

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.EPA.02

PENGARUH MUKA AIR TANAH TERHADAP KESTABILAN JEMBATAN MENGUNAKAN METODE *ELECTRICAL RESISTIVITY TOMOGRAPHY* KONFIGURASI *DIPOLE-DIPOLE*

Budy Santoso^{1, a)}, Setianto^{2, b)}, Bambang Wijatmoko^{1, c)}, Eddy Supriyana^{1, d)}

¹Departemen Geofisika FMIPA Unpad, Jl.Raya Bandung – Sumedang Km.21, Jatinangor, Sumedang 45363

²Departemen Fisika FMIPA Unpad, Jl.Raya Bandung – Sumedang Km.21, Jatinangor, Sumedang 45363

Email: ^{a)}budi@geophys.unpad.ac.id, ^{b)}setianto@phys.unpad.ac.id, ^{c)}bmoko@geophys.unpad.ac.id,
^{d)}e.supriyana@geophys.unpad.ac.id

Abstrak

Air tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kestabilan suatu jembatan. Salah satu Metode Geofisika yang dapat mengidentifikasi adanya muka air tanah yaitu Metode *Electrical Resistivity Tomography (ERT)*. Konfigurasi pengukuran ERT menggunakan Konfigurasi *Dipole-Dipole*. Berdasarkan pengukuran ERT yang telah dikorelasikan dengan geologi setempat, diperoleh hasil sebagai berikut : tanah timbunan yang bersifat porus mempunyai nilai resistivitas : (42 – 58) Ohm.m, dibawah lapisan porus terdapat muka air tanah dengan nilai resistivitas : (24 – 30) Ohm.m pada kedalaman : (6 – 10) m, dan lapisan paling bawah merupakan lapisan kedap air diduga Batulempung dengan nilai resistivitas (40 – 100) Ohm.m. Batulempung ini bersifat kedap air (*impermeable*), akibatnya air tanah yang berada pada lapisan tersebut akan mengalir pada ketinggian yang lebih rendah dengan membawa material berupa tanah / batuan yang terdapat dilapisan tersebut, sehingga tanah / batuan dibawah jembatan tersebut menjadi tidak stabil.

Kata kunci : air tanah, dipole-dipole, ERT, resistivitas

Abstract

Ground water is one of the factors that affect the stability of a bridge. One of the Geophysical Methods that can identify the presence of groundwater is Electrical Resistivity Tomography (ERT) method. Configuration of ERT measurement using Dipole-Dipole Configuration. Based on ERT measurements that have been correlated with local geology, the following results are obtained: porous pile soil has a resistivity value : (42 – 58) Ohm.m, below the porous layer there is a water table with resistivity value: (24 – 30) Ohm.m at depth : (6 – 10) m, and the lowest layer is a impermeable layer suspected of Claystone with resistivity value : (40 - 100) Ohm.m. This claystone is impermeable, consequently the groundwater that is in the layer will flow at lower altitude by bringing the material in the form of soil / rock that is covered by the coating, so that the soil / rock under the bridge becomes unstable.

Keywords: groundwater, dipole-dipole, ERT, resistivity

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan struktur bangunan yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus karena adanya lembah, sungai, jalan tol, dan lain-lain. Lokasi penelitian merupakan jembatan yang terletak di daerah Jatinangor, Kab. Sumedang, Provinsi Jawa Barat. Suatu jembatan bisa tidak stabil jika dilokasi tersebut terdapat aliran air tanah serta struktur pondasi yang tidak tepat. Pondasi adalah bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai kedudukan bangunan serta meneruskan beban yang ada di atasnya kedalam tanah, oleh karena itu pondasi harus mampu dan kuat menahan struktur bangunan tanpa terjadinya pergeseran / perubahan pada struktur bangunan.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menginvestigasi pengaruh muka air tanah terhadap kestabilan suatu jembatan. Pengaruh muka air tanah ini dapat diketahui dengan menggunakan Metode Electrical Resistivity Tomography (ERT).

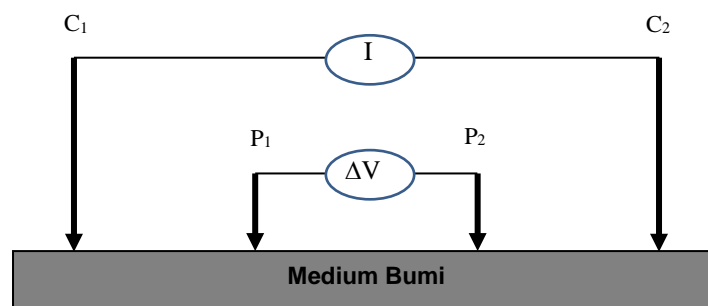
Air tanah adalah semua air yang terdapat pada lapisan pengandung air (akuifer) di bawah permukaan tanah, termasuk mata air yang muncul di permukaan tanah. Air yang berhasil meresap ke bawah tanah akan terus bergerak ke bawah sampai dia mencapai lapisan tanah atau batuan yang jarak antar butirannya sangat kecil yang tidak memungkinkan bagi air untuk melewatinya. Air yang datang kemudian akan menambah volume air yang mengisi rongga-rongga antar butiran dan akan tersimpan disana.

Permukaan air tanah disebut *water table*, sementara lapisan tanah yang terisi air tanah disebut zona saturasi air. Muka air tanah atau *water table* adalah batas antara tanah jenuh air dengan tanah tak jenuh air. Model aliran air tanah itu sendiri akan dimulai pada daerah resapan air tanah atau sering juga disebut sebagai daerah imbuhan air tanah (*recharge zone*). Daerah ini adalah wilayah dimana air yang berada di permukaan tanah baik air hujan ataupun air permukaan mengalami proses penyusupan (*infiltrasi*) secara gravitasi melalui lubang pori tanah/batuan atau celah/rekahan pada tanah/batuan.

Air tanah dapat diketahui berdasarkan nilai resistivitasnya. Air memiliki resistivitas yang lebih kecil dibandingkan dengan tanah / batuan disekitarnya, seperti lempung, tufa dan tanah timbunan. Untuk mengetahui resistivitas tanah maka digunakan Metode Geolistrik. Metode geolistrik terdapat beberapa macam, diantaranya : Metode *Vertical Electrical Sounding*, *Electrical Resistivity Tomography (ERT)*, *Induced Polarization (IP)*, self potensial, dan lain-lain. Dalam penelitian ini Metode Geolistrik yang digunakan yaitu *Electrical Resistivity Tomography (ERT)*. Dalam Metode ERT sifat aliran listrik yang dipelajari adalah resistivitas batuan. Resistivitas batuan merupakan besaran fisika yang berhubungan dengan kemampuan suatu lapisan batuan dalam menghantarkan arus listrik. Lapisan batuan yang mempunyai nilai resistivitas rendah berarti mudah menghantarkan arus listrik, sebaliknya jika lapisan batuan mempunyai nilai resistivitas tinggi berarti sulit menghantarkan arus listrik.

Cara pengukuran resistivitas dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik searah ke dalam bumi melalui dua elektroda arus (C_1 dan C_2). Selanjutnya respon beda potensial antara dua titik dipermukaan yang diakibatkan oleh aliran arus tersebut, diukur melalui dua elektroda potensial (P_1 dan P_2). Skema pengukuran resistivitas ditunjukkan pada Gambar 1.

Berdasarkan nilai arus listrik (I) yang diinjeksikan dan beda potensial (ΔV) yang ditimbulkan, besarnya resistivitas (ρ) dapat dihitung dengan persamaan rumus dibawah ini :



GAMBAR 1. Prinsip kerja metode resistivitas.

Prodi Pendidikan Fisika dan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta

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

Parameter K disebut faktor geometri. Faktor geometri merupakan besaran koreksi terhadap perbedaan letak susunan elektroda arus dan potensial.

METODE PENELITIAN

Metode Geofisika yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT). Metode ERT adalah Metode pengukuran resistivitas dipermukaan tanah / batuan dengan menggunakan banyak elektroda, agar diperoleh variasi distribusi resistivitas bawah permukaan secara lateral dan vertikal, sehingga didapatkan citra bawah permukaan [1]. Metode ERT banyak digunakan untuk eksplorasi mineral logam [2], metode ini juga dapat mencitrakan dengan baik lapisan batubara pada singkapan [3], metode ERT dapat juga digunakan untuk mengetahui muka air tanah.

Pemilihan metode ERT didasarkan atas kemampuannya dalam mencitrakan kondisi bawah permukaan secara lateral dan vertical berdasarkan nilai resistivitas, sehingga metode ini sangat tepat jika digunakan untuk mengetahui posisi muka air tanah karena metode ERT ini memiliki resolusi data yang baik.

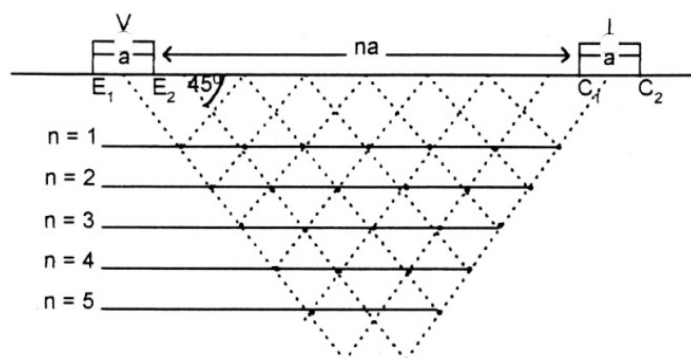
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Res & IP Meter Supersting R8*, dimana pengukurannya dilakukan secara otomatis. Dalam pengukuran ERT, panjang lintasan ERT yaitu 270 m dengan spasi antar elektroda 10 m, dan jumlah elektroda sebanyak 28 buah. Posisi lintasan ERT melintang / memotong bawah jembatan dengan tujuan untuk mengetahui jenis batuan yang terdapat dibawah jembatan serta kedalaman tiang pancang jembatan.

Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam akuisisi data ERT yaitu Konfigurasi *Dipole-Dipole*. Skema pengukuran ERT dengan menggunakan konfigurasi *Dipole-Dipole* ditunjukkan pada Gambar 2. E_1 dan E_2 pada gambar tersebut adalah pasangan elektroda potensial, C_1 dan C_2 adalah pasangan elektroda arus dengan jarak a tertentu. Faktor geometri Konfigurasi *Dipole-Dipole* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$K = n(n + 1)(n + 2)\pi a \tag{2}$$

$$\rho_s = n(n + 1)(n + 2)\pi a \frac{\Delta V}{I} \tag{3}$$

dengan ρ_s : resistivitas semu (Ohm.m), ΔV : beda potensial (V), I : arus yang diinjeksikan (A), dan a : spasi antara pasangan elektroda arus dan elektroda potensial (m).

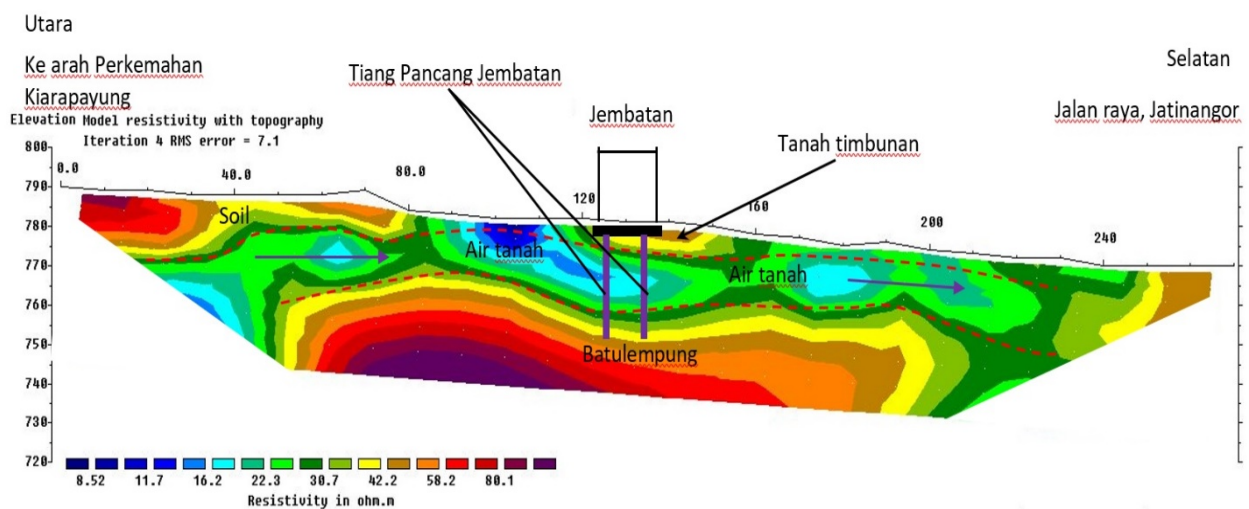


GAMBAR 2. Skema pengukuran ERT menggunakan Konfigurasi Dipole-Dipole [4]

Data mentah yang diperoleh dari hasil pengukuran ERT masih merupakan nilai resistivitas semu. Untuk memperoleh nilai resistivitas sebenarnya, maka dilakukan pengolahan data menggunakan metode inversi. Perangkat lunak inversi yang digunakan dalam pengolahan data resistivitas yaitu *Res2Dinv* [5].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sebanyak 1 Penampang ERT (Gambar 3). Penampang ERT diperoleh dari pemodelan resistivitas dengan perangkat lunak inversi *Res2Dinv* dengan *rms error* 7,1%. Resistivitas sedang dengan nilai : (42 – 58) Ohm.m diduga tanah timbunan / soil, terdapat pada lapisan yang dekat permukaan pada jarak : (120 – 150) m dan pada jarak : (0 – 80) Ohm.m. Muka air tanah (*water table*) adalah batas antara lapisan tanah jenuh air dengan lapisan tanah tak jenuh air, terdapat pada resistivitas dengan nilai : (24 – 30) Ohm.m. Lapisan dibawahnya terdapat resistivitas rendah dengan nilai : (8 – 23) Ohm.m, diduga merupakan air tanah atau zona saturasi air. Air tanah terdapat pada kedalaman : (10 – 24) m mengalir dari sebelah Utara (Perkemahan Kiarapayung) menuju selatan Jembatan (jalan raya, Jatinangor), lapisan ini merupakan zona lemah karena lapisan tanahnya tidak padat sehingga tidak stabil. Lapisan ini disebut juga zona resapan air tanah atau sering juga disebut sebagai daerah imbuhan air tanah (*recharge zone*). Daerah ini adalah wilayah dimana air yang berada di permukaan tanah baik air hujan ataupun air permukaan mengalami proses penyusupan (infiltrasi) secara gravitasi melalui lubang pori batuan pada batuan.



GAMBAR 3. Penampang ERT Lintasan 1. Air tanah : (8 – 23) Ohm.m, muka air tanah : (24 – 30) Ohm.m, tanah timbunan (42 – 58) Ohm.m, Batulempung (40 – 100) Ohm.m.

SIMPULAN

Berdasarkan pengukuran ERT maka aliran air tanah (resistivitas : 8 – 23 Ohm.m) dapat mempengaruhi kestabilan suatu jembatan. Aliran air tanah terdapat pada kedalaman : (10 – 25) m, merupakan zona lemah karena lapisan batuanannya tidak padat. Jika pondasi jembatan berada pada tanah / batuan tersebut, maka pondasi akan mengalami pergeseran / retakan karena tanah tersebut mengalami amblesan pengaruh dari aliran air tanah, untuk mencegah hal tersebut maka pondasi tiang pancang jembatan harus berada pada lapisan batuan yang stabil, yaitu Batulempung pada kedalaman > 25m. Batulempung mempunyai sifat keras, kenyal dan padat dengan nilai resistivitas : (40 – 100) Ohm.m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur DRPMI Unpad yang telah membiayai penelitian ini, serta Kepala Pusat Studi Geofisika Eksplorasi Sumber Daya Mineral dan Lingkungan Unpad yang telah mengizinkan kegiatan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Santoso,B., Wijatmoko,B., Supriyana,E., dan Harja,A., (2016). “Penentuan Resistivitas Batubara Menggunakan Metode Electrical Resistivity Tomography dan Vertical Electrical Sounding”. Jurnal Material dan Energi Indonesia., v. 6., no. 1, : 8 – 14.
- [2] Reynolds, J.M., 1998, An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, New York, John Willey and Sons, p. 418.
- [3] Wijatmoko,B., Santoso,B., Harja,A., Marlan, 2009, Pengukuran Resistivitas Pada Singkapan Batubara, Proceeding PIT HAGI ke 34.
- [4] Madden, T.R. 1976, In Mining Geophysics, Tulsa : Society of Exploration Geophysicists
- [5] Loke,M.H., 2004. Res2Dinv ver. 3.54, Rapid 2D Resistivity and IP Inversion Using the Least-Squares method, Geotomo Software, Malaysia : 11-36.

