

IDENTIFIKASI SEBARAN INTRUSI AIR LAUT DI DESA ROWOYOSO, KECAMATAN WONOKERTO, KABUPATEN PEKALONGAN DENGAN METODE GEOLISTRIK

Robidin Mustofa*, Supriyadi

Universitas Negeri Semarang

*Corresponding author: robidinmustofa@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran intrusi air laut di desa Rowoyoso, Kecamatan Wonokerto, Kabupaten Pekalongan menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi Schlumberger. Metode geolistrik digunakan untuk mengetahui nilai resistivitas batuan di bawah permukaan dengan melakukan pengukuran di permukaan bumi. Alat yang digunakan pada penelitian adalah Earth Resistivity Meter (ER-M) dengan 4 biji elektroda yang dapat menjangkau kedalaman analisa >150 meter. Penelitian dilakukan pada 5 titik pengukuran yang tersebar di desa Rowoyoso dan membentuk 2 lintasan. Berdasarkan data yang didapat dan hasil pengolahan pada software IPI2Win diperoleh nilai resistivitas berkisar antara 1,229 – 12,603 ohm meter yang membentang dari timur ke barat dan 0,797 – 20,065 ohm meter yang membentang dari utara ke selatan. Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar daerah di desa Rowoyoso sudah terintrusi air laut dengan adanya akuifer air payau yang tersebar di berbagai daerah. Namun pada kedalaman antara 20 – 100 meter terdapat akuifer air rawa yang tersebar tidak merata dan dapat digunakan untuk kebutuhan air bersih setiap hari.

Kata Kunci: intrusi air laut, rowoyoso, metode geolistrik, resistivitas, Earth Resistivity Meter.

PENDAHULUAN

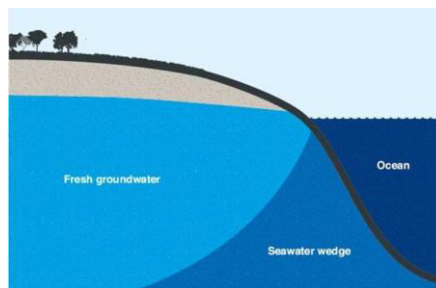
Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu daerah di Jawa Tengah yang terletak di bagian pesisir Laut Jawa. Secara geografis terletak antara $6^{\circ} - 7^{\circ} 23'$ Lintang Selatan dan antara $109^{\circ} - 109^{\circ} 78'$ Bujur Timur (Rahmawati, 2013). Dengan luas wilayah $836,13 \text{ km}^2$ dan jumlah penduduk 897.111 jiwa pada tahun 2019. Kabupaten Pekalongan merupakan wilayah pesisir dengan topografi yang landai, dan rawan akan terjadinya kenaikan air laut (Sauda, 2019).

Berdasarkan kondisi geomorfologi dan topografi yang ada menyebabkan Kabupaten Pekalongan sering dilanda banjir rob setiap tahunnya. Bulan Mei 2018 terjadi banjir rob di Kabupaten Pekalongan dengan ketinggian air hingga 100 cm (Sauda, 2019). Desa Rowoyoso merupakan salah satu desa di kecamatan Wonokerto yang terletak cukup jauh dari garis pantai yaitu $\pm 5,9 \text{ km}$, namun desa Rowoyoso terindikasi terkena intrusi air laut yang disebabkan oleh banjir rob yang terjadi di pesisir pantai Wonokerto. Penelitian yang dilakukan oleh Khayah (2016) menjelaskan bahwa pada tahun 2046 dan 2076 diperkirakan akan terjadi kenaikan

muka air laut sebesar 51 dan 102 mm di kecamatan Wonokerto. Untuk mengidentifikasi dan mengetahui persebaran intrusi air laut di desa Rowoyoso digunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi elektroda *Schlumberger*.

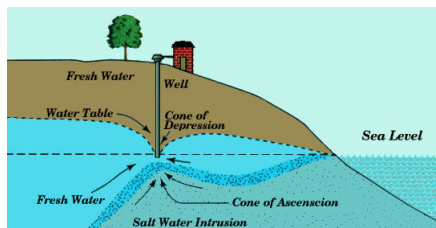
TINJAUAN PUSTAKA

Pesisir Pekalongan memiliki garis pantai kurang lebih sepanjang 16,86 km membentang dari barat ke timur berhadapan langsung dengan Laut Jawa. Secara morfologis dataran pantainya berbentuk landai dengan kemiringan 3⁰ dan didominasi oleh hamparan pasir (Faza, 2015). Intrusi air laut adalah masalah yang sering muncul di wilayah pesisir pantai yang berhubungan dengan akuifer air tanah (Elango, 2011).



Gambar 1. Kondisi Normal Tanpa Intrusi Air Laut (Faza, 2015)

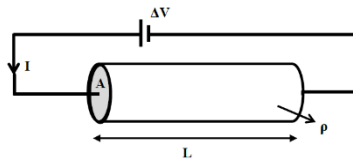
Pada gambar 1 menunjukkan timbulnya intrusi air laut disebabkan oleh masalah penggunaan air bawah permukaan di pesisir pantai yang berdampak langsung pada kualitas air tanah (Hendrayana, 2002).



Gambar 2. Mekanisme Terjadinya Penyusupan Air Laut (Faza, 2015)

Resistivitas atau tahanan jenis (ρ) merupakan kemampuan suatu bahan atau medium untuk menghambat arus listrik (Telford, 1990). Menurut Faza, (2015) silinder konduktor memiliki panjang L , luas penampang A , resistivitas ρ , serta resistansi R , dapat dirumuskan :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (1)$$



Gambar 3. Silinder Konduktor (Faza, 2015)

Apabila silinder konduktor diberi aliran arus listrik I , akan diperoleh Hukum Ohm,

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

Sehingga diperoleh nilai resistivitas ρ ,

$$\rho = \frac{\Delta V A}{I L} \quad (3)$$

$$I = \frac{\Delta V A}{\rho L} \quad (4)$$

Berdasarkan Persamaan 3, maka dapat diperoleh nilai konduktivitas σ . Konduktivitas adalah kebalikannya resistivitas, maka diperoleh persamaan seperti dibawah ini,

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{I L}{\Delta V A} \quad (1.5)$$

Secara umum berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan dan mineral dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu : (Telford, 1990)

- a. Konduktor : $10^{-6} < \rho < 1 \, \Omega\text{m}$
- b. Semikonduktor: $1 < \rho < 10^7 \, \Omega\text{m}$
- c. Isolator : $\rho > 10^7 \, \Omega\text{m}$

Sebagian besar mineral membentuk batuan penghantar listrik yang tidak baik walaupun beberapa logam asli dan grafit dapat menghantarkan listrik. Berikut adalah tabel nilai resistivitas batuan dan fluida.

Tabel 1. Resistivitas Batuan dan Fluida	
Bahan	Resistivitas (Ωm)
Kwarsa	4×10^{10}
Kalsit	$5,5 \times 10^{13}$

Granit	$5 \times 10^3 \text{ s/d } 5 \times 10^7$
Batu Gamping	$60 \text{ s/d } 3 \times 10^3$
Batu Pasir	$1 \text{ s/d } 10^3$
Batu Serpih	$20 \text{ s/d } 2 \times 10^3$
Lempung dan Tanah	$1 \text{ s/d } 10^4$
Air Tanah	$40 \text{ s/d } 6 \times 10^2$
Air Laut	0,21

(Santoso, 2002:108)

Metode geolistrik resistivitas atau tahanan jenis sangat efektif untuk eksplorasi air tanah, terutama ketebalan air (Khalil dan Santos, 2013). Dengan konfigurasi schlumberger, empat elektroda diposisikan secara simetris sepanjang garis lurus



Gambar 4. Skema Susunan Elektroda Konfigurasi Schlumberger (Loke, 1999)

Elektroda arus AB berada di bagian luar sedangkan elektroda potensial MN di bagian dalam. Untuk mengubah pengukuran kedalaman, elektroda arus digeser keluar, sementara elektroda potensial pada umumnya tertinggal pada posisi yang sama (Obiajulu *et al*, 2016). Resistivitas semu medium yang terukur dapat dihitung dengan Persamaan berikut

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (6)$$

dengan besar nilai faktor geometri berdasarkan persamaan 1.7 (Fitrianto *et al*, 2018).

$$K = \frac{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 - \left(\frac{MN}{2}\right)^2}{MN} \quad (7)$$

METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Rowoyoso, Kecamatan Wonokerto, Kabupaten Pekalongan pada bulan September 2021.

B. Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan untuk pengambilan data penelitian adalah *Earth Resistivity Meter* (ER-M) dengan 4 buah elektroda, 2 gulung kabel arus, dan 2 gulung kabel potensial



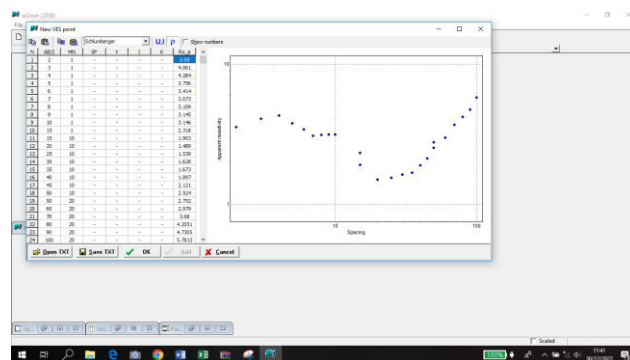
Gambar 5. *Earth Resistivity Meter* (ER-M)

C. Prosedur Penelitian

- 1) Persiapan
- 2) Pengukuran
 - Survei Pendahuluan
 - Menentukan Titik dan Lintasan Pengukuran
 - Akuisisi Data di Lapangan

3) Pengolahan Data

Memasukkan data yang sudah di *fitting* pada *software* IPI2Win



Gambar 6. *Input Data Fitting*

4) Interpretasi Data

Pada tahap ini, keluaran yang ditampilkan oleh *software* IPI2win akan menunjukkan gambar penampang 2D. Hasil olah data 2D memiliki informasi nilai resistivitas batuan bawah permukaan menggunakan pencitraan warna.

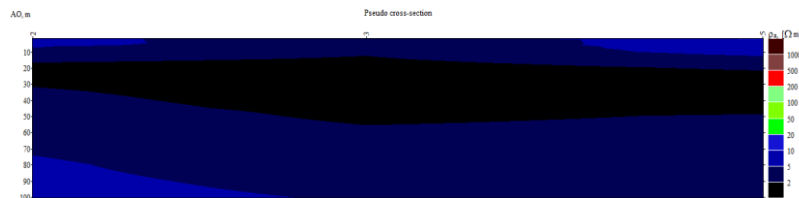
D. Diagram Alir Penelitian

Alir penelitian dimulai dengan menggali studi literatur dan latar belakang yang menunjang agar dapat dilaksanakan penelitian, kemudian menetapkan lokasi penelitian, titik pengukuran, dan lintasan pengukuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

▪ Lintasan Pertama (Titik 2, 3, dan 5)

Lintasan pertama melewati 3 titik yaitu Titik 2, Titik 3, dan Titik 5 dengan kedalaman 100 meter di bawah permukaan tanah. Lintasan pertama pada titik 2 sampai titik 3 berjarak 535 meter, titik 3 sampai titik 5 berjarak 635 meter. Sehingga total jarak dari titik 2 sampai titik 5 yaitu sejauh 1.170 meter.

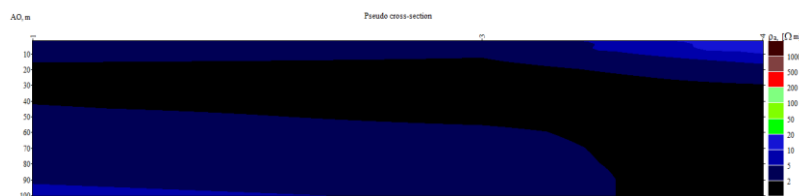


Gambar 7. Penampang Semu Lintasan Pertama

Pada Gambar 7 menjelaskan permukaan bidang semu pada lintasan yang menentukan letak dan kedalaman dari akuifer air tanah (akuifer air payau dan air rawa). Lintasan pertama terletak di dataran rendah yang dekat dengan pantai dengan nilai resistivitas yang rendah berkisar antara 1,229 – 12,603 ohm meter. Sehingga dapat diasumsikan bahwa pada lintasan pertama sudah terintrusi air laut dan hanya terdapat akuifer air payau. Dimana air payau merupakan campuran air tawar dengan air asin yang disebabkan oleh adanya intrusi air laut ke dalam tanah sehingga air menjadi asin (Hamidah & Rahmayanti, 2018). Namun pada lintasan pertama kemungkinan juga terdapat akuifer air rawa pada kedalaman antara 20 – 50 meter di bawah permukaan.

▪ Lintasan Kedua (Titik 1, 3, dan 4)

Lintasan kedua melewati 3 titik yaitu titik 1, titik 3, dan titik 4 dengan kedalaman 100 meter di bawah permukaan tanah. lintasan kedua pada titik 1 sampai titik 3 berjarak 640 meter, titik 3 sampai titik 4 berjarak 400 meter. Sehingga total jarak dari titik 1 sampai titik 4 yaitu sejauh 1.040 meter.



Gambar 8. Penampang Semu Lintasan Kedua

Pada Gambar 8 menjelaskan permukaan bidang semu pada lintasan yang menentukan letak dan kedalaman dari akuifer air tanah (akuifer air payau dan air

rawa). Lintasan kedua terletak di dataran rendah yang dekat dengan pantai dengan nilai resistivitas yang rendah berkisar antara 0,797 – 20,065 ohm meter. Sehingga dapat diasumsikan bahwa pada lintasan kedua sudah terintrusi air laut dan hanya terdapat akuifer air payau. Dimana air payau merupakan campuran air tawar dengan air asin yang disebabkan oleh adanya intrusi air laut ke dalam tanah sehingga air menjadi asin (Hamidah & Rahmayanti, 2018). Namun pada lintasan kedua kemungkinan juga terdapat akuifer air rawa pada kedalaman antara 20 – 100 meter di bawah permukaan.

SIMPULAN

Pada lintasan pertama dengan litologi berupa batuan pasir dan kerikil, kedalaman investigasi air tanah mencapai 100 meter, dan nilai resistivitas berkisar antara 1,229 – 12,603 ohm meter. Maka dapat disimpulkan bahwa intrusi air laut sudah masuk di desa Rowoyoso dengan ditemukannya akuifer air payau yang tersebar dari bagian timur hingga barat pemukiman di desa Rowoyoso. Namun pada kedalaman antara 20 – 50 meter terdapat akuifer rawa yang dapat digunakan untuk kebutuhan air bersih setiap hari.

Pada lintasan kedua dengan litologi berupa batuan pasir dan lempung, kedalaman investigasi air tanah mencapai 100 meter, dan nilai resistivitas berkisar antara 0,797 – 20,065 ohm meter. Maka dapat disimpulkan bahwa intrusi air laut sudah masuk di desa Rowoyoso dengan ditemukannya akuifer air payau yang tersebar dari bagian utara hingga selatan pemukiman di desa Rowoyoso. Namun pada kedalaman antara 20 – 100 meter terdapat akuifer air rawa yang dapat digunakan untuk kebutuhan air bersih setiap hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Elango, L., Sathish, S., Rajesh, R., & Sarma, V. S. (2011). Application of Three Dimensional Electrical Resistivity Tomography to Identify Seawater Intrusion. *Earth Science India*, 21-28.
- Faza, M. G. (2015). *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivity Untuk Pendugaan Sebaran Intrusi Air Laut di Kelurahan Klego Kota Pekalongan*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Hamidah, L. N., & Rahmayanti, A. (2018). Pemanfaatan Zeolit dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Jumlah Bakteri Pada Filter Pengolah Air Payau.

- Waste Treatment Technology* (pp. 113-118). Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Hendrayana, H. (2002). A Concept Approach of Total Groundwater Basin Management. *Symposium on Natural Resource and Environmental Management* (pp. 1-18). Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.
- Khalil, M. A., & Santos, F. A. (2013). 2D and 3D Resistivity Inversion of Schlumberger Vertical Electrical Soundings in Wadi El Natrun, Egypt. *Journal of Applied Geophysics*, 116-124.
- Khayah, N., & Santosa, L. W. (2016). *Penilaian Kerentanan Akuifer Terhadap Intrusi Air Laut di Kecamatan Wonokerto Kabupaten Pekalongan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Rahmawati, N., Saputra, R., & Sugiharto, A. (2013). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Dan Analisis Lahan Pertanian Di Kabupaten Pekalongan. *Journal of Informatics and Technology*, 95-101.
- Santoso, D. (2002). *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sauda, R. H., Nugraha, A. L., & Hani'ah. (2019). Kajian Pemetaan Kerentanan Banjir Rob Di Pekalongan. *Jurnal Geodesi Undip*, 466-474.
- Telford, W. M., L., P. G., & R., E. S. (1990). *Applied Geophysics. 2nd ed.* Cambridge: Cambridge University.