

Interpretasi Lapisan Bawah Permukaan Tanah Menggunakan Metode Geolistrik 2-D (*Mapping*)

Vergiane Railasha ¹⁾, Syawal Satibi ²⁾, S.A. Nugroho ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: vergianerailasha.vr@gmail.com

ABSTRACT

Research was conducted at a location in Pekanbaru city. On this location has two test line at a distance from each other as far as 3 m, which for each testing line will be tested by using 2D geoelectric Wenner and dipole-dipole arrays then performed data processing by software Res2dinv. In addition, there will be handbor and laboratory testing for the soil in depth 1, 2, and 3 m to determine the soil classifications. And then, this result will be compared or matched with geoelectric result.

Generally, the geoelectric (soil resistivity) results from the both arrays is sufficient to represent the actual potention of underground conditions. That can be evidenced with have suitability result between geoelectric, handbor, and laboratory test. In this result, Wenner array gives better result than dipole-dipole array. Wenner array gives resistivity range more closer and layers of the soil are easier to interpret than dipole-dipole array.

Keywords: Resistivity, Geoelectric, Wenner, dipole-dipole

PENDAHULUAN

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan cara untuk mendeteksi aliran di permukaan bumi. Metode geolistrik memiliki banyak macam, salah satunya adalah metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas). Pengujian geolistrik ini bertujuan untuk menentukan distribusi resistivitas bawah permukaan tanah dengan melakukan pengukuran pada permukaan tanah. Pengukuran resistivitas dilakukan dengan cara mengalirkan arus kedalam tanah melalui dua elektroda arus dan mengukur beda tegangan yang dihasilkan pada dua elektroda potensial. Sehingga, resistivitas bawah permukaan dapat diperkirakan. Resistivitas tanah memiliki kaitan dengan berbagai parameter geologi, seperti mineral dan konten cairan, porositas, derajat patahan, persentase patahan yang terisi air tanah dan derajat saturasi air di batuan (Rozaq, *et al*, 2013).

Interpretasi lapisan bawah permukaan tanah sangat dibutuhkan dalam berbagai bidang keilmuan. Dengan itu dilakukan

berbagai metode survei lapisan tanah, salah satunya metode geolistrik atau resistivitas tanah. Metode geolistrik memiliki kelebihan dimana mudah dalam pelaksanaannya dan juga relatif murah. Akan tetapi, setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Oleh karena itu, untuk mengetahui sejauh mana keselarasan (konsistensi) antara hasil pengukuran geolistrik dengan konfigurasi Wenner dan dipole-dipole, maka perlu diteliti dengan lebih mendetail menggunakan pengeboran dangkal dan pengujian sifat fisik tanah di laboratorium.

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan pengukuran resistivitas semu bawah permukaan tanah dengan menggunakan konfigurasi Wenner dan dipole-dipole untuk metode 2-D (*Mapping*).
2. Mengolah data resistivitas semu bawah permukaan tanah untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya dengan menggunakan *software* RES2DINV sehingga dapat

- menginterpretasikan kondisi bawah permukaan tanah.
3. Mengetahui perbedaan hasil interpretasi tanah antara konfigurasi Wenner dan dipole-dipole dengan metode 2-D.
 4. Membandingkan hasil interpretasi lapisan bawah permukaan tanah antara metode geolistrik dengan pemboran (*boring*) dan pengujian sifat fisik tanah di laboratorium.

Metode Pengukuran Tahanan Jenis (*resistivity method*)

Pengukuran resistivitas normalnya dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui dua elektroda arus (C1 dan C2), dan pengukuran beda tegangan antara dua elektroda potensial (P1 dan P2). Besar nilai resistivitas diperoleh dari hasil kuat arus (I) dan besar tegangan (V) (Loke, 2000).

Metode resistivitas dalam prakteknya memiliki beberapa tipe susunan/konfigurasi perletakan keempat elektroda. Pemilihan konfigurasi yang terbaik untuk digunakan pada survei di lapangan tergantung pada tipe dari struktur yang akan dipetakan, sensitivitas dari alat ukur resistivitas, dan latar belakang tingkat gangguan. Di antara karakteristik dari tiap konfigurasi, yang harus diperhitungkan antara lain sensitivitas konfigurasi terhadap perubahan resistivitas vertikal dan horizontal di bawah permukaan tanah, kedalaman penyelidikan, liputan data horizontal, dan kekuatan sinyal (Loke, 2013).

Resistivitas semu (*apparent resistivity*)

Konsep dasar pengukuran hambatan jenis pada metode geolistrik adalah hukum Ohm. Dimana adanya hubungan antara tegangan (V), kuat arus (I), dan hambatan/resistensi (R), yaitu:

$$V = I \cdot R \quad (1)$$

$$\text{Sehingga diperoleh, } R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

Untuk menghitung resistivitas semu (*apparent resistivity*) dibutuhkan nilai “k”, dimana “k” merupakan faktor geometrik yang tergantung pada jenis konfigurasi dari keempat elektroda.

Nilai resistivitas semu dapat dihitung dengan rumus:

$$\rho_a = k \cdot R \quad (3)$$

Hasil resistivitas yang diperoleh dari pengukuran bukanlah nilai resistivitas sebenarnya dari lapisan bawah permukaan tanah, melainkan suatu resistivitas “semu” yang merupakan resistivitas tanah homogen yang akan memberikan nilai resistansi yang sama untuk susunan elektroda yang sama. Hubungan antara resistivitas semu dan resistivitas sebenarnya sangatlah kompleks. Untuk menentukan resistivitas sebenarnya dari bawah permukaan tanah, diperlukan penginversian hasil resistivitas semu dengan menggunakan program komputer (Loke, 2000). Salah satu program komputer yang dapat digunakan untuk memperoleh hasil resistivitas sebenarnya dari bawah permukaan adalah *software Res2dinv*.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, dilakukan pengujian di lapangan (pengujian resistivitas tanah/geolistrik dan *handbor*) dan pengujian di laboratorium. Pengujian di lapangan dilakukan di halaman kampus UR Gobah. Sedangkan untuk pengujian di laboratorium, dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Riau.

Pengeboran dangkal dilakukan hingga kedalaman 3 m pada lokasi untuk pengambilan sampel. Sampel ini kemudian diuji sifat fisiknya di laboratorium untuk dapat mengklasifikasi tanah pada kedalaman 1, 2, dan 3 m. Prosedur pengujian laboratorium berdasarkan ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

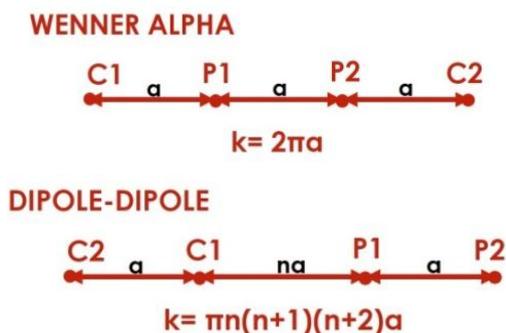
Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

1. Seperangkat alat pengujian geolistrik
2. Seperangkat alat *handbor* dan tabung pengambilan sampel tidak terganggu
3. Seperangkat peralatan laboratorium untuk pengujian sifat fisik tanah, yaitu pengujian kadar air, berat volume tanah, batas cair tanah (*Liquid Limit*), batas plastis dan indeks plastisitas tanah (*Plasticity Limit & Plasticity Index*), analisa ukuran butir – metode analisa saringan, analisa ukuran butir – metode hidrometer, dan kadar serat (untuk tanah gambut).

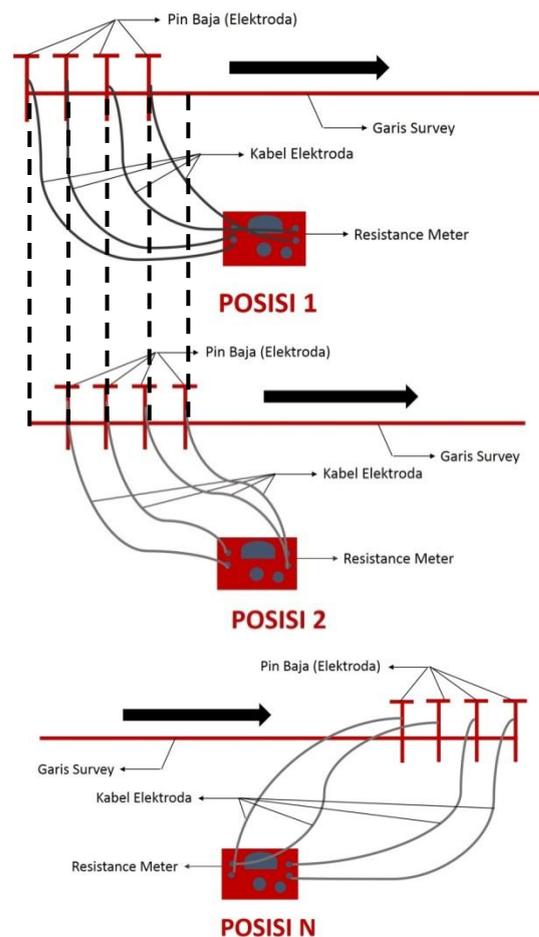
Metode Pengujian Resistivitas Tanah

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan pada lokasi dimana terdapat 2 jalur (*line*) pengujian yang saling sejajar dan berjarak tegak lurus sejauh 3 m. Pada masing-masing jalur dilakukan pengujian menggunakan 2 konfigurasi, yaitu konfigurasi Wenner dan dipole-dipole (Gambar 1). Jadi total keseluruhan hasil pengujian yang akan diperoleh untuk satu lokasi adalah sebanyak 4 interpretasi. Jarak minimum antar elektroda (*a*) yang digunakan pada ketiga konfigurasi adalah sama, yaitu 1 m.

Panjang jalur pengujian pada lokasi ini adalah kedua jalur memiliki panjang yang sama yaitu 20 m.



Gambar 1 Dua Jenis Konfigurasi Yang Digunakan dalam Pengujian Resistivitas



Gambar 2 Ilustrasi Contoh Perpindahan Posisi Elektroda

Cara perpindahan posisi elektroda untuk masing-masing konfigurasi adalah sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Akan tetapi jarak dan posisi elektrodanya saja yang berbeda disesuaikan dengan jenis konfigurasi yang digunakan seperti yang telah ditunjukkan pada Gambar 1.

Setelah pengolahan data resistivitas, *handbore*, dan pengujian laboratorium selesai sehingga dapat mengidentifikasi bawah muka tanah pada lokasi-lokasi penelitian, maka dilanjutkan dengan penganalisaan masing-masing hasil dari tiap pengujian dan lalu dilakukan perbandingan hasil. Dari hasil perbandingan tiap-tiap jenis pengujian, dilakukan analisa kembali dan membahasnya, sehingga diperoleh kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari lokasi pengujian diperoleh model statigrafi dari konfigurasi geolistrik yang digunakan. Selain itu juga diperoleh hasil pengeboran dangkal dan penelitian laboratorium yang disajikan berdasarkan lokasi sebagai berikut.

Dari hasil geolistrik yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4, jenis tanah pada lokasi ini memiliki potensi kecendrungan merupakan tanah pasir dengan gradasi buruk. Terdapat perbedaan nilai resistivitas yang juga dapat dipengaruhi oleh kerapatan partikel tanah, kadar air, unsur kimia tanah dan lain sebagainya selain resistivitas batuan atau tanah itu sendiri.

Hasil pengujian geolistrik untuk lokasi ini dari ketiga konfigurasi yang digunakan dapat dikatakan telah cukup mewakili potensi kondisi bawah permukaan tanah sebenarnya. Kesimpulan ini didukung dengan hasil *handbor* dan pengkalsifikasian tanah dari pengujian laboratorium yang juga menyimpulkan tanah pada kedalaman 1, 2, dan 3 m merupakan tanah pasir berlempung (SC) dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Konfigurasi Wenner menyajikan hasil yang lebih baik dibandingkan konfigurasi lain. Hal tersebut dapat dilihat dari kecilnya persentase tingkat kesalahan (*error*) konfigurasi Wenner dibandingkan konfigurasi dipole-dipole dengan jumlah iterasi yang sama, perbedaan lapisan tanah terlihat lebih jelas, dan selain itu juga karena range resistivitas yang diperoleh lebih rapat. Hasil ini cukup membuktikan teori sebelumnya bahwa konfigurasi wenner memiliki sinyal terkuat dibandingkan kedua konfigurasi lainnya, sehingga bisa menggunakan alat ukur dengan impedansi yang relatif lebih kecil.

Hasil yang diperoleh dari pengujian geolistrik dengan konfigurasi dipole-dipole membuktikan teori bahwa konfigurasi ini memiliki kekuatan sinyal yang lemah sehingga membutuhkan alat yang "*high impedance*" dan "*high accuracy*".

KESIMPULAN

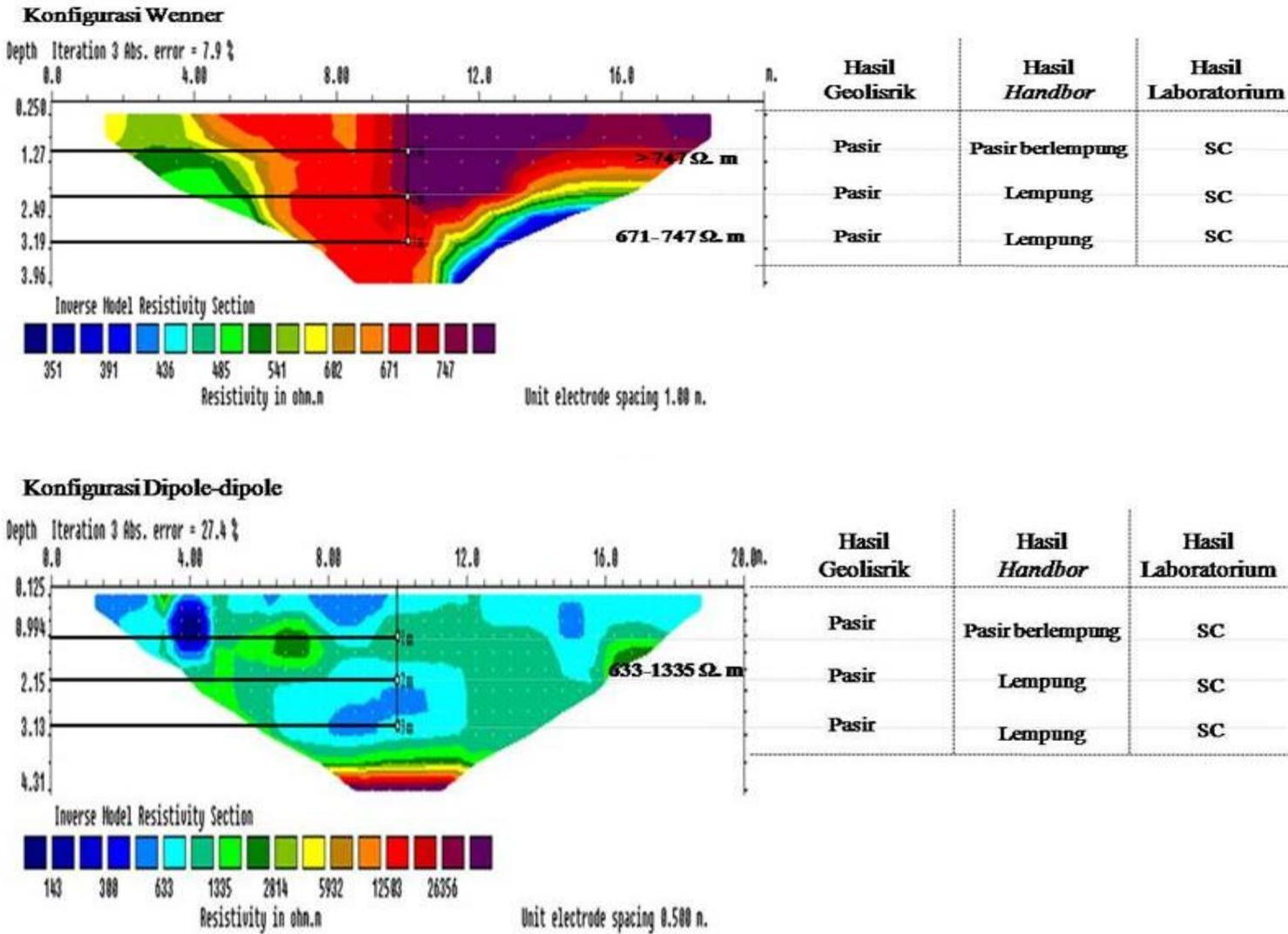
Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan mengenai interpretasi lapisan bawah permukaan tanah menggunakan metode geolistrik 2-D (*mapping*), maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Secara umum, hasil pengujian geolistrik (*soil resistivity*) dari kedua konfigurasi yang digunakan baik konfigurasi Wenner dan dipole-dipole telah cukup mewakili potensi kondisi bawah permukaan tanah sebenarnya. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan adanya kecocokan atau kemiripan hasil dari hasil geolistrik dengan hasil pemboran dan juga laboratorium.
2. Dari ketiga konfigurasi yang telah digunakan dalam pengujian geolistrik di lapangan maka dapat disimpulkan bahwa konfigurasi Wenner menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan konfigurasi dipole-dipole pada kondisi saat itu.
3. Dikarenakan rentang nilai resistivitas untuk masing-masing jenis tanah cukup besar dan sering terdapat *overlapping* antara masing-masing nilai resistivitasnya, maka pengujian geolistrik untuk pengidentifikasian jenis tanah tetap membutuhkan bantuan pengujian pengeboran.

Adapun saran yang dapat penulis berikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil geolistrik yang lebih baik, sebaiknya digunakan alat dengan impedansi dan akurasi yang tinggi.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji tentang pengaruh muka air tanah terhadap hasil geolistrik dengan menggunakan konfigurasi yang berbeda.

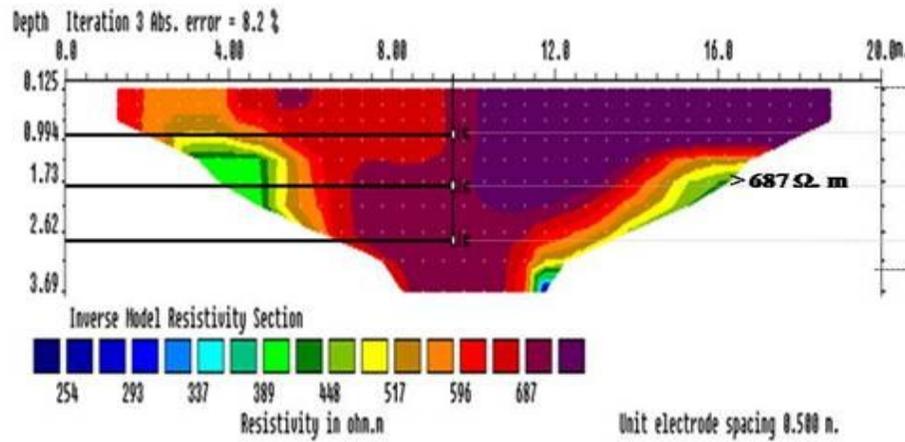
Lokasi: Halaman Kampus UR Gobah (Line 1)



Gambar 3 Hasil Pengujian Geolistrik, *Handbor*, dan Laboratorium Lokasi Halaman Kampus UR Gobah pada Line 1

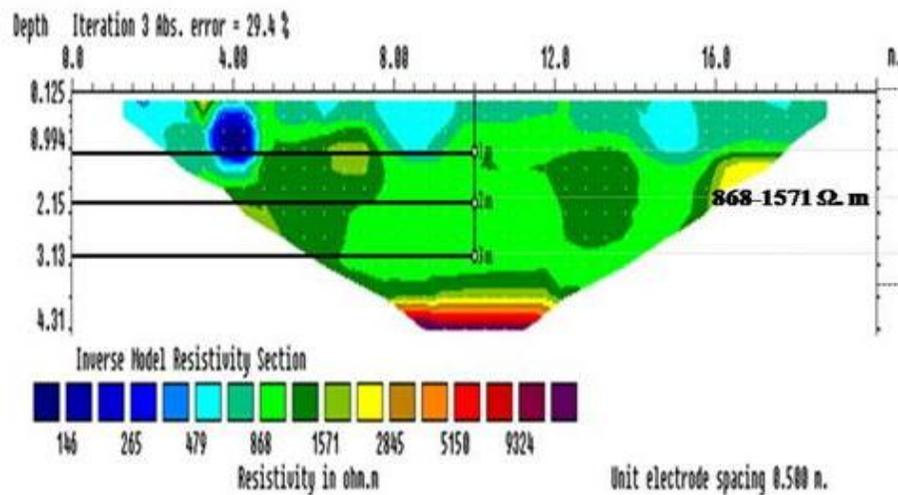
Lokasi: Halaman Kampus UR Gobah (Line 2)

Konfigurasi Wenner



Hasil Geolistrik	Hasil <i>Handbor</i>	Hasil Laboratorium
Pasir	Pasir berlempung	SC
Pasir	Lempung	SC
Pasir	Lempung	SC

Konfigurasi Dipole-dipole



Hasil Geolistrik	Hasil <i>Handbor</i>	Hasil Laboratorium
Pasir	Pasir berlempung	SC
Pasir	Lempung	SC
Pasir	Lempung	SC

Gambar 4 Hasil Pengujian Geolistrik, *Handbor*, dan Laboratorium Lokasi Halaman Kampus UR Gobah pada Line 2

DAFTAR PUSTAKA

- Asadi, A., & Huat, B.B.K. 2009. Electrical resistivity of tropical peat. <http://www.ejge.com/2009/Ppr09124/Ppr09124.pdf>, diakses 18 Nopember 2015, Pkl. 15.15 WIB.
- Geotomo Software. (2013). *Rapid 2-D resistivity & IP inversion using the least-squares method*. Penang: Geotomo Software.
- Loke, M.H. 2000. *Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies*. <http://www.goelectrical.com>, diakses pada 26 Desember 2012, Pkl. 13.57 WIB.
- Loke, M.H. 2013. Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys. <http://www.goelectrical.com>, diakses pada 13 Juli 2013, Pkl. 17.37 WIB.
- Priambodo, I.C., Purnomo, H., Rukmana, N. & Juanda. (2011). Aplikasi Metoda Geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger pada survey gerakan tanah di Bajawa, NTT. *Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi*. 6: 1-10.
- Riharfem, Z. 2008. Penentuan Resistivitas Menggunakan Geolistrik Pada Tanah Berbutir Halus dengan Variasi Kadar Air. Skripsi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia.
- Syukri, M. (2009). Comparison of geoelectric 2D Wenner Schlumberger and dipole-dipole methods in analyzing of subsurface characteristics in volcanic area. *Proceedings of The 3rd Asian Physics Symposium (APS 2009)*. Bandung, 22-23 Juli 2009.
- Wahyudianto, D.K., Rokhana, R., & Puspita, E. 2011. Rancang bangun alat ukur resistivitas tanah sebagai alat bantu mengetahui indikator kualitas tanah untuk tanaman padi. <http://repo.eepis-its.edu/id/eprint/1342>. diakses pada 18 Nopember 2014, Pkl. 15.00 WIB.