

## Analisis Reservoir Daerah Potensi Panasbumi Gunung Rajabasa Kalianda dengan Metode Tahanan Jenis dan Geotermometer

### *Geothermal Reservoir Analysis of Mount Rajabasa Kalianda Potency Area using Resistivity Method and Geotermometer*

Nandi Haerudin, Vina Jaya Pardede, Syamsurijal Rasimeng  
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung

#### ABSTRACT

A research has been done to determine geothermal reservoir boundaries of Mount Rajabasa by using 1D sounding and mapping resistivity method. The mapping acquisition data was done by means of Schlumberger configuration for  $AB/2 = 150$  m,  $AB/2 = 300$  m,  $AB/2 = 450$  m and  $AB/2 = 600$  m, next the data was correlated with 1D sounding data at 3-2 line and 3-4 line. Geothermal reservoir was found with depth  $\leq 450$  m with resistivity value is  $35 \Omega$  m. The reservoir has been estimated as sandstone tuff which lay in Lampung formation. From 1D sounding correlated at line 3-2 and 3-4 are indicated existing fluid flowed at 20 m under surface. Geothermal reservoir of Mount Rajabasa has temperature  $212.08^\circ\text{C}$  and potency of energy is  $12.5$  MW/Km<sup>2</sup>. it classified as medium temperature.

Keywords: Geothermal., reservoir, resistivity,

#### PENDAHULUAN

Kegiatan vulkanik dari gunung berapi yang mengitari wilayah Indonesia menghasilkan energi panas bumi yang sangat berlimpah. Energi panasbumi dapat digunakan sebagai pengganti tenaga listrik yang menggunakan bahan bakar minyak sehingga dapat dijadikan sumber energi alternatif untuk menghemat cadangan minyak nasional.

Propinsi Lampung merupakan salah satu daerah di Indonesia yang menyimpan potensi panasbumi yang cukup banyak, dan yang paling terkenal adalah panasbumi Ulubelu di Tanggamus yang sudah dieksplorasi. Sedangkan tempat lain yang juga memiliki potensi panasbumi dan belum dilakukan eksplorasi adalah potensi panasbumi di Gunung Rajabasa.

Di daerah Gunung Rajabasa terdapat empat lokasi manifestasi panas bumi yaitu daerah manifestasi belerang kering, Kecapi, Gunung Kunjir dan Gunung Botak. Untuk menggali potensi panasbumi di daerah tersebut, perlu dilakukan penelitian pendahuluan dengan menggunakan metode survei geofisika, salah satunya adalah metode magnetik yang dilakukan tahun 2006. Dari penelitian dengan metode magnetik didapatkan daerah yang dicurigai sebagai sumber geothermal yaitu daerah manifestasi belerang kering dan kecapi (Karyanto 2006).

Berdasarkan hasil magnetik tadi, dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode geolistrik metode Slumberger di daerah yang diduga agar gambaran lapisan bawah permukaan bumi yang lebih detail dimana pola aliran fluida didapatkan (Haerudin *et al.* 2008) dan diharapkan batas-batas reservoir bisa ditafsirkan.

Penerapan metode geolistrik telah banyak dilakukan seperti di Kabupaten Bantul dan Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada kedua daerah tersebut ditemui keberadaan manifestasi permukaan berupa mata air panas (Hidayati 2004).

Manifestasi *thermal* juga terdapat di daerah Pulu, Pakuli dan sekitarnya. Pada umumnya mata air panas di daerah ini termasuk ke dalam tipe air panas bikarbonat (Hadian *et al.* 2006). Metode geolistrik juga dapat digunakan untuk menentukan sebaran dan pola pengaliran air tanah (Bakrun *et al.* 2003) di Kecamatan Batuceper dan Kecamatan Benda, Kota Tangerang yang merupakan Cekungan Jakarta bagian Barat (Bakrun *et al.* 2003) dan menentukan lokasi pusat pengolahan limbah bahan beracun di Bekasi.

Penyelidikan geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Schlumberger biasa dilakukan sebagai salah satu metode yang diterapkan pada penyelidikan terpadu, dengan tujuan untuk mempelajari struktur tahanan jenis daerah penyelidikan terutama dalam membantu

membatasi daerah prospek panas bumi (Suhanto & Bakrun 2007). Keuntungan konfigurasi Schlumberger dibandingkan konfigurasi lain adalah konfigurasi Schlumberger banyak dipakai untuk penyelidikan dalam dan lebih sedikit membutuhkan pekerja karena elektroda potensial jarang diubah (Hendrajaya & Arif 1998).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan batas-batas reservoir daerah potensi panasbumi Gunung Rajabasa Kalianda Lampung Selatan mendapatkan nilai temperatur di reservoir panas bumi dengan metode geotermometer.

**METODE PENELITIAN**

Tempat pengambilan data geolistrik 1D dan mapping di Belerang Kering Gunung Rajabasa Kalianda. Tahap Pengolahan data dilakukan di laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, UNILA. Peralatan yang digunakan untuk pengambilan data dan pengolahannya adalah : Resistivimeter tipe Naniura NRD 22S, GPS, Elektroda potensial dan elektroda arus, Kabel penghubung, dan Seperangkat komputer yang dilengkapi program *Surfer 8.0* juga *Resty*.

**Metode akuisisi data lapangan**

Konfigurasi Schlumberger dipakai untuk mengetahui variasi harga tahanan jenis secara lateral dan vertikal, konfigurasi ini dipakai untuk mengetahui kecenderungan harga tahanan jenis di suatu areal tertentu. Setiap lintasan memiliki beberapa titik pengukuran.

Tahanan jenis semu medium yang terukur dihitung berdasarkan persamaan

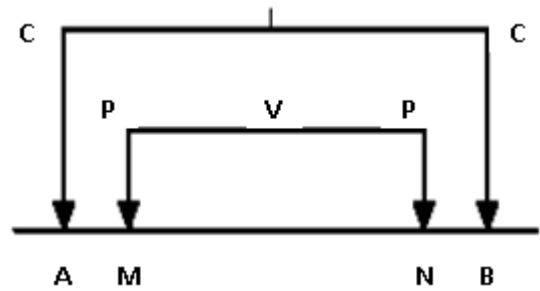
$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \tag{1}$$

dengan

$$K = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{MB} \right) - \left( \frac{1}{AN} - \frac{1}{NB} \right) \right]^{-1} \tag{2}$$

**Pengolahan data**

Setelah data didapat maka dilakukan perhitungan  $\rho$  semu atau tahanan jenis semu dengan rumus seperti pada Persamaan (1). Nilai  $\rho$  semu ini akan digunakan dalam pembuatan peta tahanan jenis semu yang dikorelasikan dengan data tahanan jenis 1D Sounding.



Gambar 1. Konfigurasi Schlumberger (Telford *et al.* 1990).

Setelah melakukan perhitungan  $\rho$  (resistivity) berdasarkan data tahanan jenis 1D Sounding, dibuat kurva resistivitas. Input data 1D Sounding dimasukkan dalam program *Resty* sehingga menghasilkan kurva tahanan jenis antara kedalaman dengan harga tahanan jenisnya. Dari hasil perhitungan  $\rho$  semu yang telah dilakukan maka data diolah dengan dengan pemodelan satu dimensi dari titik ukur data tahanan jenis dan kedalaman di *Resty* 1D, kemudian untuk mendapatkan pola sebaran tahanan jenis dapat melalui program *Surfer*, sehingga didapatkan peta kontur tahanan jenis semu untuk harga  $AB/2 = 150\ m$ ,  $AB/2 = 300\ m$ ,  $AB/2 = 450\ m$ ,  $AB/2 = 600\ m$ .

**Interpretasi**

Interpretasi secara geofisika dibantu dengan data geologi. Interpretasi dilakukan untuk menganalisa batas daerah reservoir dan luar daerah reservoir berdasarkan kontras resistivitas yang tegak dan analisis resistivitas berdasarkan kandungan elektrolit reservoir. Analisis dilakukan dengan asumsi  $\rho_a = 35\ \Omega m$  sebagai batas reservoir dan nilai  $\rho_a$  yang lebih kecil dari  $35\ \Omega m$  yang merupakan reservoirnya.

Pendugaan potensi panas bumi Gunung Rajabasa Kalianda, Lampung Selatan dilakukan dengan menganalisis unsur kimia yang terkandung pada mata air panas yang muncul di permukaan seperti SiO<sub>2</sub>, Na, K dan Mg. Berdasarkan persamaan geotermometer air dan gas, konsentrasi unsur-unsur tersebut dapat ditentukan suhu reservoir panas bumi agar diketahui potensinya.

Tabel 1 merupakan perumusan yang dipakai dalam menentukan suhu reservoir dengan cara mengambil sampel fluida geotermal di daerah manifestasi, lalu di analisis dilaboratorium kimia untuk melihat unsur mana yang paling dominan terkandung dalam fluida geotermal. Kemudian hasil perhitungan dikorelasikan ke Tabel 2, sehingga bisa diperkirakan termasuk tipe reservoir yang mana dan asumsi daya persatuan luasnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Peta kontur dibuat dengan menggunakan *software Surfer 8.0* berdasarkan data mapping di lapangan untuk AB/2 = 150 meter, AB/2 = 300 meter, AB/2 = 450 meter dan AB/2 = 600 meter yang dikorelasikan dengan data 1D Sounding. Pada peta tahanan jenis semu AB/2 = 150 meter memperlihatkan sebaran harga tahanan jenis dengan anomali rendah berada di sebelah barat laut. Semakin ke timur laut dan tenggara, penyebaran harga tahanan jenis semu semakin besar.

Pola penyebaran tahanan jenis semu AB/2 = 300 meter menunjukkan nilai anomali rendah di sebelah barat laut dan timur laut. Nilai anomali tahanan jenis paling rendah adalah 40 Ω m. Nilai anomali tahanan jenis semu yang tinggi terlihat menyebar ke arah selatan. Nilai tahanan jenis semu ini berkisar antara 80-110 Ω meter berupa lava andesit-basal.

Peta tahanan jenis semu AB/2 = 450 meter menunjukkan garis kontur yang rapat dan kemudian renggang menyebar dari utara dan menyebar di bagian timur dan tenggara. Dari pola kontur rapat ke renggang diduga sebagai tempat yang curam yang menjadi batas dari reservoir panas bumi. Daerah reservoir ini ditandai dengan warna gelap yang memiliki harga tahanan jenis ≤ 35 Ω m. Daerah reservoir ini diduga berupa tuf-pasiran. Nilai anomali tahanan jenis semu yang tinggi terlihat menyebar di sebelah barat Laut, barat dan barat daya dan kemungkinan merupakan tuf berbatu apung.

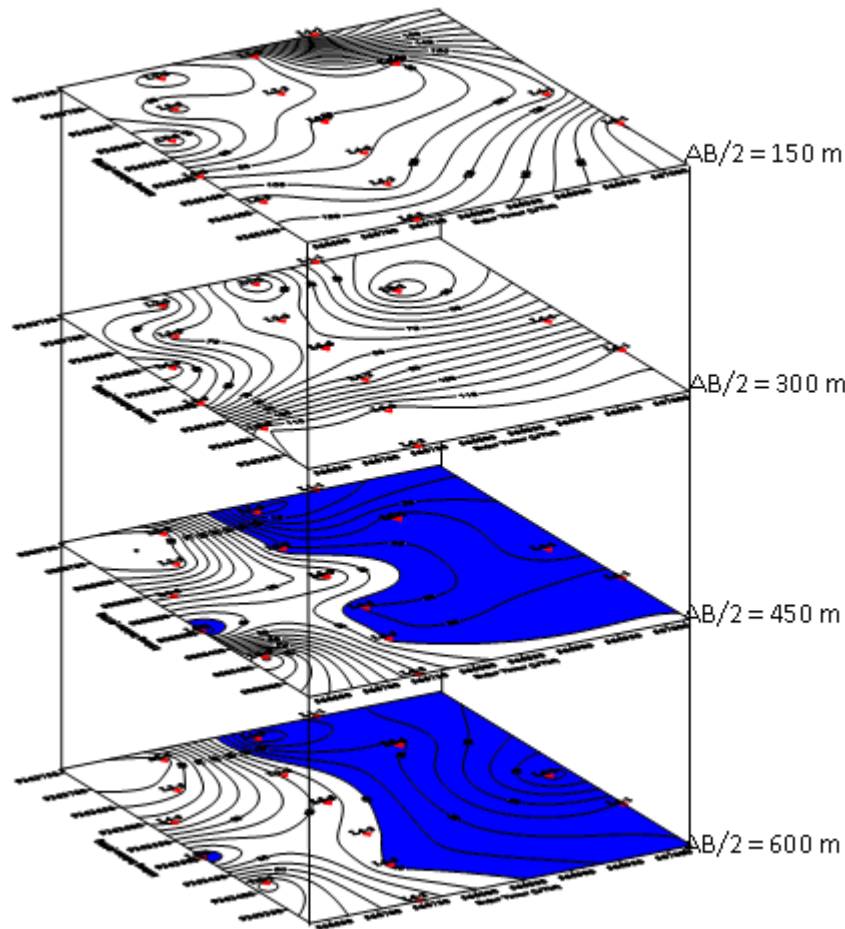
Pola penyebaran anomali rendah yang menjadi batas reservoir dan reservoir panasbumi, berada di sebelah utara. Reservoir ini ditemukan juga di sebelah timur dan merupakan tuf pasiran. Semakin ke arah barat laut, nilai tahanan jenis semu semakin tinggi. Daerah ini kemungkinan berupa lava andesit.

Tabel 1. Persamaan geotermometer air dan gas.

Geotermometer air	Persamaan geotermometer ( °C)
SiO <sub>2</sub> (Fournier, 1991)	$T = \frac{1309}{5,19 - \log SiO_2} - 273,15$
Na-K (Giggenbach, 1988)	$T = \frac{1390}{\log \frac{Na}{K} + 1,75} - 273,15$
K-Mg (Giggenbach, 1988)	$T = \frac{4410}{14,0 - \log \frac{K}{Mg}} - 273,15$

Tabel 2. Klasifikasi reservoir dan asumsi daya persatuan luas yang digunakan dalam estimasi potensi panasbumi (Standar Nasional Indonesia 1998).

Reservoir	Batas Temperatur (°C)	Daya persatuan luas (MW/Km <sup>2</sup> )
Temperatur rendah	<125	10
Temperatur sedang	125 sampai 225	12,5
Temperatur tinggi	>225	15



Gambar 2. Model pelapisan peta tahanan jenis semu.

Model pelapisan dari geolistrik mapping dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan batas-batas reservoar daerah panas bumi. Batas reservoar panasbumi ini memiliki nilai tahanan jenis  $\leq 35$  ohm meter dan ditandai dengan warna gelap. Reservoar panasbumi muncul pada  $AB/2 = 450$  meter dengan penetrasi kedalamannya efektifnya adalah  $\leq 125$  meter hingga 225 meter dan  $AB/2 = 600$  meter dengan penetrasi kedalamannya efektifnya adalah  $\leq 150$  meter hingga 300 meter dan ditempati oleh formasi Lampung.

Berdasarkan kurva resistivitas data 1D Sounding pada lintasan 3-2 dan 3-4 (Gambar 3 dan 4) maka ditemukan lapisan pada kedalaman antara 10 m – 20 m dengan nilai tahanan jenis  $20 \Omega$  m yang ditafsirkan sebagai batuan tempat fluida yaitu batu pasir. Namun melihat posisinya yang dangkal tapi dekat dengan daerah manifestasi, maka lapisan itu diduga bukan merupakan daerah reservoir geotermal tapi merupakan reservoir air tanah yang terpengaruh oleh aliran *out flow* fluida

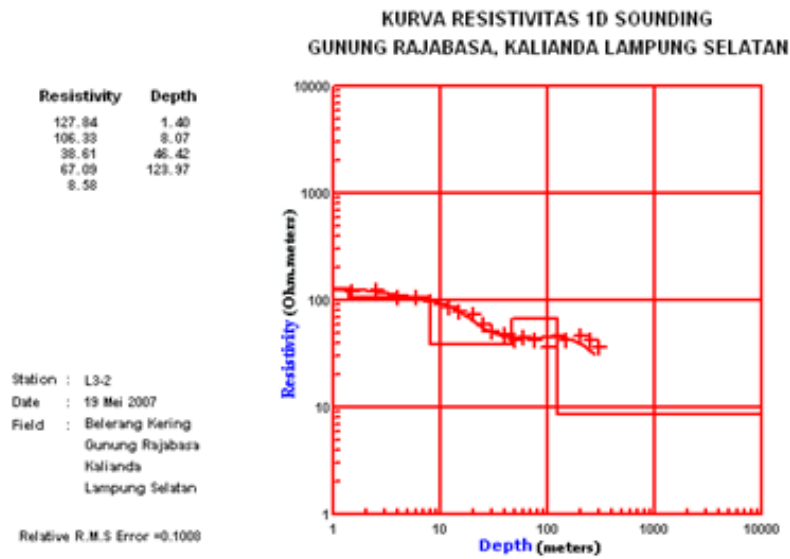
geothermal yang keluar pada daerah manifestasi. Lapisan itu bisa juga berfungsi sebagai daerah aliran *re-charge* area sistem geothermal Gunung Rajabasa.

#### Analisis temperatur reservoar dan potensi panas bumi

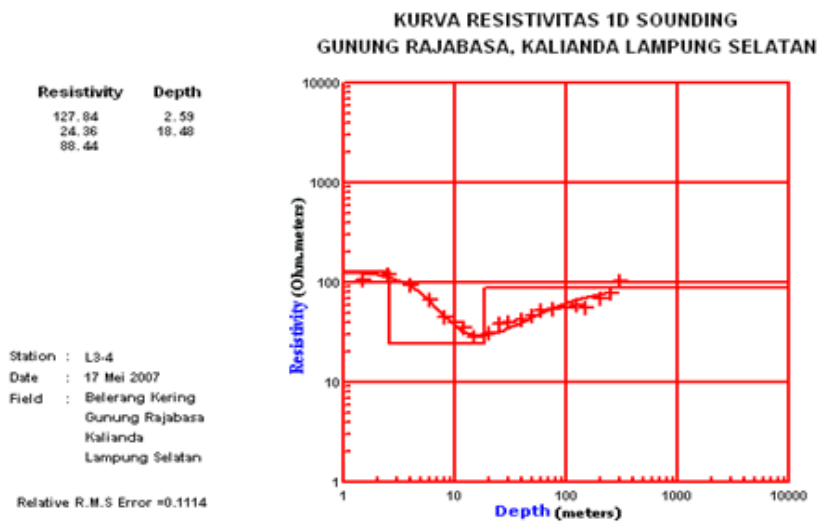
Pengambilan sampel ini dilakukan di dua tempat yaitu mata air panas Way Belerang dan mata air panas Kecapi. Hal ini berdasarkan data dari pengukuran magnetik sebelumnya. Dari hasil analisis kimia terhadap sampel yang diambil pada mata air panas Way Belerang, didapatkan konsentrasi unsur-unsur tersebut yaitu  $SiO_2 = 0,107$  ppm;  $Na = 104,16$  ppm;  $K = 8$  ppm dan  $Mg = 0,408$  ppm. Berdasarkan persamaan geotermometer air dan gas (Tabel 1) temperatur reservoar panas bumi dengan menggunakan geotermometer  $SiO_2$  adalah  $60,671^\circ C$ , sedangkan jika menggunakan geotermometer Na-K adalah  $212,08^\circ C$  dan jika menggunakan geotermometer K-Mg adalah  $73,88^\circ C$ .

Hasil analisis kimia terhadap sampel yang diambil pada mata air panas Kecapi, didapatkan konsentrasi unsur-unsur tersebut yaitu  $\text{SiO}_2 = 0,043$  ppm;  $\text{Na} = 66,67$  ppm;  $\text{K} = 20$  ppm dan  $\text{Mg} = 0,288$  ppm. Dengan cara yang sama, didapatkan temperatur reservoir panasbumi dengan menggunakan geotermometer  $\text{SiO}_2$  adalah  $-73,5^\circ\text{C}$ , sedangkan jika menggunakan geotermometer Na-K adalah  $338,4^\circ\text{C}$  dan jika menggunakan

geotermometer K-Mg adalah  $89,57^\circ\text{C}$ . Temperatur antara mata air panas Way Belerang dan Kecapi nilainya tidak jauh berbeda. Namun karena lokasi pengukuran geolistrik dilakukan di Belerang Kering, maka digunakan hasil analisis kimia dari mata air panas Way Belerang. Nilai temperatur air panas kecapi dilakukan untuk kontrol adanya kesinambungan dari reservori.



Gambar 3. Kurva resistivitas sounding 1D lintasan 3-2.



Gambar 4. Kurva resistivitas sounding 1D lintasan 3-4.

Adanya batuan basalt di daerah penelitian serta keadaan temperatur air panas di permukaan yang diperkirakan berkisar antara  $40^{\circ} - 60^{\circ}\text{C}$ , mendukung bahwa geotermometer Na-K yang paling sesuai dalam kondisi tersebut. Pendugaan temperatur reservoir panasbumi dengan menggunakan geotermometer Na-K adalah  $212,08^{\circ}\text{C}$ . Semakin ke dalam, temperatur di bawah permukaan semakin semakin tinggi. Hal ini tentunya bertentangan jika digunakan geotermometer  $\text{SiO}_2$  maupun geotermometer Mg. Potensi daya dengan menggunakan geotermometer Na-K adalah  $12,5 \text{ MW/Km}^2$  dan termasuk ke dalam reservoir tipe sedang.

### KESIMPULAN

Batas-batas reservoir panas bumi ditemukan pada kedalaman  $\leq 450$  meter yang merupakan batuan tuf pasir. Batas reservoir ini memiliki nilai tahanan jenis  $\leq 35 \Omega \text{ m}$  dan ditandai dengan garis kontur rapat ke renggang yang menunjukkan suatu lereng yang curam. Sedang Batuan penudung diperkirakan batu lempung dengan nilai tahanan jenis kurang dari  $10 \Omega \text{ m}$ . Gunung Rajabasa Kalianda diduga termasuk memiliki reservoir temperatur sedang yaitu  $212,08^{\circ}\text{C}$  dengan potensi daya  $12,5 \text{ MW/Km}^2$ . Pengukuran data geofisika tambahan di sebelah utara dan timur daerah penelitian disarankan menggunakan metode lain untuk penetrasi yang lebih dalam seperti *gravity* atau CSAMT.

### DAFTAR PUSTAKA

Bakrun Sundoro H. Sulaeman B. Mustang A. Solaviah. 2003. Penyelidikan Terpadu Daerah Panas Bumi Pulu. Kab. Donggala-SulTeng. *Jurnal Sumber Daya Mineral* 3:60-65.

- Fournier RO. 1991. *Water geothermometers applied to geothermal energy. In Applications of geochemistry in geothermal reservoir development*, (Ed) D'Amore, United Nations Institute for Training and Research, USA, Pub:37-69.
- Giggenbach WF. 1988. Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 37: 515-525.
- Hadian SPD. Mardianan U. Abdurahman O. Iman MI. 2006. Sebaran Akuifer dan Pola Aliran Air Tanah di kecamatan Batuceper dan Kecamatan benda Kota Tangerang, Propinsi Banten. *Jurnal Geologi Indonesia* 1.
- Haerudin N, Rasimeng, Yuliana E. 2008. Metode Geolistrik Untuk Menentukan Pola Penyebaran Fluida Geothermal Di Daerah Potensi Panasbumi Gunung Rajabasa Kalianda Lampung Selatan, *Prosiding Seminar Nasional SATEKS II, Universitas Lampung*.
- Hendrajaya L & Arif I. 1998. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika FMIPA ITB. Bandung.
- Hidayat L. 2004. *Penentuan Batas-batas Reservoir Daerah Panasbumi Parangtritis Yogyakarta dengan Metode tahanan Jenis*. Skripsi Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Karyanto 2006. *Penyelidikan daerah potensi geothermal dengan metode magnetik Proyek Tri Partit* (belum di publikasikan) Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Suhanto E & Bakrun. 2007. Laporan Penyelidikan Geolistrik Daerah Sudit Panas Bumi Pincara Kabupaten Masamba Sulawesi Utara.
- Telford WM. Gerald LP. Sheriff R. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. New York.