

Pemetaan Kawasan Bawah Permukaan Air Tanah Dangkal Menggunakan Metoda Geolistrik Resistivitas 2-D Pada daerah Kenten Tengah dan Laut, Kotamadya Palembang, Sumatera Selatan

Eddy Ibrahim¹

¹. Magister Pengelolaan Lingkungan Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya

*) Penulis untuk korespondensi: Tel. +62818633959
email: eddyibrahim@ft.unsri.ac.id

ABSTRACT

From 2D geoelectric data, it can be analyzed by looking at the 2-D resistivity pattern from the vertical profile such as the distribution direction and the depth position of shallow groundwater. Based on the TDS value of the contaminated area evenly distributed with the TDS value ranging from 1500-10,000 mg/l. The depth above 3.8 m is the Kenten Tengah area with resistivity values ranging from 8.10 ohms to 20.4 ohms, while for Kenten Ujung (Laut) with resistivity values ranging from 11.3 ohms to 18.4 ohms. There is also a distribution of contaminated water but is localized based on its TDS value at a depth between 1.3 to 6.4 m. For the groundwater flow system that causes pollution, the Middle Kenten Tengah area was an intermediate flow system and the Kenten Laut (Ujung) area was a local flow system. Therefore, the groundwater contaminants are dominated by Na⁺ and Ca⁺⁺ from factory and household waste. The type of pollution for the Kenten Tengah and Ujung regions were dispersed.

Keywords: 2D Geolistic Methods, Shallow groundwater, TDS, Flow system, Pollutant

ABSTRAK

Dari data geolistrik 2D dapat dianalisa dengan melihat pola resistivitas 2-D dari profil vertikal yaitu arah sebaran dan posisi kedalaman dari airtanah dangkal. Berdasarkan nilai TDS-nya daerah yang terkontaminasi penyebarannya merata dengan nilai TDS-nya berkisar antara 1500-10.000 mg/l kedalamannya diatas 3.8 m adalah daerah Kenten Tengah dengan nilai resistivitasnya berkisar antara 8.10 ohm m sampai 20.4 ohm m, sedangkan untuk Kenten Ujung (laut) dengan nilai resistivitasnya berkisar antara 11.3 ohm m sampai 18.4 ohm m juga terjadi sebaran air yang terkontaminasi tetapi terlokalisir berdasarkan nilai TDS nya pada kedalaman antara 1.3- 6.4 m. Untuk sistem aliran air tanahnya yang menyebabkan pencemaran yaitu daerah Kenten Tengah sistem aliran air tanahnya adalah sistem aliran antara dan daerah Kenten Laut (ujung) sistem aliran air tanahnya adalah sistem aliran lokal. Sedangkan untuk kontaminan pencemar air tanah adalah dari dominan Na⁺ dan dominan Ca⁺⁺ yang berasal dari limbah buangan pabrik dan



rumah tangga. Jenis pencemarannya untuk daerah Kenten Tengah dan Ujung adalah *dispersed*.

Kata kunci: Metode Geolistrik 2D, Air Tanah Dangkal, TDS, Sistem Aliran, Pencemar

PENDAHULUAN

Tercemarnya Air tanah menjadikan persoalan serius di kota-kota besar. Di Kodya Palembang khususnya bagian utara permasalahan ini menjadi akan serius dan berat, apabila persoalan tersebut tidak segera diatasi terutama dalam upaya pemecahannya. Kondisi tersebut telah terasa dan cenderung meningkat dikarenakan terjadi penurunan kuantitas dan level muka air tanah dan meluasnya areal pemukiman dan industri. Pengeboran air tanah untuk berbagai keperluan sampai saat ini tetap tinggi dan cenderung meningkat, mengingat perkembangan pembangunan pemukiman maupun industri kearah utara Kodya Palembang berlangsung cepat . Dengan kondisi tersebut dan upaya pemecahan yang belum optimal, dapat dipastikan saat sekarang air tanah yang telah tercemar menjadi meluas baik kuantitas maupun sebarannya. (Ibrahim, E, 1997)

Untuk melihat penyebab terjadinya pencemaran air tanah tersebut tersebut langkah- langkah yang dilakukan adalah dengan mengevaluasi dan mengkuantifikasi sebaran air tanah sehingga dapat diidentifikasi penyebab terjadinya pencemaran air tanah dikaitkan dengan kondisi geologi bawah permukaan dan aktifitas diatas permukaan tanah (penduduk dan industri). (Ibrahim, E, 2000)

Pengukuran geolistrik pada kawasan yang representatif adalah salah satu cara dimana dari data hasil pengukuran tersebut dapat diplot penampang 2-D untuk dapat dilakukan korelasi dengan geologi bawah permukaan daerah yang diukur. Dari hasil korelasi tersebut dapat ditafsirkan yang menyebabkan air tanah menjadi tercemar di daerah yang diteliti.

METODE PENELITIAN

Metoda penelitian dilakukan beberapa tahap antara lain :

1. Persiapan terdiri dari pengumpulan data dan peta-peta dari studi terdahulu, studi literatur terutama yang berkaitan dengan masalah air tanah, interpretasi data dari peta yang tersedia dan analisa pendahuluan untuk mengetahui prakiraan situasi dan kondisi daerah penelitian serta untuk mempermudah pekerjaan lapangan sebagai kelanjutan dari tahap persiapan.
2. Pengukuran dan pengumpulan data lapangan dengan metoda geofisika (geolistrik) terdiri dari penentuan jaring-jaring lintasan untuk geolistrik dan hasil pengukuran yang berupa nilai-nilai tahanan jenis semu versus kedalaman dalam satu jaring lintasan diproses dengan *software* RES2DINV. Dengan hasil pemrosesan tersebut didapat gambaran 2 dimensi baik secara vertikal maupun horizontal sehingga dapat dilihat ketidak homogenan dibawah permukaan bumi.(M.H, Loke, 2006)



- 3 Evaluasi dan analisa dari hasil-hasil pemrosesan tersebut untuk setiap jaringan. lintasan di-*superimpose* dan dikorelasi dengan data-data literatur dan laporan geologi setempat. Hasil evaluasi dan analisa tahap ini ditunjang dengan data penelitian terdahulu, secara umum dapat disimpulkan gambaran tentang kondisi air tanah (tercemar, tidak tercemar dan rawan tercemar) di kawasan yang diteliti dan kemungkinan dapat ditentukan sebaran air tanah yang tercemar.
- 4 Peralatan Penunjang.
Satu Unit Alat Geolistrik (OYO), pita ukur, Inklinometer, Hammer dan kompas geologi, dan *software* RES2DINV. (M.H, Loke, 2006)
- 5 Aplikasi
Implementasi dari evaluasi dan kuantifikasi sebaran airtanah adalah dapat menentukan jenis pencemar yang menyebabkan airtanah menjadi tercemar dan.memberikan rekomendasi kawasan-kawasan yang perlu ditangani diakibatkan oleh tercemarnya air tanah baik diakibatkan oleh aktivitas dibawah maupun diatas permukaan tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum

Daerah Kenten merupakan suatu dataran rendah. Sungai Kenten mengalir dari arah timur kearah barat terus menuju ke utara dan terus ke laut. Lokasi penelitian terletak pada desa Kenten Tengah yaitu di kelurahan Sukamaju (Kodya Palembang) dan Kenten Laut yaitu desa Kenten (kab. Banyu Asin).(Ibrahim, E, 2000). Daerah ini merupakan daerah pemukiman, industri dan sebagian daerah ladang tadah hujan (Gambar 1). Daerah penelitian terletak sekitar lebih kurang 7 km dari Kota Palembang.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

Geologi Regional

Daerah Kenten dan sekitarnya terdapat tiga (tiga) satuan batuan, yaitu : endapan Aluvium (Qal) dimana endapan ini tersebar pada daerah sebelah barat dan



timur Kenten atau sebelah timur dan barat sungai Kenten. Sedangkan Endapan Rawa (Qar) tersebar kearah utara dan selatan serta barat dimana ditengah-tengahnya terletak sungai Kenten. Untuk Formasi Muara Enim Bagian atas dan Bagian Tengah tersebar dari selatan menuju barat atau sebelah barat sungai Kenten. (S. Gafoer, 1981)

Hidrogeologi

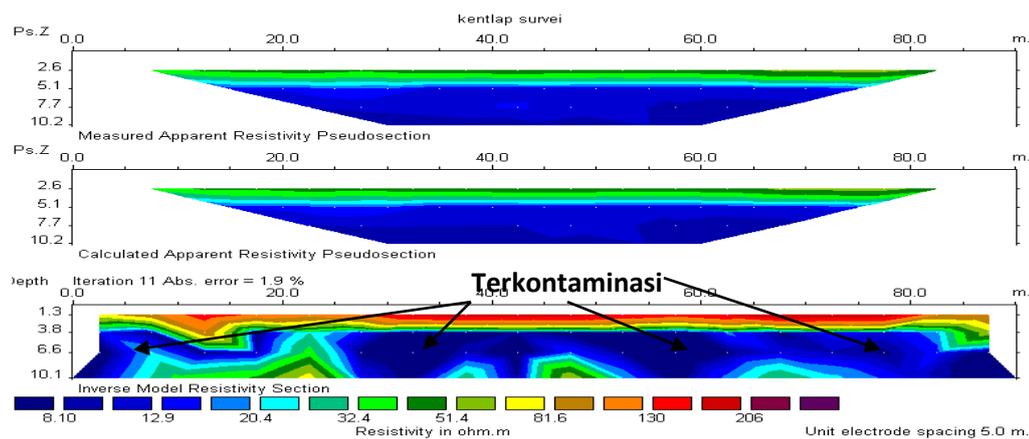
Lokasi Kenten merupakan dataran yang landai kearah barat laut sesuai dengan pola aliran sungai. Muka air tanah mengalir dari bagian timur ke bagian barat. Imbuhan air tanah diduga berasal dari bagian sebelah timur daerah yang agak tinggi dan meresap pada bagian bawah tanah. Resapan air tanah dapat pula terjadi dari singkapan batuan sepanjang sungai Kenten ataupun anak cabang sungainya. (Ibrahim, E, 1997)

Hasil Penyelidikan Geolistrik

Lokasi titik duga geolistrik merupakan daerah yang dianggap representatif berdasarkan data geologi. Pengukuran geolistrik 2D dengan aturan konfigurasi elektroda Wenner akan menghasilkan penampang geolistrik 2D. Adapun hasil pengolahan data geolistrik 2D dengan *software* RES2DINV untuk masing-masing daerah penyelidikan adalah sebagai berikut :

Kenten Tengah pada Kelurahan Sukamaju, Kodya Palembang.

Dari hasil permodelan dengan RES2DINV dan RMS error-nya 1.9 % (Gambar 2) didapat pada kedalaman antara 3.8 m sampai 10.1 m nilai resistivitasnya berkisar antara 8.10 ohm m sampai 20.4 ohm m yang berdasarkan acuan tabel 1 kadar asinnya sangat rendah tetapi dengan kualitas air tanahnya jelek dan berdasarkan dari data peta geologi lembar Palembang daerah pasir lempungan, pasir gravel dan sedikit lempung.



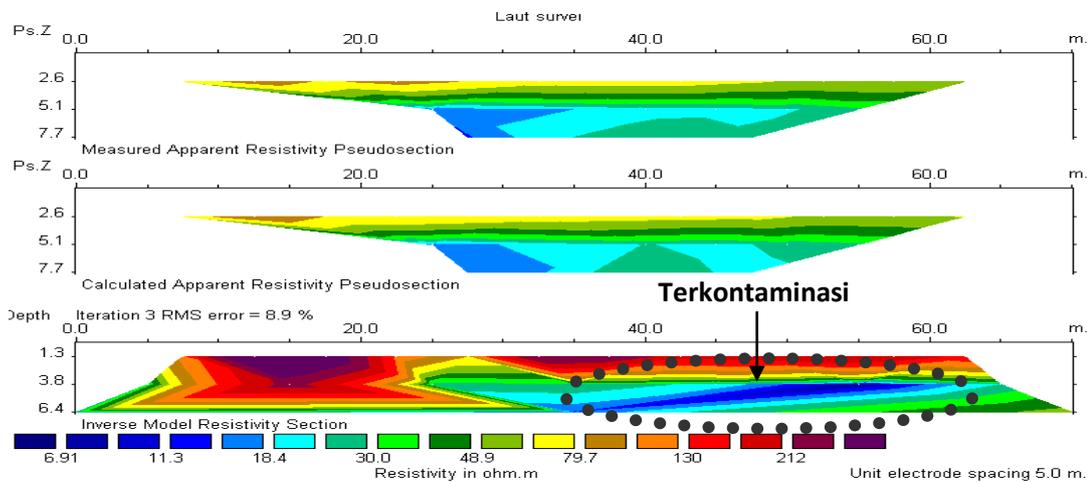
Gambar 2. Hasil intervensi geolistrik 2D untuk Kenten Tengah

Daerah Kenten Laut pada Desa Kenten, Kabupaten MUBA.

Dari hasil permodelan dengan RES2DINV dan RMS error-nya 8.9 % (Gambar 3) pada kedalaman antara 3.8 m sampai 6.4 m nilai resistivitasnya berkisar antara 11.3 ohm m sampai 18.4 ohm m yang berdasarkan acuan tabel 1 kualitas air



tanahnya jelek dan berdasarkan dari data peta geologi lembar Palembang batuannya pasir lempungan, pasir gravel, sedikit lempung.



Gambar 3. Hasil inversi geolistrik 2D untuk Kenten Laut

Pembahasan

Diketahui bahwa sumber utama dari salinitas (air menjadi asin) adalah dari air laut dan aliran air tanah. Untuk mengetahui apakah menjadi asinnya daerah yang diteliti karena kedua sumber tersebut maka perlu dianalisa hasil pengukuran geolistrik dan dikorelasi dengan data geologi daerah penelitian. Adapun uraian adalah sebagai berikut :

Daerah Kenten Tengah, Kelurahan Sukamaju, Kodya Palembang

Untuk kawasan ini tingkat atau kadar asinnya tidak setinggi di Kenten awal, tetapi penyebarannya hampir rata, sehingga diduga kawasan ini telah tercemar hampir secara keseluruhan, walaupun dipermukaannya pada kedalaman antara 1.3 m sampai 3.8 m, kualitas air tanahnya sangat baik, karena nilai resistivitas terukurnya berkisar antara 100 ohm - 130 ohm m (Tabel 1).

Tabel 1. Resistivitas air dan batuan sedimen

Resistivitas (Ohm m)	Batuan Sedimen	Interpretasi
0.5- 2.0	Very Porous sand, or saturated clay	Seawater, very saline water: TDS = 20.000 mg/l
2.0- 4.5	Porous sand, or saturated clay	Saline water; TDS = 10.000 mg/l
4.5-10.0	Sandy saturated or Sandy clay	Salty Brackish water; TDS: 10.000-1500 mg/l
10.0-15.0	Sandy clay, sandy gravel;	Brackish water, TDS=5000-1500 mg/l
15.0-30.0	Sand, gravel, some clay	Poor quality fresh water, TDS=1500-700 mg/l
30.0-70.0	Sand, gravel, minor clay	Intermediate quality fresh water; TDS ~ 100 mg/l
70.0-100.0	Sand, gravel, no clay	Good quality fresh water, TDS small



More Than 100.0	Coarse sand, gravel, no clay	Very good quality fresh water; TDS very small
-----------------	------------------------------	---

Modified from (Zohdy *et al.*, 1993 op.cit Ibrahim, E, 2000)

Maka dapat disimpulkan untuk kedalaman diatas 3.8 m, telah terjadi pencemaran air asin dengan perkiraan TDS-nya adalah 10.000 - 1500 mg/l, dimana berdasarkan klasifikasi air berdasarkan nilai TDS (Tabel 2), air tersebut masih layak dikonsumsi oleh ternak (< 3000 mg/l) atau pemakaian irigasi (< 5000 mg/l).

Tabel 2. Klasifikasi air berdasarkan nilai TDS (US Environmental Protection Agency, 2000)

Penggunaan	TDS (mg/ l)
Air Minum (pemakaian domestik)	< 500
Konsumsi Peternakan	< 3000
Pemakaian Irigasi	< 5000

Untuk kawasan ini kemungkinan pencemarannya karena terjadinya proses erosi tanah. Dimana secara umum tanah dapat dibedakan menjadi dua katagori yang pertama adalah tanah berbutir halus yang terdiri dari lumpur (*clay*) dan lanau (*silt*) dan tanah berbutir kasar. Jenis yang pertama mempunyai dua jenis struktur yaitu struktur dengan unsur Na⁺ dominan (*dispersed*) dan struktur dengan unsur Ca⁺⁺ dominan (*floculated*). Dimana untuk kawasan ini *dispersed* yang sesuai. Untuk industri dikawasan ini relatif kurang sehingga jika mungkin, maka limbah rumah tangga juga mempengaruhi terhadap tingkat asinnya air tanah dikawasan ini. Dari aspek batuannya terjadinya pencemarannya cukup mendukung disamping itu tanaman yang berfungsi untuk *filter* kurang dikawasan ini. Berdasarkan pola resistivitas dari penampang vertikal geolistrik dapat dikarakterisasikan berdasarkan nilai TDS (Tabel 2) bahwa dalam sistem aliran airtanahnya merupakan antara sistem aliran regional dan lokal sehingga ion yang mungkin ada didalam aliran tersebut adalah Na, SO₄Cl. Untuk sistem alirannya disebut sistem aliran antara.(Nowroozi, AA, *etal.*, 1999)

Untuk musim juga tidak diperhitungkan dalam pengukuran di kawasan ini tetapi saat dilakukan pengukuran adalah musim hujan.

Kenten Ujung (laut), desa Kenten, Kabupaten MUBA

Untuk kawasan ini justru kadar asinnya paling rendah dan penyebarannya juga terlokalisir, sehingga kawasan ini justru kualitas air tanahnya sangat baik dengan kedalaman antara 1.3 m sampai 6.4 m dimana nilai resistivitasnya berkisar antara 100 ohm sampai dengan 200 ohm m (Tabel 1). Maka dapat disimpulkan untuk kedalaman 1.3 sampai 6.4 m, terdapat kualitas air tanah yang kadar TDS-nya sangat kecil. Untuk kawasan ini pencemaran yang terlokalisir disebabkan oleh *dispersed*. Disamping itu batuan sendiri pasir kasar, gravel dan tidak ada lempung sehingga aliran air tanahnya yang tercemar dapat dilewatkan. Untuk kawasan dapat dievaluasi dari pola resistivitasnya dengan mengkarakterisasikan



sifat aliran dan dikorelasi dengan nilai TDS (Tabel 2) adalah kedalaman dangkal, aliran air pendek, arah dan kecepatan aliran bervariasi, waktu tinggal air disuatu tempat pendek dan tekanan dan temperatur rendah maka efeknya adalah terjadinya pembilasan penuh, TDSnya rendah dan ion yang mungkin ada adalah HCO_3^- , Ca, Mg. Untuk karakterisasi pola seperti tersebut maka alirannya disebut sistem aliran Lokal. (Nowroozi, AA, et al., 1999)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan antara lain :

1. Daerah yang penyebaran air asinnya merata, tetapi nilai TDS-nya berkisar antara 1500 - 10.000 mg/l kedalamannya diatas 3.8 m adalah daerah Kenten Tengah, sedangkan untuk Kenten Ujung (laut) juga terjadi sebaran air asin tetapi terlokalisir dengan TDS yang rendah pada kedalaman antara 1.3- 6.4 m, dimana berdasarkan nilai TDS-nya kualitas air tanahnya sangat baik.
2. Sedangkan sistem aliran air tanahnya adalah
 - Kenten Tengah berdasarkan pola resistivitasnya, aliran airtanahnya adalah sistem aliran antara
 - Kenten ujung berdasarkan pola resistivitasnya, aliran airtanahnya adalah sistem aliran lokal
3. Jenis pencemarannya untuk daerah Kenten Tengah dan Kenten Ujung (Laut) adalah *dispersed*(Ca^{++} , dominan), jadi kontaminannya adalah berasal dari industri dan rumah tangga.
4. Daerah yang direkomendasikan untuk di bor untuk mengetahui secara rinci penyebab terjadinya pencemaran air tanah terutama daerah Kenten Tengah dengan kedalaman diatas 12 meter, sedangkan titik bor dapat dilihat pada gambar penampang geolistrik hasil permodelan oleh RES2DINV.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kerja yang telah dilakukan ini dibantu oleh Laboratorium Eksplorasi Tambang Fakultas Teknik Unsri. Saya mengucapkan terimakasih kepada seluruh teman-teman yang membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu dalam penyelesaian tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A.A. Nowroozi., Stephen B. Horrocks., and Peter Henderson., 1999., *Saltwater intrusion into the freshwater aquifer in the eastern shore of Virginia: a reconnaissance electrical resistivity survey. Journal of Applied Geophysics*, 42 (1-22), Elsevier
- Gafoer. S dan Boerhan dan Gunawan., 1981., Peta Geologi Lembar Palembang, Direktorat Geologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Ibrahim, E., 1997., Model Air Tanah Bebas Di Kodya Palembang. Laporan Penelitian, HEDS JICA, Fakultas Teknik UNSRI.



- Ibrahim, E., 2000., Evaluasi dan Klasifikasi Air Tanah Untuk Identifikasi Jenis Kontaminan Penyebab air tanah Menjadi Asin Di daerah Kenten, Kodya Palembang, Laporan Penelitian HEDS-JICA.
- Loke, MH., 2006., *Electrical Imaging Surveys for Environmental and engineering Studies*. A Practical guide to 2-D and 3-D surveys, Cangkat Minden Lorong 6, Minden Heights, 11700 Penang, Malaysia.
- U.S. Environmental Protection Agency., 2000., *Identification and Control of Pollution from Salt Water Intrusion*. Office of Air and Water Programs, EPA-430/9-73-013.

