

## PENYEBARAN DAN KUALITAS AIR TANAH ZONE ALUVIUM BERDASARKAN DATA GEOLISTRIK DAERAH KABUPATEN MERAUKE, PAPUA

Virman

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas  
Cendrawasih, Jayapura  
e-mail: virman\_uncen@yahoo.com

### ABSTRAK

Air merupakan materi di alam yang sangat diperlukan (urgen) manusia maupun makhluk hidup lainnya. Selain diperlukan untuk kebutuhan dasar seperti minum, mandi, mencuci, air juga diperlukan dalam proses-proses industri. Oleh karena itu kehidupan ini tidak mungkin dipertahankan tanpa air. Berdasarkan pentingnya air tersebut bagi manusia maka telah dilakukan kajian metode geolistrik dengan tujuan mengetahui penyebaran dan kualitas air tanah zona aluvium di Kabupaten Merauke. Metode ini dikenal memiliki ambiguitas, sehingga untuk mendapatkan hasil interpretasi yang optimal (mendekati yang sebenarnya) maka pada penelitian ini digunakan beberapa data pendukung yaitu peta geologi, tahanan jenis tabel dan beberapa sumur penduduk. Metode ini menggunakan sistem induksi arus listrik untuk mengetahui resistivitas batuan bawah permukaan. Variasi resistivitas dapat menunjukkan perbedaan komposisi, ketebalan atau tingkat kontaminasi. Hasil pemrosesan data berupa distribusi tahanan jenis batuan menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki potensi air tanah baik berupa air tanah tertekan maupun air tanah bebas. Air tanah bebas dapat dijumpai mulai pada kedalaman 4 hingga 15 meter. Sedangkan untuk air tanah tertekan berada pada kedalaman 90 meter. Berdasarkan distribusi nilai tahanan jenis, kualitas air tanah masih merupakan masalah karena air yang memenuhi persyaratan untuk air minum keberadaannya tidak merata. Demikian juga air tanah tertekan hanya cocok untuk digunakan pada pertanian, hal ini disebabkan kadar belerang yang tinggi (berbau) dan suhu relatif tinggi.

**Katakunci:** air tanah, geolistrik dan tahanan jenis

### PENDAHULUAN

Persoalan air bersih sudah menjadi masalah nasional bahkan sebagian besar negara-negara di dunia menghadapi permasalahan air bersih. Permasalahan air yang berkaitan dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan pembangunan meliputi jumlah dan kualitas yang semakin menurun.<sup>1</sup>

Kabupaten Merauke yang secara administratif memiliki 20 distrik dengan jumlah penduduk 258.550,3 pada tahun 2016, sebaran penduduknya masih terkonsentrasi di sekitar pesisir atau pantai.<sup>2</sup> Daerah ini mempunyai

topografi yang secara umum merupakan dataran dengan ketinggian 4-6 dpl. Mengingat topografi tersebut maka daratan Kabupaten Merauke mengalami intrusi air laut dan pasang surut air laut, hal ini berdampak pada masyarakat yang tidak mempunyai sumber air untuk pemenuhan kebutuhan air bersih.

Air untuk keperluan tiap hari diambil dari mata air atau membeli melalui jasa pedagang air baik yang menggunakan gerobak maupun menggunakan mobil. Air merupakan materi di alam yang sangat diperlukan (urgen) manusia maupun makhluk hidup lainnya. Selain diperlukan untuk kebutuhan dasar seperti minum, mandi, mencuci, air juga diperlukan dalam proses-proses industri. Pada umumnya pemenuhan kebutuhan air dilakukan dengan

<sup>1</sup> A. Fitri dan R. Atik, "Program penyediaan air minum berbasis masyarakat di Desa Tiris Kecamatan Tiris, Kabupaten Probolinggo", *Artikel Ilmiah*, 2014.

<sup>2</sup> Ig. S. Purnama dan B. Sulaswono, "Pemanfaatan teknik geolistrik untuk mendeteksi persebaran air

tanah asin pada akuifer bebas di Kota Surabaya", *Majalah Geografi Indonesia*. Vol. 20 No. 1, 2006, hal. 52 – 66.

memanfaatkan air tanah. Air tanah lebih banyak dimanfaatkan dalam pemenuhan kebutuhan domestik maupun industri karena kualitas airnya lebih baik dibanding air permukaan.

Menyadari peran air tanah yang sangat penting sebagai salah satu sumber air baku di Kab. Merauke, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memetakan keberadaan lapisan akuifer pada zona aluvium. Lapisan akuifer adalah kantong air yang berada dalam tanah, umumnya berupa pasir lepas (kerikil, pasir maupun campuran pasir dan kerikil) memiliki porositas dan permeabilitas yang mampu menyimpan dan mengalirkan air tanah. Akifer dibedakan menjadi dua yaitu akifer bebas dan akifer tertekan. Akifer bebas terbentuk ketika tinggi muka air tanah (water table) menjadi batas atas zona tanah jenuh. Sedangkan akifer tertekan dikenal sebagai artesis, terbentuk ketika air tanah dalam dibatasi oleh lapisan kedap air sehingga tekanan di bawah lapisan kedap air tersebut lebih besar daripada tekanan atmosfer.

Saat ini telah dikembangkan berbagai cara untuk mengetahui kondisi lapisan geologi bawah permukaan. Salah satu cara yang umum digunakan khususnya untuk mengetahui penyebaran lapisan akuifer adalah geolistrik tahanan jenis. Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang banyak digunakan karena memiliki kelebihan diantaranya peralatan geolistrik mudah dibawa, mudah dioperasikan, waktu pengukuran cepat dan akurasi data dapat diandalkan.<sup>3</sup>

Teknik geolistrik ini sangat bermanfaat dan telah menjadi bagian rutin dari eksplorasi air tanah, karena melalui metode ini akan didapatkan informasi awal yang dapat digunakan untuk memprediksi bawah permukaan seperti mengetahui debit air yang terkandung di dalam tanah, dapat merekomendasikan posisi air tanah (posisi titik bor, kedalaman dan ketebalan akuifer). Prinsip dasar metode geolistrik yaitu arus listrik diinjeksikan ke bawah permukaan melalui dua elektroda arus (AB/2). Kemudian beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial (MN/2).

Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda kemudian dapat dihitung tahanan jenis semu dengan menggunakan persamaan (1) seperti di bawah ini:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana  $\rho_a$  adalah tahanan jenis semu (ohm m), K adalah faktor geometri (m),  $\Delta V$  adalah beda potensial (volt) dan I kuat arus yang diinjeksikan (mA).

Nilai faktor geometri (K) dalam metode geolistrik tahanan jenis tergantung pada jenis konfigurasi yang digunakan. Berdasarkan letak elektroda arus dan beda potensial (konfigurasi) dikenal ada beberapa jenis diantaranya konfigurasi Schlumberger, konfigurasi Wenner, konfigurasi diopel-dipole dsbnya. Setiap konfigurasi mempunyai penetrasi kedalaman yang tidak sama, sehingga dalam pengukuran faktor penetrasi selalu menjadi pertimbangan dalam pemilihan konfigurasi. Penetrasi kedalaman adalah kemampuan konfigurasi elektroda dalam memetakan kedalaman maksimum yang dapat dipetakan, dilakukan dengan mengalikan jarak spasi a atau panjang konfigurasi maksimum L dengan faktor kedalaman. Tabel 1 (Lampiran) memberikan kedalaman rata-rata hasil penelitian untuk beberapa konfigurasi berbeda.<sup>4</sup>

## METODE

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Merauke, yang secara geografis terletak pada 139°30' - 141°00' Bujur Timur (BT) dan 8°00' - 9°07'30" Lintang Selatan (LS). Pengukuran geolistrik tahanan jenis dilakukan di empat lokasi yaitu pusat kota (distrik Merauke), Kurik, Semangga, dan Jagebob.

### Peralatan yang digunakan

Pengambilan data tahanan jenis menggunakan peralatan utama yaitu Resistivitymeter merk NANIURA Model NRD 384, GPS Merk Garmin 60 CSX.

<sup>3</sup> D.K. Todd, *Groundwater hidrogeology*, (New York: John Wiley & Sons, 1980)

<sup>4</sup>J. M. Reynolds, *An introduction to applied and environmental geophysics*, (England: Jhon Wiley and Sons, 1997)

Beberapa alat pendukung seperti:

- 4 buah elektroda, masing-masing 2 elektroda arus (AB/2) dan 2 elektroda potensial (MN/2)
- kabel, digunakan untuk menghubungkan alat utama (*resistivitymeter*) dengan elektroda arus dan elektroda potensial.
- accu 12 volt, sebagai sumber arus yang dihubungkan ke alat utama (*resistivitymeter*)

### **Akuisisi Data**

Akuisisi data baru dapat dilakukan setelah dilakukan survey awal ke lokasi. Pada kegiatan survey awal ini dimaksudkan untuk menetapkan arah bentangan, dan titik ukur. Disamping itu juga dilakukan pengamatan terhadap kondisi air tanah yang ada di sumur gali dan sumur bor. Data ini dimaksudkan untuk melancarkan pengukuran maupun menjadi masukan dalam melakukan interpretasi hasil pengolahan data.

Setelah survey awal dilakukan dilanjutkan dengan kegiatan pengukuran (akuisisi data). Untuk kelancaran pengukuran maka beberapa hal penting harus diperhatikan diantaranya:

- Pastikan peralatan yang digunakan dalam kondisi yang baik dengan cara melakukan kalibrasi dan uji coba.
- Setiap anggota yang terlibat dapat bekerja berdasarkan tanggungjawab yang dipercayakan
- Melakukan setting peralatan sesuai dengan konfigurasi yang digunakan, dalam penelitian ini digunakan konfigurasi Schlumberger.
- Setelah setting peralatan, dilanjutkan dengan injeksi arus. Pada tahap ini data-data berupa AB/2 (meter). MN/2 (meter), kuat arus (mA) dan beda potensial (volt) siap dicatat pada tabel data yang telah disiapkan.
- Setiap selesai dilakukan pengukuran maka dilakukan pencatatan posisi menggunakan GPS.

### **Pengolahan Data**

Setiap batuan jika dialiri arus listrik maka batuan tersebut akan mempunyai sifat yaitu konduktif, semi konduktif dan isolator. Berdasarkan ketiga sifat batuan tersebut maka data-data pengukuran geolistrik berupa arus

(mA), beda potensial (volt) selanjutnya diolah yaitu dengan mensubstitusi ke persamaan (1). Hasil perhitungan akan didapatkan sifat fisik yaitu tahanan jenis semu. Nilai tahanan jenis semu adalah sifat fisik batuan yang belum menggambarkan dengan jelas posisi (ketebalan dan kedalaman). Agar didapatkan sifat batuan setiap lapisan (ketebalan dan kedalaman) maka dilakukan inversi, yaitu menggunakan *software IPI2win*. Hasil pengolahan data menggunakan *software IPI2win* akan diperoleh banyaknya lapisan, kedalaman dan nilai tahanan jenis. *Software* ini akan memberikan kriteria cocok antara data lapangan dengan respon model masukan atau *RMS Error*.

### **Intepretasi Data**

Hasil pengolahan data berupa *true resistivity* (tahanan jenis sebenarnya), merupakan model yang menggambarkan kondisi di bawah permukaan. Pada tahap ini *true resistivity* dikonversi kedalam bentuk formasi geologi. Pengetahuan tentang tahanan jenis batuan sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil intepretasi yang maksimal. Tahanan jenis adalah salah satu sifat fisik batuan yang nilainya sangat tergantung oleh banyak faktor diantaranya litologi, sesar, porositas, suhu, tekanan, fluida dan lain-lain. Untuk mempermudah intepretasi biasanya memanfaatkan tabel nilai tahanan jenis batuan yang telah dikembangkan oleh para ahli<sup>5</sup>. Agar hasil intepretasi lebih maksimal maka intepretasi tidak hanya tabel tahanan jenis tetapi beberapa data sekunder lainnya sebaiknya digunakan seperti peta geologi, data bor.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Geologi Daerah Penelitian**

Daerah Merauke dan sekitarnya termasuk dalam Dataran Arafuru yang merupakan bagian dari Lempeng Australia. Batuan dasar daerah ini berupa batuan sedimen klastik (laut) yang berumur Paleozoikum sampai Mesozoikum hingga kedalaman di bawah 2000 meter dan meluas sampai Australia.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Heryanto dan Panggabean, *Peta geologi Lembar Merauke. Irian Jaya*, (Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1995)

Sejak zaman Paleozoikum Awal hingga Pleistosen terjadi proses transgresi dan regresi yang kemudian diikuti dengan sedimentasi endapan rawa pada zaman Holosen. Pada zaman Paleosen Awal terjadi pengendapan fasies terumbu dan fasies laut dalam. Fasies terumbu terdiri dari batugamping bioklastik, sedimen laut yang bersifat gampingan dan sisipan batugamping, sedangkan fasies laut dalam terdiri dari batu napal dan batu gamping mikrokristalin. Pengendapan ini berlangsung terus sampai zaman Miosen Tengah. Di atas formasi tersebut kemudian diendapkan Formasi Buru yang berumur Miosen Atas dan terdiri dari sedimen laut (klastik) gampingan dan batugamping terumbu, batugamping klastik, batulempung dan batupasir yang berumur Pliosen sampai Pliostosen. Batuan tersebut kemudian ditutupi oleh endapan rawa yang berupa lempung dan endapan aluvial.

Berdasarkan Peta Geologi daerah penelitian (Gambar 2), secara geologis Kota Merauke termasuk dalam bagian kerak Benua Australia. Batuan termuda di daerah ini adalah

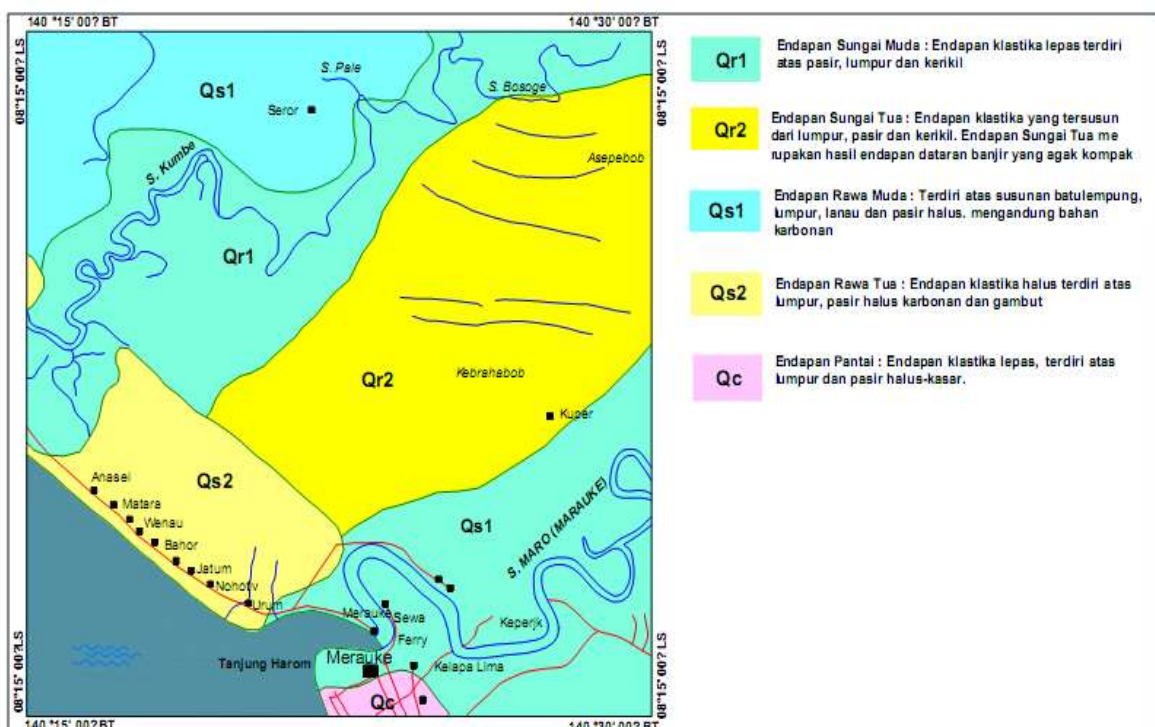
endapan permukaan yang diendapkan pada Kala Holosen, terdiri dari Endapan Sungai Muda, Endapan Sungai Tua, Endapan Rawa Muda, Endapan Rawa Tua dan Endapan Pantai. Endapan Sungai Muda (Qr 1) litologinya merupakan endapan klastika lepas yang terdiri atas pasir, lumpur dan kerikil.

Endapan Sungai Tua (Qr 2) merupakan endapan klastika yang tersusun dari lumpur, pasir dan kerikil. Endapan Sungai Tua merupakan hasil endapan dataran banjir yang agak kompak. Kedua endapan sungai tersebut diatas pengendapannya masih berlangsung hingga saat ini.

Endapan Rawa Muda (Qs 1) terdiri atas susunan batu lempung, lumpur, lanau dan pasir halus, mengandung bahan karbonat. Pengendapan endapan rawa ini masih aktif.

Endapan Rawa Tua (Qs 2) merupakan endapan klastika halus terdiri dari lumpur dan pasir halus karbonan, serta gambut.

Endapan Pantai (Qc) pada umumnya adalah endapan klastika lepas, halus – kasar, terdiri dari lumpur dan pasir halus – kasar



Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian (Subarnas, A., 2008)

### Hasil Pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis

Secara umum data yang diperoleh di lapangan cukup bagus, terlihat dari kurva lapangan yang dihasilkan cukup *smoot* dengan *RMS Error* < 5%. Data hasil pengukuran lapangan, selanjutnya diolah untuk mendapatkan nilai tahanan jenis sebenarnya (*true resistivity*), dan hasil ini dianggap sebagai hasil akhir yang kemudian dipakai untuk menduga variasi litologi yang ada di daerah penelitian.

Hasil pengolahan berupa tahanan jenis semu dan selanjutnya diproses lagi menggunakan *Software IPI2win* dihasilkan tahanan jenis sebenarnya, hasilnya seperti pada Tabel 1 di bawah. Interpretasi data geolistrik pada penelitian ini memanfaatkan data pendukung Peta Geologi Lembar Merauke Skala 1: 100.000. (Gambar 1).

Tabel 1. Nilai tahanan jenis sebenarnya (*true resistivity*) terhadap empat lokasi pengukuran

Lokasi	Kordinat	Jumlah lapisan	Kedalaman	Tahanan Jenis	Litologi
Kurik	140°25'20.2" BT - 08°30'42.6" LS	1	2.57	137	Top soil
		2	5.28	84.5	Pasir halus - kasar
		3	14.8	8.01	Campuran pasir, lempung
		4	43.3	243	Pasir, dan karbonatan
		5	>43.3	0.329	Lanau dan pasir halus karbonatan
Kota Merauke	140°25'12.5 BT - 08°30'45.4" LS	1	1.07	136	Top soil
		2	4.71	9.48	Pasir kasar-halus, lempeng
		3	11.2	2.78	Pasir halus, lempung
		4	51.5	12.2	Pasir halus-kasar
		5	>51.5	0.0772	Lanau dan pasir halus karbonatan
Jagebob	140°45'28.1" BT - 08°10'59.1" LS	1	1.38	783	Top soil
		2	3.16	39	Pasir halus-kasar, kerikil
		3	15.8	471	Pasir kasar-kerikil
		4	108	47.3	Pasir kasar-halus, lempung
		5	>108	3831	Batuan dasar
Semangga	140°27'06.1" BT - 08°26'50.2" LS	1	0.82	9.07	Top soil
		2	3.45	2.37	Pasir halus, lempeng
		3	14.5	27.4	Pasir halus-kasar
		4	97.2	64.9	Pasir halus-kasar, kerikil
		5	>97.2	1.1	Lanau dan pasir halus karbonatan

Berdasarkan Tabel 1, tahanan jenis lapisan 1 (satu) merupakan tanah penutup dengan tahanan jenis terendah terdapat pada lokasi pengukuran di Semangga dengan tahanan jenis 9.07 ohm m. Berdasarkan data geologi, jenis batuannya berupa endapan klastika lepas terdiri dari pasir, lumpur dan kerikil yang termasuk bagian dari endapan sungai muda dan endapan sungai tua. Sedangkan tiga lokasi (Kurik, Kota Merauke dan Jagebob) memiliki top soil dengan tahanan jenis relatif tinggi yakni 137-783 ohm m. Berdasarkan data geologi jenis batuan

berupa lempung, lumpur, lanau dan pasir halus karbonan serta gambut merupakan bagian dari endapan rawa muda, endapan rawa tua dan endapan pantai.

Litologi yang tersingkap di permukaan umumnya berupa endapan yang berumur kuartar, sedangkan batuan dasar dari endapan permukaan tersebut diketahui berupa lapisan sedimen batugamping yang berumur tersier. Berdasarkan jenis batuan dan jenis kesarangan yang tersingkap di permukaan, maka litologi akuifer daerah penelitian termasuk dalam sistem akuifer dengan aliran melalui ruang

antar butir dan sistem akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir dan rekahan.

Sistem akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir terdapat pada sedimen tidak padu, yaitu satuan endapan sungai muda, endapan sungai tua, endapan rawa muda, endapan rawa tua dan endapan pantai yang berukuran butir lempung sampai kerikil. Sistem akuifer dengan aliran melalui rekahan berupa batuan batugamping klastik dan batu gamping terumbu.

Di daerah penelitian, air tanah terdapat zona jenuh air dari akuifer tertekan dan tidak tertekan yang dibentuk oleh berbagai jenis batuan yang bersifat padu sampai lepas. Air tanah tidak tertekan formasi geologinya berupa material lepas berukuran pasir-kerikil, setempat mengandung kerakal-bongkah dan lempung. Berdasarkan distribusi tahanan jenisnya umumnya berada pada lapisan 4 (empat) dengan tahanan jenis antara 12 hingga 243 ohm m. Tahanan jenis yang bervariasi menunjukkan bahwa kualitas air di lokasi penelitian tidak semuanya memenuhi syarat untuk air minum.

Lapisan 5 (lima) berada pada kedalaman antara 43 hingga 90 meter, tahanan jenisnya sangat rendah yaitu 0.0772 ohm m hingga 1.1 ohm m. Hasil ini menunjukkan bahwa pada lapisan 5 (lima) tergolong air tanah tertekan memiliki ciri-ciri yaitu mengalir sendiri, suhu air relatif hangat, serta tercium bau belerang.

## PENUTUP

Berdasarkan distribusi tahanan jenis bawah permukaan maka daerah penelitian memiliki potensi air tanah. Jenis air tanah dapat berupa air tanah tertekan dan air tanah bebas (tidak tertekan). Pada air tanah bebas umumnya berada pada kedalaman antara 4-15 meter, nilai tahanan jenis antara 2.37 -84 ohm m. Ini menyebabkan mutu air tanah di lokasi penelitian tidak merata, di lokasi Semangga, Kota Merauke dan Jagebob air tanah terasa payau hingga asin. Sedangkan air tanah bebas di Kurik kualitasnya memenuhi untuk air minum berada pada kedalaman 43 meter dengan tahanan jenis 84 ohm m. Sedangkan untuk air tanah tertekan kualitas air tanah yang

ada umumnya tidak layak untuk diminum, hal ini disebabkan antara lain tercium bau belerang. Banyak faktor yang menyebabkan nilai tahanan jenis, untuk nilai tahanan jenis kecil 0.0772 – 1.1 ohm m antara lain disebabkan oleh bau belerang dan suhu yang relatif tinggi.

Geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan penyebaran dan kualitas air tanah.

## SARAN

Berdasarkan atas jenis batuan dan kesarangan litologi, akuifer daerah penyelidikan dapat dikelompokkan menjadi akuifer bebas dan akuifer tertekan. Kedua jenis akuifer ini mengandung air tanah yang secara kuantitas cukup tersedia namun secara kualitas (tidak layak minum) masih menjadi masalah. Agar air tanah baik tertekan maupun bebas dapat dimanfaatkan maka disarankan:

- 1) Untuk air tanah bebas cukup tersedia namun karena kondisi geologi maupun topografi menyebabkan air tanah mengalami pencemaran akibat intrusi maupun pada saat terjadi pasang. Disarankan untuk pembuatan sumur gali penduduk, lokasinya ditentukan berdasarkan nilai tahanan jenis (melakukan pengukuran geolistrik), mengingat air yang layak minum keberadaannya tidak menentu di bawah permukaan.
- 2) Sedangkan untuk air tanah tertekan yang umumnya cukup dalam, umumnya menggunakan sumur bor. Air tanah dapat dimanfaatkan untuk keperluan pertanian apabila dilakukan treatment.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fitri, A., dan Atik, R., 2014. Program penyediaan air minum berbasis masyarakat di Desa Tiris Kecamatan Tiris, Kabupaten Probolinggo. *Artikel Ilmiah*.
- Heryanto dan Panggabean. 2014. Peta geologi Lembar Merauke. Irian Jaya, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

Purnama, Ig. S., dan Sulaswono, B., 2006. Pemanfaatan teknik geolistrik untuk mendeteksi persebaran air tanah asin pada akuifer bebas di Kota Surabaya. *Majalah Geografi Indonesia*. Vol. 20 No. 1: 52 – 66.

Reynolds, J. M., 1997. *An introduction to applied and environmental geophysics*, Jhon Wiley and Sons, England.

Todd, D. K., 1980. *Groundwater hidrogeology*. John Wiley & Sons, New York.

### Lampiran

Tabel 2 Kedalaman efektif untuk beberapa konfigurasi elektroda, (Loke, 1999)

Konfigurasi	$Z_e/a$	$Z_e/L$
Dipole-dipole:		
n = 0,222	0,439	0,063
n = 0,5	0,253	0,101
n = 1	0,416	0,129
n = 2	0,697	0,174
n = 3	0,962	0,192
n = 4	1,220	0,203
n = 5	1,476	0,211
n = 6	1,730	0,220
Wenner	0,519	0,173
Wenner-Schlumberger:		
n = 1	0,520	0,186
n = 2	0,930	0,189
n = 3	1,320	0,189
n = 4	1,710	0,190
n = 5	2,090	0,190
n = 6	2,480	0,190

Keterangan:

$Z_e$  = Kedalaman efektif

$a$  = Jarak spasi elektroda

$L$  = Panjang konfigurasi maksimum