

APLIKASI METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS UNTUK MENENTUKAN ZONA INTRUSI AIR LAUT DI KECAMATAN GENUK SEMARANG

Khoirun Nisa¹, Tony Yulianto² dan Sugeng Widada³

¹Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Diponegoro

Prodi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro

Abstract

An interpretation has been conducted to the salt water spreading in the district of Semarang city Genuk area by the geoelectrical method of resistivity using Schlumberger electrode configuration.

Acquisition of field data were processed using Ip2win program whose results are used to describe the resistivity cross-section area of research. Resistivity cross-section was combined with the distribution of groundwater sanility from electrical conductivity value approach to determine the zoning of sea water intrusion in the study area.

Zone of sea water intrusion in the district of Semarang city Genuk are consist region Karangroto and Sembungharjo starting from a depth of 80 meters, Bangetayu west starting from a depth of 100 meters, 140 meters depth Genuksari start, and Trimulyo ranging from a depth of 200 meters with values of electrical conductivity 16.550 Ω m.

Key Words : *Geo-electrical, sea water intrusion*

Abstrak

Interpretasi mengenai penyebaran air asin untuk mengetahui zona intrusi air laut telah dilakukan di Kecamatan Genuk Kota Semarang dengan metode tahanan jenis menggunakan konfigurasi elektroda Schlumberger.

Akuisisi data lapangan diolah dengan menggunakan program Ipi2win yang hasilnya digunakan untuk menggambarkan penampang tahanan jenis daerah penelitian. Penampang tahanan jenis dikombinasikan dengan sebaran keasinan airtanah dari pendekatan nilai daya hantar listrik untuk menentukan zonasi intrusi air asin di daerah penelitian.

Zonasi intrusi air asin di Kecamatan Genuk meliputi wilayah Karangroto dan Sembungharjo mulai dari kedalaman 80 meter, Bangetayu Kulon mulai dari kedalaman 100 meter, Genuksari mulai kedalaman 140 meter dan Trimulyo mulai dari kedalaman 200 meter dengan nilai daya hantar listrik 16.559 Ω m .

Kata Kunci : *Geolistrik, intrusi air laut*

1. Pendahuluan

Meningkatnya eksploitasi air tanah yang tidak dikelola dan dikontrol secara efektif akan menyebabkan turunnya muka air tanah, serta berubahnya kualitas dan kuantitas air tanah itu sendiri [1]. Penurunan muka air tanah juga menimbulkan dampak negatif berupa

penyusupan air laut ke dalam akuifer yang dinamakan intrusi air laut. Banjir air laut yang sering terjadi di daerah Semarang Bawah semakin menambah pencemaran lingkungan perairan, baik pada air permukaan maupun air tanah.

Untuk mengetahui penyebaran daerah yang terkena air asin digunakan

metode geolistrik yang didasarkan pada perubahan harga parameter tahanan jenis. Metode ini digunakan dalam pengukuran tahanan jenis per lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan susunan elektroda Schlumberger, khususnya untuk eksplorasi awal air tanah dengan mempelajari geologi bawah permukaan dan menduga kualitas air tanahnya berdasarkan nilai tahanan jenis dan nilai daya hantar listrik dalam batuan yang sangat dipengaruhi oleh kandungan air pada medium sehingga dapat ditentukan batas antara air tawar dan air asin. Sebaran keasinan airtanah yang terjadi di wilayah Semarang Bawah karena adanya pengaruh intrusi air laut. Air rob yang masuk ke dataran secara langsung maupun melalui drainase daerah pantai berpengaruh langsung terhadap peningkatan intrusi air laut ke dalam akuifer bebas [2]. Berdasarkan hal itu, akan dilakukan penelitian untuk mengetahui akuifer yang telah terintrusi air laut, yang dapat diidentifikasi dengan jenis lapisan batuan di lapangan dan nilai keasinan airtanah. Lapisan batuan terpresentasikan oleh variasi nilai tahanan jenis dan keasinan air tanah dapat ditentukan dengan menggunakan pendekatan nilai konduktivitas atau Daya Hantar Listrik (DHL). Berdasarkan nilai DHL dibuat peta kontur isokonduktivitas untuk memetakan penyebaran keasinan airtanah tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

Kualitas airtanah merupakan suatu sistem dengan komponen sistem yang saling berinteraksi sehingga sangat dimungkinkan perbedaan-perbedaan kualitas airtanah di setiap tempat. Dengan demikian dari kualitas airtanah tersebut dapat untuk mengetahui sejarah, proses terjadi, perkembangannya atau untuk menginterpretasikan ke dalam

geologi/geohidrologinya. Pada daerah pantai sering terjadi pencampuran airtanah tawar dengan air laut. Dengan demikian kualitas air mampu mengidentifikasi pemunculan air laut atau sebaliknya air asin terbilas oleh air tawar [3]

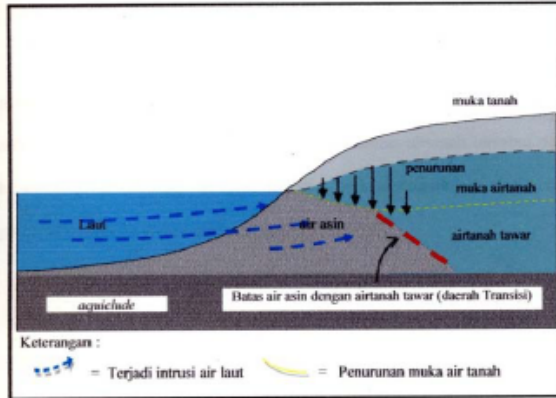
Jumlah garam terlarut dapat diperkirakan dengan pendekatan harga daya hantar listrik. Daya hantar listrik (DHL) adalah sifat menghantarkan listrik dari air, air yang banyak mengandung garam akan mempunyai harga daya hantar listrik yang tinggi. Pengukuran DHL dilakukan dengan alat *Electric Conductivity* (EC) meter, satuan yang digunakan adalah mikro Siemen per centimeter ($\mu\text{S}/\text{cm}$) atau mikro mhos (μmhos) dengan konfersi $1 \mu\text{mhos} = 1 \mu\text{S}/\text{cm}$. Beberapa klasifikasi airtanah yang ditetapkan oleh PAHIAA (Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin) Jakarta 1986 sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Tingkat Keasinan Airtanah (PAHIAA-Jakarta, 1986)

No	Sifat Air	T.D.S (mg/l)	D.H.L ($\mu\text{mhos}/\text{cm}$)	Kadar Klorida (mg/l)
1	Tawar (Fresh)	< 1,500	< 1,500	< 500
2	Tawar – Payau (Fresh - Brackish)	1,000 – 3,000	1,500 – 5,000	500 – 2,000
3	Payau (Brackish)	3,000 – 10,000	5,000 – 15,000	2,000 – 5,000
4	Asin (Salty)	10,000 – 35,000	15,000 – 50,000	5,000 – 19,000
5	Briny (Connate)	> 35,000	> 50,000	> 19,000

Intrusi atau penyusupan air asin ke dalam akuifer di daratan pada dasarnya adalah proses masuknya air laut di bawah permukaan tanah melalui akuifer di daratan atau daerah pantai. Dengan pengertian lain, yaitu proses terdesaknya

air bawah tanah tawar oleh air asin/air laut di dalam akuifer pada daerah pantai [4].



Gambar 1 Kondisi intrusi air laut terjadi karena keseimbangan terganggu akibat penurunan muka airtanah.

Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk penyelidikan bawah permukaan dengan memanfaatkan sifat aliran listrik di dalam permukaan bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi [5]. Metode ini meliputi pengukuran beda potensial dan arus listrik yang terjadi akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui sepasang elektroda arus. Perbedaan potensial diukur melalui sepasang elektroda potensial.

Harga tahanan jenis batuan tergantung macam-macam materialnya, densitas, porositas, ukuran dan bentuk pori-pori batuan, kandungan air, kualitas dan suhu, dengan demikian tidak ada kepastian harga tahanan. Jenis untuk setiap macam batuan pada akuifer yang terdiri atas material lepas mempunyai harga tahanan jenis yang berkurang apabila makin besar kandungan air tanahnya atau makin besar kandungan garamnya (misal air asin). Mineral lempung bersifat menghantarkan arus listrik sehingga harga tahanan jenis akan kecil.

Variasi resistivitas material bumi ditunjukkan Tabel 2. sebagai berikut [6]

Tabel 2. Variasi Material Bumi (Batuan)

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Udara	~
Pirit	3×10^{-1}
Galana	2×10^{-3}
Kwarsa	4×10^{10} s.d. 2×10^{14}
Kalsit	1×10^{12} s.d. 1×10^{13}
Batuan Garam	30 s.d. 1×10^{13}
Mika	9×10^{12} s.d. 1×10^{14}
Garnit	10^2 s.d. 1×10^6
Gabro	1×10^3 s.d. 1×10^6
Basalt	10 s.d. 1×10^7
Batuan Gamping	50 s.d. 1×10^7
Batuan Pasir	1 s.d. 1×10^8
Batuan Serpih	20 s.d. 1×10^3
Dolomit	10^2 s.d. 10^4
Pasir	1 s.d. 10^3
Lempung	1 s.d. 10^2
Air Tanah	0.5 s.d. 3×10^2
Air Laut	0.2

3. Metode Penelitian prosedur penelitian

a. Survey Awal

Dalam survei awal ini dilakukan pencarian informasi mengenai kualitas air tanah yang berada di sumur-sumur penduduk berdasarkan nilai daya hantar listrik sehingga dapat diketahui batas antara air tawar dan air asin di beberapa wilayah penelitian, sehingga dapat diperkirakan daerah-daerah yang terkena air asin secara kasarnya.

b. Pengambilan Data

Langkah pengambilan data geolistrik, yaitu :

Menempatkan elektroda-elektroda arus dan tegangan dengan konfigurasi Schlumberger

Untuk sebaran keasinan air tanah dilakukan observasi nilai daya hantar listrik pada sumur gali di daerah penelitian.

c. Pemodelan data pengukuran

1. Penampang tahanan jenis

- Dari hasil program ip2win, diperoleh harga tahanan jenis sesungguhnya tiap kedalaman.
- Penampang geolistrik dibuat berupa sayatan penampang pagar
- Setiap titik sounding dalam satu lintasan digambar dalam satu garis lurus, kemudian diplotkan harga tahanan jenis tiap-tiap kedalaman.
- Interval harga tahanan jenis tertentu dari masing-masing titik sounding dihubungkan.
- Penampang ditafsirkan.
- Analisis data dengan melihat penampang tahanan jenis dari masing-masing lintasan pengukuran kemudian membandingkannya dengan harga normal tahanan jenis batuan berdasarkan referensi yang telah ada

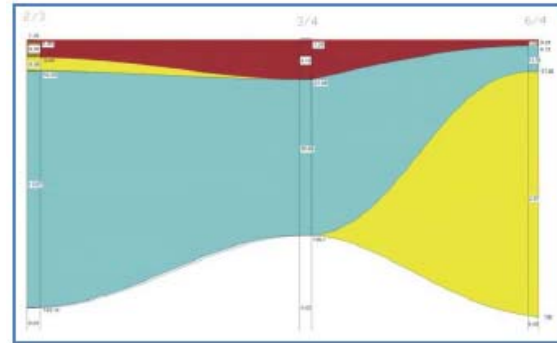
2. Kontur Daya Hantar Listrik (DHL)

- Menentukan posisi vertikal dan horizontal tiap titik-titik daya hantar listrik
- Memasukkan data ke dalam program Surfer

4. Hasil dan Pembahasan

a. Penampang melintang isoresistivitas

Untuk memetakan formasi bawah maka dibuat penampang melintang isoresistivitas berdasarkan hasil pemodelan inversi menggunakan IP2WIN.



Gambar 2. Penampang tahanan jenis lintasan 1 (titik 1, titik 3 dan titik 6)

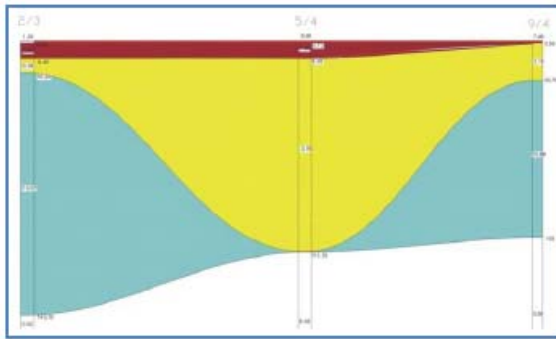
Berdasarkan gambar 2 penampang tahanan jenis pada lintasan 1 diperoleh sebagai berikut :

- Pada lintasan 1 ini terdiri dari 3 lapisan yang tertutup oleh lapisan topsoil.
- Lapisan penutup mempunyai tahanan jenis 1,02–202,9 Ωm pada kedalaman 0–1,26 meter.
- Lempung mempunyai tahanan jenis 3,54–4,19 Ωm pada kedalaman 0,28 – 21,68 meter.
- Pasir mempunyai harga tahanan jenis 10,57–20,43 Ωm pada kedalaman 4,72–143,1 meter. Terdapat lensa dengan tahanan jenis 0,58 - 2,37 Ωm pada kedalaman 8,40 – 150 meter.
- Merupakan batuan dasar tersusun atas lempung dengan tahanan jenis antara 0,02 – 6,40 Ωm dan elevasi kedalaman mulai dari 105,1 meter. Lapisan ini telah mengandung air asin.

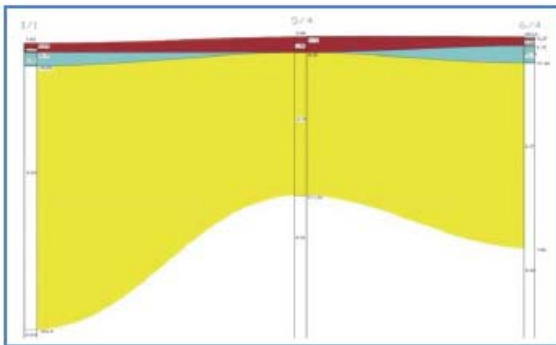
Berdasarkan gambar 3 penampang tahanan jenis pada lintasan 1 diperoleh sebagai berikut :

- Lapisan topsoil mempunyai tahanan jenis 1,02–7,46 Ωm dengan kedalaman antara 0–0,96 meter.
- Lempung mempunyai tahanan jenis 0,58 – 1,88 Ωm pada kedalaman antara 0,58 – 1,88 meter.

3. Lanau mempunyai tahanan jenis $0,58 - 3,75 \Omega\text{m}$ pada kedalaman $0,96 - 111,7$ meter. Terdapat lensa dengan tahanan jenis $10,57 - 15,85 \Omega\text{m}$ pada kedalaman $16,20 - 143,1$ meter.
4. Batuan dasar tersusun atas pasir dengan tahanan jenis antara $0,02 - 6,42 \Omega\text{m}$ dan elevasi kedalaman mulai dari 103 meter. Lapisan ini telah mengandung air asin.



Gambar 3. Penampang tahanan jenis lintasan 2 (titik 2, titik 5 dan titik 9)



Gambar 4. Penampang tahanan jenis lintasan 3 (titik 1, titik 5 dan titik 6)

Berdasarkan gambar 3 penampang tahanan jenis pada lintasan 1 diperoleh sebagai berikut :

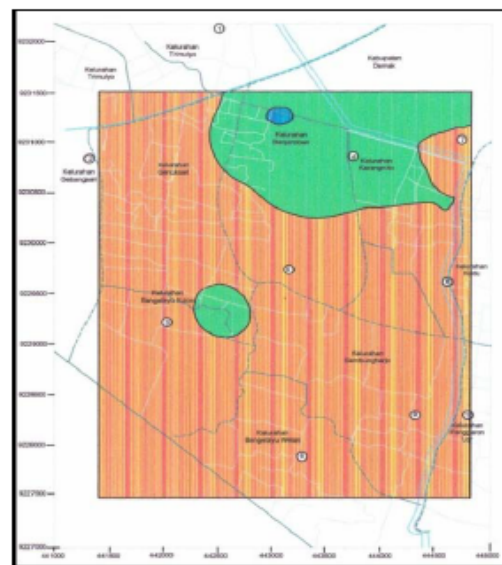
1. Lapisan penutup mempunyai tahanan jenis $1,42-202,9 \Omega\text{m}$, pada kedalaman $0 - 0,72$ meter.
2. Lempung mempunyai tahanan jenis $1,88 - 3,54 \Omega\text{m}$ pada kedalaman

$0,27 - 8,35$ meter. Terdapat lensa dengan tahanan jenis $0,59-12,16 \Omega\text{m}$ pada kedalaman $4,72-17,48$ meter.

3. Lanau mempunyai tahanan jenis $2,37- 6,52 \Omega\text{m}$ pada kedalaman $8,35 - 204,9$ meter.
4. Merupakan batuan dasar yang tersusun atas lempung dengan tahanan jenis antara $0,019-6,43 \Omega\text{m}$ dan elevasi kedalaman mulai dari $111,7$ meter. Lapisan ini telah mengandung air asin.

b. Sebaran keasinan airtanah

Hampir di semua wilayah Kecamatan Genuk mengandung air tawar-payau, kecuali bagian Barat Laut Kel. Karangroto, Bagian Utara Kel. Banjardowo & Bagian Timur Laut Kel. Bangateyu Kulon yang mana mengandung air payau dan wilayah Bag. Barat Laut Kel. Banjardowo yang mengandung air asin.



Gambar 5. Kontur sebaran nilai daya hantar listrik airtanah

c. Peta Intrusi Air Laut

Pola sebaran zona intrusi air asin tidak dijumpai pada kedalaman yang sama pada setiap titik pengukuran tahanan jenis, maka dibuat peta intrusi air asin untuk setiap kedalaman yang berbeda.

Kedalaman mulai dari 80 m

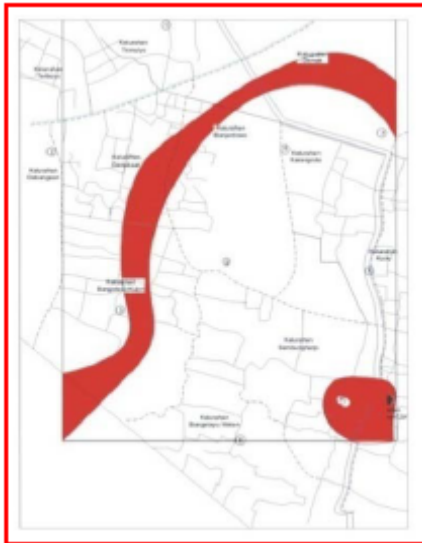
Meliputi :

Bagian Barat Laut Kel. Banjardowo;

Bagian Timur Kel. Genuksari;

Bagian Timur & Selatan Kel. Bangetayu

Kulon



Gambar 6. Kontur sebaran intrusi air laut mulai dari kedalaman 80 m

Kedalaman mulai dari 100 m

Meliputi :

Bagian Utara & Barat Laut Kel.

Banjardowo;

Bagian Timur Laut & Barat Daya Kel.

Genuksari; Bagian Barat Kel. Bangetayu

Kulon



Gambar 7. Kontur sebaran intrusi air laut mulai dari kedalaman 100 m

Kedalaman mulai dari 140 m

Meliputi :

Bag. Barat Laut Kel. Genuksari ;

Seluruh wil. Kel. Trimulyo kec. Bagian

utara

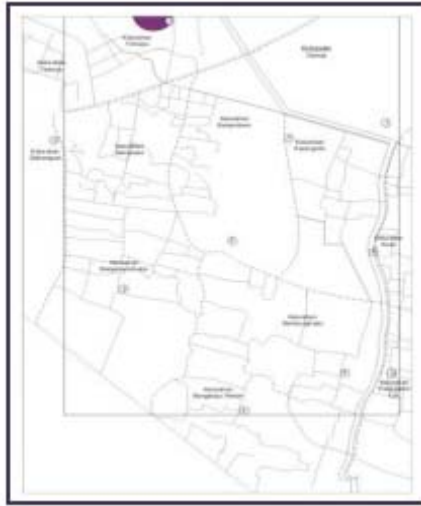


Gambar 8. Kontur sebaran intrusi air laut mulai dari kedalaman 140 m

Kedalaman mulai dari 200 m

Meliputi :

Bagian Utara Kel. Trimulyo



Gambar 9. Kontur sebaran intrusi air laut mulai dari kedalaman 80 m

5. Kesimpulan

1. Wilayah yang telah terintrusi air laut : kelurahan Trimulyo, Genuksari, Karangroto, Bangetayu Kulon dan Sembungharjo.
2. Sebaran nilai daya hantar listrik airtanah yang mengecil ke selatan yang berkisar antara 2.510 – 16.550 $\mu\text{S/cm}$.

Daftar Pustaka

- [1] Soemarto, C.D., 1995, *Hidrologi Teknik*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- [2] Wijaya, S., 2004, *Analisis Sebaran dan Penelusuran Sumber Keasinan Air Tanah Akuifer Bebas di Wilayah Semarang Bawah*, Skripsi, Undip : Semarang.
- [3]. Apello, C.A.J dan Postma, D., 1996, *Geochemistry Groundwater and Pullution*, Rotterdam, AA, Balkema.
- [4]. Hendrayana, H., 2002, *Intrusi Air Asin Ke Dalam Akuifer Di Daratan*, UGM, Yogyakarta.
- [5]. Anonim, 1994, *Kursus Pengukuran Dasar Geofisika Untuk Eksplorasi dan Geolistrik*, Laboratorium Fisika Bumi ITB.
- [6]. Santoso, D., 2002, *Pengantar Teknik Geofisika*, Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB.

