

# Eksperimen Sederhana Penentuan Profil 2D Resistivitas Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Schlumberger

Ryna Aulia Falamy<sup>1,a)</sup>, Siti Humairo<sup>1,b)</sup>, dan Triati Dewi Kencana Wungu<sup>2,c)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Pengajaran Fisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>2</sup>Kelompok Keilmuan Fisika Nuklir dan Biofisika, Program Studi Fisika,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,  
Jl. Ganesha No. 10 Bandung, Indonesia, 40132

<sup>a)</sup> ryna.falamy@gmail.com

<sup>b)</sup> sitihumairo.z@gmail.com

<sup>c)</sup> triati@fi.itb.ac.id

## Abstrak

*Pada penelitian ini dilakukan suatu eksperimen geolistrik resistivitas menggunakan konfigurasi Schlumberger sebagai pembelajaran untuk memetakan profil bawah permukaan tanah. Eksperimen dilakukan pada dua kondisi yang berbeda, (1) pada suatu bak plastik berukuran 40x28x20 cm yang diisi tanah dengan injeksi air dan lempeng aluminium, (2) pada rangkaian resistor. Hasil pemetaan menggunakan software Res2Dinv menunjukkan bahwa metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Schlumberger dapat digunakan untuk mengetahui adanya kandungan/potensi air serta mineral lainnya dalam tanah. Hal ini dapat dilihat dari perubahan penampang isoresistivitas tanah sebelum dan setelah injeksi air serta lempeng aluminium.*

*Kata-kata kunci: Geolistrik, Resistivitas, Schlumberger*

## PENDAHULUAN

Kekurangan air di daerah kebencanaan menuntut pemerintah maupun masyarakat untuk mencari sumber mata air di daerah tersebut. Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk mencari sumber mata air baru, salah satunya adalah metode geolistrik. Metode geolistrik ini banyak dimanfaatkan oleh civitas akademik/ilmuwan/profesional dalam mengeksplorasi bawah permukaan bumi [1]. Dengan memanfaatkan sifat kelistrikan bawah permukaan bumi maka informasi nilai resistivitas formasi batuan di bawah permukaan bumi dapat diperoleh untuk kemudian dianalisa sehingga profil distribusi sumber mata air dapat diperoleh. Sifat kelistrikan suatu material dapat diperoleh melalui hukum Ohm. Keunggulan yang umum diketahui dimiliki oleh metode geolistrik diantaranya biaya survei relatif lebih murah, peralatan yang digunakan kecil dan ringan, serta waktu yang dibutuhkan untuk melakukan survei relatif lebih cepat.

Prinsip kerja geolistrik adalah menghitung tahanan jenis dengan mengalirkan arus listrik kedalam batuan atau tanah melalui elektroda arus. Kemudian arus diterima oleh elektroda potensial dengan mengangap bumi sebagai resistor. Pada penelitian ini metode geolistrik digunakan untuk menentukan nilai resistivitas semu dan profil 2D permukaan bawah tanah.

**DASAR TEORI**

Arus listrik  $I$  yang diukur dalam satuan ampere (A) merupakan jumlah arus yang melewati suatu rangkaian dalam waktu satu detik. Arus ini muncul akibat adanya beda potensial  $V$  yang diukur dalam volt (V). Untuk sebagian besar material, arus yang melalui suatu material akan meningkat seiring dengan meningkatnya beda potensial. Rasio antara beda potensial dan arus ini dinyatakan sebagai resistansi  $R$ , disebut sebagai Hukum Ohm:

$$R = \frac{V}{I} \tag{1}$$

Secara alami, resistansi material bergantung pada kemampuannya melewatkan arus, ukuran material, dan diameter material. Resistivitas  $\rho$  dapat didefinisikan sebagai:

$$\rho = R \frac{A}{L} (\Omega m) \tag{2}$$

dimana  $A$  adalah luas penampang material dan  $L$  adalah panjang material. Kebalikan dari resistivitas adalah konduktivitas  $\sigma$  [2][3].

Sebagian besar mineral pembentuk batuan bersifat isolator, akan tetapi karena struktur batuan memiliki pori, retakan dan persendian terisi air, mineral lempung, dan lainnya, mengakibatkan batuan tersebut lebih atau kurang konduktif. Dari semua sifat fisika batuan dan mineral, resistivitas memperlihatkan nilai yang bervariasi.

Tabel 1. Nilai resistivitas beberapa material bumi [1][4].

Jenis Material	Resistivitas( $\Omega m$ )
Udara	0
Batu pasir	200 - 8000
Lempung	1 - 100
Air permukaan	80-200
Air tanah	0.5 - 300
Kerikil Kering	600 - 10000
Kerikil	100 - 600
Aluvium	10 - 800
Aluminium	$2,75 \cdot 10^{-8}$

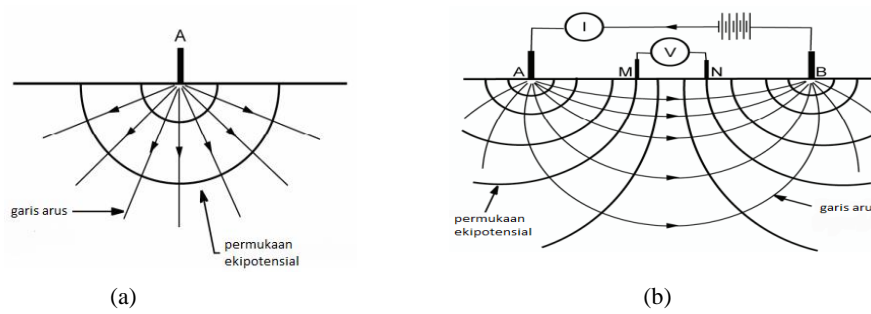
Pengukuran geolistrik dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai struktur resistivitas dalam tanah. Untuk kondisi tanah homogen arus listrik yang diinjeksikan mengalir secara radial keluar dari sumber arus dan menghasilkan permukaan ekuipotensial yang tegak lurus terhadap garis arus listrik dan membentuk setengah lingkaran (gambar 1a). Untuk dua sumber arus maka permukaan ekuipotensial yang terbentuk menjadi lebih kompleks (gambar 1b).

Dalam kondisi riil garis arus listrik dan garis ekuipotensial akan membentuk pola yang lebih kompleks sehingga garis arus listrik akan berubah/menekuk pada batas dimana nilai resistivitasnya juga berubah. Data pengukuran geolistrik umumnya dinyatakan sebagai resistivitas semu,

$$\rho_a = KR (\Omega m) \tag{3}$$

dimana  $K$  merupakan faktor geometri [5].

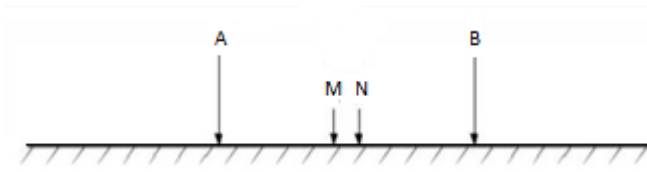
Terdapat beberapa konfigurasi elektroda yang umum digunakan, diantaranya yaitu schlumberger, wenner, azimuth dipole, dipole-dipole, dan pole-dipole [6].



Gambar 1. Sebaran garis arus dan permukaan ekipotensial ([5] dengan modifikasi).

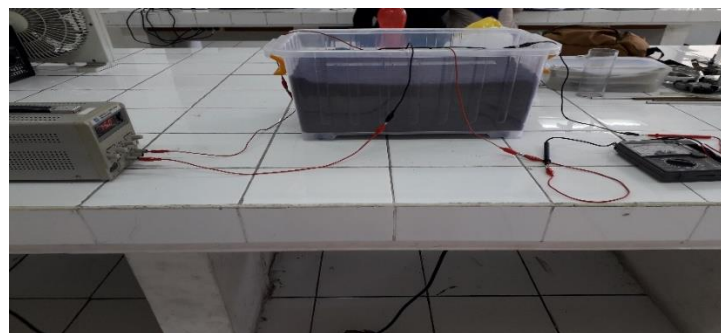
### METODOLOGI PENELITIAN

Pengukuran geolistrik ini menggunakan konfigurasi Schlumberger. Konfigurasi Schlumberger terdiri dari dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda potensial. Secara umum metode ini digunakan untuk eksplorasi air tanah atau mineral di bawah permukaan, dengan mengamati distribusi nilai resistivitas lapisan bawah permukaan pada arah vertikal [7]. Informasi nilai resistivitas formasi mineral di dalam tanah dapat diperoleh dengan mengukur distribusi arus listrik akibat adanya injeksi/input tegangan yang bernilai konstan ke dalam tanah. Pada konfigurasi ini jarak probe MN (tegangan) dibuat tidak berubah untuk hasil dari pembacaan arus pada probe AB yang cukup besar. Ketika arus yang terbaca cukup kecil, maka posisi probe MN juga diperbesar dan tidak lebih dari  $1/5$  jarak AB [8].



Gambar 2. Konfigurasi Schlumberger.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika gedung BSCA ITB dengan menggunakan bak plastik berukuran panjang 40 cm, tinggi 20 cm dan lebar 28 cm, tanah, air keran, material aluminium, catu daya 28 volt DC, multimeter analog, mistar, dan probe. Prosedur yang dilakukan untuk penelitian ini dimulai dengan mengisi bak plastik dengan tanah hingga mencapai ketinggian maksimum. Selanjutnya probe MN dihubungkan dengan catu daya sedangkan probe AB dihubungkan dengan amperemeter, dalam hal ini jarak antara probe M dan N dibuat konstan.

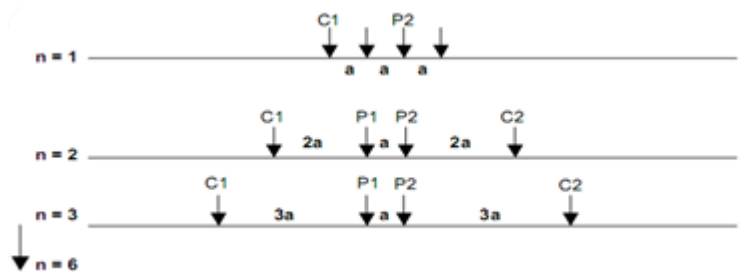


Gambar 3. Peralatan pengukuran geolistrik



Gambar 4. Rangkaian Resistor.

Pada pengukuran pertama jarak antara probe MN bernilai konstan yaitu sebesar  $a = 1$  cm. Untuk  $n = 1$ , jarak antara probe AB menjadi  $3a$ . Setelah nilai arus diperoleh selanjutnya probe AB dipindahkan hingga berjarak  $5a$  ( $n = 2$ ). Demikian juga untuk  $7a$  ( $n = 3$ ),  $9a$  ( $n = 4$ ),  $11a$  ( $n = 5$ ),  $13a$  ( $n = 6$ ),  $15a$  ( $n = 7$ ), dan  $17a$  ( $n = 8$ ).



Gambar 4. Susunan elektroda untuk konfigurasi Schlumberger.

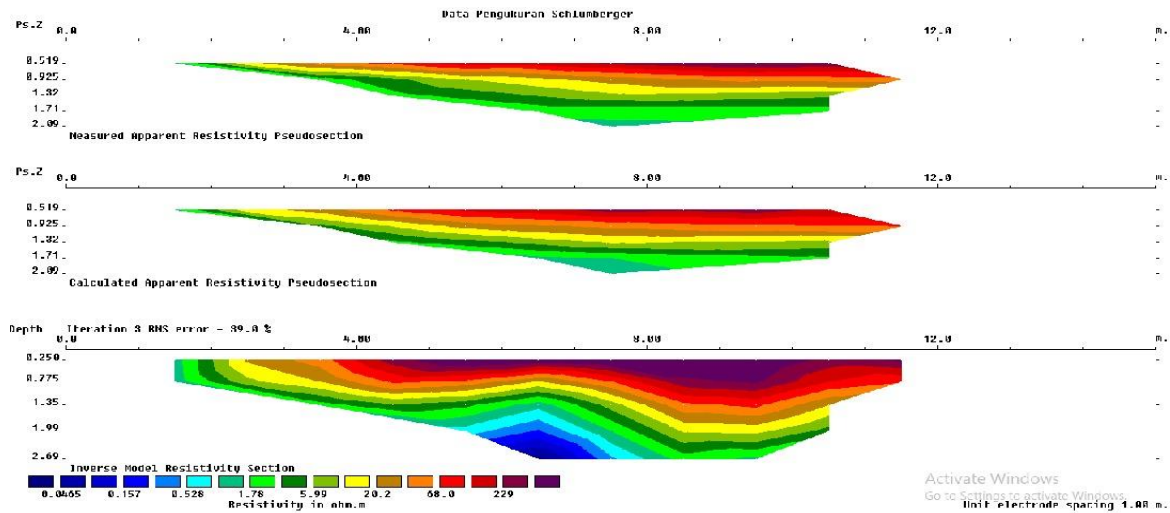
Pada pengukuran ke-dua jarak antara probe MN diubah menjadi  $2a$  (2 cm), dengan demikian untuk  $n = 1$  jarak antara probe AB menjadi  $6a$ ,  $10a$  ( $n = 2$ ), dan  $14a$  ( $n = 3$ ). Dan berlaku sama pada pengukuran ketiga, dimana jarak probe MN menjadi  $3a$  (6 cm), sehingga untuk  $n = 1$  jarak probe AB sebesar  $9a$ , dan  $15a$  untuk  $n = 2$ . Selanjutnya data-data  $I$ ,  $\Delta V$  dan jarak antar probe diperoleh nilai untuk Resistansi ( $R$ ), Faktor Geometri ( $K$ ), dan Tahanan Jenis semu ( $\rho_a$ ) dari persamaan berikut [9],

$$K = \pi \frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \tag{4}$$

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \tag{5}$$

Dengan menggunakan bantuan *software Res2dinv* maka diperoleh pemetaan isoprofil untuk formasi bawah permukaan tanah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

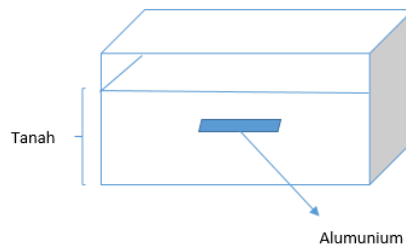


Gambar 4. Profil 2D Resistivitas tanah.

Hasil inversi dengan menggunakan perangkat lunak RES2DNV memberikan profil penampang 2D secara vertikal yang menunjukkan kedalaman dan sebaran resistivitas semuanya. Dari data hasil pengolahan, diketahui bahwa nilai resistivitas bawah permukaan berkisar antara 1-500  $\Omega m$ .

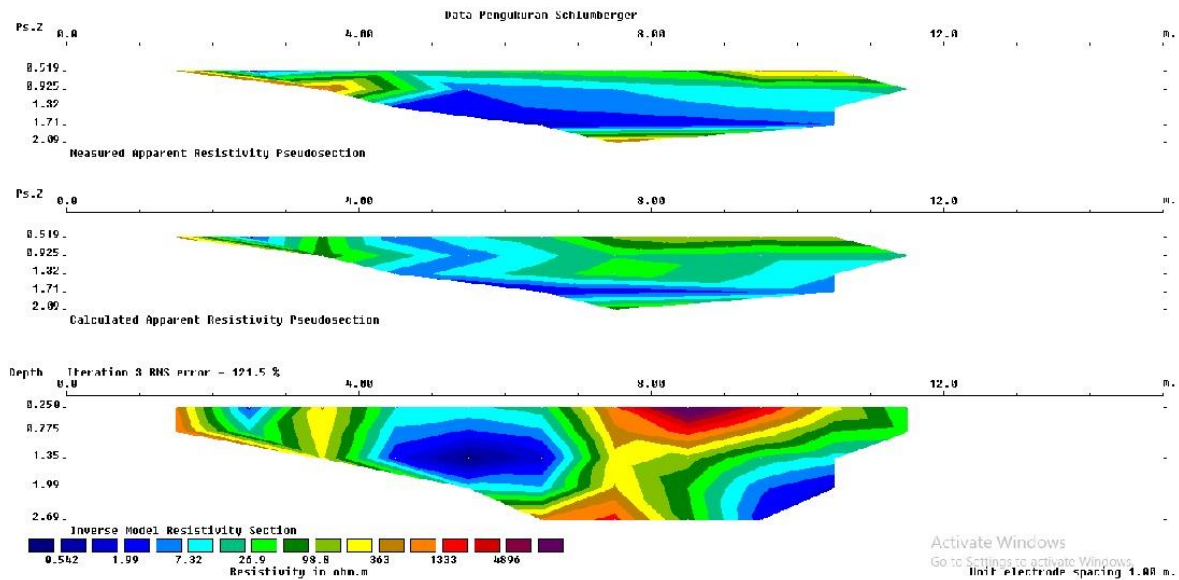
Nampak pada titik pengukuran 4 cm (Titik 2) hingga titik sampel ke-9 nilai resistivitas terukur yang diberikan berada pada rentang 15  $\Omega m$  hingga 500  $\Omega m$  yang menunjukkan pada titik tersebut merupakan tanah alluvial.

**Setelah Injeksi Aluminium pada Tanah**



Gambar 6. Material Aluminium dalam medium tanah

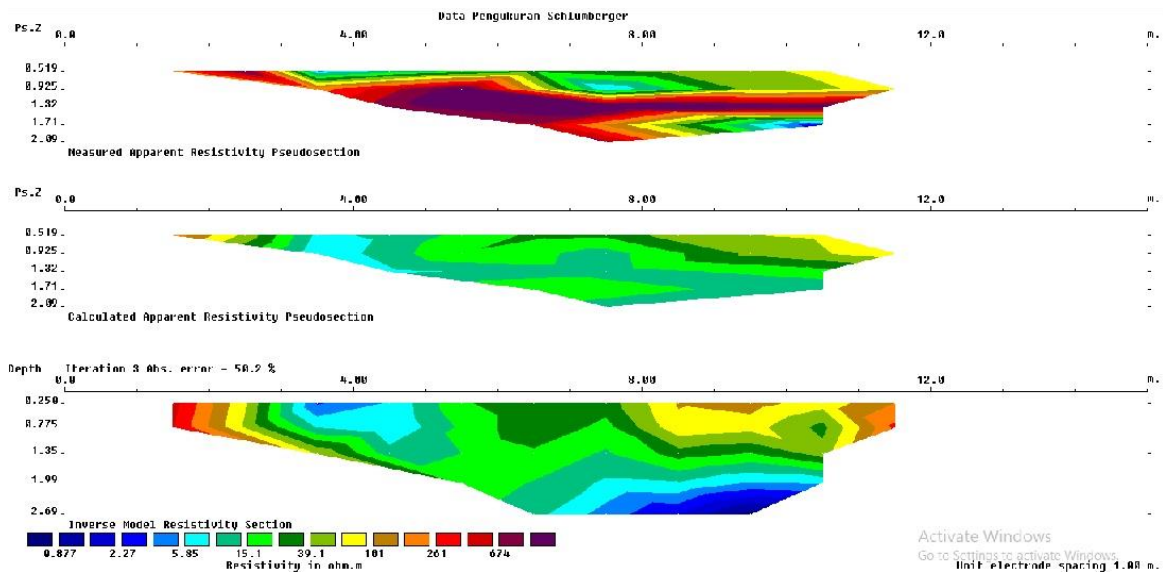
Material aluminium yang digunakan dalam eksperimen ini berupa lempengan tipis panjang dan lebar masing-masing 20 cm, diletakkan di kedalaman 13 cm dalam tanah.



Gambar 5. Profil 2D Resistivitas Aluminium Tanah

Pada titik pengukuran lokasi injeksi aluminium (Titik 2) terlihat nilai resistivitas kecil semakin melebar dengan nilai resistivitas lebih kecil dari  $100 \Omega m$  (citra warna biru volumenya sangat kecil dibandingkan dengan tanah yang ada). Sedikit ada perbedaan dibanding dengan sebelum diinjeksi. Pada titik pengukuran ke 10 cm (Titik 5) nilai resistivitas lebih kecil  $100 \Omega m$ , nilai resistivitas ini lebih kecil daripada nilai resistivitas material sebelumnya. Hal ini disebabkan karena tembaga tidak menyebar pada seluruh bagian tanah.

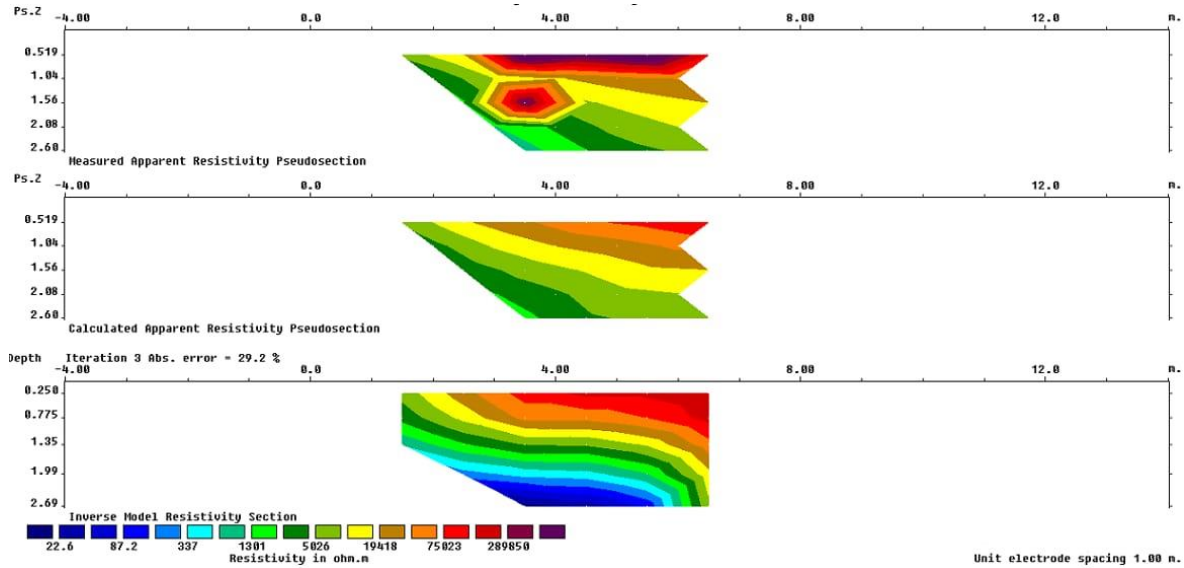
**Setelah Injeksi Air pada Tanah**



Gambar 7. Profil 2D Resistivitas Tanah Air.

Pada titik pengukuran lokasi injeksi air (Titik 3) terlihat nilai resistivitas kecil semakin melebar dengan nilai resistivitas lebih kecil dari  $100 \Omega m$ , hal ini disebabkan adanya tanah yang diinjeksi air sehingga menyebabkan tanah di sekitar injeksi air lebih konduktif.

**Pemodelan Metode Geolistrik Menggunakan Rangkaian Resistor**



Gambar 8. Profil 2D Resistivitas pada rangkaian resistor.

Pada eksperimen ini dilakukan pemodelan geolistrik dengan menggunakan rangkaian resistor. Rangkaian resistor yang dibuat menggunakan resistor yang berbeda-beda sebagai lapisan tanah. Hasil yang didapatkan dari pemodelan ini merupakan nilai resistivitas ideal pada tanah. Terlihat pada gambar 7, hasil yang didapat pada profil 2D Resistivitas penampangnya kurang sempurna dikarenakan titik-titik pengambilan datanya kurang banyak.

Pada percobaan penentuan resistivitas pada tanah penggunaan probe sebagai elektroda. Diameter pada probe yang digunakan terlalu besar terhadap luas penampang tanah sehingga data yang dihasilkan tidak merepresentasikan nilai yang mendekati resistivitas tanah. Akibatnya, sebaran nilai resistivitasnya terlihat terdiri dari banyak lapisan padahal yang diukur pada tanah hanya satu lapisan saja, terlihat pada gambar 5.

**KESIMPULAN**

Nilai resistivitas dipengaruhi oleh material yang terdapat di tanah, dengan adanya aluminium dan air yang terkandung didalamnya, nilai resistivitasnya semakin kecil. Metode geolistrik konfigurasi Schlumberger dapat digunakan untuk investigasi keberadaan air. Eksperimen ini dapat digunakan pemodelan menggunakan rangkaian listrik.

**SARAN**

Untuk eksperimen selanjutnya disarankan agar elektroda yang digunakan memiliki diameter kecil, seperti jarum agar menghasilkan respon yang lebih sensitif terhadap nilai tegangan dan arus dan menghasilkan data

yang lebih baik. Demikian pula konfigurasi yang digunakan, karena medium pengukuran menggunakan tanah yang dimensinya kecil dapat digunakan konfigurasi Wenner.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Direktorat Perguruan Tinggi atas dukungannya finansialnya melalui skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi 2018 dan juga kepada Institut Teknologi Bandung melalui skema Riset Inovasi KK 2018. Penulis juga berterimakasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan demi terlaksananya eksperimen ini.

## REFERENSI

1. T. Zubaedah dan B. Kanata, *Pemodelan Fisika Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Investigasi Keberadaan Air Tanah*, Jurnal Teknologi Elektro **7** (2008),
2. M. Abdullah, *Fisika Dasar II*, Ringkasan Materi Kuliah, Institut Teknologi Bandung (2007)
3. W.M.Telford, L.P. Geldart dan R.E. Sheriff, *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, Cambridge, (2004)
4. J. Walker, D. Halliday and R. Resnick, *Fundamental of Physics*, Wiley, USA (2014)
5. I. Moller, K.I. Sorensen dan E. Auken,
6. D. Santoso, *Pengantar Teknik Geofisika*, Penerbit ITB, Bandung (2002)
7. E. Hassan, *Geoelectrical Methods for Dummies*, Lambert Academic Publishing, Mauritius (2018)