

UJI NILAI TAHANAN JENIS POLUTAN AIR LAUT DENGAN METODE OHMIK DAN GEOLISTRIK TAHANAN JENIS SKALA LABORATORIUM

Rina Dwi Indriana dan Hernowo Danusaputro

Laboratorium Geofisika FMIPA Universitas Diponegoro

Abstract

Geoelectric method and ohmic method used to investigate sea water intrusion (salinity) in aquifer layer. Resistivity data acquisition for 3 layer model and 3 concentration of salinity was in laboratory scale. By comparing resistivity data before and after adding sea water we get resistivity value for each layer. The research result is decreasing of resistivity value for increasing salinity concentration.

Intisari

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh dan penyebaran intrusi air laut terhadap aquifer dalam skala laboratorium dengan metode ohmik dan geolistrik tahanan jenis.

Pengambilan data dilakukan dengan membuat model perlapisan yang kemudian disiram air laut dengan 3 macam konsentrasi. Nilai resistivitas sebelum dan sesudah disiram dibandingkan dengan nilai referensi untuk mengetahui range nilai untuk jenis lapisan dan juga untuk mengetahui perubahan nilainya. Diperoleh hasil bahwa terjadi penurunan nilai resistivitas pada setiap jenis perlapisan batuan akibat adanya intrusi air laut. Semakin besar nilai konsentrasi air laut semakin besar pula penurunan nilai resistivitasnya.

Pendahuluan

Eksplorasi sumber daya air tanah yang tak terkendali dan tidak sesuai dengan prinsip-prinsip hidrologi di daerah sekitar pantai dapat mengakibatkan terjadinya tidak kesetimbangan antara batas air tanah dan air laut, sehingga akibatnya dapat terjadi peristiwa intrusi air laut [1]. Untuk mengetahui adanya penyebaran intrusi air laut pada aquifer dilakukan penelitian ini. Metoda yang dipergunakan adalah metoda ohmik dan geolistrik. Metoda ohmik dipergunakan untuk mengetahui nilai resistivitas air tanah dan resistivitas air laut dengan berbagai nilai konsentrasi [2], sedangkan untuk model perlapisan dibuat model perlapisan dengan mempergunakan batuan pada bagian dasar, pasir pada bagian tengah dan tanah pada bagian atas yang kesemuanya disusun didalam kotak kaca

berukuran panjang 150 cm, lebar 80 cm dan tinggi 80 cm. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Geofisika Jurusan Fisika Universitas Diponegoro Semarang

Konsep Resistivitas Semu

Pada kondisi sebenarnya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan tanah dengan ρ yang berbeda beda. Potensial yang terukur adalah nilai medan potensial oleh medium berlapis. Dengan demikian resistivitas yang terukur di permukaan bumi bukanlah nilai resistivitas yang sebenarnya melainkan resistivitas semu. Resistivitas semu yang terukur merupakan resistivitas gabungan dari beberapa lapisan tanah yang dianggap sebagai satu lapisan homogen. Resistivitas semu ini dirumuskan dengan:

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

dengan ρ_a merupakan resistivitas semu, K merupakan faktor geometri, ΔV merupakan beda potensial dan I merupakan kuat arus. Pada kenyataannya, bumi merupakan medium berlapis dengan masing-masing lapisan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau (gambar 1).

Medium berlapis yang ditinjau misalnya terdiri dari 2 lapis dan mempunyai resistivitas berbeda (ρ_1 dan ρ_2). Dalam pengukuran, medium ini dianggap sebagai medium satu lapis homogen yang memiliki satu nilai resistivitas yaitu resistivitas semu ρ_a [3].

Konfigurasi Elektroda Cara Schlumberger

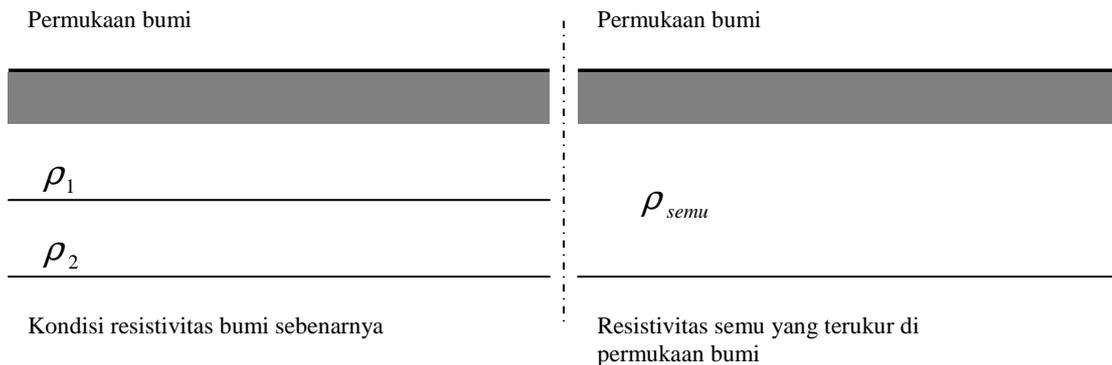
Pada pengukuran dengan konfigurasi

Schlumberger menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus (A dan B) dan 2 elektroda potensial (M dan N)(Gambar 2).

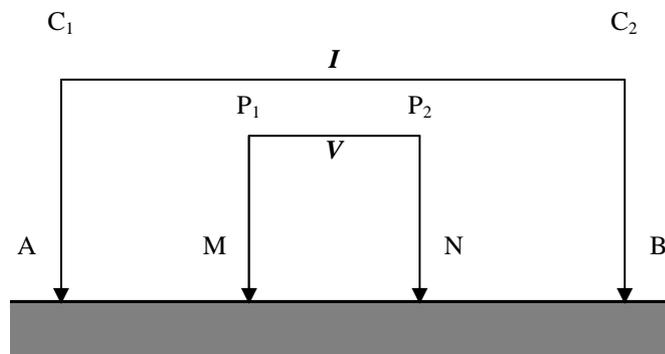
Tahanan jenis semu medium yang terukur dihitung berdasarkan persamaan :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \tag{2}$$

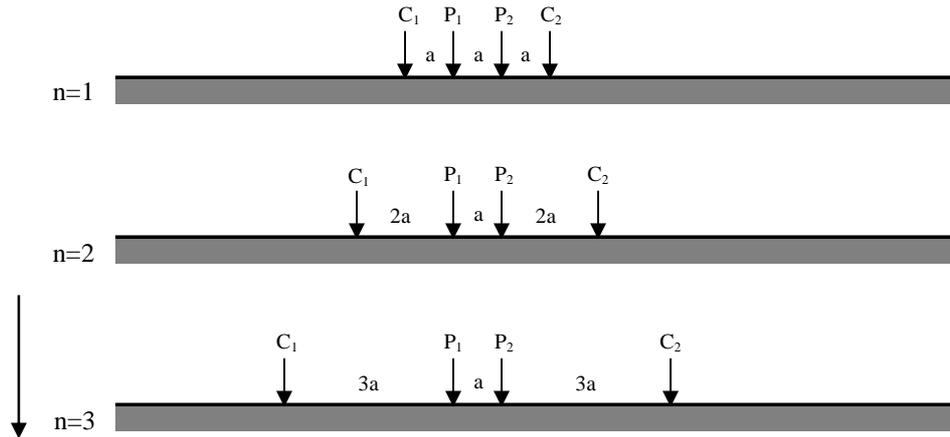
dengan ρ merupakan tahanan terukur (*apparent resistivity*), ΔV merupakan potensial yang terukur antara elektroda P_1 dan P_2 , I merupakan arus listrik yang terukur antara elektroda C_1 dan C_2 dan K merupakan faktor geometri konfigurasi elektroda.



Gambar 1. Lapisan dengan resistivitas sesungguhnya (ρ_1, ρ_2) dan resistivitas semu (ρ_{semu}).



Gambar 2. Konfigurasi *Schlumberger*, MN adalah elektroda potensial, AB adalah elektroda arus, C_1C_2 adalah arus yang terukur pada elektroda arus AB, P_1P_2 adalah potensial yang terukur pada elektroda potensial MN [4]



Gambar 3. Susunan elektroda untuk konfigurasi *schlumberger* dengan C adalah elektroda arus, P adalah elektroda potensial, a adalah spasi antara elektroda [5]

Pada konfigurasi cara ini arus diinjeksikan melalui elektroda A dan B. Sedangkan beda potensial diukur melalui elektroda M dan N. Beda potensial antara titik M dan N:

$$\Delta V = V_m - V_n$$

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{MB} \right) - \left(\frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right) \right]$$

$$\Delta V = \frac{\rho I}{\pi} \left[\frac{4MN}{(AB)^2 - (MN)^2} \right] \quad (3)$$

maka nilai resistivitas (tahanan jenis) yang diperoleh:

$$\rho = \frac{\pi}{4I} \left[\frac{(AB)^2 - (MN)^2}{MN} \right] \Delta V \quad (4)$$

METODE PENELITIAN

Pengukuran resistivitas air laut dan air tanah dilakukan dengan metode ohmik [3]. Untuk konsentrasi air laut dibuat dengan cara mencampurkan air tanah dengan garam. Yang dimaksud dengan konsentrasi air laut 100% adalah campuran

antara 20 liter air tanah dengan 1 buah garam dapur (ukuran tebal 5 cm, lebar 10 cm). Untuk konsentrasi air laut yang lainnya ditentukan dengan ukuran garam dapur. Pada penelitian ini, konsentrasi air laut yang dibuat ada 3, yakni 25%, konsentrasi 50% dan konsentrasi 100%.

Model perlapisan dibuat dengan memasukkan batuan setinggi 10 cm pada kotak kaca, kemudian di atasnya diletakkan pasir setebal 10 cm, sedangkan lapisan paling atas diletakkan tanah setebal 10 cm. (Gambar 4)

Pengukuran geolistrik dilakukan dengan membuat 3 lintasan (lintasan A, B dan C) yang jarak antar lintasannya 20 cm. Metoda yang dipergunakan adalah metoda Schlumberger dengan jarak elektroda tegangan tetap yakni 15 cm. Untuk elektroda arusnya berubah-ubah mulai 30 cm, 60 cm dan 90 cm. Pengambilan data hanya dilakukan pada satu titik sounding pada masing-masing lintasan. Pengukuran dilakukan pada 2 kondisi yaitu kondisi model lapisan sebelum disiram air laut, setelah itu dilakukan pada kondisi dimana model lapisan telah disiram dengan air laut.



Gambar 4. Model perlapisan

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil pengukuran resistivas air tanah

No	Konsentrasi (%)	Resistivitas (Ωm)
1	25	0,34
2	50	0,28
3	100	0,2

- *Kondisi awal*

No	AB (cm)	Kedalaman (cm)	Resistivitas (Ωm)
1	30	8	1376
2	60	22	2766
3	90	27	4700

- *Kondisi dengan 3 konsentrasi air laut*

No	Konsentrasi (%)	Resistivitas (Ωm)		
		Tanah	Pasir	Batu
1	25	1346,13	2585,28	4569,37
2	50	1123,7	2224,86	4246,23
3	100	960,18	1729,06	3159,14

Hasil pengukuran resistivitas air tanah murni diperoleh nilai 98 Ωm , sedang hasil pengukuran resistivitas air laut dengan berbagai-bagai konsentrasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Hasil pada tabel 1 menunjukkan bahwa air laut memang sangat konduktif, semakin tinggi konsentrasinya semakin rendah nilai resistivitasnya. Nilai tersebut dibandingkan dengan table yang dibuat oleh Telford, maka nilai tersebut masih dalam range.

Untuk pengukuran resistivitas perlapisan diperoleh hasil sebagai berikut :

Hasil ini menunjukkan nilai resistivitas masing-masing lapisan pada kedalaman tertentu. Hasil pengukuran

yang pertama menunjukkan nilai resistivitas tanah pada kedalaman 8 cm, sednglan pada kedalaman 22 cm diperoleh nilai resistivitas pasir. Untuk kedalaman 27 cm diperoleh nilai resistivitas batuan. Nili- nili ini masih memenuhi nilai-nilai yang telah ditabelkan oleh Telford.

Hasil pengukuran resistivitas diatas menunjukkan bahwa terjadi perubahan nilai resistivitas masing-masing lapisan. Perubahan ini terjadi akibat adanya perubahan sifat fisis batuan dengan adanya intrusi air laut. Intrusi ini menurunkan nilai resistivitas dari lapisan-lapisan batuan atau dapat dikatakan bahwa batuan akan menjadi lebih konduktif dibandingkan dengan kondisi awalnya.

Kesimpulan

Dari bahasan diatas dapat disimpulkan bahwa intrusi air laut akan menyebabkan penurunan nilai resistivitas batuan. Semakin besar konsentrasi air laut yang mengintrusi, maka penurunan nilai resistivitasnya juga cukup besar. Untuk menambah gambaran nilai intrusi air laut, dapat dilakukan dengan menambah titik sounding pada masing-masing lintasan, sehingga kontur isoeresistivitas dapat dibuat dan penyebaran intrusi air laut bisa lebih dipahami.

Daftar Pustaka

- [1]. Gatot, H.P., 1990, "*Pengembangan Air Tanah di Daerah Pantai*", Proc. Pengembangan Air Tanah Daerah Pantai dan Pengaruh Penurunan Muka Tanah Terhadap Subsidence, Lab. Geoteknologi-PAU-Ilmu Rekayasa ITB
- [2]. M.N. David, 1991, "*Ground Water Monitoring*", Lewis Publisher, Michigan.
- [3]. Loke, M.H. (2000), *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies*, Penang.
- [4]. Reynolds, J.M. 1998. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: John Willey and Sons.
- [5]. Loke, M.H. 1999b. *RES2DINV Rapid 2D Resistivity & IP Inversion (Wenner, dipole-dipole, pole-pole, pole-dipole, Schlumberger, rectangular arrays) on Land, Underwater and Cross-borehole Surveys*; Software Manual Ver.3.3 for windows 3.1, 95 and NT. Malaysia: Penang.
- [6]. Telford, W.M., L.P. Geldart, R.E. Sheriff & D.A. Keys, 1988, "*Applied Geophysics*", Cambridge University Press, Cambridge, New York