

Investigasi Intrusi Air Asin Berdasarkan Profil Resistivitas-2D di Kawasan Prospek Bijih Besi Pesisir Nusawungu Kabupaten Cilacap Jawa Tengah

Sehah, Zarah Irayani, Sukma Sewiji

Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jenderal Soedirman

Email korespodensi: sehah.geophysics@gmail.com

Submitted 06 November 2018, accepted 25 Februari 2019

ABSTRACT—Investigation of saltwater intrusion in Nusawungu Coastal area of Cilacap Regency based on the 2D-resistivity data has been done in April – Juni 2018. The resistivity data acquisition has been carried out using Wenner's configuration on four locations covering of the NWT-01, NWT-02, NWT-03, and NWT-04 with a length as 200 meters. The obtained result is the 2D-resistivity profile of subsurface rocks for each trajectory with a depth of about 30 meters. The rock resistivity values which obtained for each trajectory consists of the NWT-01 is 2.30 – 103.00 Ωm ; the NWT-02 is 3.65 – 54.30 Ωm ; the NWT-03 is 0.96 – 43.20 Ωm ; and the NWT-04 is 2.33 – 70.80 Ωm . Based on the interpretation results, the deep aquifer in each trajectory with a resistivity value of 0.96 - 6.81 Ωm are estimated to be intruded by saltwater, while the shallow aquifers have not been significantly intruded by saltwater. Based on the testing results of the electrical conductivity (DHL) of several water samples taken from some wells around the NWT-01 to NWT-04 trajectory, it is known that all of the water is freshwater. Some well water samples have a rather high electrical conductivity value, such as the well A on the NWT-01 with a value of 740.0 $\mu\text{Si}/\text{cm}$ and the well C on the NWT-03 with a value of 894.67 $\mu\text{Si}/\text{cm}$. This is thought to be due to the relatively high salt mineral content in the aquifer rocks.

KEYWORD: *electrical conductivity, Wenner configuration, saltwater intrusion, 2D-resistivity, Nusawungu Coastal.*

I. PENDAHULUAN

Permasalahan kualitas air bersih sering terjadi di kawasan pesisir. Di daerah pesisir, penurunan muka air tanah atau kenaikan air laut dapat menyebabkan intrusi atau infiltrasi air laut (asin) ke darat akibat tekanan air tanah menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan air laut (Nainggolan dkk. 2016). Intrusi air laut ke ke dalam lapisan akuifer air tanah merupakan salah satu faktor yang mengganggu kualitas air tanah. Air tanah yang awalnya jernih dan tidak terasa menjadi asin, keruh, dan berbau, sehingga tidak bisa dikonsumsi oleh manusia, binatang, dan tumbuhandi darat (Herdyansah dan Rahmawati 2017).

Gejala intrusi air laut disinyalir terjadi di sebagian Pesisir Nusawungu timur Kabupaten

Cilacap. Kawasan ini memiliki tekstur batuan berupa batupasir sehingga air laut bisa mudah merembes ke lapisan akuifer, terutama akuifer dalam. Jika tekanan air pada akuifer dalam cukup besar, maka air dapat berinfiltrasi naik ke atas menuju akuifer dangkal yang menjadi sumber air bagi sumur warga. Di kawasan ini terdapat beberapa sumur gali yang terasa asin (Anonim 2018). Berdasarkan hasil penelitian, kawasan ini memiliki nilai resistivitas batuan bawah permukaan yang sangat kecil, sehingga mengindikasikan potensi intrusi air laut (asin) ke dalam akuifer cukup besar (Nisa 2017).

Selain masalah intrusi, kawasan Pesisir Nusawungu berpotensi memiliki bahan galian pasir besi. Namun demikian jika pasir besi ini dieksploitasi, maka mengakibatkan terjadinya

penurunan permukaan pesisir, sehingga muka air tanah (*groundwater table*) juga ikut turun. Hal ini dapat mendorong terjadinya intrusi air laut masuk ke daratan. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk menginvestigasi seberapa besarkah intrusi air laut berpotensi melanda kawasan pesisir ini.

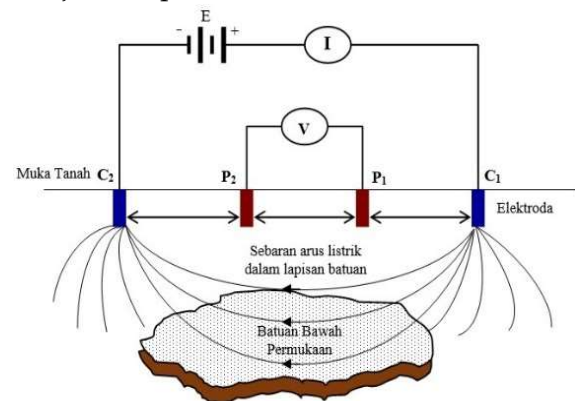
Untuk menginvestigasi potensi intrusi air laut di kawasan Pesisir Nusawungu, maka dilakukan survei geofisika. Metode geofisika yang cocok diterapkan untuk tujuan tersebut adalah metode resistivitas dua dimensi (2D). Metode resistivitas merupakan suatu metode eksplorasi geofisika yang mempelajari sifat kelistrikan batuan bawah permukaan dengan mengalirkan arus listrik searah (DC) ke dalam bumi. Metode ini memanfaatkan resistivitas batuan untuk mengidentifikasi sifat-sifat fisis bawah permukaan, sehingga cocok digunakan untuk eksplorasi bawah permukaan.

Secara teknis metode resistivitas dapat diterapkan dengan menginjeksikan arus listrik searah ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Beda potensial (ΔV) yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial yang berada pada titik lain (Iqroufa et.al. 2010). Metode ini baik digunakan untuk eksplorasi yang bersifat dangkal, misalnya bijih besi. Jika terlalu dalam, hasil yang diperoleh menjadi tidak akurat. Hal ini akibat aliran arus listrik melemah untuk jarak bentangan antar elektroda yang jauh. Dengan mengetahui nilai arus dan beda potensial, maka nilai resistivitas semu batuan dapat dihitung. Nilai resistivitas semu (ρ_a) ini digunakan sebagai dasar untuk pemodelan dan interpretasi jenis-jenis batuan bawah permukaan serta model geologinya.

Metode resistivitas dengan konfigurasi Wenner dapat diterapkan untuk memperoleh gambaran model resistivitas batuan bawah permukaan dalam bentuk penampang atau profil resistivitas 2D. Metode resistivitas dapat dimanfaatkan untuk menginterpretasi model akuifer air tanah (Usman dkk, 2017), endapan mineral dan logam, intrusi air laut, bidang

gelincir tanah longsor, dan lain-lain. Kelebihan konfigurasi Wenner terletak pada ketelitian pembacaan nilai beda potensialnya, sebab elektroda potensial relatif lebih dekat dengan elektroda arus; layaknya seperti multimeter dengan nilai impedansi relatif kecil. Kelebihan konfigurasi ini lainnya adalah metode Wenner bisa digunakan untuk menggambarkan model ketidakhomogenan lapisan batuan baik secara lateral maupun vertikal.

Pada konfigurasi Wenner, susunan dan jarak antar elektroda didesain sama. Dengan demikian jarak elektroda potensial P_1P_2 selalu bernilai sepertiga dari jarak elektroda arus C_1C_2 . Jika jarak elektroda arus C_1C_2 diperlebar, jarak elektroda potensial P_1P_2 juga diperlebar sehingga jarak elektroda potensial P_1P_2 tetap sepertiga dari jarak elektroda arus C_1C_2 seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Susunan elektroda dalam survei geolistrik resistivitas konfigurasi Wenner

Nilai faktor geometri susunan elektroda untuk konfigurasi Wenner dapat dituliskan seperti Pers. (1)

$$K = 2\pi a \quad (1)$$

Sedangkan nilai resistivitas semu (ρ_a) yang terukur dapat dinyatakan dengan Pers. (2)

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

dimana K adalah faktor geometri, a adalah jarak antar elektroda, ρ_a adalah resistivitas semu, ΔV adalah beda potensial, dan I adalah kuat arus (Telford et.al. 1990). Nilai ρ_a yang diperoleh, selanjutnya dimodelkan sehingga diperoleh nilai resistivitas yang sesungguhnya (ρ_r) yang merepresentasikan kondisi fisis atau

batuan bawah permukaan.

II. METODE PENELITIAN

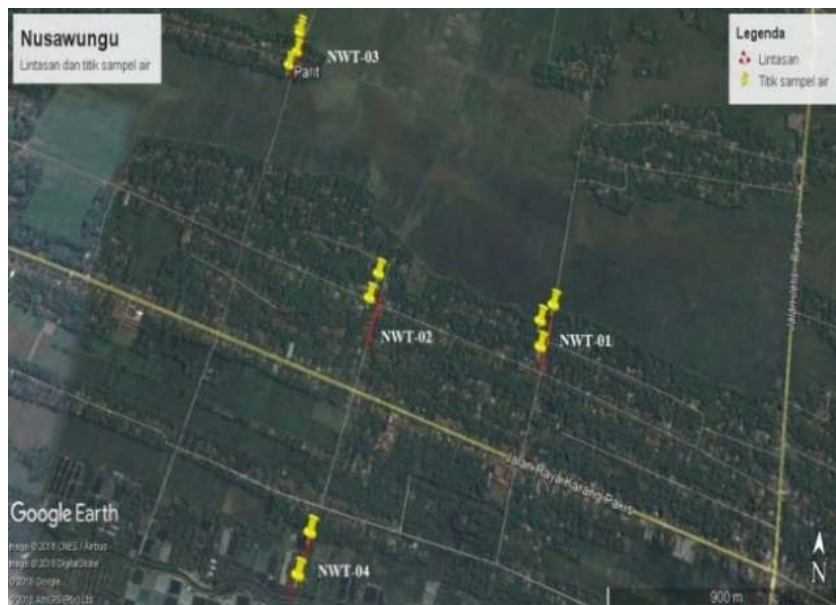
2.1 Alat, Bahan, dan Lokasi Penelitian

Peralatan survei yang digunakan pada penelitian ini adalah Resistivitymeter Naniura tipe NRD-300 lengkap dengan komponennya seperti 2 buah rolmeter, aki 12 V, 4 buah kabel

rol, 2 buah elektroda stainless steel (kuat arus), 2 buah elektroda tembaga (potensial), dan 4 buah palu. Selain itu alat pendukung seperti Global Positioning System (GPS), kabel-kabel penghubung dan konektornya juga tersedia. Lokasi penelitian ini adalah kawasan Pesisir Nusawungu bagian timur Kabupaten Cilacap Jawa Tengah seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Lokasi penelitian Kawasan Pesisir Timur Nusawungu Kabupaten Cilacap Jawa Tengah

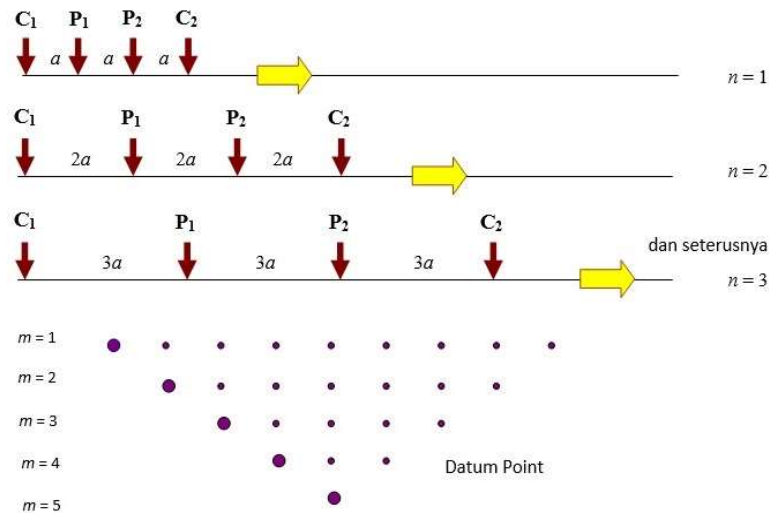


Gambar 3 Lokasi titik-titik survei di kawasan Pesisir Timur Nusawungu Kabupaten Cilacap

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan persiapan, yaitu menyiapkan alat-alat yang diperlukan, survei awal, plotting titik lokasi untuk akuisisi data seperti ditunjukkan pada Gambar 3, serta menyusun desain

survei. Setelah itu dilakukan kegiatan akuisisi data yaitu pengukuran data resistivitas di lapangan. Proses akuisisi data ini dilakukan menggunakan konfigurasi Wenner dengan teknik *lateral mapping* untuk mendapat profil resistivitas batuan bawah permukaan.



Gambar 4 Teknik *lateral mapping* dalam akuisisi data resistivitas 2D dengan konfigurasi Wenner

Secara teknis, akuisisi data resistivitas di lapangan dilakukan dari kiri ke kanan dengan beda spasi antar elektroda dibuat sama, seperti terlihat pada Gambar 4. Selanjutnya dilakukan pengukuran arus (I), beda potensial (ΔV), dan jarak elektroda (a). Setelah itu seluruh elektroda digerakkan ke arah kanan sejauh a , dimana C_1 dipindahkan ke P_1 , P_1 dipindahkan ke P_2 , dan P_2 dipindahkan ke C_2 , kemudian dilakukan pengukuran kembali. Demikianlah seterusnya sehingga seluruh elektroda digerakkan sampai titik akhir. Untuk mendapat profil resistivitas pada suatu lintasan, maka akuisisi data pada lintasan itu diulang hingga n kali; untuk setiap pengulangan, jarak antar elektroda diperlebar menjadi $2a$, $3a$, $4a$, $5a$, dan seterusnya. Namun pergeseran elektroda ke arah kanan tetap a .

Data arus, beda potensial, dan jarak antar elektroda diolah sehingga bisa diperoleh nilai resistivitas semu (ρ_n) masing-masing lapisan batuan. Pemodelan terhadap nilai resistivitas semu pada setiap lintasan menghasilkan profil resistivitas batuan bawah permukaan secara 2D. Selanjutnya interpretasi terhadap profil resistivitas dilakukan berdasarkan informasi geologi, yang didukung data-data penelitian sebelumnya. Hasil interpretasi yang diperoleh berupa penampang jenis-jenis batuan (litologi) bawah permukaan dan karakteristik hidrologi masing-masing batuan tersebut.

Pada tahap akuisisi data, juga dilakukan pengujian daya hantar listrik (DHL) terhadap

beberapa sampel air sumur yang diambil dari beberapa sumur di sekitar lintasan. Tujuannya adalah untuk mengetahui konduktivitas listrik air sumur sebagai data pendukung untuk hasil interpretasi data resistivitas terkait intrusi air laut. Hasil pengujian DHL sampel air sumur ini, selanjutnya dibandingkan dengan Tabel 1 untuk mengetahui klasifikasi tingkat keasinan sampel air, sebab tingkat keasinan berbanding lurus dengan nilai DHL-nya.

Tabel 1 Klasifikasi tingkat keasinan air tanah

Sifat Air	Daya Hantar Listrik ($\mu\text{S/cm}$)
Air tawar	<1.500
Air agak payau	1.500-5.000
Air payau	5.000-15.000
Air asin	15.000-50.000

Sumber: Hendrayana, 2002

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geologis, batuan permukaan di Pesisir Nusawungu terdiri atas alluvium dan endapan pasir pantai. Alluvium tersusun atas pasir yang bersisipan dengan lempung, lanau, kerikil, dan kerakal yang dominan di utara. Sedangkan endapan pasir pantai berupa pasir yang terpilah secara baik hingga sedang dan sangat lepas mendominasi di bagian selatan, (Asikin dkk. 1992). Butiran bijih besi banyak dijumpai pada kedua formasi batuan tersebut, khususnya pada permukaan (Hilman 2014).

3.1 Lintasan NWT-01

Lintasan pengukuran NWT-01 terletak

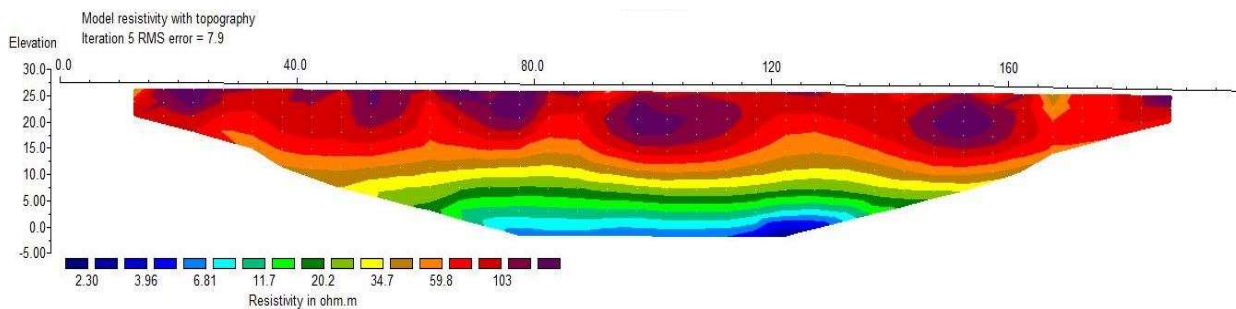
pada koordinat 7,70257°LS dan 109,36423°BT. Bentang lahan pada lintasan NWT-01 berupa pasir bersisipan dengan kerikil, rerumputan, pepohonan, dan rumah-rumah. Akuisisi data menghasilkan data resistivitas semu. Data ini selanjutnya dimodelkan, sehingga didapatkan profil resistivitas batuan bawah permukaan seperti **Gambar 5**. Berdasarkan profil tersebut, nilai resistivitas batuan pada lintasan NWT-01 berkisar 2,30 – 103,00 Ωm dengan kedalaman pemodelan kurang lebih 27,5 m. Interpretasi dilakukan terhadap profil resistivitas batuan sehingga diperoleh informasi model litologi batuan dan karakteristik hidrologinya seperti ditunjukkan di dalam **Tabel 2** dan **Gambar**.

Hasil interpretasi menunjukkan struktur batuan pada lintasan NWT-01 terdiri atas lima jenis batuan. Pada lintasan ini terdapat batuan dengan nilai resistivitas 20,2 – 59,8 Ωm . yang diinterpretasi mengandung bijih besi. Batuan ini juga berperan sebagai

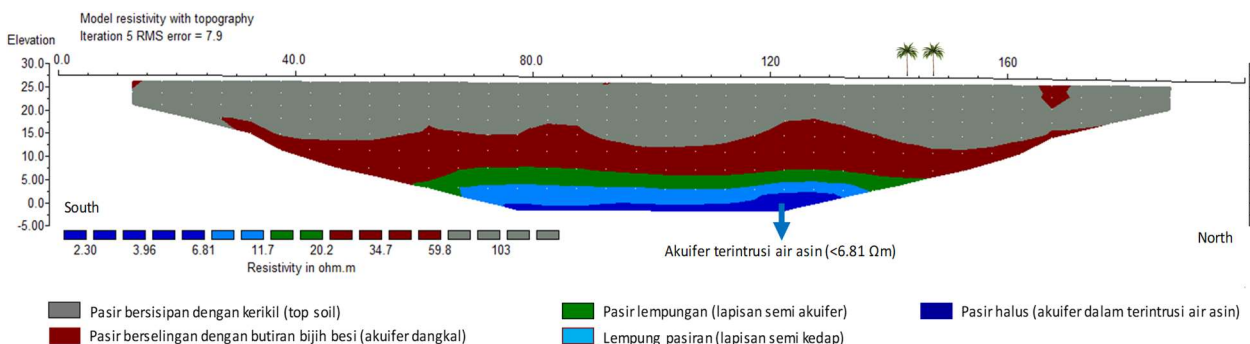
akuifer dangkal yang menjadi sumber air tawar bagi sumur warga. Sedangkan akuifer dalam diestimasi terintrusi air asin mengingat nilai resistivitasnya cukup kecil; kurang dari 6,81 Ωm dengan kedalaman sekitar 25 m. Hal ini didukung oleh informasi Peta Potensi Indikasi Air Tanah dan Daerah Irigasi Kabupaten Cilacap (Direktorat Jenderal Ciptakarya 2003).

Tabel 2 Hasil interpretasi profil resistivitas 2D pada lintasan NWT-01

Resistivitas (Ωm)	Interpretasi	
	Litologi	Hidrologi
>59,8	Pasir bersisipan dengan kerikil	Non akuifer
20,2 – 59,8	Pasir berselingan dengan butiran bijih besi	Akuifer dangkal
11,7 – 20,2	Pasir lempungan	Semi akuifer
6,81 – 11,7	Lempung pasiran	Semi kedap
< 6,81	Pasir halus	Akuifer dalam



Gambar 5 Profil resistivitas batuan bawah permukaan 2D pada lintasan NWT-01



Gambar 6. Profil litologi batuan bawah permukaan 2D pada lintasan NWT-01 yang menunjukkan bagian akuifer yang terintrusi air asin (saltwater)

Hasil pengukuran DHL sampel air yang diambil dari tiga sumur di sekitar lintasan NWT-01 ditunjukkan pada Tabel 3. Menurut

kriteria keasinan seperti Tabel 1, maka sampel air pada lintasan NWT-01 ini tergolong tawar. Potensi intrusi air

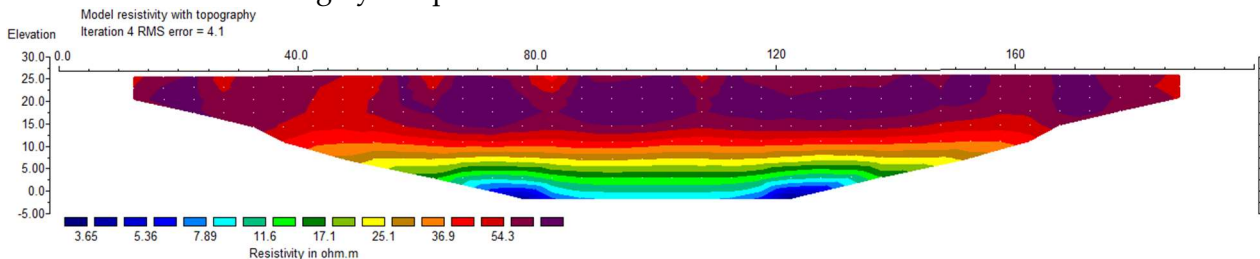
asin (*saltwater*) dari akuifer dalam ke akuifer dangkal masih kecil. Namun apabila eksploitasi pasir besi dilakukan secara besar-besaran, makapotensi intrusi air asin ke dalam lapisan akuifer dangkal menjadi cukup besar, akibat hilangnya pasir dan material lain yang mengisi akuifer dangkal.

Tabel 3 Hasil pengukuran DHL sampel air sumur di sekitar lintasan NWT-01

Sampel Air	Daya Hantar Listrik Rata-Rata ($\mu\text{S/cm}$)
Sumur A	381,00
Sumur B	290,33
Sumur C	580,67
Rata-rata	417,33

3.2 Lintasan NWT-02

Lintasan pengukuran NWT-02 terletak pada koordinat $7,70222^{\circ}\text{LS}$ dan $109,35754^{\circ}\text{BT}$. Bentang lahan pada lintasan ini mirip dengan lintasan NWT-01 yaitu pasir bersisipan kerikil. Pemodelan terhadap data resistivitas semu (ρ_a) menghasilkan profil resistivitas batuan bawah permukaan dengan nilai berkisar $3,65 - 54,30 \Omega\text{m}$, seperti Gambar . Profil resistivitas ini diinterpretasi sehingga diperoleh jenis batuan dan karakteristik hidrologinya seperti terlihat



Gambar 7 Profil resistivitas batuan bawah permukaan 2D pada lintasan NWT-02

Tabel 5 Hasil pengukuran DHL sampel air sumur di sekitar lintasan NWT-02

Sampel Air	Daya Hantar Listrik Rata-Rata ($\mu\text{Si/cm}$)
Sumur A	740,00
Sumur B	484,00
Rata-rata	612,00

Hasil pengukuran DHL sampel air yang diambil dari sumur di sekitar lintasan NWT-

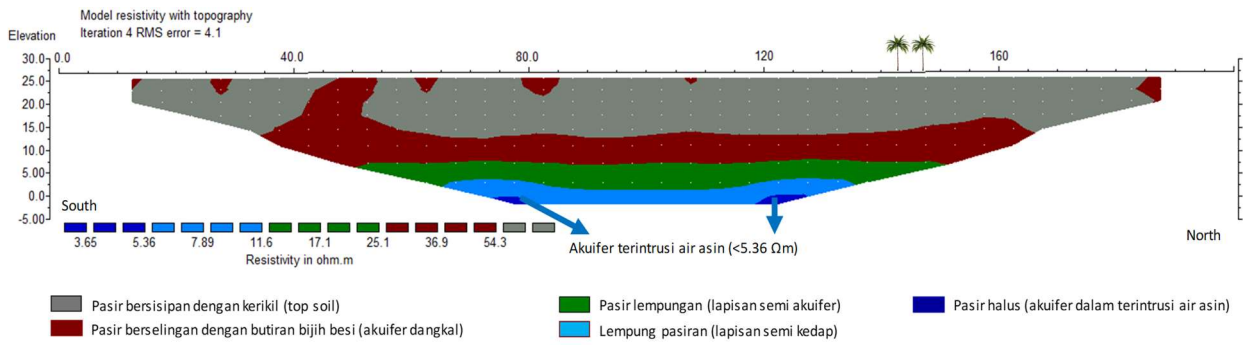
pada Tabel 4 dan Gambar .

Tabel 4 Hasil interpretasi profil resistivitas 2D pada lintasan NWT-02

Resistivitas (Ωm)	Interpretasi	
	Litologi	Hidrologi
$> 54,3$	Pasir bersisipan dengan kerikil	Non akuifer
$25,1 - 54,3$	Pasir berselingan dengan butiran bijih besi	Akuifer dangkal
$11,6 - 25,1$	Pasir lempungan	Semi akuifer
$5,36 - 11,6$	Lempung pasir	Semi kedap
$< 5,36$	Pasir halus	Akuifer dalam

Hasil interpretasi menunjukkan struktur batuan yang sama dengan lintasan NWT-01. Pada lintasan NWT-02 juga terdapat batuan yang prospek mengandung bijih besi dengan nilai resistivitas $25,1 - 54,3 \Omega\text{m}$. Lapisan batuan ini juga berperan sebagai akuifer dangkal yang menjadi sumber air tawar bagi masyarakat di kawasan pesisir. Sedangkan lapisan akuifer dalam diinterpretasi sebagai pasir halus yang terintrusi air asin dengan kedalaman sekitar 25 m dan nilai resistivitas kurang dari $5,36 \Omega\text{m}$. Intrusi diperkirakan berasal dari air laut yang terhubung melalui *discharge area*.

02 ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan nilai DHL-nya, sampel air di lintasan ini tergolong tawar. Nilai DHL sampel air sumur A relatif lebih tinggi daripada sumur B. Hal ini diduga akibat kadar mineral-mineral garam di dalam batuan di sekitar sumur A relatif lebih tinggi. Kedalaman rata-rata sumur di kawasan pesisir ini adalah sekitar 5 meter.

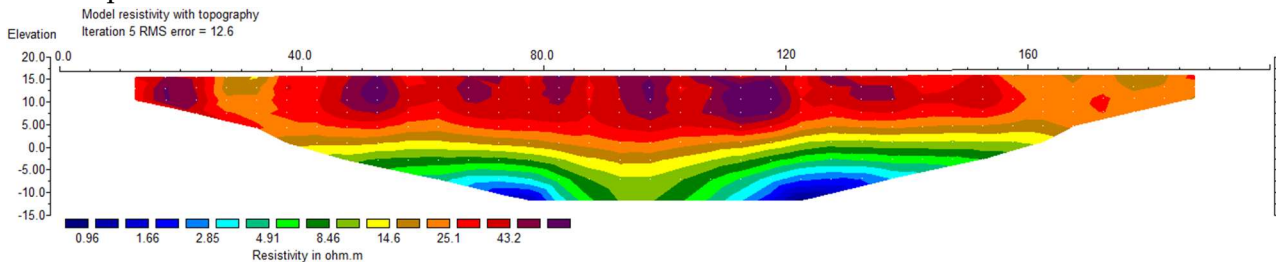


Gambar 8 Profil litologi batuan bawah permukaan 2D pada lintasan NWT-02 yang menunjukkan bagian akuifer yang terintrusi air asin (saltwater)

3.3 Lintasan NWT-03

Lintasan pengukuran NWT-03 terletak pada koordinat 7,69283°LS dan 109,35320°BT. Kondisi bentang lahan lintasan NWT-03 tidak berbeda dengan lintasan NWT-02. Pemodelan terhadap data resistivitas semu di lintasan ini

menghasilkan profil resistivitas batuan bawah permukaan dengan nilai resistivitas 0,96 – 43,2 Ωm dan kedalaman sekitar 27,5 meter seperti ditunjukkan pada Gambar . Sedangkan hasil interpretasinya ditunjukkan pada Tabel 6 dan Gambar .



Gambar 9. Profil resistivitas batuan bawah permukaan 2D pada lintasan NWT-03

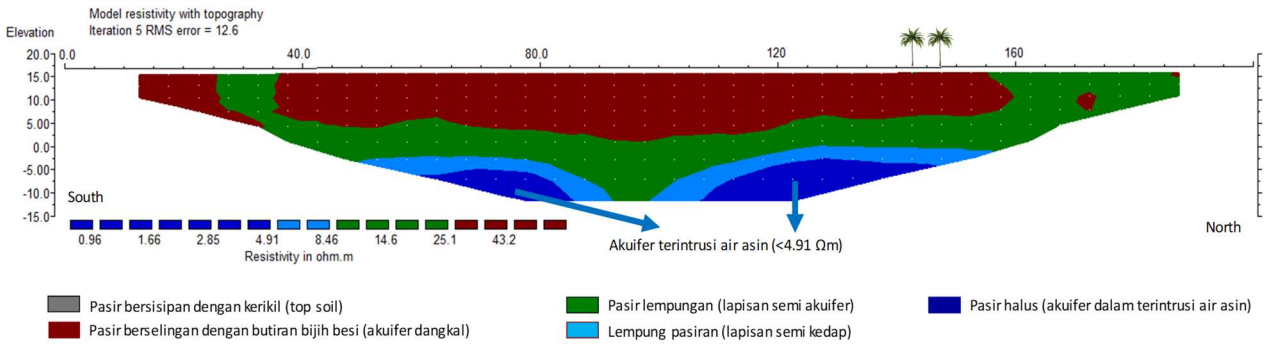
Tabel 6 Hasil interpretasi profil resistivitas 2D pada lintasan NWT-03

Resistivitas (Ωm)	Interpretasi	
	Litologi	Hidrologi
>25,1	Pasir berselingan dengan butiran bijih besi	Akuifer dangkal
8,46 – 25,1	Pasir lempungan	Semi akuifer
4,91 – 8,46	Lempung pasir	Semi kedap
< 4,91	Pasir halus	Akuifer dalam

Hasil interpretasi menunjukkan lapisan batuan pada lintasan NWT-03 ini tersusun atas empat lapisan. Akuifer dangkal diinterpretasi tersusun atas pasir berselingan dengan bijih besi dengan nilai resistivitas 25,1 – 43,2 Ωm. Selain kaya akan bijih besi, lapisan akuifer ini berperan sebagai sumber air tawar bagi sumur warga. Adapun lapisan akuifer

dalam diduga terintrusi air asin, mengingat nilai resistivitas batuan sangat kecil yaitu kurang dari 4,91 Ωm. Hal ini sesuai informasi dari Direktorat Jenderal Ciptakarya (2003). Lapisan ini terletak pada kedalaman sekitar 17,5 m.

Nilai DHL sampel air yang diambil dari tiga sumur di sekitar lintasan NWT-03 dapat dilihat pada Tabel 7. Kedalaman sumur pada kawasan ini berkisar 4 – 5 meter. Berdasarkan kriteria keasaman sebagaimana Tabel 1, sampel air sumur pada lintasan ini tergolong tawar. Namun demikian, nilai DHL sampel air sumur C relatif tinggi yaitu 894,67 μSi/cm. Tingginya nilai DHL pada sumur C diduga akibat kadar mineral garam dalam batuan di sekitar sumur relatif lebih tinggi.



Gambar 10 Profil litologi batuan bawah permukaan 2 D pada lintasan NWT-03 yang menunjukkan bagian akuifer yang terintrusi air asin (saltwater)

Tabel 7. Hasil pengukuran DHL sampel air sumur di sekitar lintasan NWT-03

Sampel Air	Daya Hantar Listrik Rata-Rata ($\mu S/cm$)
Sumur A	471,33
Sumur B	609,00
Sumur C	894,67
Rata-rata	658,33

3.4 Lintasan NWT-04

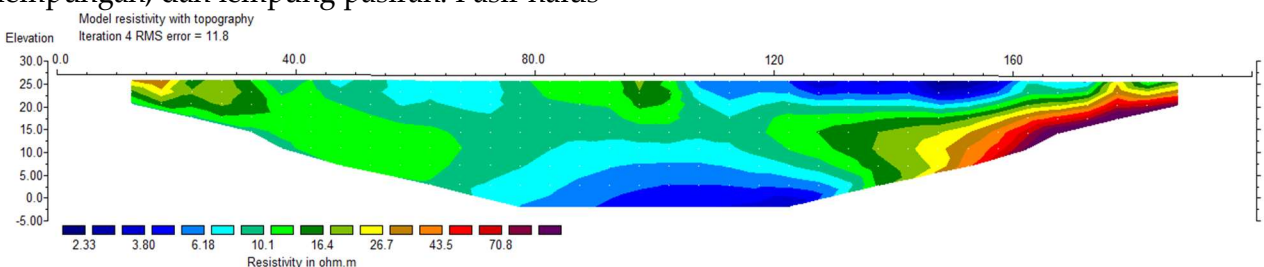
Lintasan pengukuran NWT-04 terletak pada koordinat 7,70939°LS dan 109,35582°BT. Bentang lahan pada lintasan NWT-04 berupa lapisan pasir halus, pasir bercampur lempung, rerumputan, dan kolam atau tambak udang. Pemodelan data resistivitas 2D, menghasilkan profil resistivitas batuan dengan nilai berkisar 2,33 – 70,8 Ωm dan kedalaman sekitar 27,5 m, seperti ditunjukkan pada Gambar . Hasil interpretasi terhadap profil resistivitas batuan secara litologi dan hidrologi dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 12.

Berdasarkan Gambar 12, struktur batuan di lintasan NWT-04 berbeda dengan lintasan sebelumnya. Lapisan pasir berselingan dengan butiran bijih besi hanya ditemukan di bagian utara. Top soil didominasi pasir halus, pasir lempungan, dan lempung pasir. Pasir halus

dengan nilai resistivitas kurang dari 6,18 Ωm ditemukan di bagian bawah (pada kedalaman sekitar 17,5 m) dan di permukaan. Batuan ini diperkirakan terintrusi air asin mengingat nilai resistivitasnya sangat kecil. Zona terintrusi air asin juga relatif luas. Intrusi ini diperkirakan berasal dari air laut yang terletak di sebelah selatan lintasan NWT-04 dan masuk ke lapisan akuifer melalui discharge area. Di kawasan ini juga terdapat banyak kolam air payau (relatif asin). Hal ini mengakibatkan nilai resistivitas tanah atau batuan di sekitar kolam itu menjadi kecil dengan nilai resistivitas kurang dari 6,18 Ωm (ditandai kontur berwarna biru).

Tabel 8 Hasil interpretasi profil resistivitas 2D pada lintasan NWT-04

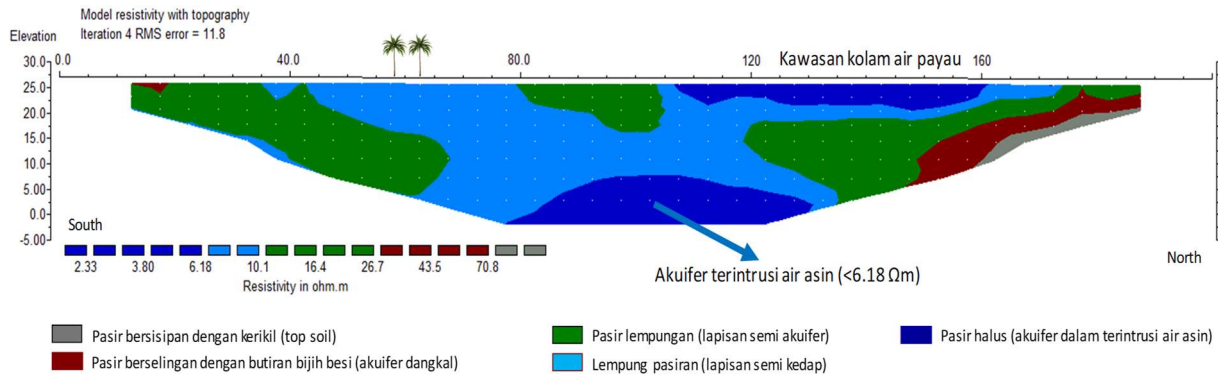
Resistivitas (Ωm)	Interpretasi	
	Litologi	Hidrogeologi
>26,7	Pasir berselingan dengan sedikit butiran bijih besi	Akuifer dangkal
10,1 – 26,7	Pasir lempungan	Semi akuifer
6,18 – 10,1	Lempung pasir	Semi kedap
< 6,18	Pasir halus	Akuifer dalam



Gambar 11 Profil resistivitas batuan bawah permukaan 2D pada lintasan NWT-04

Nilai DHL sampel air yang diambil dari sumur yang berkedalaman 5 meter di sekitar lintasan ini adalah 531,00 $\mu\text{Si}/\text{cm}$. Berdasarkan Tabel 1, sampel air ini termasuk tawar. Namun terdapat sumur lain berdekatan dengan kolam udang yang memiliki DHL sebesar 3.899,67

$\mu\text{Si}/\text{cm}$. Tingginya DHL diperkirakan akibat rembesan air dari kolam udang yang banyak ditemukan di sekitar sumur. Pada **Gambar**, kawasan ini terletak di permukaan (ditandai kontur berwarna biru).



Gambar 12 Profil litologi batuan bawah permukaan 2D pada lintasan NWT-04 yang menunjukkan bagian akuifer yang terintrusi air asin (*saltwater*)

resistivitas batuan di seluruh lintasan, intrusi air laut (asin) diperkirakan terjadi pada lapisan akuifer dalam. Hal ini didasarkan atas interval nilai resistivitas batuan yang amat kecil, yaitu kurang dari 6,81 Ωm . Nilai ini tidak berbeda jauh dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Astutik dkk (2016). Selain itu didukung oleh informasi dari Peta Potensi Indikasi Air Tanah dan Daerah Irigasi Kabupaten Cilacap Jawa Tengah yang menyatakan air tanah dalam di kawasan ini bersifat asin (Direktorat Jenderal Ciptakarya, 2003). Selain itu, lokasi penelitian berada di kawasan pesisir, dimana umumnya lapisan akuifer dalam memiliki *discharge area* (zona luahan) langsung kelaut dan posisinya tidak terlalu dalam (Rianda dkk. 2017).

Berdasarkan informasi geologi daerah ini termasuk kawasan yang prospek bijih besi (Hilman 2014; Hikmatyar 2016). Pemodelan data resistivitas 2D menunjukkan lapisan pasir yang berselingan dengan butiran-butiran bijih besi pada masing-masing lintasan dengan nilai resistivitas berkisar 20,2 – 70,8 Ωm . Menurut pengamatan masyarakat, pasir besi banyak ditemukan pada saat mereka menggali sumur, diman kedalaman sumur hanya berkisar 5 m. Hasil interpretasi ini juga didukung oleh hasil penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan di sebelah barat daerah penelitian yaitu Pesisir

dan Pesisir Binangun bagian timur (Sehah *et.al.* 2017). Hasil penelitian di dua lokasi tersebut menunjukkan bahwa endapan pasir besi yang ditemukan berpotensi untuk dieksploitasi.

Eksplorasi pasir besi yang kemungkinan akan dilakukan di kawasan ini mengakibatkan batuan atau material pasir menjadi berkurang, sehingga permukaan tanah menjadi menurun. Penurunan permukaan tanah merupakan hal yang serius terutama jika terjadi di kawasan pesisir pantai. Kondisi tersebut karena daerah pesisir rentan terhadap tekanan lingkungan, baik yang berasal dari daratan maupun lautan (Pujiastuti dkk. 2015). Akibatnya air laut yang memiliki massa jenis besar dan tekanan lebih tinggi menjadi relatif lebih mudah mendesak air tanah dan zona *interface* di dalam lapisan akuifer pantai, sehingga dapat terjadi intrusi air laut.

IV. KESIMPULAN

Investigasi intrusi air asin berdasarkan data resistivitas telah dilakukan di kawasan Pesisir Nusawungu timur Kabupaten Cilacap. Intrusi air asin diperkirakan terjadi di seluruh lintasan yaitu pada lapisan akuifer dalam yang tersusun atas pasir halus. Pada lintasan NWT-01, intrusi air asin terjadi pada kedalaman 25,0 m dengan nilai resistivitas lebih kecil dari 6,81 Ωm . Pada lintasan NWT-02, intrusi air asin

terjadi pada kedalaman 25,0 m dengan nilai resistivitas kurang dari 5,36 Ω m. Pada lintasan NWT-03, intrusi air asin terjadi di kedalaman 17,5 m dengan nilai resistivitas lebih kecil dari 4,91 Ω m. Sedangkan pada lintasan NWT-04, intrusi air asin terjadi padakedalaman 17,5 m dengan nilai resistivitas kurang dari 6,18 Ω m. Zona yang terintrusi oleh air asin diperkirakan cukup luas, karena zona tersebut merupakan lapisan akuifer dalam yang terhubung dengan *discharge area* di kawasan pantai.

Berdasarkan hasil pengujian daya hantar listrik (DHL) terhadap sampel-sampel air yang diambil dari sumur di sekitar lintasan NWT-01 hingga NWT-04, diketahui bahwa seluruh air tersebut tergolong tawar. Hal ini didasarkan atas klasifikasi tingkat keasinan, dimana DHL sampel-sampel air tersebut kurang dari 1.500 μ S/cm (nilai batas maksimum DHL air tawar). Selain itu, berdasarkan hasil interpretasi data resistivitas juga menunjukkan bahwa air tanah yang bersumber dari lapisan akuifer dangkal, termasuk sumur warga, belum terintrusi oleh air asin secara signifikan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) atas dukungan dana yang diberikan. Terima kasih kami sampaikan kepada Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman atas diterimanya proyek penelitian. Terimakasih kami sampaikan kepada Kepala Laboratorium Geofisika FMIPA UNSOED atas fasilitas alat Resistivity meter yang disediakan. Dan terima kasih juga disampaikan kepada tim akuisisi data khususnya mahasiswa kelompok minat khusus (KMK) Fisika Bumi UNSOED yang telah bekerjasama secara bertanggung jawab dan profesional selama proses akuisisi data di lapangan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2018. *Sumur di Enam Desa Berubah Menjadi Asin*. Kelompok Kerja Air Minum dan Kesehatan Lingkungan Jakarta. Tersedia di

www.ampl.or.id/digilib/read. Diakses 19 Juli 2018.

- Asikin, S., Handoyo, A., & Pratistho, B., 1992. *Peta Geologi Lembar Banyumas, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung.
- Astutik, P., Wahyono, S.C., & Siregar, S.S., 2016. Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistik di Desa Kampung Baru, Tanah Bumbu. *Jurnal Fisika FLUX* 13(2): 155 – 160.
- Dirjen Cipta Karya, 2003. *Peta Potensi Indikasi Air Tanah dan Daerah Irigasi Kabupaten Cilacap Propinsi Jawa Tengah*, Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Hendrayana, H., 2002. *Intrusi Air Asin ke dalam Akuifer di Daratan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Herdyansah, A., & Rahmawati, D., 2017. Dampak Intrusi Air Laut pada Kawasan Pesisir Surabaya Timur. *Jurnal Teknik ITS*, 6 (2): 2337 – 3520.
- Hikmatyar M. S., 2016. *Geologi dan Karakteristik Pantai serta Kaitannya dengan Keterdapatan Pasir Besi di Pantai Selatan Cilacap, Jawa Tengah*. Tugas Akhir S-1. Purwokerto: Fakultas Teknik. UNSOED.
- Hilman P.M. & tim penyusun dari Badan Geologi, 2014. *Pasir Besi di Indonesia; Geologi, Eksplorasi, dan Pemanfaatannya*. Pusat Sumberdaya Geologi (PSG). Badan Geologi. Bandung.
- Iqroufa, S., Roslan, H., & Taib, S.B., 2010. Mapping of Salt-Water Intrusion by Geoelectrical Imaging in Carey Island. *In: Proceeding 5th International Symposium on Hydrocarbons and Chemistry (ISHC5)*, Sidi Fredj, Algiers, May the 23rd to 25th.
- Nainggolan, S.O.P., Patana, P., dan Leidonald R., 2016. Kajian Intrusi Air Laut pada Sumur Dangkal di Desa Denai Kuala Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Aquacoast-Marine*. 11 (1): 120 – 129.
- Nisa, S.A.F., 2017. *Identifikasi Kedalaman dan Ketebalan Lapisan Pasir Besi Berdasarkan Data Resistivitas Satu*

- Dimensi di Kawasan Pesisir Selatan Nusawungu Timur Kabupaten Cilacap. Tugas Akhir S-1. Purwokerto: Fakultas MIPA.UNSOED.*
- Pujiastuti, R., Suripin, & Syafrudin, 2015. Pengaruh Land Subsidence terhadap Genangan Banjir dan Rob di Semarang Timur. *Jurnal MKTS: Jurnal Ilmu dan Terapan Bidang Teknik Sipil*. 21(1): 1 – 12.
- Rianda, A.A.S., Putra, D.P.E., & Atmaja, R.R.S., 2017. Hidrokimia Lepas Air Tanah Bawah Laut Pantai Gunungkidul Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan ke-10*, 13-14 September. Yogyakarta.
- Sehah, Raharjo, S.A., & Andriyanto, I., 2017. Exploration of Iron Sand at The Eastern Coastal of Binangun in Cilacap Regency Using Magnetic Survey. *Indonesian Journal of Applied Physics (IJAP)*. 7, (2):71 – 81.
- Sehah & Raharjo, S.A., 2017. Application of Magnetic Survey to Explore The Iron Ore Deposits in The Nusawungu Coastal Regency of Cilacap Central Java, *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 7 (2): 79 – 88.
- Telford, W. M., Geldart, L.P., & Sheriff, R.E., 1990. *Applied Geophysics*, Second Edition, New York: Cambridge University Press.
- Usman, B., Manrulu, R.H., Nurfalaq, A., & Rohayu, E., 2017. Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika FLUX*, 14(2): 65 – 72.