. Penelitian dilakukan pada titik dengan koordinat 2°33'10.70"LS 140°31'51.00"BT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan akuifer yang terdeteksi adalah lapisan akuifer dalam. Litologi geologi lokasi penelitian didominasi oleh batuan ultramafik padat dan keras. Selain itu, pasir kasar dan halus mendominasi di daerah penelitian. Struktur tanah keras dan lapisan deposit air tanah ditemukan di lokasi penelitian. Lapisan yang mengandung airtanah ditemukan pada kedalaman 67,60 m dengan resistivitas 45,50 m. Jenis akuifer yang terdeteksi adalah akuifer jernih karena berada di lingkungan batuan keras ultrabasa dan pasir berasosiasi dengan tanah, kerikil dan kerikil.

Kata kunci : Geolistrik, Schlumberger, Vertikal, Deposit Air Tanah, Toladan, Sentani

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



1. Pendahuluan

Tanah merupakan bagian dari lapisan atmosfer kerak bumi yang terletak di posisi paling atas dan menjadi bagian dari kehidupan organisme ataupun mikroorganisme serta tersusun atas berbagai mineral dan material organik dan anorganik lainnya.

Struktur tanah terbentuk melalui agregasi berbagai partikel tanah yang menghasilkan bentuk/susunan tertentu pada tanah. Struktur tanah juga menentukan ukuran dan jumlah rongga antar partikel tanah yang mempengaruhi pergerakan air, udara, akar tumbuhan, dan organisme tanah. Lapisan tanah merupakan sebuah formasi atau susunan yang

terbentuk dari beberapa tingkat dan secara spesifik dapat dibedakan secara geologi, kimiawi dan biologis. Jika sebuah tanah dipotong secara vertikal maka penampakan lapisan tanah akan terlihat sangat jelas karena pada setiap tingkat atau lapisan memang berbeda karakteristiknya.

Air merupakan kebutuhan pokok manusia yang harus dipenuhi untuk kehidupan sehari-hari. Air dapat diperoleh dari berbagai sumber air, salah satunya adalah air tanah. Air tanah adalah merupakan air yang tersimpan di bawah permukaan tanah. Keberadaan air tanah di alam sangat tergantung dari ada tidaknya batuan yang dapat menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah yang berarti atau dalam hal ini disebut sebagai akuifer. Akuifer merupakan suatu batuan/formasi yang mempunyai kemampuan menyimpan dan mengalirkan air tanah dengan jumlah yang berarti. Secara alami tidak semua batuan dapat bertindak sebagai akuifer mengingat akan sangat bergantung pada ruang antar butiran (pori) dan permeabilitasnya.

Toladan, atau biasa disebut *Kampung Toladan*, merupakan bagian dari Kelurahan Sentani Kota, Distrik Sentani, Kabupaten Jayapura. Kampung Toladan berada di kaki Pegunungan Cycloops, kurang lebih berada di sekitar koordinat $2^{\circ}33'9.78''S$ dan $140^{\circ}31'49.92''E$ yang berada pada ketinggian ± 212 meter dari permukaan laut atau berada pada 134 m dari permukaan Danau Sentani. Lokasi Kampung Toladan ditunjukkan pada gambar 1.1. Masyarakat setempat menggunakan air terbatas yang disalurkan oleh PDAM Kota Sentani. Namun secara keseluruhan, sebagian besar masyarakat setempat tidak (belum) dapat menggunakan air PDAM karena faktor keterbatasan penyaluran. Kondisi ini menyebabkan masyarakat setempat memanfaatkan sumber-sumber air permukaan yang tersedia dan sumber air pengeboran dangkal. Sumber-sumber air alternatif tersebut terpengaruh oleh keadaan permukaan bumi. Jika musim panas maka sumber-sumber air tersebut akan berkurang bahkan habis dan sebaliknya jika musim hujan maka akan tersedia airnya namun keruh. Kondisi ini merupakan masalah yang serius pada keberlangsungan hidup masyarakat di lokasi tersebut. Salah satu solusi untuk permasalahan ini adalah dengan melakukan pencarian sumber-sumber air tanah bawah permukaan yang tidak terpengaruh oleh permukaan bumi dan ketersediaan cukup dan tersedia untuk jangka waktu yang lama.

Metode geolistrik merupakan salah satu cara dalam penelitian struktur tanah dengan melaksanakan pengukuran berdasarkan sifat-sifat listrik yaitu sifat tahanan jenis dari batuan di lapangan. Survei dengan metode geolistrik merupakan survei geofisika yang bersifat survei

aktif namun ramah lingkungan. Survei geolistrik banyak digunakan untuk beberapa keperluan yaitu survei struktur tanah untuk konstruksi, survei mineral logam untuk pertambangan dan survei lapisan akuifer untuk eksplorasi air tanah. Keunggulan metode ini adalah dapat digunakan untuk mengadakan ekspolarasi dangkal yang tidak bersifat merusak dalam pendeteksiannya[1].

Penelitian dengan metode geolistrik terus dikembangkan dari waktu ke waktu. Penelitian dengan metode ini dilakukan baik untuk keperluan pendidikan maupun untuk keperluan masyarakat langsung. Penelitian tentang identifikasi lapisan akuifer secara vertikal menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner Alfa di Kampung Nafri, Distrik Abepura, Kota Jayapura[2]. Pengkajian tentang pemetaan struktur lapisan tanah untuk pembangunan fondasi tribune lapangan sepakbola Mahacendra Universitas Cenderawasih menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner alfa secara lateral[3].

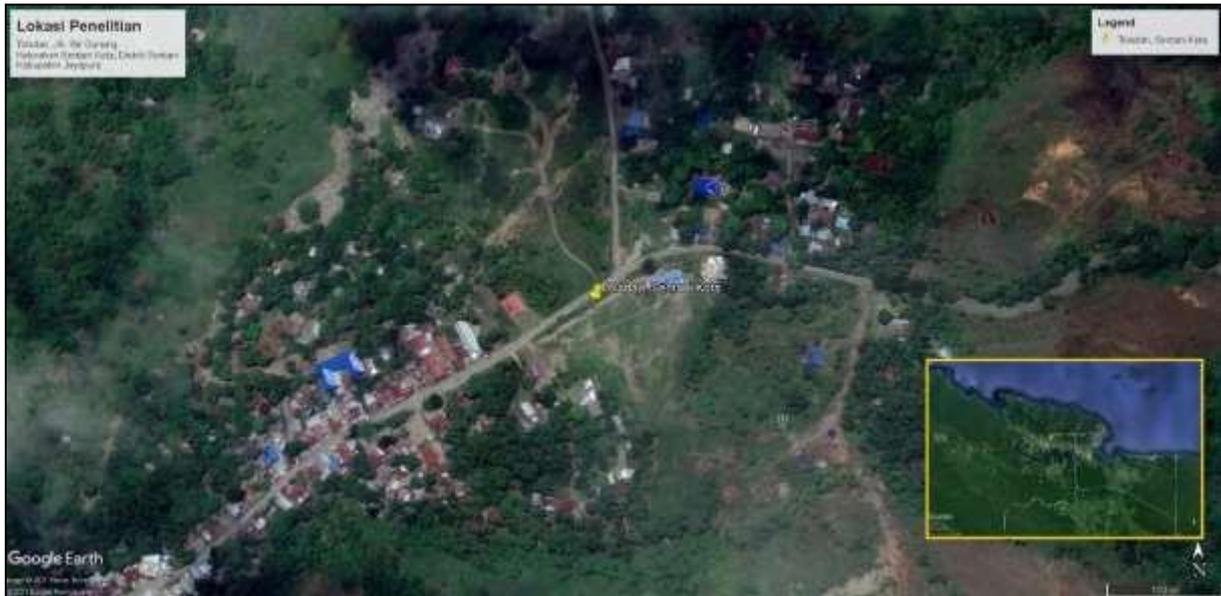
Merujuk dari paparan di atas, maka dilakukan penelitian tentang identifikasi lapisan yang mengandung air tanah di Toladan, atau biasa disebut *Kampung Toladan*, merupakan bagian dari Kelurahan Sentani Kota, Distrik Sentani, Kabupaten Jayapura. Kajian ini menggunakan konsep metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger vertikal. Kajian ini bertujuan untuk menduga letak dan kedalaman lapisan tanah yang mengandung air tanah (akuifer).

2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei lapangan dan analisis geofisika lanjutan. Metode survei lapangan yaitu dengan melakukan pengukuran menggunakan alat geolistrik. Pengukuran dengan alat ini memberikan nilai tegangan dan kuat arus listrik. Penelitian ini menggunakan konfigurasi Schlumberger secara vertikal. Metode komputasi geofisika yaitu dengan melakukan pengolahan data hasil pengukuran geolistrik secara komputasi. Profil struktur lapisan tanah secara vertikal dianalisis berdasarkan profil dengan bantuan perangkat lunak geolistrik *sounding* yaitu IP2Win version 3.0.1.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Toladan, Kelurahan Sentani Kota, Distrik Sentani, Kabupaten Jayapura. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1. Koordinat titik pengukuran yaitu $2^{\circ}33'10.70''S$ $140^{\circ}31'51.00''E$



Gambar 1. Lokasi penelitian

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian terdiri atas: peralatan akuisisi data lapangan dan peralatan pengolahan data lanjutan.

1. Peralatan Akuisisi Data Lapangan

Peralatan survei yang digunakan adalah seperangkat *Resistivity Meter* merek IRES T300f. Perangkat alat survei ditunjukkan pada gambar 4.2. Peralatan survei geolistrik berupa unit resistivity meter model IRES T300f beserta asesorisnya. Asesoris resistivity meter berupa accu DC 50 A, kabel arus listrik (orange) 2 x 300 m, kabel potensial listrik (putih dan coklat) masing-masing 500 m, elektroda arus listrik (stainless steel) 3 buah, elektroda potensial listrik (tembaga) 2 buah, radio komunikasi berupa HT (*handytalk*) 3 buah, meteran roll 2 x 100 m dan 2 x 50 m, dan palu standar 4 buah.

2. Peralatan Pengolahan Data Lanjutan

Peralatan yang digunakan pada pengolahan data lanjutan berupa perangkat lunak untuk pengolahan data secara vertikal. Perangkat lunak pengolahan data secara vertikal menggunakan IP2Win version 3.0.1 buatan Moscow State University, Rusia. Selain itu, digunakan juga perangkat lunak standar pengolahan data dan perhitungan.

Prosedur Penelitian

Secara umum, rencana prosedur penelitian dibagi dalam 4 (empat) tahap penting yang saling berhubungan yaitu tahap persiapan dan survei lapangan, tahap pengukuran dan pengambilan data, tahap pengolahan dan analisis, dan interpretasi.

1. Tahap Persiapan dan Survei Lapangan. Pada tahap ini dilakukan persiapan peralatan, perizinan, survei lokasi dan perencanaan untuk pelaksanaan akuisisi data di lapangan.
2. Tahap Pengukuran dan Pengambilan Data. Tahap pengukuran dan pengambilan data dilakukan untuk pengukuran secara vertikal (*sounding*). Pengukuran dengan alat geolistrik memberikan nilai tegangan dan kuat arus listrik. Penelitian ini menggunakan konfigurasi Schlumberger, konfigurasi elektroda ditunjukkan pada gambar 2.
3. Tahap Pengolahan dan Analisis. Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai resistivitas semu batuan atau disebut resistivitas hasil pengukuran lapangan. Persamaan yang digunakan adalah persamaan resistivitas oleh Telford^[4]

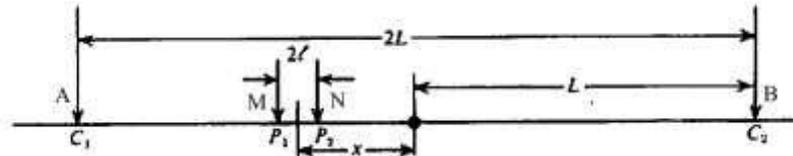
$$\rho = k \frac{\Delta V}{I}$$

dimana k adalah faktor geometri yang berkaitan dengan posisi elektroda yang ditancapkan ke tanah. Faktor geometri untuk konfigurasi Schlumberger adalah

$$k = \pi \frac{L^2 - \ell^2}{2\ell}$$

atau

$$k = \pi \frac{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 - \left(\frac{MN}{2}\right)^2}{MN}$$



Gambar 2. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger

Pengolahan data pengukuran secara vertikal (*sounding*) memberikan profil lapisan di setiap kedalaman dan nilai resistivitas yang sebenarnya. Penentuan letak dan kedalaman setiap lapisan secara vertikal ditentukan berdasarkan kurva kecenderungan dengan bantuan perangkat lunak geolistrik vertikal.

4. Tahap Interpretasi

Pada tahap ini dilakukan pencocokan nilai resistivitas terhadap jenis lapisan tanah dan batuan yang ditemukan di lapangan. Interpretasi ini menggunakan bantuan peta geologi lokasi penelitian yaitu peta geologi lembar Jayapura[5].

3. Hasil Dan Pembahasan

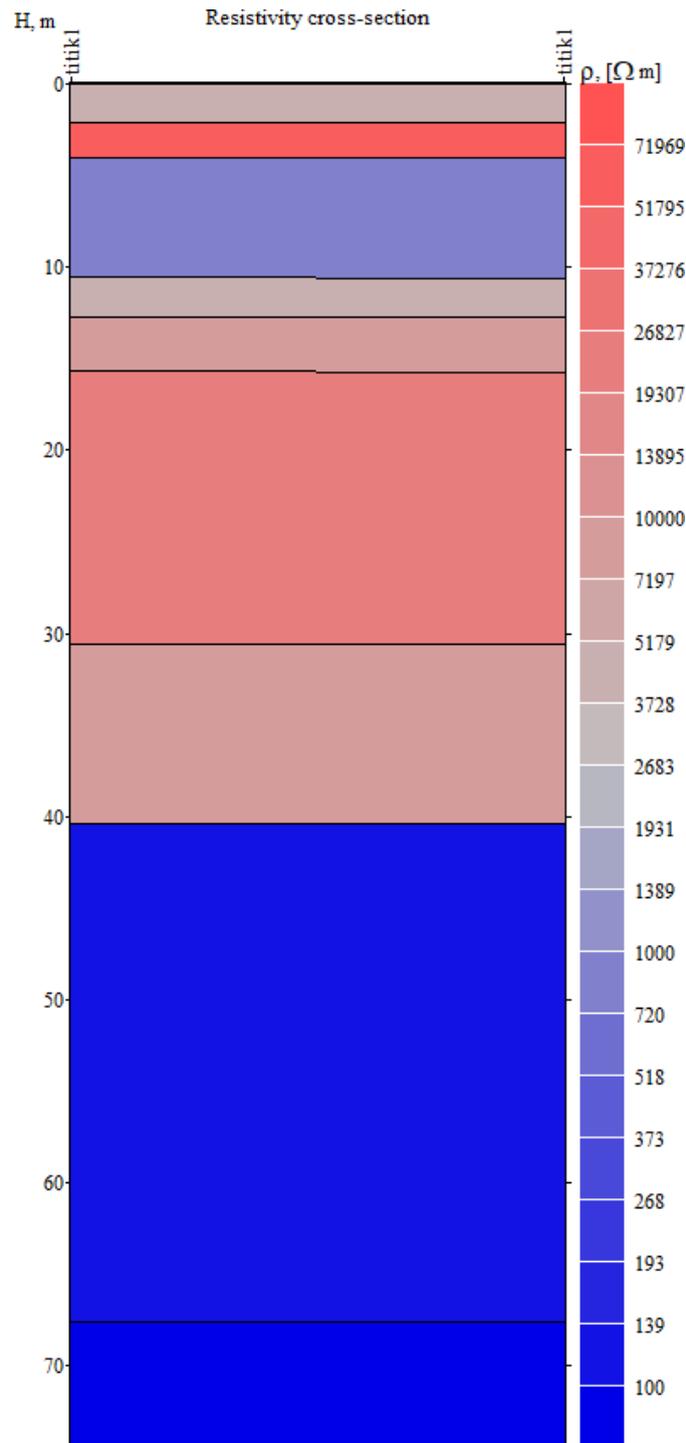
Penelitian tentang analisis struktur lapisan tanah untuk keperluan investigasi deposit air tanah dengan metode geolistrik resistivitas schlumberger sounding dilakukan di Toladan, Kelurahan Sentani Kota, Distrik Sentani, Kabupaten Jayapura. Penelitian dilakukan dengan menggunakan konfigurasi elektroda Schlumberger. Panjang bentangan elektroda terluar adalah 400,00 m. Secara umum, kondisi geologi lokasi penelitian didominasi

oleh struktur timbunan pasir akibat banjir bandang yang terjadi pada tahun 2019. Penelitian dilakukan pada 1 (satu) titik survei secara vertikal.

Tabel 1 menunjukkan profil struktur resistivitas lapisan bawah pada titik 1. Pada hasil ini menunjukkan bahwa lapisan yang terdeteksi untuk titik 1 adalah 9 lapisan. Hasil ini menunjukkan bahwa bagian atas lokasi pengukuran didominasi oleh lapisan keras dengan litologi batuan batuan beku/metamorf beserta pasir, kerikil, kerakal batuan ultramafik dan metamorf. Lapisan ini bukan merupakan lapisan tanah asli di lokasi tersebut. Jenis lapisan-lapisan ini merupakan material timbunan yang terbawa oleh aliran sungai dan banjir bandang yang bersumber dari lereng-lereng pegunungan Cyclops yang mengendap dan tertimbun di lokasi tersebut. Lapisan keras ini diduga sampai kedalaman $\pm 40,00$ m di bawah permukaan tanah. Di lain pihak, lapisan yang mengandung air tanah di titik ini berada di kedalaman 67,60 m ke bawah dengan resistivitas 45,50 Ω m. Litologi lapisan ini adalah tanah pasir bercampur, kerikil kerakal, dan bertekstur lunak. Lapisan ini merupakan lapisan akuifer kedalaman. Profil lapisan tanah bawah permukaan pada titik 1 ditunjukkan pada gambar 3.

Tabel 1. Nilai resistivitas lapisan titik 1

N (Lapisan)	Resistivitas (Ω m)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Interpretasi
1	10,70	0 – 0,71	0,71	Timbunan gamping muda hancur (karang) agak basah
2	43,40	0,71 – 1,33	0,62	Lapisan gamping padat
3	2,77	1,33 – 2,57	1,24	Lapisan tanah gamping basah
4	60,40	2,57 – 6,23	3,67	Lapisan gamping padat
5	1,91	6,23 – 16,60	10,40	Lapisan tanah mengandung air. Akuifer permukaan
6	938,00	16,60 – 51,00	34,30	Lapisan batuan keras berupa lapisan gamping berumur tua dan padat
7	66,00	51,00 –	Lapisan gamping padat



Gambar 3. Struktur lapisan tanah

4. Kesimpulan Dan Saran

Adapun kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu lapisan-lapisan tanah basah yang mengandung air tanah pada lokasi penelitian yaitu pada titik pertama lapisan pertama memiliki

resistivitas $45,50 \Omega m$ di kedalaman $67,60$ dengan interpretasi akuifer kedalaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu sehingga penelitian ini bisa dilaksanakan, yaitu:

1. Pengurus Kampung Toladan, Kelurahan Sentani Kota, Distrik Sentani, Kabupaten Jayapura.
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Cenderawasih yang telah membiayai penelitian.
3. Laboratorium Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih yang telah memfasilitasi peralatan dan tim survei dalam pelaksanaan akuisisi data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kirsch, R., 2009. *Groundwater Geophysics; A Tool for Hydrogeology, Second Edition*, Springer, Verlag-Berlin.
- [2] Mantiri, S.Y.Y., dan Napitupulu, D., (2020). Pemetaan Struktur Lapisan Tanah Untuk Pembangunan Fondasi Tribune Lapangan Sepakbola Mahacendra Universitas Cenderawasih Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner Alfa Secara Lateral. Prosiding LPPM Universitas Cenderawasih, Edisi VI.
- [3] Mantiri dan Ngaderman (2019). Identifikasi Lapisan Akuifer Secara Vertikal Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Alfa di Kampung Nafri, Distrik Abepura, Kota Jayapura, Prosiding LPPM Universitas Cenderawasih, Edisi V.
- [4] Telford, W.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [5] Suwarna, N. dan Noya, Y. 1995. Peta geologi lembar Jayapura (Pegunungan Cycloops), Irian Jaya, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung.