

INTERPRETASI AKUIFER DANGKAL DAN DALAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE INVERS *SMOOTHNESS-CONSTRAINT LEAST SQUARES DATA* GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI PLTU TENAYAN RAYA

Aji Susoso¹, M Juandi², Rahmi Dewi³, Usman Malik⁴

¹ Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau Pekanbaru,
Simpang Baru-PanamJl. Binawidya, Km.12,5 Pekanbaru 28293

¹E-mail: adjie.soerozheo@gmail.com

²E-mail : juandi@lecturer.unri.ac.id

Abstrak— Penelitian tentang interpretasi akuifer dangkal dan dalam dengan menggunakan metode inversi smoothness-constraint least squares data geolistrik Konfigurasi Schlumberger di PLTU Tenayan Raya telah berhasil dilakukan dan mendapatkan hasil. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis dan mengetahui potensi cadangan akuifer dangkal dan dalam pada area PLTU Tenayan Raya. Salah satu cara untuk mengetahui sumberdaya air tanah yaitu dengan melakukan eksplorasi dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger. Metode geolistrik ini digunakan untuk mengetahui kondisi keberadaan air tanah di lokasi PLTU Tenayan Raya dengan hasil yang lebih akurat. Akuifer (Pembawa air) dalam yang diperoleh dengan geolistrik schlumberger selanjutnya dimodelkan dengan Metode Inversi Smoothness-Constraint Least Squares yang memiliki tingkat kesalahan lebih kecil. Pengukuran dilakukan pada tiga (3) bentangan di dalam lokasi PLTU Tenayan Raya. Hasil yang diperoleh pada pengukuran tersebut menunjukkan besarnya potensi air tanah pada lokasi PLTU Tenayan Raya pada kedalaman berkisar 17 – 130 m untuk akuifer dangkal dan 240 m ke atas untuk akuifer dalam. Besarnya nilai cadangan air yang terdapat pada area PLTU Tenayan Raya hingga kedalaman tersebut yaitu 11.300.000 m³ untuk akuifer dangkal dan untuk akuifer dalam sebesar 11.000.000 m³.

Kata Kunci: *Akuifer, Inversi, Smoothness, Geolistrik, Schlumberger*

ABSTRACT_Research of The Interpretation of shallow and deep aquifer by using inversion methods Smoothness-Constraint Least Squares Geoelectric Data Configuration Schlumberger At Tenayan Raya electric steam power Plan has been successfully done and get result. The study was conducted with the aim to analyze and know the potential of shallow and deep aquifer reserve in the area of Tenayan Raya electric steam power Plan. One way to find out the groundwater resources is by exploring using the Schlumberger geoelectric configuration method. This geoelectric method is used to find out the condition of groundwater presence in the location of Tenayan Raya electric steam power Plan with more accurate result. The deep aquifer (water carrier) obtained with the schlumberger geolistrik and then modeled with the Smoothness-Constraint Least Squares Inversion Method which has a smaller error rate. Measurements are made on three (3) stretches in The location of Tenayan Raya electric steam power Plan. The results obtained on the measurement shows the amount of groundwater potential at the location of Tenayan Raya electric steam power Plan at a depth ranging from 17 to 130 m for shallow aquifer Ana 240 m upward for a deep aquifer.

The amount of water reserve in the area of Tenayan Raya electric steam power Plan until the depth is 11.300.000 m³ for shallow aquifer Ana for deep aquifer in The Mount of 11.000.000 m³.

Keywords : Aquifer, Inversion, Smoothness, Geoelectric, Schlumberger

1. Pendahuluan

Perkembangan pembangunan diberbagai sektor pada saat ini hampir terjadi diseluruh wilayah Negara Republik Indonesia, salah satunya adalah Kota Pekanbaru. Kota Pekanbaru merupakan salah satu kota yang pada saat ini sedang berkembang dan melakukan pembangunan diberbagai sektor. Kota Pekanbaru merupakan kota yang secara administrasi berada di wilayah Provinsi Riau. Kegiatan pembangunan tersebut tidak hanya menggunakan peralatan maupun material saja, tetapi juga membutuhkan banyak energi listrik. Energi listrik dibutuhkan untuk menopang kebutuhan baik dalam pelaksanaan pembangunan maupun setelah pembangunan berlangsung.

Kota Pekanbaru sebagai salah satu daerah yang sedang berkembang, pada saat ini mengalami krisis listrik, dimana dilakukan pemadaman bergilir yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero). Pemadaman bergilir dilakukan agar kebutuhan listrik dapat merata ke segala daerah di wilayah Kota Pekanbaru meskipun dengan cara pemadaman bergilir. PT. PLN (Persero) bersama dengan PEMKO (Pemerintah Kota) Pekanbaru bekerja sama telah merencanakan pembangunan penyediaan energi untuk mengatasi hal tersebut.

Pembangunan penyediaan energi tersebut yaitu berupa pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Lokasi dari rencana pembangunan PLTU

tersebut berada di Kelurahan Sail, Kecamatan Tenayan, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Pembangunan PLTU Riau yang dilakukan merupakan PLTU dengan kapasitas 2x110 MW. Kegiatan pembangunan PLTU dan fasilitas penunjang tersebut diperkirakan akan memberikan dampak terhadap lingkungan disekitar lokasi kegiatan tersebut. Dampak yang ditimbulkan tidak hanya berasal dari kegiatan pembangunan saja, akan tetapi dapat ditimbulkan pada saat PLTU telah beroperasi. Air bawah tanah merupakan salah satu komponen lingkungan yang akan terkena dampak dari pembangunan dan operasional PLTU tersebut.

Penelitian dilakukan untuk melihat adanya dampak terhadap lingkungan sekitar, terutama pada akuifer (Air Tanah) dalam yang terdapat di dalam lokasi PLTU tersebut. Akuifer dalam merupakan air tanah yang berada di dalam tanah. Keberadaan air tanah ini dapat dipengaruhi oleh besarnya nilai porositas tanah. Porositas tanah merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk menentukan tingkat kesuburan tanah (Juandi, M,2016). Salah satu cara untuk mengetahui sumberdaya air tanah yaitu dengan melakukan eksplorasi metode geolistrik yang merupakan penelitian kondisi air tanah melalui permukaan tanah. Metode ini melibatkan pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun akibat injeksi arus. (Juandi, M., Malik, U., & Leonardo, M. 2018).

Imran Razat dan Akmam (2015) melakukan kegiatan investigasi Aquifer dengan Metode *Inversi Smoothness-Constraint Least Squares* data geolistrik konfigurasi Schlumberger di Bukit Apit Puhun, Kecamatan Guguk Panjang, Kota Bukit Tinggi. Metode geolistrik juga digunakan untuk mengetahui potensi air di Kampus Tegal Boto Universitas Jember (Halik dkk, 2008). Kemudian Dimas dkk (2012) yang mengidentifikasi pola aliran sungai bawah tanah di Mudal, Pracimato dengan metode Geolistrik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentisikasi dan memodelkan akuifer dan potensi air bawah tanah di sekitar lokasi kegiatan PLTU Tenayan Raya. Kegiatan eksplorasi dengan menggunakan geolistrik dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu metode geolistrik konfigurasi Schlumberger. Metode geolistrik ini digunakan untuk menghasilkan kondisi keadaan air tanah yang lebih akurat, sehingga dengan menggunakan metode tersebut keberadaan (potensi) air tanah di lokasi PLTU Tenayan Raya dapat diketahui sumberdayanya.

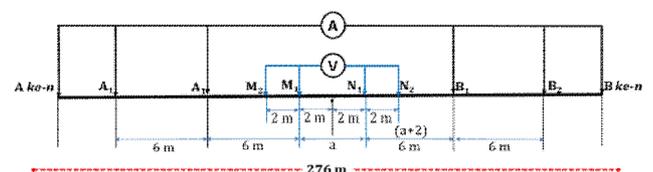
2. Bahan dan Metoda

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 12 sampai 15 Juni 2016. Lokasi penelitian interpretasi akuifer dangkal dan dalam dengan metode inversi *Smoothness-Constraint Least Squares* data geolistrik konfigurasi Schlumberger berada di PLTU Tenayan Raya. Lokasi penelitian secara administrasi termasuk ke dalam wilayah Kelurahan Sail, Kecamatan Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Wilayah tersebut secara geografis PLTU terletak di $0^{\circ}34'6.09''$ - $0^{\circ}34'41.09''$ LU dan $101^{\circ}31'21.20''$ - $101^{\circ}31'44.20''$ BT. Lokasi kegiatan PLTU Tenayan Raya terletak pada area seluas ± 40 Ha yang terdiri dari bangunan utama dan penunjang pembangkit..

Hasil dari penelitian interpretasi akuifer dangkal dan dalam dengan metode inversi *smoothness-constraint least squares* data geolistrik konfigurasi schlumberger di PLTU Tenayan Raya, Kecamatan Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau adalah berupa peta dan informasi tentang daerah tangkapan dan sumber-sumber air tanah serta pola dan arah penyebaran akuifer dan aliran air di bawah tanah.

Peta yang dihasilkan berupa peta yang menggambarkan lokasi dan pola serta arah penyebaran akuifer dan aliran air dibawah tanah, oleh karena itu data yang akan diukur adalah koordinat lokasi (x, y, z) dan potensial pada titik-titik pengukuran sounding geolistrik, metode geolistrik terdiri atas tiga tahap, yaitu : pengukuran untuk pengumpulan data lapangan, pengolahan dan interpretasi data.

Pengukuran geolistrik konfigurasi yang dilaksanakan dalam survei ini adalah konfigurasi Schlumberger. Konfigurasi ini memerlukan 4 elektroda, 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial. Pengukuran dilakukan dengan mengukur potensial pada elektroda tengah saat arus di elektroda luar diinjeksikan kedalam bumi. Pengukuran ini dilakukan dari spasi elektroda yang terkecil hingga terbesar. Spasi yang digunakan yaitu 6 meter untuk elektroda arus dan 2 meter untuk elektroda potensial (Gambar 2).



Gambar 1. Jarak Antara Elektroda Metode Konfigurasi Schlumberger

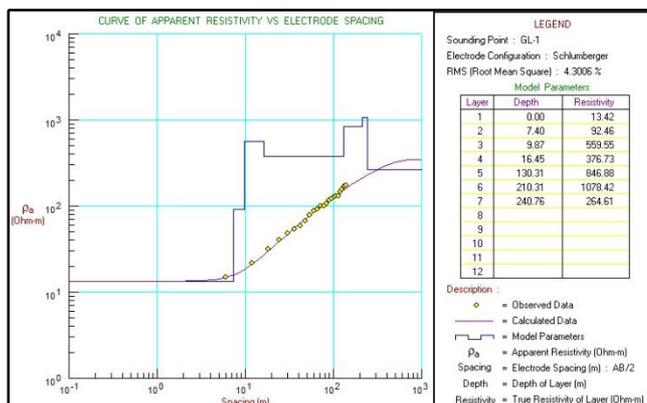
Panjang lintasan yang digunakan yaitu sebesar 276 meter yang terbagi menjadi 2 yaitu 138 meter arah kanan sumber pengukuran dan 138 meter arah kiri sumber pengukuran. Kedua elektroda arus dan

tegangan kemudian diinjeksikan dan dipindahkan dengan spasi yang sama hingga mencapai panjang lintasan maksimum tersebut. Nilai resistivitas di bawah titik sounding dapat ditentukan dari pengukuran tersebut. Data yang diperoleh dari pengukuran tersebut yaitu berupa arus dan tegangan, sehingga dari data tersebut akan diperoleh resistivitas semu. pengambilan data tersebut dilakukan pada 3 lokasi dalam area PLTU tenayan Raya yaitu Bentangan A-B (Penyimpanan Batu Bara, Bentangan C-D (Pengolahan Air Limbah) dan Bentangan E-F (Area Penimbunan Batu Bara).

3. Pembahasan

Hasil dan pembahasan yang dibahas pada bagian ini yaitu potensi cadangan air di PLTU Tenayan Raya. Potensi cadangan dan interpretasi lapisan pada areal PLTU Tenayan Raya dapat dilihat dari hasil perhitungan nilai resistivitas semu yang selanjutnya dimasukkan kedalam program Progress dengan inversi *Smoothness-Constraint Least Squares*.

Hasil program tersebut akan menghasilkan nilai resistivitas bawah permukaan sebenarnya (true resistivity) dengan nilai kesalahan yang kecil. Nilai resistivitas tersebut selanjutnya digunakan untuk menganalisis potensi air tanah baik dalam maupun dangkal yang berada pada areal PLTU Tenayan Raya. Hasil dari program Progress untuk bentangan A – B dapat dilihat pada **Gambar 3** di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Hasil Resistivitas Dengan Progress Pada Bentangan A – B

Bentangan A - B merupakan lokasi yang akan digunakan untuk penampungan batu bara dari PLTU Tenayan Raya. Hasil tersebut menunjukkan jika terdapat 7 (tujuh) variasi kedalaman dengan masing-masing nilai resistivitasnya. Nilai resistivitas pada masing-masing kedalaman tersebut menunjukkan karakteristik dari jenis batuan pada setiap lapisan.

Hasil dari software tersebut menunjukkan jika pada lapisan pertama yaitu kedalaman 0 – 7,40 m, nilai resistivitas berada pada rentang 13,42 – 92,46 Ω m. Jenis metrial dengan 13,42 m merupakan jenis metrial *clay* (lempung) jenis material ini sangat sedikit terdapat akuifer (Bisri, 2012). Nilai resitivitas yang berbeda pada lapisan pertama ini yaitu 92,46 menunjukkan jenis material batu pasir yang mudah retak. Jenis material ini menunjukkan adanya potensi air (akuifer dangkal) yaitu akuifer utama jenis yang dapat diminum, atau material yang memudahkan air untuk melewatinya (Bisri, 2012).

Lapisan kedua yaitu pada kedalaman 9,87 – 16,45 m, nilai resistivitas yang dihasilkan yaitu 559,55 – 376,73 Ω m. Jenis material pada kedalaman tersebut berupa *Sandstones* (Batu pasir) (Telford, 1990) (Loke, 2004). Jensi material ini cukup keras dan tidak mudah retak, dimana kondisi cadangan air sama dengan meterial lempung yang sangat sedikit akuifer (Bisri, 2012).

Nilai resistivitas selanjutnya pada lapisan ketiga yaitu pada kedalaman 130,31 – 210,31 m berada pada rentang 846,88 Ohm – 1078,42 Ω m. Nilai resistivitas pada lapisan tersebut menunjukkan material berupa *Dry Gravel* (Kerikil Kering) (Telford, 1990). Kondisi cadangan air pada ljenis material ini juga sedikit sama halnya dengan lapisan kedua dengan struktur material yang keras (Bisri, 2012).

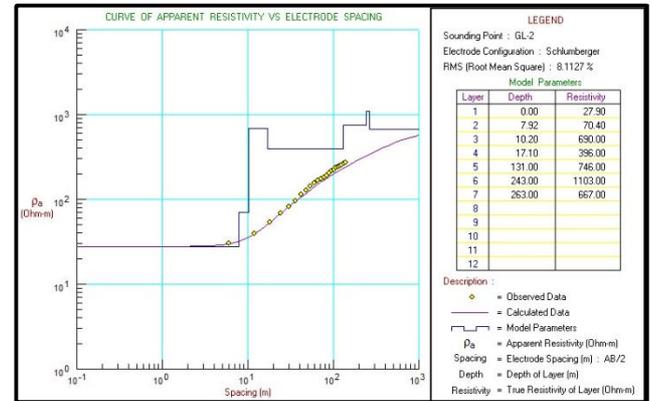
Lapisan keempat yaitu kedalaman 240,76 m, nilai resistivitas yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan kedalaman sebelumnya yaitu sebesar 264,61 Ωm . Nilai resistivitas tersebut menunjukkan jika pada kedalaman > 240 m merupakan keberadaan air bawah tanah (akuifer dalam) dengan nilai resistivitas 264,61 Ωm (Telford, 1990). Air tanah pada kedalaman > 240 m merupakan merupakan air tanah tertekan, dimana pada air tanah pada kedalam ini terhalang oleh beberapa jenis batuan maupun meterial (Wahyu, 2009).

Nilai resistivitas yang dihasilkan tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui potensi air tanah di sekitar PLTU Tenayan Raya. Nilai Resistivitas untuk air tanah yaitu 0,5 – 300 Ωm , maka dari itu potensi air tanah dapat ditemukan pada lapisan tanah pertama yang merupakan akuifer dangkal dan lapisan keempat yang merupakan akuifer dalam (Kodoatie dan Roestam, 2005).

Hasil pengolahan software berikutnya yaitu pada bentangan C – D, yang dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini. Gambar tersebut juga menunjukkan adanya 7 kedalaman pada bentangan C – D. Hasil pengolahan pada data bentangan C – D merupakan bentangan kedua yang berada di sekitar lokasi PLTU Tenayan Raya. Lokasi bentangan tersebut merupakan lokasi yang digunakan untuk pengolahan air dan limbah dari kegiatan PLTU Tenayan Raya.

Nilai resistivitas yang dihasilkan pada lokasi bentangan C – D juga bervariasi pada setiap kedalaman. Kedalaman 0 – 7,92 meter nilai resistivitas yang dihasilkan dari program *software* yaitu berkisar 27,90 Ωm hingga 70,40 Ωm . Jenis material dengan nilai resistivitas 27,90 Ωm atau < 45 Ωm , merupakan jenis material berupa lempung. Material ini sangat sedikit potensi air, dimana pada umumnya berada di zona tak jenuh, sangat sedikit akuifer pada setiap kedalaman. Akan tetapi dengan

nilai resistivitas 70,40 Ωm atau > 45 Ωm , maka menunjukkan jenis material batu pasir yang mudah retak. Jenis material ini menunjukkan adanya potensi air (akuifer dangkal) yaitu merupakan akuifer utama yang dapat diminum (Bisri, 2012).



Gambar 3. Grafik Hasil Resistivitas Dengan Progress Pada Bentangan C – D

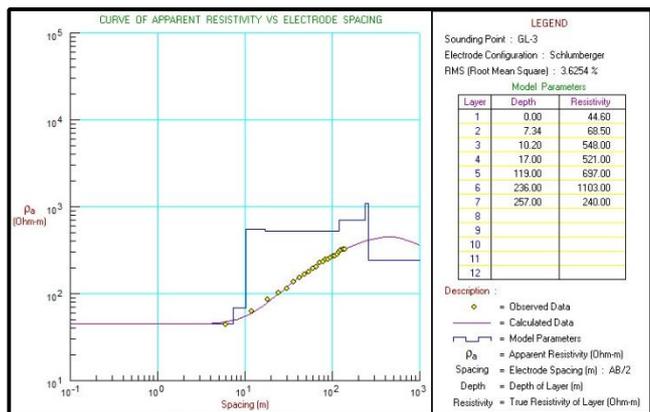
Lapisan kedua pada bentangan ini ditunjukkan pada kedalaman 10,20 – 17,10 m. Nilai resistivitas yang dihasilkan pada kedalaman 10,20 – 17,10 m yaitu berada pada rentang 690,00 – 396,00 Ωm . Lapisan kedua dengan nilai resistivitas > 300 Ωm menunjukkan jika material pada kedalaman ini berupa batu pasir yang keras. Meterial ini tidak mudah retak dan sangat sedikit akuifer, sehingga potensi air pada kedalaman ini sangat sedikit (Bisri, 1998).

Kedalaman selanjutnya yaitu 131,00 – 243,00 m dengan nilai resistivitas 746,00 – 1.103,00 Ohm,m. Nilai resistivitas pada kedalaman tersebut cenderung meningkat dan cukup besar. Besarnya nilai resistivitas tersebut munjukkan jika jenis material pada kedalaman tersebut berupa kerikil kering. Sama halnya dengan lapisan kedua nilai resistivitas > 300 Ωm merupakan jenis material kerikil kering yang keras dan sangat sedikit potensi air (Bisri, 2012).

Lapisan keempat dengan kedalaman 263,00 m yang merupakan lapisan terakhir, nilai resistivitas yang dihasilkan yaitu sebesar 667,00 Ωm . Nilai reisivitas tersebut menunjukkan jenis material yang

sama pada lapisan sebelumnya yaitu berupa kerikil kering yang berada pada rentang nilai resistivitas > 300 Ω m (Bisri, 2012).

Lokasi pengambilan data terakhir yaitu pada bentangan E – F yang berada di dekat sungai dan penimbunan batu bara PLTU Tenayan Raya. Nilai resistivitas yang dihasilkan dari program progress juga bervariasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Hasil Resistivitas Dengan Progress Pada Bentangan E – F

Gambar 5 menunjukkan hasil pengolahan data geolistrik metode tahanan jenis Schlumberger pada bentangan E – F. Sama halnya dengan bentangan sebelumnya, bentangan E – F juga menunjukkan adanya 7 kedalaman pada bentangan tersebut.

Kedalaman pertama yaitu 0 – 7,34 m yang merupakan lapisan pertama dengan nilai resistivitas yang cukup besar dibandingkan dengan bentangan sebelumnya yaitu berada pada rentang 44,60 – 68,50 Ω m. Nilai resistivitas tersebut menunjukkan jika pada kedalaman ini potensi air cukup besar. Jenis material yang terdapat pada kedalaman ini dengan nilai resistivitas berada pada rentang 45 - 300 Ω m yaitu berupa batu pasir yang mudah retak. Nilai resistivitas pada rentang tersebut menunjukkan jika pada kedalaman ini merupakan keberadaan akuifer dangkal (Bisri, 2012). Tingginya potensi air pada kedalaman ini dapat dipengaruhi oleh keberadaan Sungai Siak di

sekitarnya. Jarak Sungai Siak dengan lokasi pengambilan data yaitu \pm 500 meter. Jarak sungai yang cukup dekat dengan lokasi pengambilan data mempengaruhi keberadaan air didalamnya.

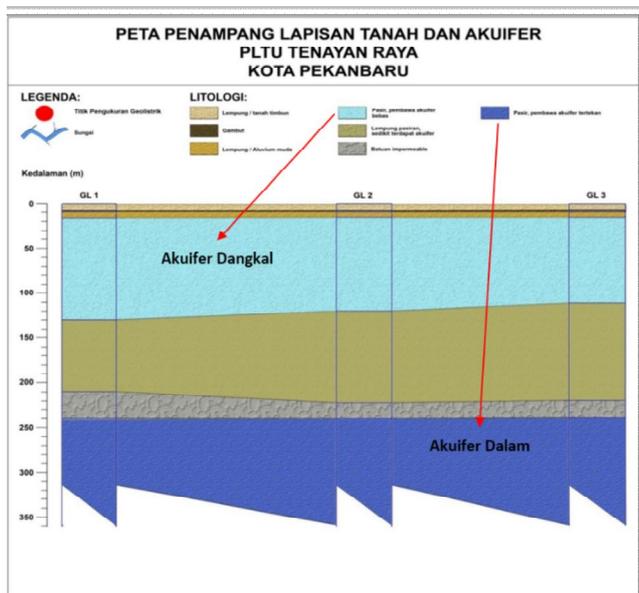
Lapisan selanjutnya yaitu pada kedalaman 10,20 – 17,00 m, nilai resistivitas yang dihasilkan juga cukup besar yaitu berada pada rentang 548,00 – 521,00 Ω m. Besarnya nilai resistivitas tersebut menunjukkan jika pada lapisan tersebut merupakan jenis material batu pasir yang keras atau kerikil kering, sehingga memiliki potensi air yang rendah. Rendahnya potensi air pada dengan jenis material tersebut disebabkan karena jenis batuan ini tidak mudah retak, sehingga sangat sedikit akuifer di dalamnya (Bisri, 2012).

Kedalaman berikutnya yaitu 119,00 – 236,00 m, dimana nilai resistivitas cenderung meningkat yaitu pada rentang 697,00 – 1.103,00 Ω m. Jenis meterial pada kedalaman ini juga masih berupa batu pasir yang keras atau kerikil kering yang berada pada rentang 600 – 10.000 Ω m. Potensi air pada kedalaman ini juga sangat sedikit sama halnya dengan lapisan sebelumnya.

Kedalaman terakhir yaitu 257,00 m, nilai resistivitas yang dihasilkan yaitu sebesar 240 Ω m. Nilai tersebut cenderung menurun dibandingkan dengan kedalaman sebelumnya. Nilai resistivitas pada kedalaman ini menunjukkan keberadaan akuifer yang cukup besar. Jenis material dengan nilai resistivitas tersebut yaitu berupa batu pasir yang mudah retak, sehingga memudahkan akuifer untuk melewatinya (Bisri, 2012). Tingginya potensi air pada lapisan ini juga dapat dipengaruhi oleh keberadaan Sungai Siak yang cukup dekat jaraknya.

Hasil interpretasi yang telah diperoleh seperti pada Gambar 6 dapat disimpulkan jika potensi air untuk akuifer dangkal berada pada umumnya berada pada kedalaman 17 – 130 m. Kedalaman akuifer

dangkal tersebut menunjukkan jika potensi akuifer dangkal pada lokasi PLTU Tenayan Raya memiliki ketebalan 113 m.



Gambar 5. Peta Penampang Lapisan Tanah dan Akuifer PLTU Tenayan Raya

Kedalaman lapisan akuifer dalam yang dihasilkan berada pada kedalaman 240 – 350 m atau dengan ketebalan 110 m. Ketebalan dari akuifer yang diperoleh tersebut menunjukkan besarnya potensi cadangan air pada area PLTU Tenayan Raya. Besarnya potensi cadangan air pada areal PLTU Tenayan Raya dengan luas 10 Ha (100.000 m²) untuk akuifer dangkal yaitu sebesar 11.300.000 m³ dan untuk akuifer dalam yaitu sebesar 11.000.000 m³.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian interpretasi akuifer dangkal dan dalam dengan menggunakan metode *inversi smoothness-constraint least squares* data geolistrik tahanan jenis konfigurasi Schlumberger di PLTU Tenayan Riau diantaranya adalah sebagai berikut ;

1. Perhitungan nilai resistivitas yang diperoleh dari pengukuran data lapangan dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di PLTU Tenayan Riau menunjukkan nilai resistivitas

dengan potensi air tanah yang baik pada masing-masing bentangan diantaranya yaitu ;

- a. Hasil interpretasi bentangan A – B yang diperoleh menunjukkan potensi akuifer dangkal yang berada pada kedalaman 16,45 – 130,31 m dan akuifer dalam pada kedalaman di atas 240,76 m.
 - b. Bentangan selanjutnya yaitu C – D, akuifer dangkal ditunjukkan pada kedalaman 17,1 – 131 m dan akuifer dalam pada kedalaman di atas 263 m.
 - c. Bentangan terakhir yaitu E – F, potensi akuifer dangkal ditunjukkan pada kedalaman 17-119 m dan akuifer dalam pada kedalaman di atas 257 m.
2. Hasil interpretasi yang telah diperoleh dapat dikatakan bahwa potensi air untuk akuifer dangkal berada pada umumnya berada pada kedalaman 17 – 130 m dan akuifer dalam berada pada kedalaman 240 – 350 m. Jumlah cadangan air pada areal PLTU dengan luas 10 Ha (100.000 m²) untuk akuifer dangkal yaitu sebesar 11.300.000 m³ dan untuk akuifer dalam yaitu sebesar 11.000.000 m³.

Daftar Pustaka

- Bambang Wijatmoko dan Hariadi. 2008. Studi Pola Sebaran Dan Kedalaman Polusi Air Tanah Berdasarkan Nilai Resistivitas Disekitar Saluran Pembuangan Air Limbah Industri Rancaekek Kabupaten Bandung. Jurnal Bionatura, Vol. 10, No. 1, Maret 2008 : 58 – 67.
- Dimas Noer Karunia, Darsono dan Darmanto. 2012. Identifikasi Pola Aliran Sungai Bawah Tanah di Mudal, Pracimantoro dengan Metode Geolistrik. Surakarta. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret. Indonesia Journal Of Applied Physics (2012) Vol.2 No.2 halaman 91.

- Gusfan Halik dan Jojok Widodo S. 2008. Pendugaan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Kampus Tegal Boto Universitas Jember. Jember. Media Teknik Sipil /Juli/2008/109. Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil UNEJ.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Pressindo. Akademika Pressindo
- Imran Razat, Akmam dan Mahrizal. 2015. Investigasi Aquifer Dengan Metode Inversi Smoothness-Constraint Least Squares Data Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger Di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi. Padang. Pillar Of Physic Vol 6 Oktober 2015.
- Juandi, M. "Quantitative Models to Study the Soil Porosity as Function of Soil Resistivity." *Open Journal of Modern Hydrology* 6.04 (2016): 253.
- Juandi, M., Malik, U., & Leonardo, M. (2018). ANALISA TINGKAT PENCEMARAN AIR BAWAH TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI KECAMATAN TAMPAN KOTA PEKANBARU. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 15(1), 29-35.
- Kodoatie, R.J dan Sjarief Roestam. 2005. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta : Andi Offset
- Loke, M.H, 2004. Tutorial 2D and 3D Electrical Imaging Surveys, Birmingham University, England.
- Muhammad Bisri. 1988. Air tanah, Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Runi Asmaranto. 2014. Identifikasi Potensi Akuifer Menggunakan Uji Resistivity Ves (Vertical Electrical Sounding) (Studi Kasus: Desa Pohijo, Sampung-Ponorogo). Malang. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 5, Nomor 2, Desember 2014, hlm 199–206
- Wahyu, Andayani S. 2009. Laju Infiltrasi Tanah Pada Tegakan Jati (*Tectona Grandis* Linn F) Di Bkph Subah Kph Kendal Unit I Jawa Tengah. Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.