

Pemodelan Fisis Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Fosfat dalam Batuan Gamping

Siti Ulien Nadliroh, Khumaedi, Supriyadi

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Semarang
Email : ulien_fisika@yahoo.co.id

Received 13-08-2012, Revised 22-09-2012, Accepted 28-09-2012, Published 29-10-2012

ABSTRACT

Phosphate is one of minerals which consist of P_2O_5 compound. Phosphate deposits can be found all over Pati, namely in Mount Watu Kendong–Mount Gledeg especially in three districts, those are in Sukolilo District, Kayen District, and Tambakromo District. Phosphates can be found on out crops of limestone walls and go into veins of limestone. To know more about existence of phosphate in limestone, it needs to conduct lab tests using geophysical method. This research is a geophysical study of the physical modelling utilizing geoelectric resistivity method. This research has a purpose to identify the phosphate through phosphate rock's resistivity settled with limestone using geoelectric resistivity method of pole-pole configuration. In this research, limestone rock and limestone rocks containing phosphate were alternately planted in the soil and measured by using geoelectric of pole-pole configuration method. The data obtained were processed by using software called Res3Dinv. The results of the soil research showed that the research before planting the rock, the resistivity is $2.4 \Omega\text{m}$ – $195 \Omega\text{m}$. The soil research after planting limestone rock showed that the resistivity of the soil is $9.3 \Omega\text{m}$ – $591 \Omega\text{m}$, which resistivity of limestone rocks is $591 \Omega\text{m}$. Another soil research, the resistivity of the soil after planting limestone rocks containing phosphate is $5.3 \Omega\text{m}$ – $255 \Omega\text{m}$, which resistivity of limestone rock containing phosphate is $255 \Omega\text{m}$ and the resistivity of phosphate is $147 \Omega\text{m}$.

keywords : phosphate, resistivity, geoelectric, pole-pole, Res3Dinv

ABSTRAK

Fosfat adalah salah satu bahan galian yang mengandung senyawa P_2O_5 . Deposit fosfat banyak ditemukan di Gunung Watu Kendong – Gunung Gledeg yang terletak di Pati tepatnya di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Sukolilo, Kecamatan Kayen dan Kecamatan Tambakromo. Fosfat banyak dijumpai pada singkapan dinding-dinding batu gamping dan masuk dalam urat-urat batu gamping. Untuk mengetahui lebih jauh tentang keberadaan fosfat dalam batu gamping, maka perlu dilakukan uji lab dengan metode geofisika. Penelitian ini merupakan suatu studi geofisika berupa pemodelan fisis yang memanfaatkan metode geolistrik tahanan jenis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi fosfat melalui tahanan jenis batuan fosfat yang berada dalam batuan gamping menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi pole-pole. Pada penelitian ini dilakukan penanaman batuan gamping dan batuan gamping fosfat secara bergantian ke dalam tanah yang kemudian diukur dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi *pole-pole*. Data yang diperoleh diolah menggunakan perangkat lunak Res3Dinv. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penelitian tanah sebelum ditanami batuan memiliki harga resistivitas $2,4 \Omega\text{m}$ - $195 \Omega\text{m}$. Penelitian tanah setelah ditanami batuan gamping memiliki harga resistivitas $9,3 \Omega\text{m}$ - $591 \Omega\text{m}$ dengan harga resistivitas batuan gamping $591 \Omega\text{m}$. Penelitian tanah setelah ditanami batuan gamping fosfat memiliki harga resistivitas $5,3 \Omega\text{m}$ - $255 \Omega\text{m}$ dengan harga resistivitas batuan gamping fosfat $255 \Omega\text{m}$ dan harga resistivitas fosfat $147 \Omega\text{m}$.

Kata kunci : fosfat, resistivitas, geolistrik, *pole-pole*, Res3Dinv

PENDAHULUAN

Fosfat adalah salah satu bahan galian yang mengandung senyawa P_2O_5 . Fosfat merupakan satu-satunya bahan galian (diluar air) yang mempunyai siklus. Unsur fosfor di alam akan selalu diserap oleh makhluk hidup, senyawa fosfat pada jaringan makhluk hidup yang telah mati akan terurai, kemudian terakumulasi dan terendapkan di lautan. Deposit fosfat banyak ditemukan di Gunung Watu Kendong-Gunung Gledag yang terletak di Pati tepatnya di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Sukolilo, Kecamatan Kayen dan Kecamatan Tambakromo. Fosfat banyak dijumpai pada singkapan dinding-dinding batu gamping dan masuk dalam urat-urat batu gamping.

Proses terbentuknya endapan fosfat ada tiga macam, yaitu :

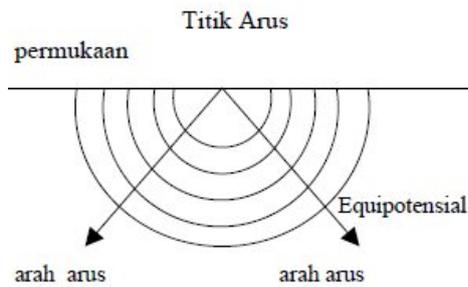
1. Fosfat primer, terbentuk dari pembekuan magma alkalin pada intrusi hidrotermal yang terkadang berasosiasi dengan batuan beku alkalin yang mengandung mineral fosfatapatit.
2. Fosfat sedimen, merupakan endapan fosfat sedimen yang terendapkan di laut dalam. Endapan laut terbentuk dari hasil penguraian berbagai kehidupan yang ada di laut, atau akibat erosi mineral-mineral yang mengandung fosfat oleh aliran sungai yang kemudian dibawa kelaut dan masuk ke dalam urat-urat batu gamping. Akibat adanya peristiwa geologi, endapan akan terangkat dan membentuk daratan.
3. Fosfat guano, merupakan hasil akumulasi sekresi hewan-hewan darat, burung pemakan ikan dan kelelawar yang terlarut dan bereaksi dengan batu gamping karena pengaruh air hujan dan air tanah.

Menurut Telford et al^[1], resistivitas batuan gamping adalah 50 s/d 107 Ωm . Adapun menurut Rauf dan Utama^[2], harga resistivitas batuan fosfat sebesar 94 Ωm hingga 450 Ωm . Dari resistivitas inilah bisa dilakukan penelitian skala model untuk mengidentifikasi fosfat dalam batuan gamping dengan memanfaatkan perbedaan resistivitasnya. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik konfigurasi *pole-pole* dengan teknik 3 dimensi.

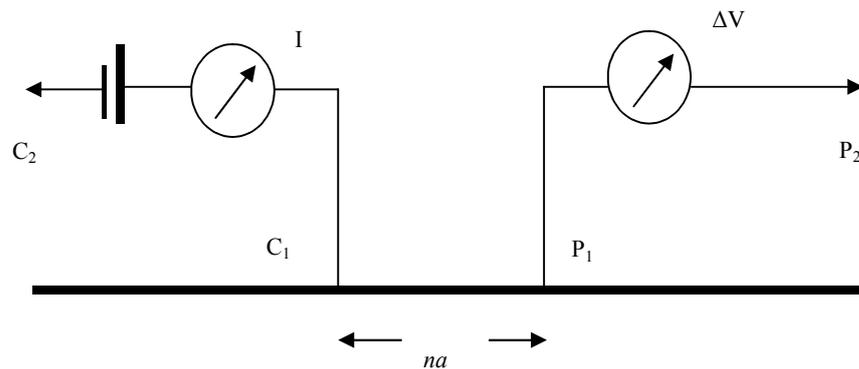
Metode geolistrik adalah metode geofisika yang dapat menggambarkan keberadaan batuan atau mineral di bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikan dari batuan atau mineralnya. Resistivitas batuan bawah permukaan dapat dihitung dengan mengetahui besar arus yang dipancarkan melalui elektroda dan besar potensial yang dihasilkan. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan yang lebih dalam, maka jarak masing-masing elektroda arus dan elektroda potensial ditambah secara bertahap. Semakin besar spasi/jarak elektroda arus maka efek penembusan arus kebawah makin dalam, sehingga batuan yang lebih dalam akan dapat diketahui sifat-sifat fisisnya.

Tahanan jenis merupakan hasil pengukuran dari geolistrik, jika bumi bersifat homogen isotropis maka tahanan jenis terukur merupakan tahanan jenis sebenarnya. Pada kondisi sebenarnya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan tanah dengan tahanan jenis (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^[3].

Pada metode geolistrik, pembahasan mengenai aliran listrik dalam bumi didasarkan pada asumsi bahwa bumi merupakan medium homogen isotropis. Dengan ini diasumsikan tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis sebenarnya yang tidak tergantung



Gambar 1. Titik arus di permukaan bumi



Gambar 2. Konfigurasi pole-pole

pada spasi elektroda. Titik arus di permukaan bumi dapat dilihat pada Gambar 1^[4]. Pengaturan letak elektroda-elektroda atau sering disebut sebagai konfigurasi elektroda dapat bermacam variasinya, salah satunya adalah konfigurasi elektroda *pole-pole*. Pada konfigurasi *pole-pole*, sumber arus tunggal dan potensial diukur hanya pada satu titik. Konfigurasi *pole-pole* merupakan konfigurasi elektroda yang paling sering digunakan untuk survei resistivitas 3-D. Pada dasarnya konfigurasi *pole-pole* ini hanya memanfaatkan dua elektroda saja, yaitu elektroda arus (C1) dan elektroda lainnya berupa elektroda potensial (P1) seperti diperlihatkan pada Gambar 2^[5]. Sedangkan tahanan jenis pada konfigurasi *pole-pole* adalah :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \tag{1}$$

dimana $K = 2 \pi na$ (2)

- dengan : ρ = Resistivitas semu
- K = Faktor geometri
- na = Jarak elektroda C1 dan P1
- V = Besarnya tegangan
- I = Besarnya arus

METODE

Penelitian ini bersifat eksperimental yang berupa pemodelan fisis batuan yang langsung dilaksanakan di lapangan dengan menggunakan skala model. Adapun untuk pengujian batuan fosfat dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fisik. Sampel penelitian diambil dari Sukolilo, Kabupaten Pati. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat *resistivimeter Geosound*. Penelitian dilaksanakan 3 kali yaitu medium tanah, batuan gamping dan batuan gamping fosfat.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan jarak spasi elektroda 5 cm dengan panjang dan lebar penelitian 35 cm. Konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi *pole-pole*. Batuan gamping dan batuan gamping fosfat ditanam ke dalam tanah dengan kedalaman 5 cm dari permukaan tanah. Adapun langkah - langkah pengukurannya adalah:

1. Penentuan resistivitas tanah
2. Penentuan resistivitas batuan gamping
3. Penentuan resistivitas fosfat
 - Menyusun rangkaian *resistivimeter*.
 - Mengaktifkan *resistivimeter* kemudian menginjeksikan arus listrik kedalam pasir.
 - Melakukan pengukuran pada lintasan dan mencatat arus listrik (I) dan beda potensial (V) antara 2 titik elektroda.
 - Menghitung tahanan jenis hasil pengukuran

Pengujian batuan fosfat

Pengujian ini dilakukan sebagai bukti bahwa batuan yang diteliti adalah batuan fosfat. Data dari pengujian ini berupa data kualitatif. Batuan fosfat diuji dengan menggunakan larutan *ammonium molibdat vanadat*, yang menunjukkan hasil positif jika warna menjadi kuning.

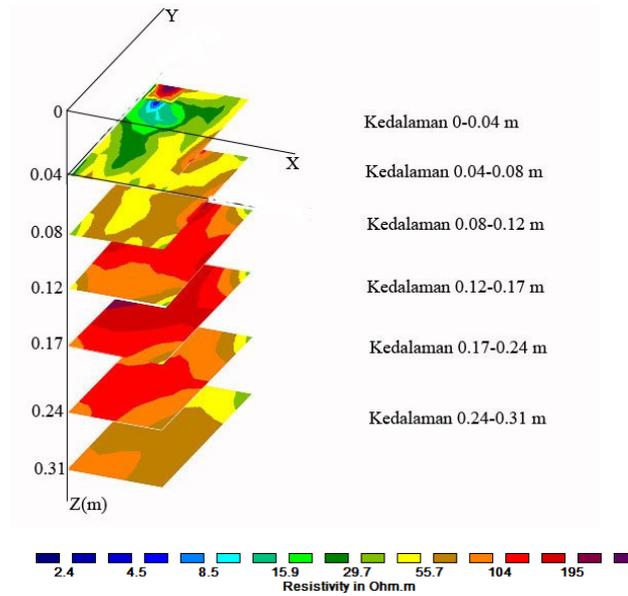
Pengolahan dan Interpretasi Data

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai resistivitas (ρ) menggunakan Persamaan (1) dan diolah menggunakan *software Microsoft Excel, Res3Dinv* dan *Adobe Photoshop CS*. Dari citra warna dan perbedaan resistivitasnya, maka dapat dilakukan identifikasi fosfat yang tersedimentasi dengan batuan gamping.

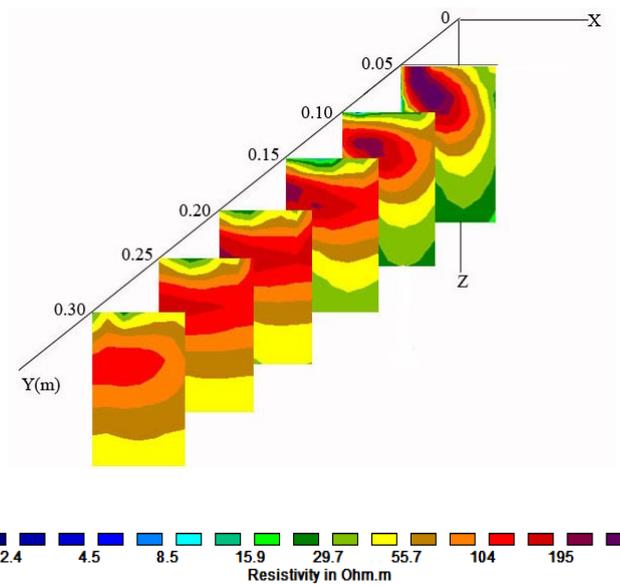
HASIL DAN PEMBAHASAN

Medium Tanah

Penelitian pada medium tanah sebelum ditanam batuan gamping menunjukkan nilai resistivitas tanah adalah 2,4-195 Ω m. Penampang resistivitas tanah dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



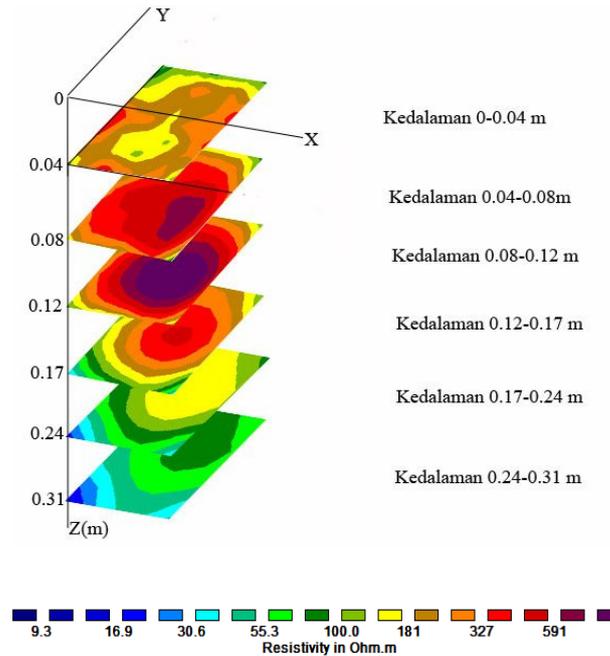
Gambar 3. (*color online*) Penampang horizontal kedalaman lapisan bawah permukaan pada tanah arah sumbu x dan sumbu y



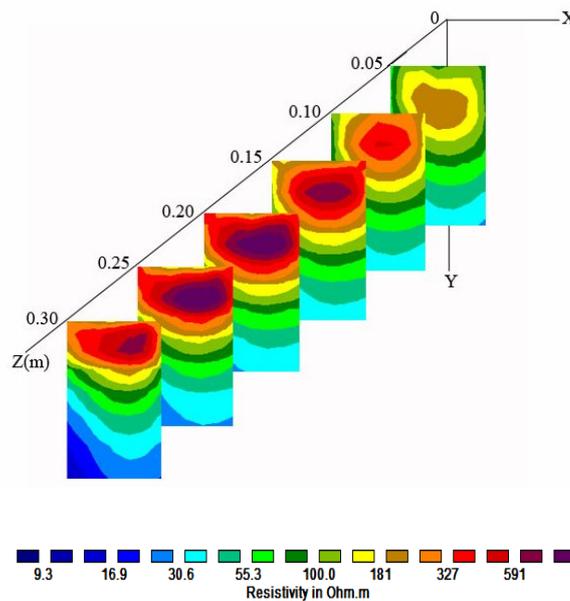
Gambar 4. (*color online*) Penampang vertikal ketebalan lapisan bawah permukaan pada tanah arah sumbu x dan sumbu z

Batuan Gamping

Penelitian pada batuan gamping setelah ditanam ke dalam tanah menunjukkan nilai resistivitasnya adalah 9,3 Ω m - 591 Ω m. Adapun untuk nilai resistivitas batuan gamping adalah 591 Ω m yang ditunjukkan dengan warna ungu seperti pada Gambar 5 dan 6.



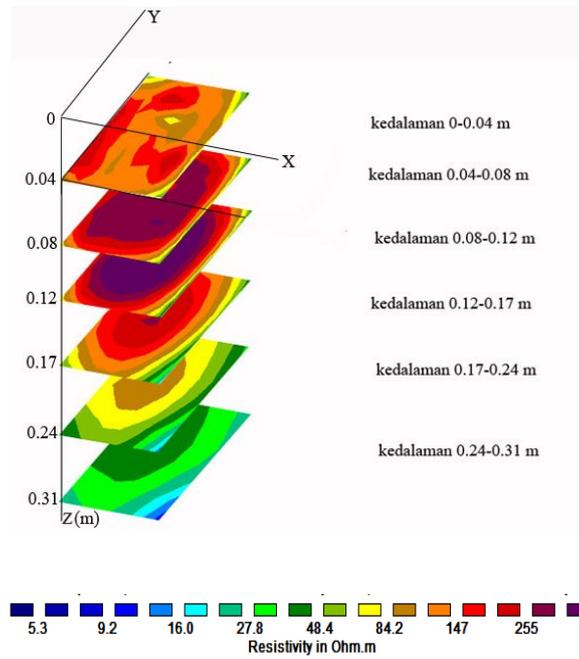
Gambar 5. (color online) Penampang horizontal kedalaman lapisan bawah permukaan pada batu gamping arah sumbu x dan sumbu y



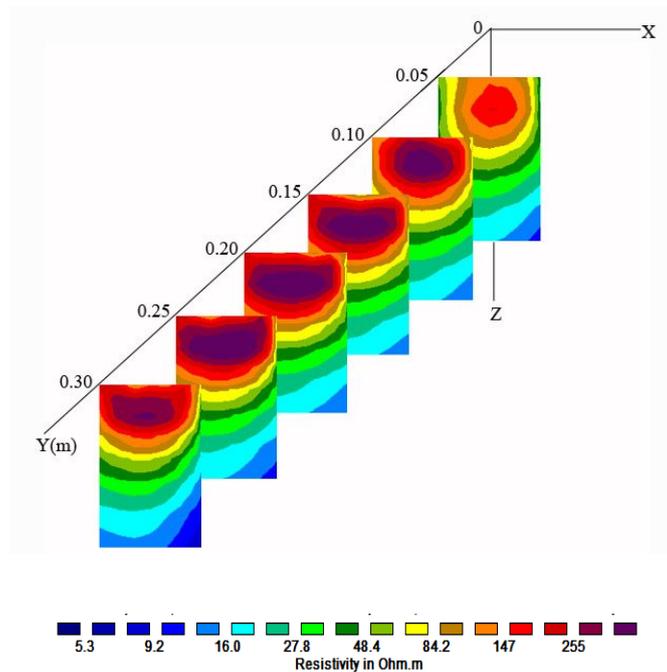
Gambar 6. (color online) Penampang vertikal ketebalan lapisan bawah permukaan pada batu gamping arah sumbu x dan sumbu z

Batuan Gamping Fosfat

Penelitian pada batuan gamping fosfat setelah ditanam ke dalam tanah menunjukkan nilai resistivitasnya adalah 5,3 Ω m - 255 Ω m. Adapun untuk nilai resistivitas batuan gamping fosfat adalah 255 Ω m seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8. Hal ini menunjukkan bahwa harga resistivitas fosfat lebih kecil dari harga resistivitas batu gamping.



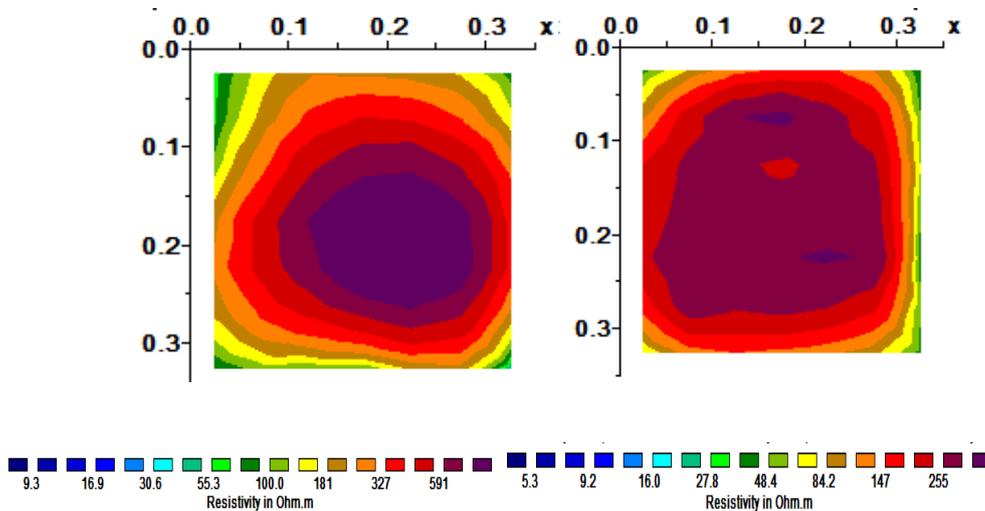
Gambar 7. (color online) Penampang horizontal kedalaman lapisan bawah permukaan pada batu gamping fosfat arah sumbu x dan sumbu y



Gambar 8. (color online) Penampang vertikal ketebalan lapisan bawah permukaan pada batu gamping fosfat arah sumbu x dan sumbu z

Dari enam irisan horizontal dan enam irisan vertikal, peneliti hanya menemukan satu gambar yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi fosfat, yaitu pada irisan kedua pada ketebalan 0,04-0,08 m. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9. Pada gambar dapat dilihat ada warna merah yang berada di tengah batuan. Citra warna merah itulah yang diduga sebagai fosfatnya yaitu dengan harga resistivitas $147 \Omega\text{m}$ sedangkan warna

ungu di sekitarnya menunjukkan batu gamping dengan endapan-endapan fosfat sehingga resistivitasnya terpengaruh oleh fosfat.



Gambar 9. (color online) Penampang irisan batu gamping dan batu gamping fosfat secara horizontal

Batuan fosfat diuji dengan menggunakan *amonium molibdat vanadat* yang akan menunjukkan perubahan warna menjadi kuning. Hasil pengujian menunjukkan bahwa batuan tersebut adalah batuan fosfat yang ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi kuning.

KESIMPULAN

Harga resistivitas hasil penelitian dari sampel batu gamping adalah 591 Ωm dan harga resistivitas hasil penelitian dari sampel batu gamping fosfat adalah 255 Ωm dengan harga resistivitas fosfat 147 Ωm . Hasil penelitian sesuai dengan hasil referensi yang menunjukkan bahwa harga resistivitas batuan fosfat adalah 94 Ωm hingga 450 Ωm .

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Telford, W.M., L.P. Geldart, R.E. Sheriff, and D.A. Keys. 1982. *Applied Geophysic*. London : Cambridge University Press.
- 2 Rauf, M. dan W. Utama. 2009. Aplikasi Metode Geolistrik untuk Menentukan Cadangan Fosfat Studi Kasus Sukolilo Pati Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- 3 Indriana, R. D. dan H. Danu Saputro. 2006. Uji Nilai Tahanan Jenis Polutan Air Laut Dengan Metode Ohmik Dan Geolistrik Tahanan Jenis Skala Laboratorium. *Berkala Fisika*, 9(3): pp. 145-149.
- 4 Kuswanto, A. dan T. W. Sudinda. 2001. Penerapan Metoda Resistivity Dan Persamaan Archie Untuk Kajian Potensi Akuifer Di Pulau Natuna. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2 (3): pp. 214-254.
- 5 Ridhwan, D., D. Warnana dan W. Utama. 2009. Penggunaan Metode Resistivitas 3-Dimensi Untuk Mengetahui Bidang Longsor Pada Daerah Rawan Longsor Di Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember Sebagai Bagian Dari Mitigasi Bencana Longsor. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.