

EKSPLORASI AIR TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK SCHLUMBERGER DI DAERAH PESISIR KABUPATEN TANAH LAUT

GROUND WATER EXPLORATION WITH SCHLUMBERGER GEOELECTRIC AT REGIONAL DISTRICT LAND IN COASTAL MARINE

Anton Kuswoyo^{*1)} dan Ali Masduqi¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

^{*)E-mail: koeswoyo88@yahoo.com}

Abstrak

Intrusi air laut mengakibatkan polusi bagi air tanah, baik air tanah dangkal maupun air tanah dalam, yang merupakan sumber air bersih bagi penduduk. Khusus di daerah pesisir yang belum dilayanan air PDAM, masyarakat masih menggunakan air sumur dangkal sebagai sumber air bersih. Kendala utama sumur dangkal adalah mengalami kekeringan ketika musim kemarau dan mengalami intrusi air laut. Pengambilan data resistivitas dengan menggunakan metode geolistrik Schlumberger dilakukan pada sembilan titik lintasan. Hasil penelitian eksplorasi menunjukkan metoda geolistrik dapat digunakan untuk menentukan keberadaan air tanah. Hasil penelitian menunjukkan daerah penelitian mempunyai potensi air tanah yang layak untuk dimanfaatkan sebagai sumber air bersih. Potensi besar (ketebalan lapisan air tanah di atas 15 m) sebanyak 6 titik dari 9 titik penelitian, yakni berada pada titik GL1, GL3, GL5, GL6, GL7 dan GL9. Potensi sedang (ketebalan lapisan air tanah antara 5 – 15 m) sebanyak 3 titik lokasi, berada pada titik GL2, GL4 dan GL8. Keberadaan air tanah berada pada kisaran kedalaman 1 – 80 m.

Kata kunci: air tanah, intrusi air laut, geolistrik schlumberger, pesisir, sumber air

Abstract

Intrusion of sea water for groundwater pollution, including deep groundwater and shallow ground water in the soil, which is a source of clean water for the residents. Particular in coastal areas which have not been served with water taps, people still use shallow well water as a source of clean water. The main obstacle is the shallow wells experiencing drought on dry season and experiencing seawater intrusion. Resistivity data retrieval using Schlumberger geoelectric method performed on the nine point trajectory. Results of exploratory research suggests geoelectric method can be used to determine the presence of ground water. The results showed the study area has the potential groundwater eligible to be used as a source of clean water. Great potential (aquifer thickness above 15 m) by 6 points from 9 points of research, which is at the point of GL1, GL3, GL5, GL6, GL7 and GL9. Moderate potential (aquifer thickness between 5-15 m) of 3-point location, is at a point GL2, GL4 and GL8. The presence of ground water in the range of depth around 1-80 m.

Keywords: *coastal, ground water, Schlumberger geoelectric, sea water intrusion, water resource*

1. PENDAHULUAN

Masyarakat di daerah pesisir Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan masih menggunakan air sumur dangkal sebagai sumber air bersih dan air minum. Air sumur dangkal persediaannya sangat terbatas pada musim kemarau dan di beberapa tempat terkena intrusi air laut. Hingga saat ini, layanan air PDAM belum menjangkau daerah pesisir. Penggunaan air bersih semakin bertambah seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Kegiatan pertanian, industri dan pengembangan di berbagai sektor sangat bergantung pada ketersediaan sumber air bersih (Rao, *et al.*, 2011). Guna mencukupi kebutuhan air bersih, maka perlu mengoptimalkan sumber air bersih yang ada di daerah tersebut dan pemilihan teknologi yang tepat untuk meningkatkan capaian pelayanan air bersih (Masduqi, *et al.*, 2007).

Sumber air dibedakan menjadi dua, air permukaan dan air tanah. Air permukaan seperti sungai, mata air dan rawa, rawan tercemar dengan berbagai polutan dan persediaannya pun tidak mencukupi di daerah pesisir. Sedangkan air tanah lebih terlindung dari berbagai pencemar, karena sumbernya berada di dalam lapisan tanah. Air tanah dalam, belum dimanfaatkan sebagai sumber air bersih. Hal ini karena belum ada penelitian yang mengungkapkan keberadaan lapisan air tanah dalam di daerah pesisir Kabupaten Tanah Laut.

Secara geografis, pada bagian Barat dan Selatan, Kecamatan Panyipatan berbatasan langsung dengan laut Jawa. Kondisi geologi daerah ini tersusun atas Formasi Ultramafik, Formasi Dahor dan Formasi Aluvium (Sikumbang dan Heryanto, 1994). Formasi Ultramafik terdiri dari harzburgit, wehrlit, websterlite, piroksenit dan serpentinit. Formasi Dahor mempunyai kombinasi batuan yaitu batupasir kuarsa kurang padu, konglomerat dan batu lempung lunak dengan sisipan lignit, kaolin dan limonit. Formasi ini terendapkan dalam lingkungan paralas dengan

tebal formasi dipermukaan 250 cm. Umurnya diduga Plio-Plistosen. Sedangkan Formasi Aluvium tersusun atas kerikil, pasir, lanau lempung dan lumpur.

Berdasarkan kasus tersebut di atas, ada beberapa hal menarik untuk dikaji. Pertama mayoritas penduduk masih menggunakan sumber air minum yang rentan terhadap pencemaran, sementara sumber air minum yang aman dan mempunyai potensi besar untuk dimanfaatkan belum digunakan secara maksimal. Kedua, kawasan perdesaan di daerah pesisir, pada beberapa lokasi sudah terkena intrusi air laut, oleh sebab itu perlu solusi penyediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan penduduk. Sumber air bersih di daerah pesisir hanya berasal dari air hujan, air sungai dan air tanah dangkal (sumur). Air hujan jumlahnya fluktuatif serta memerlukan bak penampungan yang besar. Penggunaan air hujan hanya sebatas air minum, sementara untuk air bersih masih belum mencukupi secara kuantitas. Air sungai rentan terhadap pencemaran dan intrusi air laut. Sedangkan air tanah dalam hingga saat ini belum pernah diteliti potensi pemanfaatannya.

Potensi keberadaan air tanah dalam dapat dieksplorasi dengan menggunakan metode geolistrik schlumberger guna mengetahui zona akumulasi air tanah (Wahyono dan Wianto, 2008). Kajian potensi air tanah dengan metode geolistrik menjadi menarik karena metode ini tidak merusak medium dan lingkungan sekitar, namun hasilnya bisa dianalisis untuk mengetahui keberadaan lapisan air tanah. Besarnya potensi air tanah bisa ditandai dengan adanya zona akifer yang tebal (Anomohanran, 2011).

2. METODA

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Desa Tanjung Dewa dan Desa Batakan, Keduanya berada di Kecamatan Panyipatan Kabupaten Tanah, Laut Kalimantan Selatan. Daerah penelitian merupakan pesisir yang berbatasan dengan

Laut Jawa. Topografi daerah ini berupa dataran rendah hingga pegunungan dengan ketinggian 2 – 300 m dari permukaan laut (dpl). Pada daerah yang berdekatan dengan pantai, berupa dataran rendah dan landai, bahkan di beberapa lokasi berupa rawa-rawa. Geologi batuan terdiri dari formasi alluvium, ultramafik dan dahor (Gambar 1). Pengambilan data resistivitas dengan menggunakan metode geolistrik pada sembilan titik lintasan yaitu lintasan GL1 – GL9. koordinat setiap titik penelitian dicatat dengan menggunakan GPS (*global positioning system*) dan ditampilkan dalam Tabel 1.

Metoda Geolistrik

Metoda geolistrik adalah salah satu metoda geofisika yang didasarkan pada penerapan konsep kelistrikan pada masalah kebumihan dengan cara mengalirkan arus listrik searah (*Direct Current*) yang mempunyai beda potensial tinggi ke dalam bumi. Injeksi arus listrik ini menggunakan dua buah ‘elektroda arus’ C_1 dan C_2 yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu (Gambar 2). Semakin panjang jarak elektroda C_1C_2 akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam (Santoso, 2002).

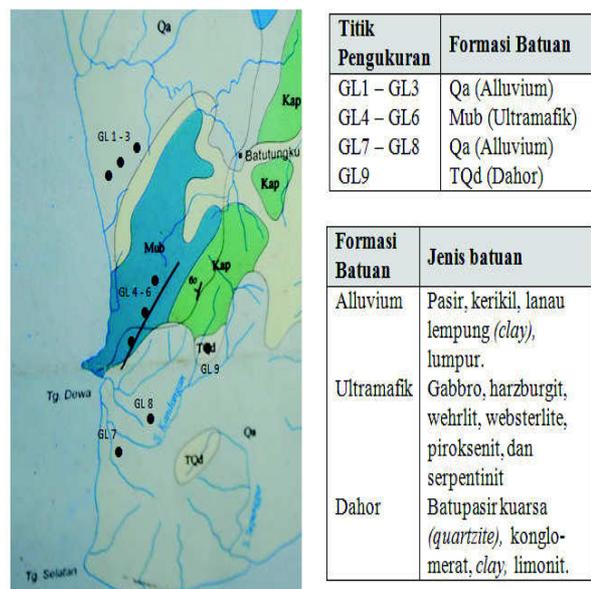
Aliran arus tersebut menimbulkan efek beda potensial listrik di dalam tanah. Beda potensial listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui dua buah ‘elektroda potensial’ P_1 dan P_2 yang jaraknya lebih pendek daripada jarak elektroda C_1C_2 . Bila posisi jarak elektroda C_1C_2 diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda P_1P_2 ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar (Savit, 1988). Tujuan penerapan metode geolistrik adalah untuk memperkirakan sifat kelistrikan medium atau formasi batuan bawah permukaan terutama kemampuannya untuk menghantarkan atau

menghambat listrik (konduktivitas atau resistivitas).

Aliran listrik pada suatu formasi batuan terjadi karena adanya fluida elektrolit pada pori-pori atau rekahan batuan. Oleh karena itu resistivitas suatu formasi batuan bergantung pada porositas batuan serta jenis fluida pengisi pori-pori batuan tersebut. Batuan yang pori-porinya berisi air atau air asin tentu lebih konduktif (resistivitasnya rendah) dibanding batuan yang sama yang pori-porinya hanya berisi udara (Santoso, 2002). Sehingga lapisan batuan yang mempunyai cadangan air cukup banyak akan terdeteksi, termasuk juga intrusi air laut di lapisan bawah permukaan bumi (Satriani, *et al.*, 2012).

Akuisisi data resistivitas

Akuisisi data resistivitas dilakukan untuk mengetahui keberadaan air tanah berdasarkan nilai resistivitas lapisan-lapisan bawah permukaan bumi. Arus listrik diinjeksikan melalui dua buah elektroda arus (*current*) sepanjang lintasan 400 m untuk masing-masing titik penelitian. Data hasil pengukuran resistivitas di lapangan ditulis pada Tabel 2, berupa nilai resistivitas terukur (R).

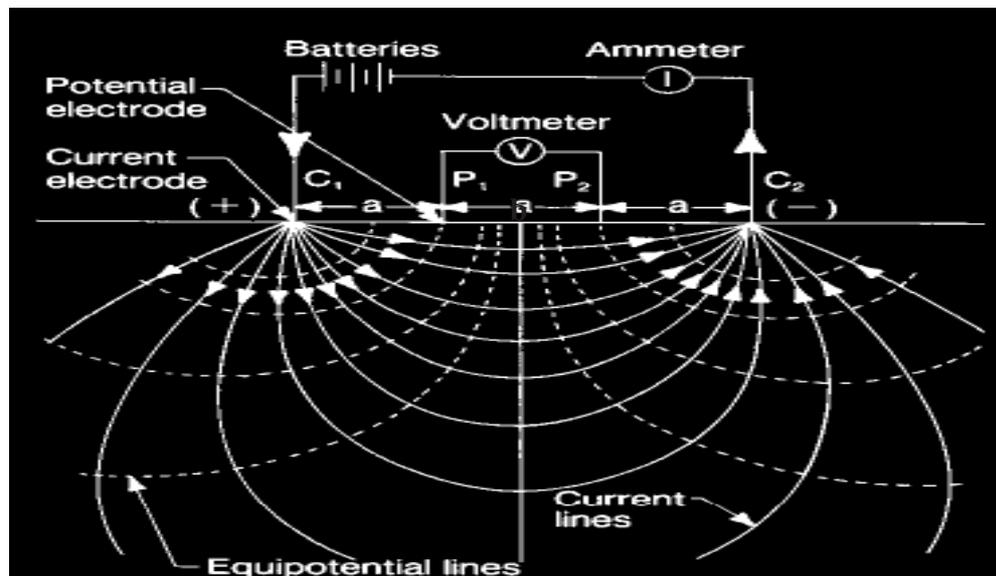


Gambar 1 Geologi daerah penelitian (Sikumbang dan Heryanto, 1994)

Tabel 1 Koordinat posisi lokasi penelitian, pengambilan data resistivitas

Titik Penelitian	Koordinat		Ketinggian dpl (m)	Jarak dari pantai (m)
	Lintang Selatan (LS)	Bujur Timur (BT)		
GL1	4,030 ⁰	114,639 ⁰	2	175
GL2	4,029 ⁰	114,644 ⁰	8	750
GL3	4,028 ⁰	114,648 ⁰	21	1100
GL4	4,073 ⁰	114,636 ⁰	29	875
GL5	4,072 ⁰	114,639 ⁰	18	1200
GL6	4,007 ⁰	114,643 ⁰	37	1900
GL7	4,098 ⁰	114,631 ⁰	6	190
GL8	4,090 ⁰	114,644 ⁰	11	1700
GL9	4,080 ⁰	114,657 ⁰	18	3200

Sumber pengolahan data, 2012



Gambar 2. Injeksi arus listrik dan garis-garis bidang potensial yang ditimbulkan (Minning, 1973)

Nilai resistivitas terukur selanjutnya dikalikan dengan faktor geometri (k) untuk mendapatkan resistivitas semu (Rho). Nilai resistivitas semu tersebut yang akan dianalisis dengan menggunakan *software progress versi 3.0*. Langkah awal untuk mengolah data resistivitas adalah membuka *software progress* pada komputer, kemudian memasukkan spasi elektroda arus injeksi (C_1C_2) pada kolom *Spacing* dan nilai resistivitas semu pada kolom *Observed Data*

seperti yang ditampilkan software. Selanjutnya software dioperasikan sesuai prosedur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir pengolahan data adalah berupa kurva nilai resistivitas pada tiap-tiap lapisan bumi (Gambar 3). Pada pembahasan ini hanya ditampilkan contoh pengolahan data pada satu titik penelitian, yakni lintasan GL1.

Sedangkan untuk 8 titik penelitian lainnya hanya ditampilkan hasil penelitian yang diperoleh dengan cara dan analisis yang sama dengan lintasan GL1. Kurva pada gambar sebelah kiri menunjukkan hubungan nilai resistivitas dengan panjang spasi elektroda arus yang diinjeksi pada waktu pengambilan data lapangan.

Tabel di sebelah kanan menampilkan kedalaman lapisan tanah/batuan dan nilai resistivitasnya. Nilai-nilai resistivitas pada tiap lapisan dibandingkan dengan nilai resistivitas batuan yang ada pada literatur tentang daftar nilai resistivitas batuan dan mineral (Reynolds, 1997) dan disesuaikan dengan formasi batuan. Pada lintasan GL1 terletak pada formasi alluvium, maka batuan yang ada di daerah tersebut terdiri dari pasir, alluvial kerikil, lanau lempung (*clay*) dan lumpur.

Lapisan bawah permukaan bumi mempunyai rentang nilai resistivitas 2,91 – 1044,08 Ωm yang terdiri dari 6 lapisan. Jika dibandingkan dengan formasi alluvium maka dapat diprediksi jenis batuan yang terkandung pada titik pengukuran GL1 adalah seperti pada Tabel 3. Air tanah diprediksi berada pada kedalaman 88,04 – 130 m. Hal ini ditandai pada lapisan pasir yang memiliki rentang nilai resistivitas 10 – 150 Ωm . Semakin tebal lapisan yang mengandung air tanah, maka potensinya semakin besar (Eke dan Igboekwe, 2011).

Namun potensi air tanah tidak hanya ditinjau dari ketebalan lapisan saja, ada faktor lain seperti luas area, kemudahan untuk dieksploitasi dan lain-lain. Pada lintasan GL1 terjadi intrusi air laut pada kedalaman 7,17-10,02 m dengan nilai resistivitas 2,91 Ωm . intrusi air laut juga terjadi pada lintasan GL7 kedalaman 4,85 – 11,17 m dengan nilai resistivitas 0,44 Ωm .

Demikian juga cara pengolahan data untuk 8 titik lintasan yang lainnya, menggunakan cara dan analisis yang sama.

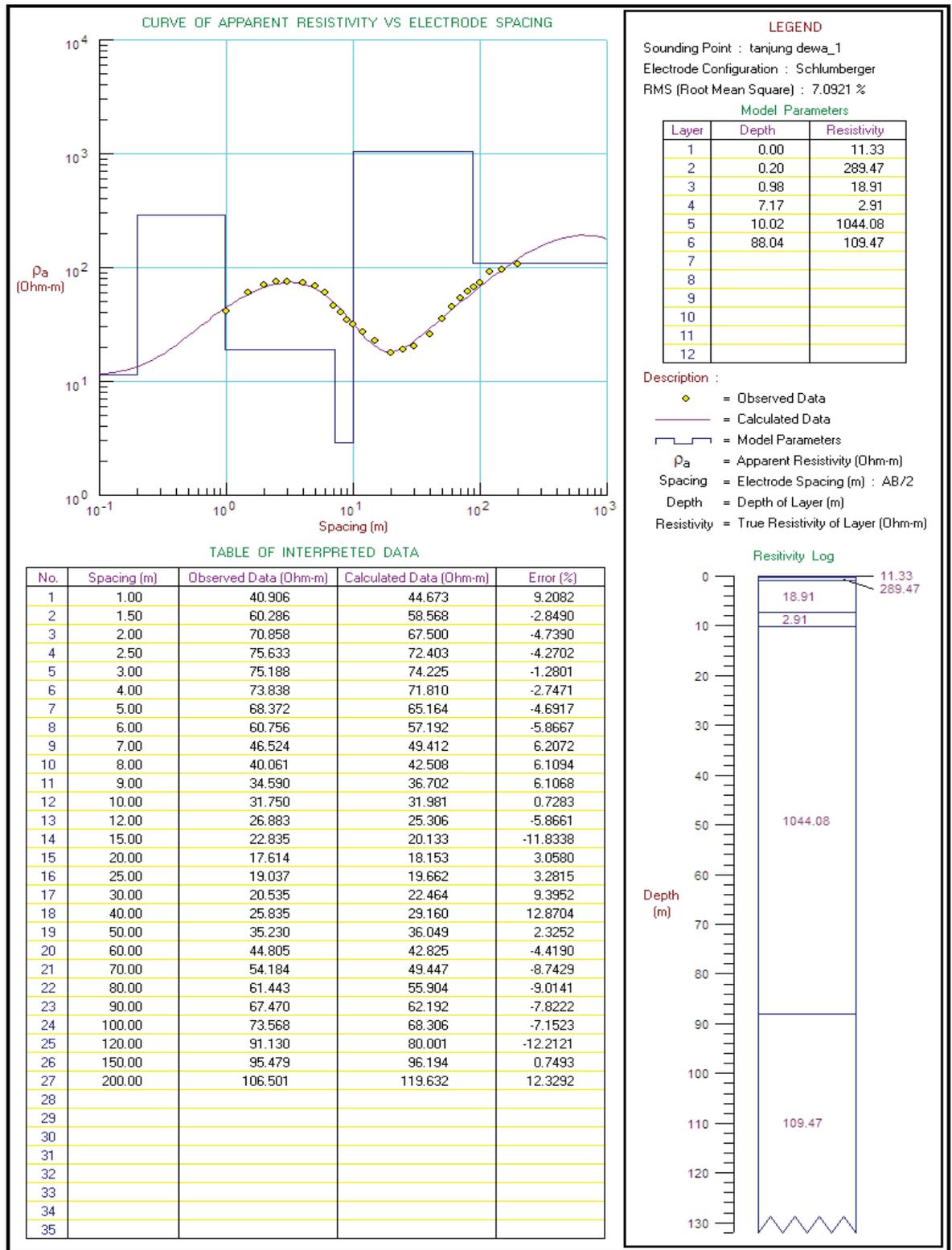
Analisis Potensi Air Tanah

Setelah dilakukan pengambilan data resistivitas untuk mengetahui keberadaan air tanah dan potensinya untuk digunakan sebagai sumber air bersih, diperoleh data hasil analisis berupa kedalaman lapisan yang mengandung potensi air tanah. Tabel 3.3 menunjukkan kedalaman dan ketebalan lapisan air tanah di sembilan titik penelitian.

Data pada Tabel 4 selanjutnya ditampilkan dalam bentuk peta kontur seperti pada Gambar 4. Potensi air tanah dikelompokkan menjadi tiga: Besar, Sedang dan Kecil. Potensi besar yakni lapisan yang mengandung air tanah dengan ketebalan lapisan di atas 20 m. Potensi sedang yakni lapisan yang mengandung air tanah dengan ketebalan lapisan di atas antara 5 – 20 m, sedangkan potensi kecil jika ketebalan lapisan yang mengandung air tanah kurang dari 5 m.

Penggolongan potensi besar, sedang dan kecil ini relatif, artinya berdasarkan jumlah penduduk di daerah penelitian. Potensi besar sebanyak 6 titik dari 9 titik penelitian, yakni berada pada titik GL1, GL3, GL5, GL6, GL7 dan GL9. Potensi sedang berada pada titik GL2, GL4 dan GL8. Pembuatan sumur bor, harus pada titik dengan potensi air yang sedang dan besar.

Hal ini untuk menghindari kekurangan pasokan air bersih dan untuk menjaga kontinuitas penyediaan air bersih bagi masyarakat. Selain itu, potensi air tanah sedang dan besar diperkirakan tidak akan kering walaupun musim kemarau. Nilai resistivitas lapisan air tanah pada masing-masing lintasan ditampilkan pada Tabel 5.



Gambar 3. Kurva hasil pengolahan data resistivitas pada Lintasan GL1

Tabel 2. Data hasil pengukuran resistivitas Lintasan GL1

$C_1C_2/2$	$P_1P_2/2$	R(ohm)	k (m)	Rho(Ohm.m)
1	0.2	9.533	7.543	71.906
1.5	0.3	7.096	11.314	80.286
2	0.3	3.655	20.481	74.858
2.5	0.3	2.344	32.267	75.633
3	0.3	1.611	46.671	75.188
4	0.3	0.886	83.338	73.838
5	0.3	0.524	130.481	68.372
6	0.3	0.323	188.100	60.756
6	1.2	1.17	45.257	52.951
7	1.2	0.747	62.281	46.524
8	1.2	0.489	81.924	40.061
9	1.2	0.332	104.186	34.590
10	1.2	0.246	129.067	31.750
12	1.2	0.144	186.686	26.883
15	1.2	0.078	292.757	22.835
15	3	0.166	113.143	18.782
20	3	0.086	204.810	17.614
25	3	0.059	322.667	19.037
30	3	0.044	466.714	20.535
40	3	0.031	833.381	25.835
50	3	0.027	1,304.810	35.230
60	3	0.023	1,881.000	43.263
60	12	0.099	452.571	44.805
70	12	0.087	622.810	54.184
80	12	0.075	819.238	61.443
90	12	0.059	1,041.857	61.470
100	12	0.057	1,290.667	73.568
120	12	0.069	1,866.857	128.813
150	12	0.021	2,927.571	61.479
150	30	0.037	1,131.429	41.863
200	30	0.052	2,048.095	106.501

Sumber: pengolahan data, 2013

Tabel 3. Lapisan-lapisan bawah permukaan tanah pada Lintasan GL1

No. Lapisan	Kedalaman (m)	Resistivitas Ω m	Jenis batuan
1	0,00 – 0,20	11,33	Lapisan tanah lapuk dan <i>clay</i>
2	0,20 – 0,98	289,47	pasir
3	0,98 – 7,17	18,91	Lapisan tanah lapuk dan <i>clay</i>
4	7,17 – 10,02	2,91	Lapisan tanah yang terkena intrusi
5	10,02 – 88,04	1044,08	Kerikil (<i>gravel</i>)
6	88,04 - 130	109,47	Lapisan pasir, banyak mengandung air tanah

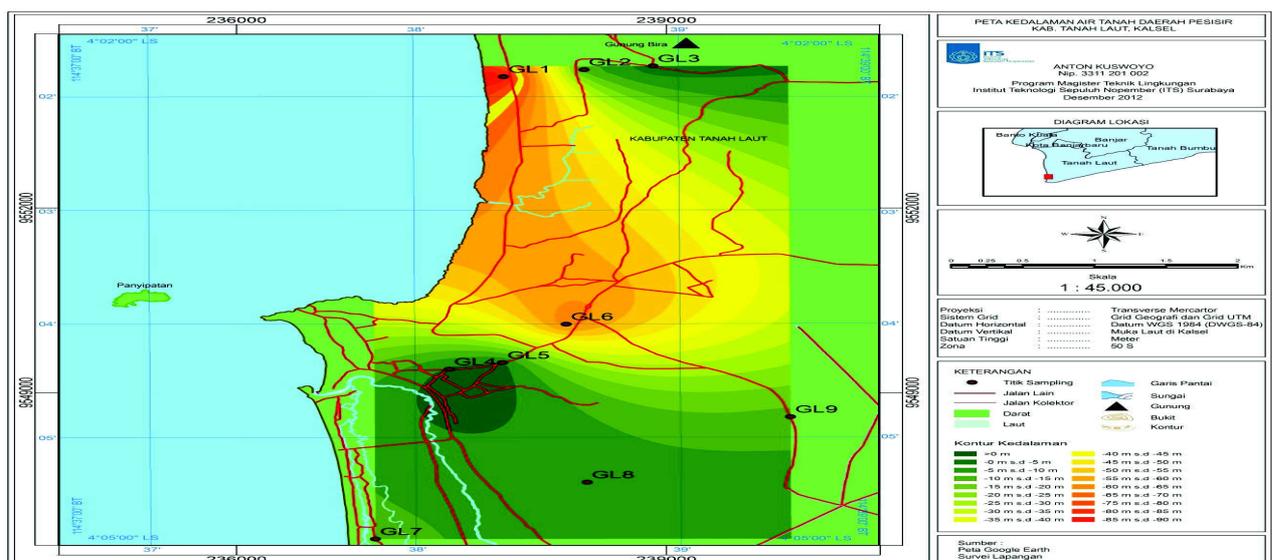
Tabel 4. Kedalaman dan ketebalan lapisan air tanah

Titik Lokasi	Jarak dari Pantai (m)	Kedalaman Lapisan (m)	Ketebalan Lapisan (m)	Potensi
GL1	175	88,04	41,96	Besar
GL2	750	12,03	7,36	Sedang
GL3	1100	1,51	30,93	Besar
GL4	875	4,01	10,02	Sedang
GL5	1200	3,71	17,72	Besar
GL6	1900	55,04	48,77	Besar
GL7	190	11,17	136,83	Besar
GL8	1700	7,22	13,63	Sedang
GL9	3200	12,47	116,03	Besar

Sumber: pengolahan data, 2012

Tabel 5. Nilai resistivitas lapisan air tanah

Titik Lokasi	Kedalaman Lapisan (m)	Ketebalan Lapisan (m)	Nilai Resistivitas (Ω m)
GL1	88,04	41,96	109,47
GL2	12,03	7,36	55,40
GL3	1,51	30,93	113,15
GL4	4,01	10,02	22,56 – 144,65
GL5	3,71	17,72	78,57 – 114,70
GL6	55,04	48,77	101,89 – 186,50
GL7	11,17	136,83	45,67 – 74,74
GL8	7,22	13,63	29,46 – 114,73
GL9	12,47	116,03	10,63 – 91,57



Gambar 4. Peta Kontur kedalaman air tanah di daerah pesisir Kec. Panyipatan Kabupaten Tanah Laut – Kalimantan Selatan

4. KESIMPULAN

Keberadaan air tanah pada sembilan titik penelitian menunjukkan daerah pesisir di Kabupaten Tanah Laut mempunyai potensi air tanah yang layak untuk dimanfaatkan sebagai sumber air bersih.

Potensi besar sebanyak 6 titik dari 9 titik penelitian (dengan ketebalan lapisan air di atas 15 m), yakni berada pada titik GL1, GL3, GL5, GL6, GL7 dan GL9. Potensi sedang (dengan ketebalan lapisan air tanah antara 5 – 15 m) berada pada titik GL2, GL4 dan GL8. Keberadaan air tanah berada pada kisaran kedalaman 1 – 80 m. Lokasi yang terkena intrusi air laut yaitu pada titik lintasan GL1 pada kedalaman 0,98-7,17 m dan titik GL7 pada kedalaman 4,85-11,17 m dengan nilai resistivitas berturut-turut 2,91 Ω m dan 0,44 Ω m.

DAFTAR PUSTAKA

- Anomohanran, O. (2011). Determination Of Groundwater Potential In Asaba, Nigeria Using Surface Geoelectric Sounding. *International Journal of the Physical Sciences*. 6 (33). 7651-7656.
- Ekel, K.T. dan M.U. Igboekwe (2011). Geoelectric Investigation of Groundwater in Some Villages in Ohafia Locality, Abia State, Nigeria. *British Journal of Applied Science & Technology*. 1(4): 190-203.
- Masduqi, A., Endah N., E. S. Soedjono, dan W. Hadi (2007). Capaian Pelayanan Air Bersih Perdesaan Sesuai Millennium Development Goals—Studi Kasus di Wilayah DAS Brantas. *Jurnal Purifikasi ITS*. 8 (2): 115-120.
- Minning, R.C. (1973). The Electrical Resistivity Method, Part I, Technical Memo Number 3. *Water Well Journal*. 27(6).
- Rao, V.G., K. C. Naidu, dan S.C. Mouli (2011). Contamination of groundwater in Srikakulam Coastal Belt Due to Salt Water Intrusion. *International Journal of Engineering and Technology*. 3 (1). 25-29.
- Santoso, D. (2002). Pengantar Teknik Geofisika, ITB, Bandung.
- Satriani, A., A. Loperte, V. Imbrenda, dan V. Lapenna (2012). Geoelectrical Surveys for Characterization of the Coastal Saltwater Intrusion in Metapontum Forest Reserve (Southern Italy). Hindawi Publishing Corporation International Journal of Geophysics. Article ID 238478, 8 pages.
- Savit, M.B. dan C.H. Dobrin (1988). Introduction to geophysical prospecting. Mc Graw Hill International Edition.
- Sikumbang, N. dan R. Heryanto (1994). Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Kalimantan, Bandung.
- Reynolds, J.M. (1997). An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, John Wiley and Sons Ltd. Baffins, Chichester, West Sussex PO19 1UD. England.
- Wahyono, S.C. dan T. Wianto (2008). Penentuan Lapisan Air Tanah dengan Metode Geolistrik Schlumberger di Kabupaten Balangan Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Fluks*. 5 (2). 148-164.