

# PENDEKATAN INVERSI 1D UNTUK MENGURANGI EFEK GALVANIC PADA MODEL 2D MAGNETOTELLURIK DAERAH PANASBUMI DANAU RANAU

Muhammad Gunadi Arif Wibowo

Teknik Geofisika, Universitas Lampung

## Sari

Metode magnetotellurik adalah metode sounding elektromagnetik untuk mengetahui struktur tahanan jenis bawah permukaan dengan cara melakukan pengukuran pasif komponen medan listrik dan medan magnet alam yang berubah terhadap waktu. Data MT tidak begitu stabil pada lapisan dangkal karena perbedaan topografi yang mencolok yang disebut juga efek galvanik (*distorsi galvanic*). Untuk mengatasi data yang mengalami *shift* tersebut dilakukanlah koreksi statik dengan menggunakan data TDEM. Dari informasi yang penulis dapat dari pihak Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG), pada saat melakukan pengukuran di daerah Danau Ranau tidak menggunakan TDEM. Sehingga untuk menginterpretasikan titik-titik tersebut agar pemodelan sesuai dengan karakteristik sistem panasbumi yang diinginkan, maka penulis menggunakan pendekatan hasil inversi 1D untuk menghilangkan efek galvanik. Daerah *impermeable (Claycap)* ditunjukkan oleh lapisan dengan nilai resistivitas  $\leq 10$  Ohm.m dengan ketebalan 700-1000 meter.

Kata kunci : Magnetotellurik, Efek galvanik, Inversi 1D, Resistivitas, *Clay Cap*

## Abstract

Magnetotelluric method (MT) is a sounding electromagnetic method to measure the resistivity structure under surface using passive measurement electricity field component and nature magnetic field which depend on time. MT data is unstable shallow layer because of the differenceness of topography that named distorcy galvanic. To solving data which shifted, we use static correction with TDEM data. From the information the writer get from Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG), when do the measurement at Lake of Ranau without TDEM. So to interpretation that points in order to have the correct modelling with the characteristic of Geothermal system, so the writer use 1D inversion to disappear galvanic effect. Impermeable area (*Claycap*) is shown by the layer with resistivity  $\leq 10$  Ohm-m and the thickness 700-1000 meter.

Keywords : Magnetotelluric, Galvanic Effect, 1D Inversion, Resistivity, Clay Cap

## PENDAHULUAN

Sumber daya panas bumi merupakan salah satu sumber daya geologi yang potensial untuk dijadikan sebagai salah satu sumber energi alternatif bagi pemenuhan kebutuhan energi nasional. Saat ini energi panas bumi telah dimanfaatkan untuk pembangkit listrik di 24 Negara, termasuk Indonesia.

Metode Magnetotellurik (MT) merupakan salah satu metode eksplorasi geofisika yang memanfaatkan medan elektromagnetik alam. Metode ini bertujuan untuk mengetahui tahanan jenis bawah permukaan bumi dengan menggunakan pengukuran pasif komponen medan listrik (E) dan komponen medan magnet (H) alam yang berubah terhadap waktu. Variasi medan elektromagnetik alam meliputi frekuensi antara  $10^{-5}$  Hz -  $10^4$  Hz yang mampu untuk investigasi dari kedalaman beberapa puluh meter hingga ribuan meter di bawah permukaan bumi.

Data MT tidak begitu stabil pada lapisan dangkal karena perbedaan topografi yang mencolok yang disebut juga efek *galvanic (distorsi galvanic)*. Efek galvanik perlu dihilangkan, terutama pada data yang tidak disertai data TDEM. Untuk mengatasinya, maka digunakan pendekatan inversi 1D sebagai solusi pengganti TDEM

untuk mengurangi efek galvanik. Dari data MT terkoreksi inversi 1D, selanjutnya dibuat model untuk mengidentifikasi zona *claycap* pada lapangan ini.

### Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: secara umum untuk menentukan *Clay Cap* berdasarkan hasil inversi 2D Magnetotellurik yang terkoreksi oleh pendekatan inversi 1D.

## TINJAUAN GEOLOGI

Prospek panas bumi Danau Ranau yang secara geografis berada pada koordinat 380000–392000 mE dan 9462000 - 9449200 mN (zona 48S UTM) atau koordinat geografis pada  $103^{\circ}55'07''$  BT -  $4^{\circ}51'59''$  LS sampai  $104^{\circ}01'37''$  BT -  $4^{\circ}58'42''$  LS dengan luas area daratan sekitar  $127 \text{ km}^2$  dan secara administratif termasuk ke dalam dua wilayah provinsi, yaitu Provinsi Lampung dan Sumatera Selatan.

Geomorfologi daerah ini dibedakan menjadi 3 satuan yaitu satuan morfologi vulkanik tua, satuan morfologi vulkanik muda dan pedataran alluvial.

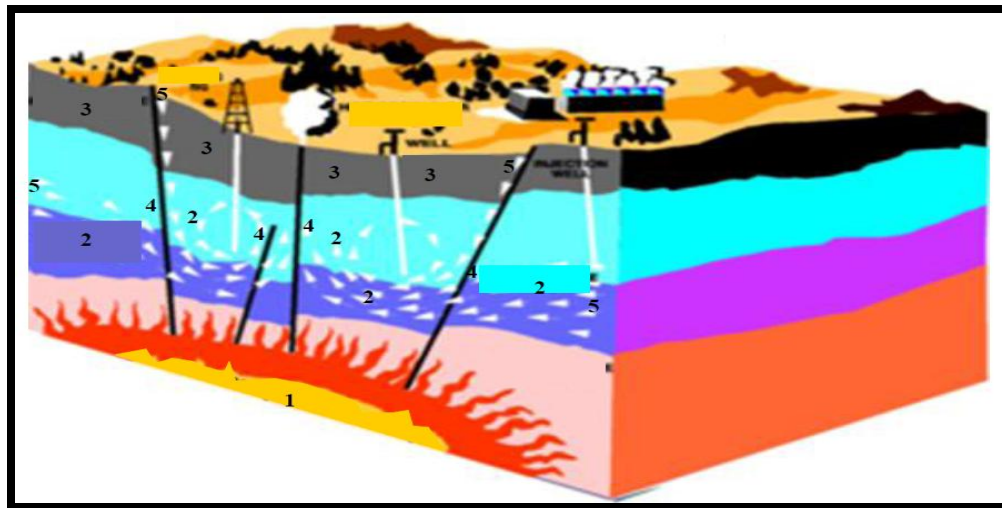
Hasil pemetaan di lapangan menunjukkan bahwa stratigrafi di daerah penelitian di kelompokkan menjadi dua belas satuan

batuan dengan urutan dari tua ke muda yaitu : Satuan Aliran Lava Vulkanik Tua (TLT), Satuan Aliran Piroklastik Ranau (QJR), Satuan aliran lava kukusan (QLK), Satuan Breksi Vulkanik Kukusan (QBvK), Satuan Breksi Laharik Kukusan (QAIK), Satuan Aliran Lava Seminung 1 (QLS-1), Satuan Breksi Laharik Seminung (QAIS), Satuan Jatuhan Piroklastik Seminung (QJS), Satuan Aliran Lava Seminung 2 (QLS-2), Satuan Aliran Lava Seminung 3 (QLS-3), Satuan Endapan Longsoran Seminung (QL), dan Endapan Alluvial (QAI).

Pada kedalaman tertentu akibat tumbukan lempengan samudra dan benua yang disebut sebagai proses Subduksi seperti diperlihatkan pada Gambar 2, suhu bumi

akan menjadi sangat tinggi sehingga batuan padat akan menjadi magma cair, disebabkan oleh suatu kondisi geologi tertentu maka magma cair akan menerobos ke permukaan dan membentuk intrusi batuan beku atau kegiatan gunung api. suhu bumi akan menjadi sangat tinggi sehingga batuan padat akan menjadi magma cair, disebabkan oleh suatu kondisi geologi tertentu maka magma cair akan menerobos ke permukaan dan membentuk intrusi batuan beku atau kegiatan gunung api.

Sistem panasbumi secara umum terdiri dari empat bagian utama, yaitu sumber panas alami (*hot rock*), suplay air, reservoir dan batuan penutup (*cap rock*) (Sunaryo, 2010).



Gambar 1. Model sistem panas bumi secara umum (dimodifikasi dari *geothermal figure* google 18 Agustus 2010), (1) sumber panas, (2) reservoir, (3) lapisan penutup, (4) patahan, (5) daerah resapan (*recharge area*) (google *geothermal*, 2010).

## DATA DAN METODA

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang terdiri dari data Magnetotellurik dengan format (.Edi) dan data *Time Domain Elektromagnetik* (TDEM). Data ini diambil oleh tim survey Nonnavigasi Seismik, Elnusa Geosains pada tahun 2010.

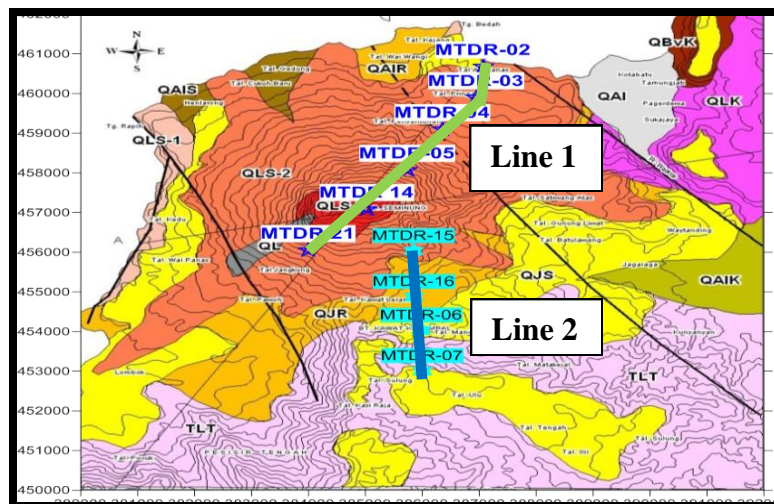
### Metode

Data dengan format (.EDI) diolah dengan menggunakan *WinGLink* kemudian dilakukan koreksi statik dengan menggunakan data TDEM dengan format (.USF) yang telah diinput ke *WinGLink*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan data terhadap 10 titik pengamatan yang tersebar pada dua

Lintasan, yaitu *Line 1* dan *Line 2*. Titik pengukuran tertinggi terletak pada ketinggian 1897 meter yaitu pada titik MTDR-14 dan untuk titik terendah terdapat titik MTDR-02 dengan ketinggian 575 meter. Masing-masing *line* memiliki 6 titik *sounding* dan 4 titik *sounding*. Adapun titik *sounding line 1* adalah MTDR-02, MTDR-03, MTDR-04, MTDR-05, MTDR-14, MTDR-21 dan *line 2* adalah MTDR-15, MTDR-16, MTDR-06, dan MTDR-07. Pada Gambar 2 Terlihat *Line 1* membentang antara Timur Laut-Barat Daya dan *Line 2* membentang antara Utara – Selatan. Jarak masing-masing titik berkisar antara 1 - 1,5 km.



Gambar 2. Peta titik ukur lintasan MT daerah panasbumi Danau ranau.

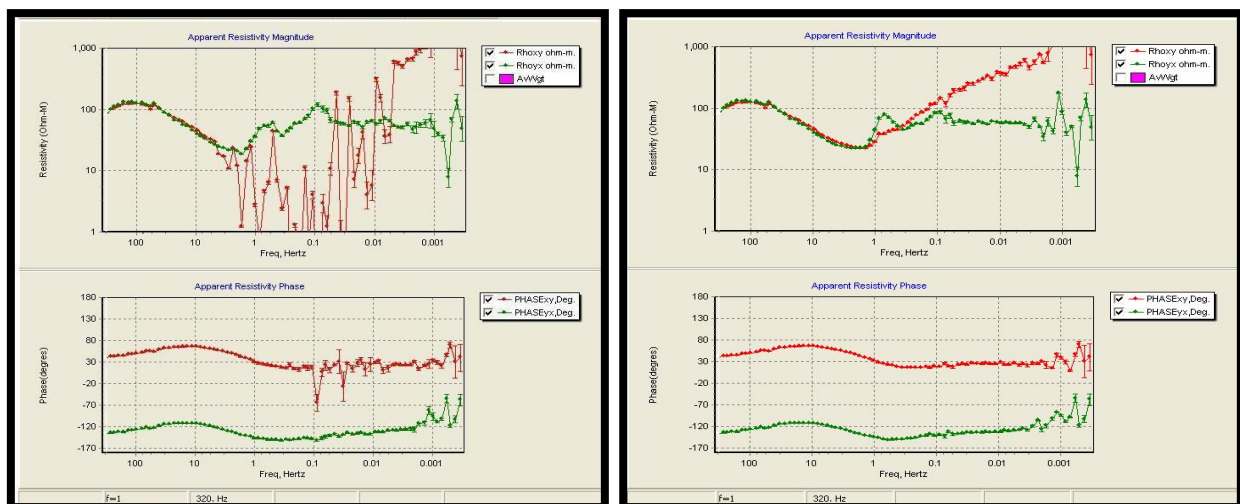
## Pengolahan 1D

Pada penelitian ini data yang diolah berupa data dengan format (.EDI) yang sebelumnya telah dilakukan pengolahan awal dengan menggunakan SSMT 2000. Data output dari SSMT 2000 berupa domain frekuensi tinggi (MTH) dan frekuensi rendah (MTL). Untuk memperbaiki data magnetotelurik (*crosspower*) yang kurang rapih (*smoothing*) dilakukan pengeditan menggunakan software *MTEditor* dari *Phoenix Geophysic Canada*. Tujuan dari proses ini adalah untuk menempatkan nilai tahanan jenis sesuai dengan *trend* yang seharusnya.

Gambar 3 menunjukkan kurva yang belum diedit dan setelah dilakukan pengeditan. Dan Untuk mengefektifkan proses pemodelan 2D, Dilakukan pembatasan frekuensi yang digunakan

sampai 0.01 Hz pada masing-masing titik pengukuran.

Karena pada frekuensi yang lebih rendah dari 0,01 Hz banyak terjadi distorsi yang disebabkan oleh *noise* alam dan juga dikarenakan pada jarak waktu yang cukup singkat, informasi data yang diperoleh pada frekuensi tersebut cukup kecil. Pembatasan juga dilakukan untuk menyesuaikan target kedalaman pada penelitian ini, yang pada umumnya sistem pemodelan *geothermal* berada pada kedalaman 1-3 Km.

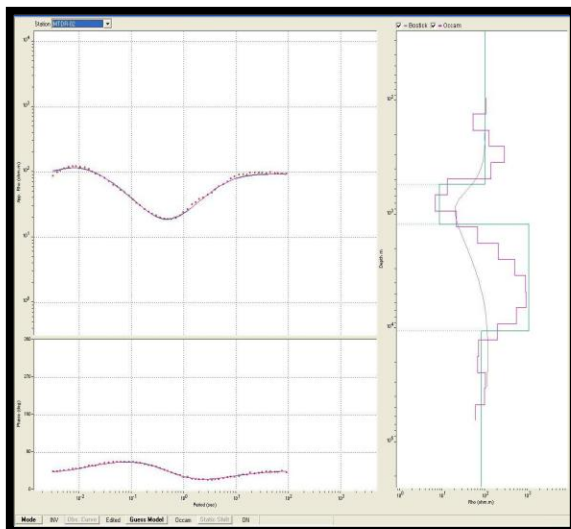


Gambar 3. Kurva *apparent resistivity* belum diedit (Kiri) dan sudah di edit (Kanan)



Gambar 4. Pembatasan 0.01 Hz pada proses MTeditor.

Metoda 1D **Bostick** (yang diperlihatkan pada gambar 5) merupakan cara yang cepat dan mudah untuk memperkirakan variasi tahanan-jenis terhadap kedalaman secara langsung dari kurva sounding tahanan-jenis semu. Namun perlu diingat bahwa metoda ini bersifat aproksimatif sehingga hanya dapat dilakukan sebagai usaha pemodelan dan interpretasi pada tahap pendahuluan.



Gambar 5. Kurva Bostick 1D.

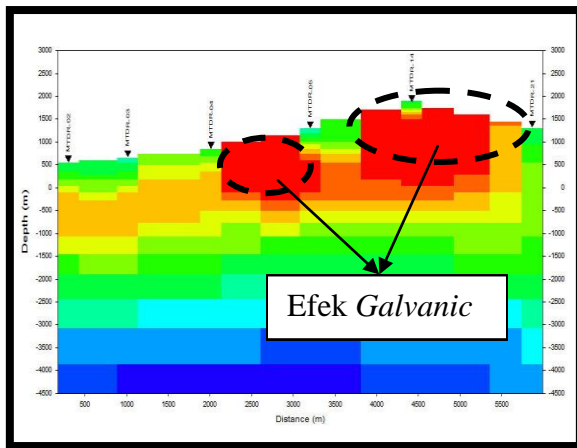
Pada gambar tersebut, bagian sebelah kiri merupakan kurva resistivitas semu dan phase terhadap periode sedangkan sebelah kanan merupakan kurva resistivitas terhadap kedalaman / *skin depth*.

## Pengolahan 2D

Untuk mendapatkan nilai tahanan jenis sebenarnya dilakukan proses pemodelan kedepan (*inverse modeling*). Proses inversi pada data MT telah banyak dibahas oleh Rodie dan Mackie (2001) dengan menggunakan algoritma inversi *non linier conjugate* atau biasa disebut NLCG, algoritma tersebut dapat membuat fungsi sehingga dapat menyelesaikan masalah pembuatan model dengan menggunakan model smoothing pada data MT terukur.

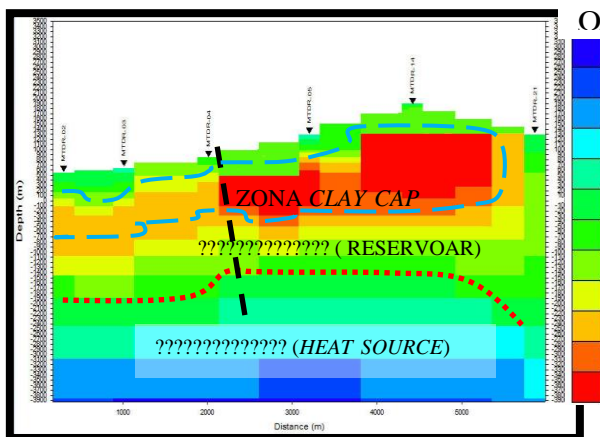
### Struktur Resistivitas *Line 1*.

Pada Gambar 6 terlihat disekitar titik MTDR-04, MTDR-05, MTDR-14, dan MTDR-21 memiliki resistivitas yang terlalu rendah pada sekitar kedalaman 500 sampai 1000 meter. Hal ini terjadi karena data MT tidak begitu stabil pada lapisan dangkal karena perbedaan topografi yang mencolok yang disebut juga karena efek galvanik.



Gambar 6. Efek galvanic model 2D *line 1*.

Untuk mengatasi data yang mengalami *shift* tersebut dilakukanlah koreksi statik dengan menggunakan pendekatan inversi 1D.

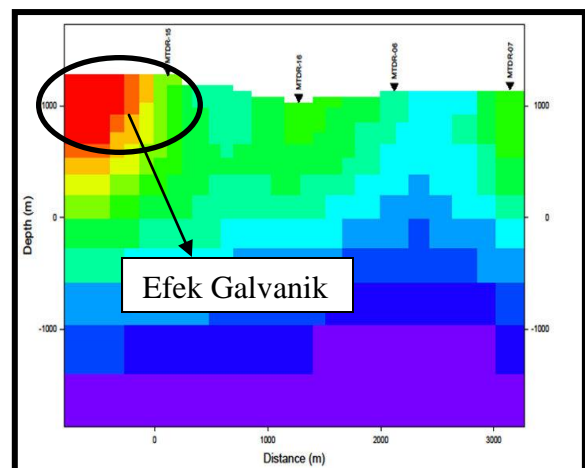


Gambar 7. Model 2D tahanan jenis *line 1* Setelah pendekatan inversi 1D

Berdasarkan ilustrasi sistem panasbumi (Anderson, 2000), maka struktur resistivitas *Line 1* dapat di interpretasikan sebagai berikut. pada resistivitas  $\pm 10 \Omega m$  (zona *clay cap*) diduga semakin menebal ke arah barat daya yaitu menuju puncak Gunung Seminung dengan kisaran kedalaman 1300 m. Batuan beku segar yang terdapat pada kedalaman  $\pm - 2000$  m diduga sebagai *heat source* (sumber panas). Zona diantara *clay cap* dan *hot rock* diduga sebagai reservoir panasbumi. Lapisan batuan dengan nilai tahanan jenis 32 hingga 352  $\Omega m$  yaitu pada kedalaman -1000 sampai -2000 m pada sepanjang lintasan pengukuran.

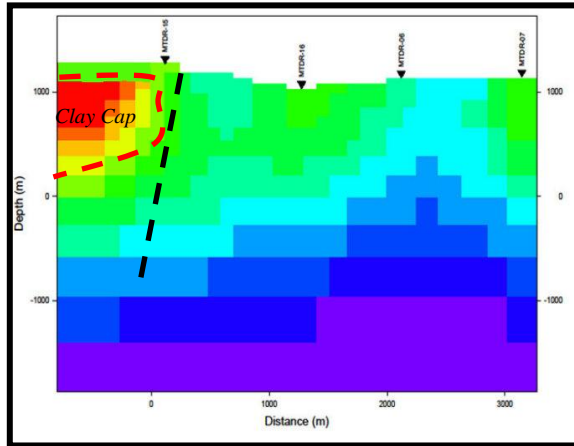
### Struktur Resistivitas *Line 2*.

Pada Gambar 8 terlihat disekitar titik MTDR-15, memiliki resistivitas yang terlalu rendah di sekitar kedalaman  $\pm 1000$  meter. Hal ini terjadi karena perbedaan topografi yang mencolok yang disebut juga karena efek galvanic.



Gambar 8. Efek galvanic model 2D *line 2*.

Untuk mengatasi data yang mengalami *shift* tersebut dilakukanlah koreksi statik dengan menggunakan pendekatan inversi 1D.



Gambar 9. Model tahanan jenis setelah di analisis inversi 1D.

batuan penutup ini diperkirakan berada pada kedalaman antara 1300 sampai -1000 meter dengan ketebalan 800-1000 meter. Sedangkan untuk puncak reservoir diperkirakan berada di bawah batuan penutup pada kedalaman lebih dari 2000 meter dari puncak Gunung Seminung. Untuk hasil *line 2* diduga terdapat efek galvanik sampai kedalaman 400 meter. Batuan penutup diperkirakan berada pada kedalaman 1000-300 m di bawah permukaan bumi dengan ketebalan  $\pm 700$  m.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Data MT tidak begitu stabil pada lapisan dangkal karena perbedaan topografi yang mencolok yang disebut juga karena efek galvanik (*distorsi galvanic*) dan juga aktivitas permukaan baik dari aktivitas manusia maupun benda yang mempengaruhi gelombang elektromagnetik pada permukaan. Pendekatan 1D dapat digunakan untuk melakukan pendugaan batas atas *Clay Cap* yang *error* akibat efek topografi.
2. Berdasarkan hasil analisis komponen panasbumi (*caprock* dan *reservoir*) terhadap nilai resistivitas pada hasil pemodelan inversi 2D magnetotellurik diinterpretasikan bahwa:
  - a. Daerah *impermeable* (*Claycap*) ditunjukkan oleh lapisan dengan nilai resistivitas  $\leq 10$  Ohm.m dengan ketebalan 700-1000 meter.
  - b. Untuk daerah *permeable* (*reservoir*) ditunjukkan oleh lapisan dengan nilai resistivitas  $\leq 10$  s.d 60 Ohm.m pada kedalaman lebih dari 1000 meter.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada orangtua yang selalu mendoakan, kepada dosen



pembimbing skripsi dan penguji yang telah meluangkan waktu membimbing selama penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2004. *Penyelidikan Terpadu Geologi, Geokimia, Geofisika Daerah Panasbumi Danau Ranau Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung Dan Kabupaten OKU Selatan, Sumatera Selatan*. Tim Survey Terpadu Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Cagniard, L.1953. *Basic Theory Of The Magneto-Telluric Method Of Geophysical Prospecting*. Chemistry Division, DSIR, Private Bag. New Zealand.
- Grandis, Hendra,. 2010. *Metode Magnetotelurik*. Diktat Kuliah Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hochstein, M.P. dan Browne, P.R.L. 2000. *Surface Manifestation of Geothermal Systems with Volcanic Heat Sources, In Encyclopedia of Volcanoes*, H. Sigurdsson, B.F.. Houghton, S.R., McNutt, H., Rymer dan J. Stix (eds.), Academic Press.
- Johnston, J.M.,Pellerin,L., dan Hohmann, G.W. 1992. Evaluation of Electromagnetic Methods for Geothermal Reservoir Detection. *Geothermal Resources Council Transactions*, vol.16, Pp.241 – 245.
- Pellerin, L. Hohmann, G.W. 1990. *Transient electromagnetic inversion: A remedy for magnetotelluric static shifts*. *Geophysics*, **55**, 1242 - 1250.
- Rodi,W dan Mackie, R 2001. *Magnetotelluric Inversion*. Earth Resources Laboratory : San Francisco
- Setyawan, A. 2005. *Estimasi Pola Penyebaran Resistivitas Di Bawah Permukaan Dengan Metode CSAMT*. *BerkalaFisika*. 8. (2). 33-36.
- Simmons, S.F. 1998. *Geochemistry Lecture Notes*. Geothermal Institute. University of Auckland.

- Simpson, F. dan Bahr, K. 2005. *Practical Magnetotellurics*. Cambridge University Press.
- Suharno. 2010. *Pengembangan Prospek Panasbumi*. Universitas Lampung.
- Sunaryo. 2010. *Analisis Struktur Dan Reservoir Sistem Panasbumi Ulubelu Berdasarkan Pemodelan Anomali Bouguer*. Universitas Lampung.
- Telford, W.M. Et Al, 1982. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Tikhonov. 1950. *On Determining Electrical Characteristics Of The Deep Layers Of The Earth's Crust*. Geophysical Institute Academy of Science: USSR
- Ushher, G., Harvey, C., Jhonstone, R., and Anderson, E. 2000. *Understanding the Resistivities Observed in geothermal System. Proceeding World Geothermal Congress, Kyusu-Tohoku, Japan*.
- Widodo, Sri. 2009. *Evaluasi Potensi Panasbumi Daerah Danau Ranau Wilayah Kabupaten Lampung Barat-Provinsi Lampung Dan Kabupaten OKU Selatan-Provinsi Sumatera Selatan*. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Wuryantoro. 2007. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan jenis Untuk Menentukan Letak Dan Kedalaman Aquifer Air Tanah*. Skripsi Pada Program studi Fisika UNNES : Semarang.
- Vozoff, K. 1991. The magnetotelluric method, in *Electromagnetic methods in applied geophysics, Vol. 2 Application*. M.N. Nabighian, SEG Publishing.
- Sumber Lain :
- [http:// geoexplore-energy.blogspot.com/2008/08/tab-el-nilai-resistivitas-material.html?m=1](http://geoexplore-energy.blogspot.com/2008/08/tab-el-nilai-resistivitas-material.html?m=1).