

**PENERAPAN KOREKSI STATIK *TIME DOMAIN ELEKTROMAGNETIK* (TDEM)
PADA DATA MAGNETOTELLURIK (MT) UNTUK PEMODELAN RESISTIVITAS
LAPANGAN PANAS BUMI “SS”**

Putri Hardini¹, Dr. Ahmad Zaenudin, M.T¹., Royo Handoyo²

¹Teknik Geofisika Universitas Lampung dan ²ELNUSA GEOSAINS

Sari

Metode magnetotellurik (MT) merupakan metode elektromagnetik pasif yang memiliki jangkauan kedalaman yang lebih dalam dari metode geofisika lainnya. Hasil pengukuran magnetotellurik mengalami pergeseran statik akibat perbedaan topografi dan heterogenitas lapisan permukaan, sehingga perlu dilakukan koreksi statik *Time Domain Electromagnetic* (TDEM). TDEM merupakan metode elektromagnetik aktif yang akurat untuk lapisan dangkal. Hasil pengolahan koreksi statik pada semua lintasan daerah penelitian memiliki persebaran nilai resistivitas yang lebih akurat. Perkiraan lapisan penudung (*claycap*) terlihat jelas pada lintasan ke-3 disekitar titik MT-19 dan MT-18 dengan nilai resistivitas $< 10 \text{ ohm.m}$ dan pada kedalaman 1000 meter msl.

Kata kunci: Magnetotellurik, TDEM, *Claycap*, Resistivitas.

Abstract

Magnetotelluric method is a passive electromagnetic method which has a range of depths deeper than other geophysical methods. Measurement result magnetotelluric is due static shift in difference topography and has heterogeneity of the surface layer, so that involves to be corrected static Time Domain Electromagnetic (TDEM). TDEM an active elektromagnetic method that accurate for shallow layers. Processing result by static correction in all research areas has a distribution of resistivity value that is more accurate. Estimation of cap layer (*claycap*) clearly visible in the line 3 around the point MT-19 and MT-18 with resistivity value $< 10 \text{ ohm.m}$ and at depth 1000 meters from mean sea level (msl).

Keywords: Magnetotellurics, TDEM, *Claycap*, Resistivity

PENDAHULUAN

Panas bumi merupakan suatu energi yang terkandung dalam batuan panas dan cairan yang mengisi pori - pori patahan dalam kerak bumi. Untuk memanfaatkan potensi panas bumi sebagai energi yang *renewable* maka dilakukan eksplorasi geofisika dengan tujuan penyelidikan daerah prospek dan potensi sumber daya yang terkandung pada daerah panas bumi. Eksplorasi tersebut dilakukan dalam tahapan-tahapan sehingga diperoleh data yang akurat.

Salah satu metode yang digunakan adalah metode *magnetotellurik* (MT) yang dapat menembus kedalaman puluhan meter sampai ribuan meter. Metode ini memanfaatkan gelombang elektromagnetik alam. Dalam prosesnya metode ini bekerja sama dengan metode *inversi* dan *forward* dalam penggambaran model panas bumi dan untuk mengetahui distribusi *resistivitas* dari area prospek panas bumi yang diteliti.

Karena adanya *heterogenitas* dekat permukaan dan topografi di sekitar titik pengamatan dapat menyebabkan adanya efek statik atau *static shift* pada data magnetotellurik (MT). Manifestasi efek statik tersebut berupa pergeseran vertikal-kurva resistivitas semu secara serba sama

pada semua interval frekuensi atau periode. Koreksi efek statik pada data MT dapat dilakukan melalui pemodelan, khususnya efek statik yang disebabkan oleh faktor topografi (Chouteau & Bouchard, 1988). Koreksi statik dilakukan dengan pengamatan data *Time domain Electromagnetic* (TDEM) pada titik yang sama untuk mengoreksi data MT yang mengalami efek statik.

Dengan koreksi statik diharapkan data MT akan lebih akurat baik secara horizontal maupun vertikal. Dari data MT terkoreksi TDEM, selanjutnya dibuat model untuk mengidentifikasi zona *claycap* pada lapangan ini.

Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Penerapan koreksi statik (TDEM) pada pemodelan data MT untuk mendapatkan model resistivitas 2 dimensi secara vertikal maupun horizontal.
2. Pemodelan resistivitas untuk deliniasi zona *claycap* pada lapangan “SS”.

TINJAUAN GEOLOGI

Sejarah tektonik Pulau Sumatra berhubungan erat dengan dimulainya peristiwa pertumbukan antara Lempeng India - Australia dan Asia Tenggara, sekitar 45,6 juta tahun yang lalu, yang mengakibatkan rangkaian perubahan

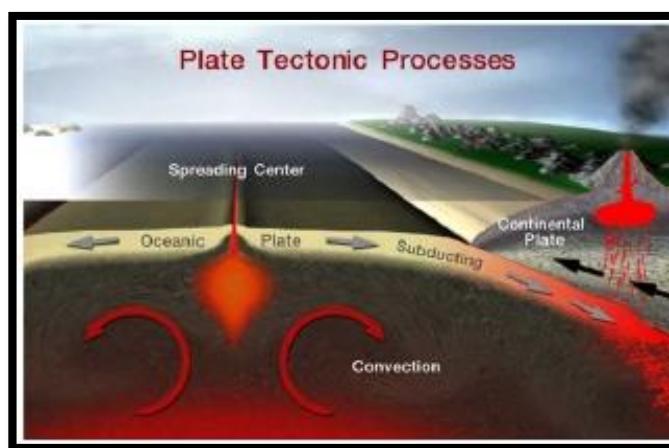
sistematis dari pergerakan relatif lempeng-lempeng disertai dengan perubahan kecepatan relatif antar lempengnya berikut kegiatan ekstrusi yang terjadi padanya dapat dilihat pada Gambar 1. Gerak Lempeng

Perbedaan kedalaman subduksi antara Pulau Sumatera dengan Pulau Jawa -Nusatenggara menyebabkan jenis magma -yang dihasilkan Pada kedalaman yang lebih besar seperti di pulau Jawa, magma yang dihasilkan lebih bersifat basa dan lebih cair dengan kandungan gas magmatik yang lebih tinggi sehingga menghasilkan erupsi gunung api yang lebih kuat yang menghasilkan – endapan vulkanik yang lebih tebal dan terhampar luas. Oleh karena itu, reservoir di

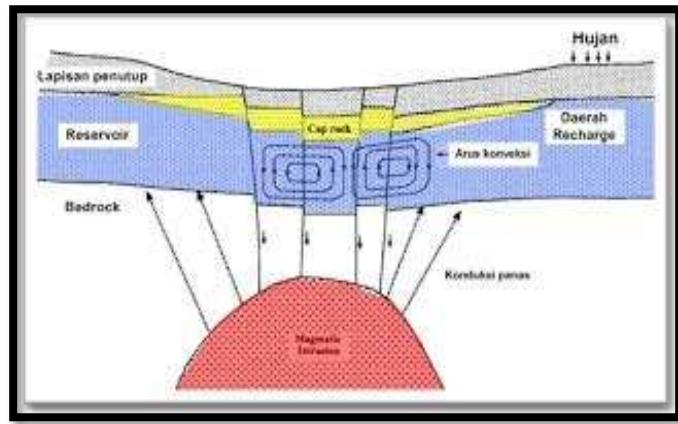
India - Australia yang semula mempunyai kecepatan 86 milimeter/tahun menurun menjadui 40 milimeter/tahun karena terjadi proses tumbukan tersebut (Char-shin Liu et al, 1983 dalam Natawidjaja, 1994).

Pulau Jawa umumnya terletak pada bagian yang lebih dalam dan menempati batuan vulkanik.

Sedangkan sistem panas bumi di Sumatera memiliki magma yang bersifat lebih asam dan lebih kental yang berkaitan dengan kegiatan gunung api *andesitik-riolitis*. Dan reservoir panas bumi terdapat pada batuan sedimen dan ditemukan pada kedalaman yang lebih dangkal.



Gambar 1. Proses tektonik (Anonymuos, 2006).



Gambar 2. Sistem panas bumi (Anonymous, 2006).

Sistem panas bumi tersusun oleh beberapa parameter seperti, sumber panas (*heat source*), reservoir, batuan penudung, sumber fluida dan siklus hidrologi yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Sistem panas bumi dikontrol oleh adanya (Suharno, 2010):

1. Sumber panas (*heat source*) berupa plutonik,
2. Batuan berporos atau reservoir tempat uap panas terjebak didalamnya
3. Lapisan penutup, biasanya berupa batu lempung,
4. Keberadaan struktur geologi (patahan, perlipatan, *collapse*, rekahan dan ketidakselarasan),
5. Daerah resapan air atau aliran air bawah permukaan (*recharge area*)

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 21 titik pengamatan yang tersebar pada tiga lintasan,

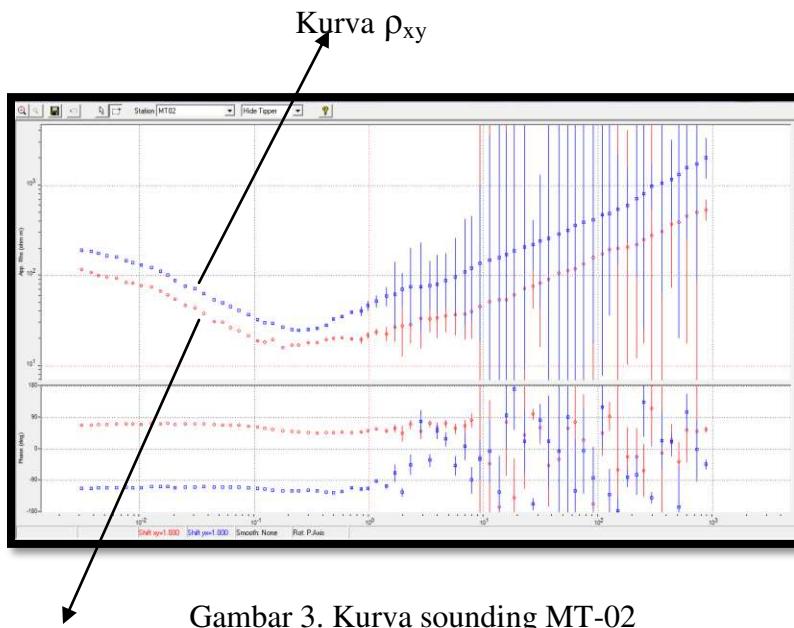
yaitu Lintasan 1, Lintasan 2 dan Lintasan 3, yang membentang antara Timur Laut - Barat Daya. Kondisi geologi daerah ini berupa pegunungan dengan lintasan 1 (*Line 1*) terdiri dari 8 titik MT yang pengukurnya di mulai dari MT-01 s.d MT-08, *line 2* memiliki 7 titik pengukuran dan *line 3* dengan 6 titik pengukuran. Jarak masing-masing titik berkisar antara 1,5 km.

Diperlihatkan pada Gambar 3 yang melampirkan satu titik MT yang mengalami pergeseran statik, yaitu MT02.

Dari kurva tersebut tampak kurva ρ_{xy} (merah) dan kurva ρ_{yx} (biru) mengalami *shift* (pergeseran). Hal ini terjadi karena data MT tidak begitu stabil pada lapisan dangkal karena perbedaan topografi yang mencolok yang disebut juga karena efek *galvanic* (*distorsi galvanic*).

Pergeseran vertikal kurva *sounding* MT pada skala logaritmik ekivalen dengan perkalian harga resistivitas-semu dengan suatu konstanta $k > 1$ (pergeseran ke atas) atau $k < 1$ (pergeseran ke bawah). Pemodelan 1-D kurva *sounding* MT yang mengalami pergeseran vertikal sebesar k menghasilkan model 1D yang merupakan kelipatan k dan $k^{1/2}$ masing-masing untuk resistivitas dan ketebalan yang sebenarnya (Sternberg dkk., 1988; Hendro & Grandis, 1996).

Salah satu contoh titik dapat dilihat pada Gambar 13 yang memperlihatkan kurva *sounding* yang telah dikoreksi dengan menggeser kedua kurva resistivitas - sehingga berhimpit dengan kurva TDEM yang disebut dengan proses pengikatan.



Gambar 3. Kurva sounding MT-02

Kurva ρ_{xy}

Dari pengolahan data yang dilakukan, dihasilkan model 2D yang memakai koreksi dan yang telah dikoreksi ditampilkan pada

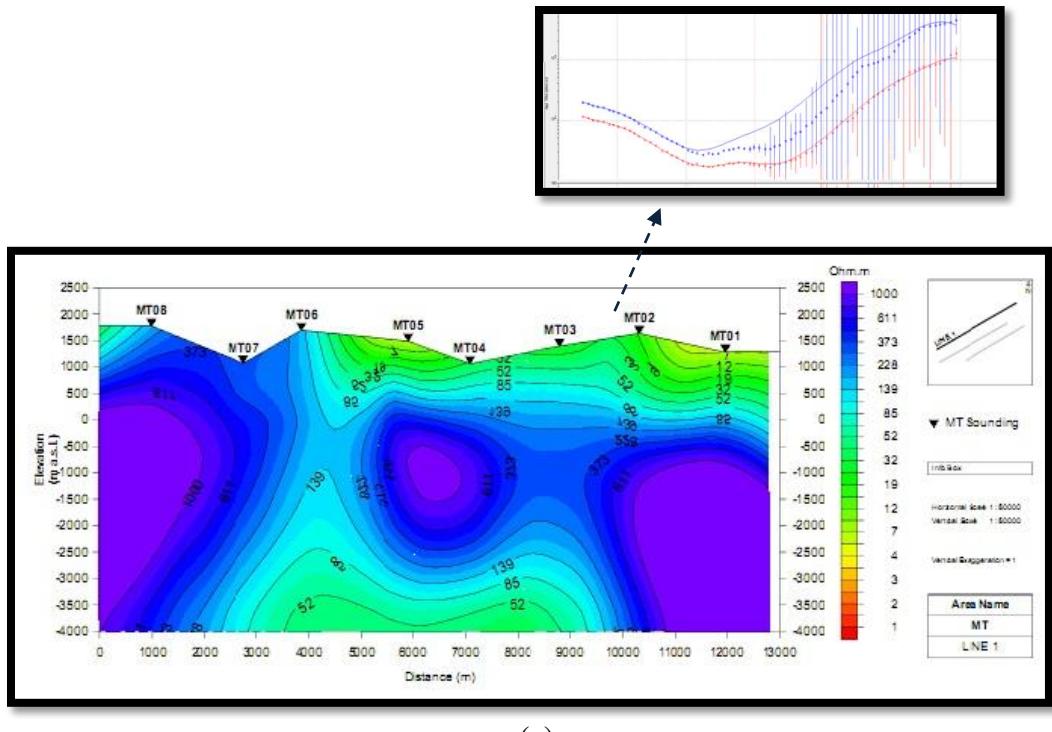
Pada Gambar 7a merupakan model 2D yang tidak dikoreksi statik. Pola dari nilai resistivitas rendah hanya terlihat sedikit dan tipis dari titik MT-01 sampai MT-05, sedangkan pada MT-06 sampai MT-08 hampir semua titik memiliki nilai yang diindikasikan sebagai lapisan resistif (resistivitas tinggi), sehingga hampir pada semua titik didominasi oleh resistivitas yang tinggi yang ditandai dengan warna kebiruan. Hal ini menandakan pemusatan satu nilai resistivitas saja hampir pada setiap lapisan seperti telah dijelaskan pada pembahasan model satu dimensi dibagian sebelumnya. Sedangkan Gambar 4b merupakan model 2D yang telah terkoreksi statik. Model inilah nantinya dapat diinterpretasi untuk mendapatkan analisis data yang baik untuk pencitraan bawah permukaan.

Kedua model diatas sangat kontras berbeda karena pergeseran kurva *sounding* yang cukup jauh. Sama halnya dengan *Line 2* dan *Line 3* juga memiliki hasil yang sama dan memiliki perbedaan kontras resistivitas yang sangat berbeda tetapi dengan pola yang mengarah pada nilai yang sama.

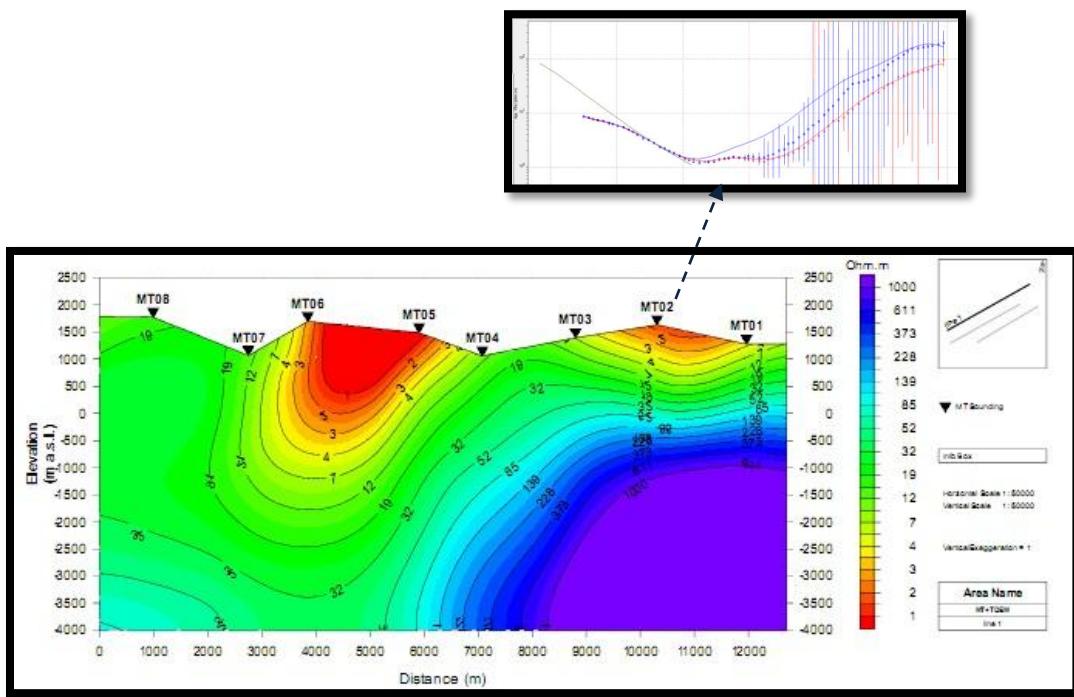
Salah satu titik yang dibahas sebelumnya yaitu titik MT-02 dapat diperhatikan pada model tanpa TDEM memiliki nilai yang sama pada lapisan permukaan. Seperti halnya yang telah dibahas pada bagian 1D tadi yang menjadi penyebab model memiliki persebaran nilai resistivitas yang tinggi.

Semua titik MT mengalami pergeseran statik yang disebabkan oleh perbedaan topografi antara satu titik dengan titik lainnya. Oleh karena pengaruh inilah yang menjadi dasar dilakukan koreksi TDEM, dan model tersebut yang akan diinterpretasi pada pembahasan penelitian ini. Selanjutnya akan dibahas ketiga model 2D yang terkoreksi TDEM yang ditunjukkan oleh Gambar 4.

Pada Gambar 5 (a, b dan c) terlihat tiga zona kontras dari gambar tersebut, yaitu zona dengan nilai resistivitas rendah yang ditandai dengan warna merah memiliki rentang nilai resistivitas 1 s.d 10 ohm-m pada elevasi yang relatif dangkal yaitu berkisar antara 500 m s.d 1000 m. Zona ini disebut juga dengan zona konduktif. Kemungkinan pada lapisan dangkal ini merupakan batuan yang memiliki nilai konduktivitas besar.

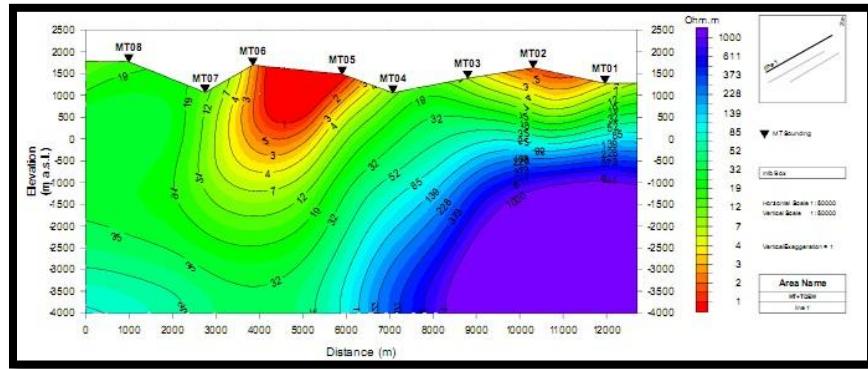


(a)

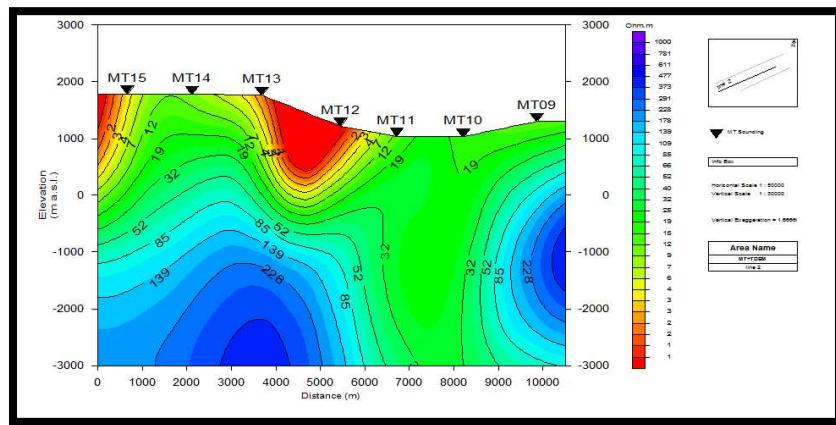


(b)

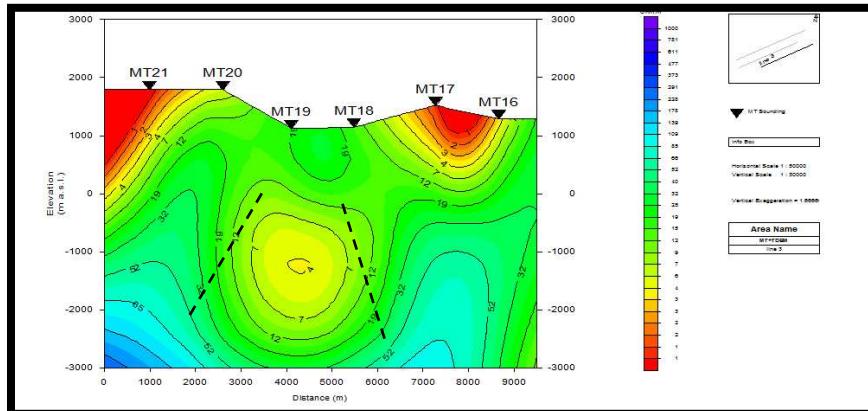
Gambar 4. Model 2 Line 1 (a) tanpa Koreksi TDEM ; (b) dengan Koreksi TDEM



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Model 2D (a) Line 1 ; (b) Line 2; (c) Line 3

Zona yang memiliki nilai resistivitas sedang yang ditandai dengan warna kehijauan memiliki rentang nilai 12 s.d 100 ohm-m, pada umumnya tersebar pada elevasi 1000 s.d -1000 m dengan ketebalan yang bervariatif. Ketebalan zona ini sangat bervariasi bahkan ada yang muncul pada permukaan. Zona tersebut merupakan zona resistivitas sedang.

Zona terakhir adalah zona yang memiliki nilai resistivitas tinggi, biasanya disebut dengan lapisan resistif yang ditandai dengan warna kebiruan, memiliki nilai resistivitas berkisar dari >100 ohm-m. Zona ini tersebar pada elevasi dibawah 2000 m yang merupakan zona batuan sumber (*source rock*).

Namun pada ketiga model ini, nilai resistivitas pada setiap *line* dan setiap titik tidak tersebar secara merata. Berdasarkan kriteria panas bumi daerah Sumatera, zona *claycap* memiliki resistivitas yang rendah dengan kedalaman dangkal yaitu ± 1000 meter, maka model yang mengindikasikan zona *clay* itu adalah pada model 2D line 3, dimana daerah yang di duga “dome” diindikasikan sebagai *claycap*, yang berada pada kedalaman antara 1000 m sampai 1500 m.

KESIMPULAN

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

1. Dari data terukur yang didapat, hampir semua kurva *sounding* (tiap titik pengukuran) mengalami pergeseran statik sehingga diperlukan koreksi TDEM agar model yang dihasilkan optimal.
2. Dari pengolahan data didapatkan 3 model 2D area penelitian. Model perlapisan dibagi dalam tiga zona, yaitu zona dengan nilai resistivitas rendah (zona konduktif) dengan nilai 1-10 ohm-m tersebar pada kedalaman kurang dari 1 km, zona dengan nilai resistivitas sedang 10 s.d 100 ohm-m tersebar pada kedalaman lebih dari 1 km, dan zona dengan nilai resistivitas tinggi (zona resistif) > 100 ohm-m berada pada kedalaman lebih dari 2 km yang merupakan batuan sumber.
3. Zona *claycap* (zona konduktif) diduga berada pada kedalaman 1000 m sampai 1500 m dengan nilai resistivitas berkisar < 10 ohm-m.

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

Grandis, H. 2010. *Study Efek Statik Pada Data Magnetotellurik dengan Menggunakan Pemodelan 2D*. ITB: Bandung.

Hendro, A.L. dan Grandis, H. 1996. *Koreksi Efek Statik Pada Data Magnetotellurik Menggunakan Data Elektromagnetik Transien*. Proceedings Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, Jakarta.

Saptadji, N. 2010. *Teknik Panas Bumi*. Bandung.

Suharno. 2010. *Pengembangan Prospek Panas Bumi*. Universitas Lampung: Bandar Lampung.

<http://Sekilas-Tentang-Panas-Bumi.html>, diakses tanggal 20 November 2012.

<http://geologi/geologi-sumatera.html>, diakses tanggal 20 November 2012.

<http://taman.blogspot.com/2006/10/30/bagi-an-dari-bumi/trackback/>, diakses tanggal 15 Sepetember 2012.

<http://geoful.wordpress.com/panas-bumi/html>, diakses tanggal 21 November 2012.