

**PENENTUAN *CURRIE POINT DEPTH* (CPD) PADA LAPANGAN PANASBUMI DAERAH BORA
PROVINSI SULAWESI TENGAH MENGGUNAKAN DATA GEOMAGNET (MAGNETIK)**

Sri Wahyulani¹, Rustan Efendi², Sabhan³
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tadulako Palu

ABSTRAK

Penelitian untuk mengetahui sumber *Currie Point Depth* (CPD) lapisan bawah permukaan yakni kedalaman atas (Z_u), kedalaman tengah (Z_o) dan kedalaman basal (Z_b) telah dilakukan di Lapangan PanasBumi Bora, Kabupaten Sigi Biromaru dengan menggunakan analisis spektrum data geomagnet. Tahapan dalam pengukuran anomali magnet adalah akuisisi data lapangan, koreksi IGRF dan koreksi variasi harian, dan pembuatan peta kontur anomali. Nilai anomali magnet tinggi (1700 nT) dan anomali magnet rendah (-200) diperoleh berdasarkan peta kontur anomali magnet. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis spektrum untuk memperoleh kedalaman diperoleh dari semua lintasan untuk kedalaman atas, kedalaman tengah dan kedalaman basal adalah berturut-turut sebesar -1,15 km, -4,00 km dan 3,57 km.

Kata Kunci : *anomali magnetik, Analisis Spektrum, Currie Depth Point (CPD)*

ABSTRACT

The research on finding out the source of *Currie Point Depth* (CPD) of the subsurface of the upper depth, the middle depth and basalt depth has been conducted in the field of Geothermal Bora, Sigi Biromaru by using spectrum analysis of the geomagnetic data. The Stages of measurement of magnetic anomaly were the acquisition of field data, correction of IGRF, correction of daily variation, and mapping of the anomaly contour. The values of high magnetic anomaly (1700 nT) and low magnetic anomaly (-200 nT) were obtained based on the map of anomaly contour of the magnetic field. The technique used in this research was the spectrum analysis to obtain depth and layering models of geothermal resources in the study area. The average depths were obtained from old trajectories for the upper depth, middle depth, and basalt depth were -1,15 km, -4,00 km and 3,57 km, respectively.

Keywords: *magnetic anomaly, Spectrum Analysis, Currie Depth Point (CPD)*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi daerah Propinsi Sulawesi Tengah pada umumnya masih harus dipasok bahan bakar dari daerah lain, karena daerah Sulawesi Tengah tidak memiliki sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas dan batu bara. Hal ini menimbulkan biaya tinggi dalam memenuhi kebutuhan energi. Dalam rangka memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat melalui pemerintah daerah berupaya mencari sumber energi lain untuk memenuhi kebutuhan tersebut (Bakrun, dkk, 2003).

Pada kenyataannya bumi tidaklah homogen dan tidak juga bundar karena mengalami pemipihan pada kedua kutubnya. Salah satu penyebab ketidakhomogenen bumi adalah perbedaan sifat material bahan penyusunnya terutama yang dekat permukaan bumi. Kenyataan ini mengakibatkan

adanya perubahan-perubahan pada garis gaya magnet sehingga menghasilkan pola-pola tertentu.

Energi panas bumi adalah energi panas yang tersimpan dalam batuan di bawah permukaan bumi dan fluida yang terkandung di dalamnya. Panas bumi merupakan salah satu sumber daya alternatif dan sangat berpotensi untuk diproduksi di Indonesia karena potensi panas bumi di Indonesia mencapai 40% cadangan panas bumi dunia. Hal ini disebabkan Indonesia memiliki 129 gunung api yang berpotensi sebagai daerah pengembangan panas bumi (Kurniawan, 2009).

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi tersebut adalah metode geomagnet. Metode tersebut diterapkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik batuan yang ada di bawah permukaan. Dalam eksplorasi panas bumi, metode magnetik digunakan untuk mengetahui variasi medan magnet di daerah penelitian. Variasi

magnet disebabkan oleh sifat kemagnetan yang tidak homogen dari kerak bumi. Batuan di dalam sistem panas bumi pada umumnya memiliki magnetisasi rendah dibanding batuan sekitarnya. Hal ini disebabkan adanya proses demagnetisasi oleh proses alterasi hidrotermal, dimana proses tersebut mengubah mineral yang ada menjadi mineral-mineral paramagnetik atau bahkan diamagnetik. Nilai magnet yang rendah tersebut dapat menginterpretasikan zona-zona potensial sebagai reservoir dan sumber panas (Sumintadirejo, 2005).

Asal usul fluida hidrothermal pada sistem vulkanik aktif, kandungan H₂O yang tinggi pada batas antara lempeng benua dan lempeng samudera sekitar zona penunjaman yang bertemperatur sangat tinggi memicu terjadinya fenomena peleburan parsial yang merupakan cikal bakal

II. DATA DAN METODE

Dalam penelitian ini tidak melakukan pengukuran langsung dilapangan dengan menggunakan metode geomagnet, tetapi data di peroleh dengan mengunduh pada situs <http://www.models.geomag.us.wdmam.html>.

Penelitian dengan menggunakan metode Geomagnet dilakukan di Desa Bora, Kecamatan Biromaru, Kabupaten Sigi Biromaru, Provinsi Sulawesi Tengah di sekitar kawasan wisata air panas.

Prosedur pengolahan data survei metode geomagnet adalah sebagai berikut :

1. Membuat grafik medan magnetik harian base terhadap waktu. Kemudian membuat persamaan garisnya yang digunakan untuk mengoreksi hasil bacaan medan magnet *mobile* (T_{cor}).
2. Menentukan nilai koreksi harian (T_{VH}) dengan cara mengurangkan nilai koreksi medan magnet bacaan *mobile* dengan nilai bacaan *base*. Koreksi varian harian dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet eksternal.
3. Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan pengaruh dari medan magnet utama bumi. Koreksi adalah nilai referensi untuk kuat medan magnetik di suatu tempat dengan posisi, waktu dan ketinggian tertentu.

panas bumi. Sementara, lapisan sedimen terhidrasi, yang ikut terbawa ke dalam zona penunjaman ikut meleleh sehingga memperkaya kandungan komponen fluida panas bumi tersebut. Fluida panas bumi kemudian bergerak ke atas menerobos kerak bumi sambil terus bereaksi dengan batuan yang dilewati sehingga makin menambah kandungan komponen di dalamnya.

Sumber air panas yang berada di beberapa tempat di Sulawesi Tengah misalnya di Desa Pulu, Bora, Tambu dan Masaingi menunjukkan adanya sumber panas di bawah permukaan, namun informasi kedalaman *Currie Point Depth* (CPD) tersebut belum diketahui. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui CPD tersebut, pada penelitian ini data geomagnetik yang telah diukur akan digunakan untuk menganalisis sumber panas yang terdapat di Wilayah Sulawesi Tengah.

Kuat medan magnetik ini adalah model ideal nilai kuat medan magnetik tanpa adanya pengaruh anomali magnetik. Untuk menentukan nilai anomali medan magnet yaitu dengan mengurangkan nilai medan magnet bacaan *mobile* dengan nilai koreksi IGRF dan koreksi harian.

4. Setelah mendapatkan nilai medan magnet total (ΔT_{total}) kemudian membuat kontur anomali medan magnet dengan memasukan posisi titik pengukuran medan magnet *mobile* dan nilai ΔT total yang diperoleh.
5. Setelah peta kontur anomali diperoleh, kemudian dibuat penampang sesuai dengan titik-titik pengukuran.
6. Membuat grafik antara $\ln a$ dengan k , dan grafik antara $\ln (A/k)$ dengan k .
7. Membuat penampang tampilan kedalam berdasarkan nilai kedalaman dari *power spectrum*.

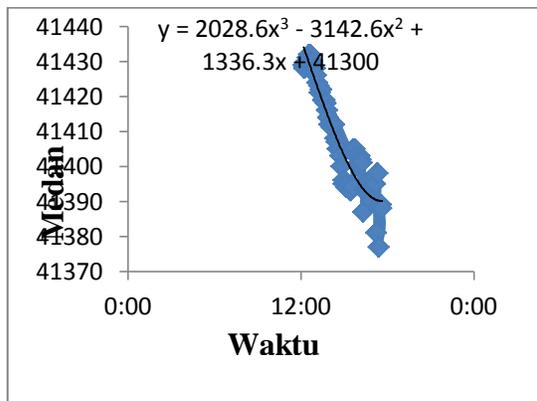
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran adalah posisi titik pengukuran (lintang dan bujur), anomali magnetik serta Medan magnetik observasi sebanyak 69 data. Data yang diperoleh yaitu posisi titik pengukuran (lintang dan bujur), waktu pengukuran dan lintasan medan magnet dititik pengukuran. Untuk mendapatkan nilai medan

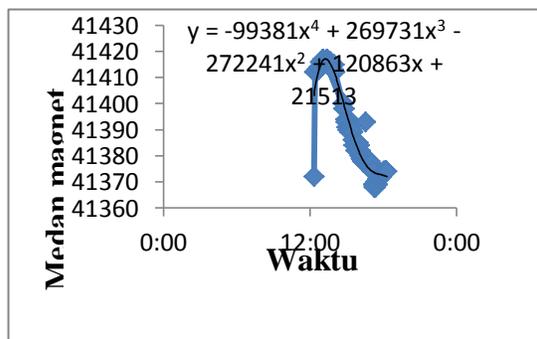
magnet total (ΔT_{total}) dilakukan beberapa koreksi yaitu :

1. Koreksi Harian

Data intensitas medan magnet yang diperoleh dipengaruhi oleh medan magnet eksternal yang berasal dari benda-benda magnetik yang ada di sekitar lokasi penelitian, untuk menghilangkan pengaruh tersebut digunakan koreksi variasi medan magnet harian. Koreksi harian (T_{VH}) didapatkan dengan membuat grafik hubungan nilai medan magnet pada *base station* (T_{obs}) terhadap waktu. Penelitian dilakukan selama 2 hari sehingga didapat 2 grafik koreksi harian (T_{VH}). Masing-masing grafik tersebut memberikan persamaan yang kemudian digunakan untuk mengoreksi data medan magnet mobile station (T_{obs}) yang disebut dengan T_{cor} . Grafik tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.1 – Gambar 4.2.



Gambar 1 Grafik medan magnet harian terhadap waktu (30 Desember 2011)



Gambar 2 Grafik medan magnet harian terhadap waktu (31 Desember 2011)

Gambar 4.1 – Gambar 4.2 menunjukkan persamaan garis yang mewakili grafik medan magnet harian terukur pada *base station*. Persamaan garis tersebut digunakan sebagai koreksi harian terhadap data magnet harian pada data geomagnet yang terukur disetiap titik pengukuran.

2. Koreksi IGRF

Bumi memiliki medan magnet utama yang mempengaruhi data hasil pengukuran, untuk menghilangkan pengaruh medan magnet utama bumi dilakukan koreksi IGRF. Dengan nilai IGRF yang diperoleh yaitu 40892,7 nT. Hasil koreksi IGRF dan koreksi medan magnet harian maka diperoleh nilai anomali medan magnet di lokasi penelitian.

3. Peta Anomali Magnetik

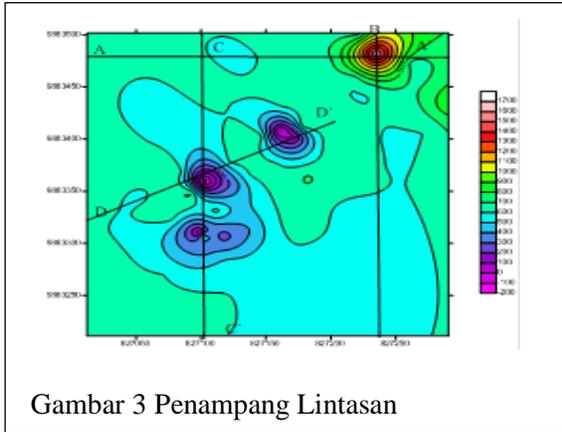
Berdasarkan data medan magnet yang terukur (T_{obs}) di lapangan, selanjutnya dilakukan perhitungan anomali medan magnet (ΔT).

Setelah mendapatkan nilai anomali medan magnet kemudian dibuatkan peta kontur anomali medan magnet dengan menggunakan *Software Surfer 10* seperti yang terlihat pada (Lampiran 2).

Berdasarkan gambar pada (Lampiran 2) dapat terlihat bahwa adanya beberapa anomali yang memiliki nilai magnet yang rendah ke tinggi. Anomali magnet tinggi (1.000 – 1.700 nT) tampak bagian tengah. Anomali magnet sedang (100 – 900 nT) dan anomali magnet rendah (-100 s/d -200 nT).

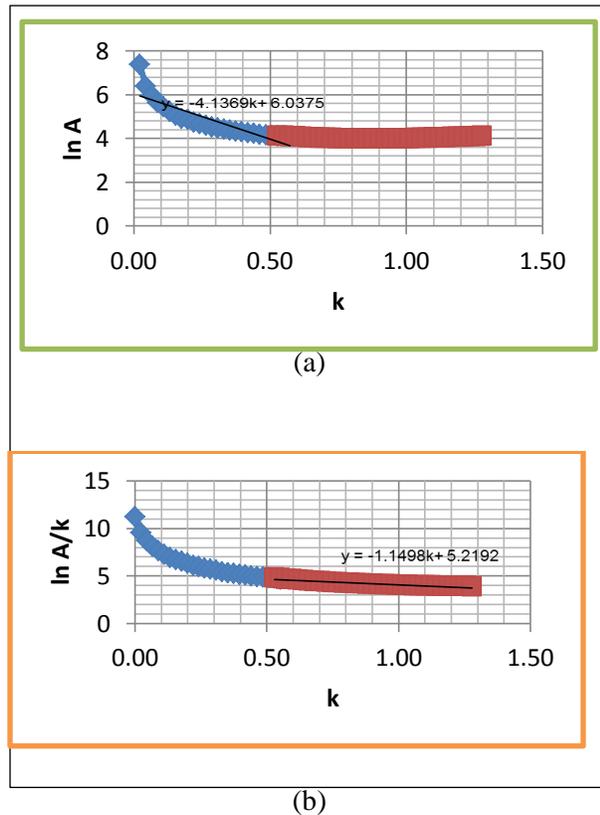
Anomali magnetik yang bernilai kecil dapat ditafsirkan berkaitan dengan mata air panas yang terdiri dari batuan yang bersifat nonmagnetik, sedangkan magnetik tinggi diperkirakan dengan batuan yang relatif bersifat sedikit magnetik.

Selanjutnya membuat penampang dengan menarik garis pada anomali untuk menentukan penampang anomali total yang akan digunakan pada estimasi kedalaman sumber magnetik di bawah permukaan. Data yang diperoleh dari proses adalah posisi, jarak dan nilai anomali seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



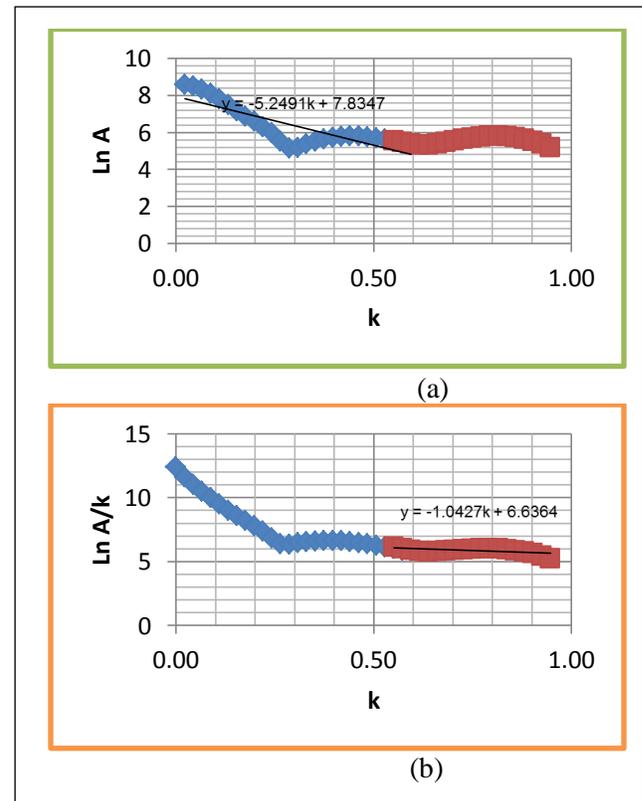
Pada Gambar 4 terdapat 2 lintasan yaitu 1 lintasan dengan arah utara – selatan dan 1 lintasan dengan arah timur – barat, yang bertujuan untuk

mempermudah dalam proses interpretasi dan keakuratan data yang akan digunakan untuk estimasi kedalaman. Panjang lintasan dengan arah utara – selatan ± 275 km dan panjang dengan arah timur – barat ± 280 km.



Gambar 4 Grafik spektrum estimasi kedalaman pada lintasan pertama, Z_t (a) dan Z_0 (b)

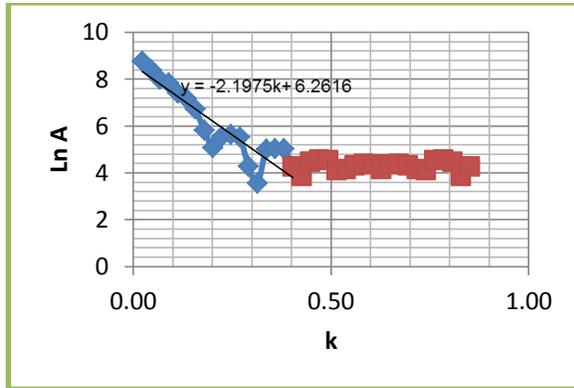
Gambar 4 menunjukkan bahwa kedalaman sumber panasbumi pada lintasan pertama. Kedalaman atas (Z_t) didapatkan dengan menggunakan metode *curve fitting* yaitu dengan memotong dan mengambil garis lurus dari nilai gelombang tertinggi ke rendah, dan diperoleh nilai Z_t yaitu -4,1369 Km, sedangkan nilai kedalaman sumber panasbumi (Z_0) dengan mengambil garis lurus dari $\ln A/k$ dengan k dari nilai tertinggi ke rendah. Nilai Z_0 yang diperoleh dari grafik yaitu -1,1498 Km. Sedangkan untuk kedalaman basal (Z_b) atau biasa disebut dengan *Curie point depth* (CPD) bernilai 1,8373 Km yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.13.



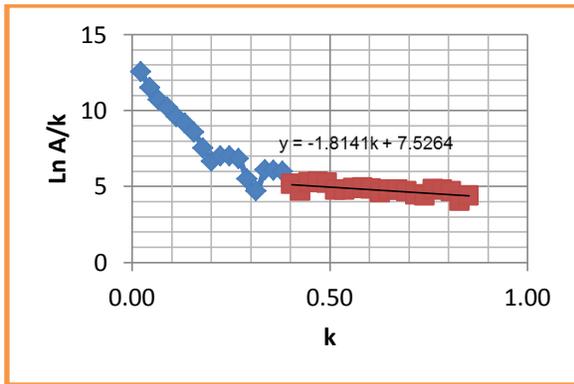
Gambar 5 Grafik spektrum estimasi kedalaman pada lintasan kedua, Z_t (a) dan Z_0 (b)

Gambar 5 merupakan grafik spektrum untuk estimasi kedalaman sumber panasbumi data magnetik dengan nilai Z_t adalah -5,2491 Km dan grafik spektrum kedalaman tengah menunjukkan nilai Z_0 adalah -1,0427 Km. Sedangkan untuk nilai

kedalaman basal atau Z_b adalah 3,1637 diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.13.



(a)



(b)

Gambar 6 Grafik estimasi kedalaman C , Z_t (a) dan Z_0 (b)

Gambar 6 menunjukkan bahwa grafik spektrum estimasi kedalaman Z_t adalah -2,1675 Km dan nilai Z_0 adalah -1,8141 Km sedangkan nilai yang diperoleh untuk kedalaman dasarnya (Z_b) adalah -1,4307 Km.

IV. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, interpretasi yang dilakukan dengan menganalisa sumber panas yang terdiri dari lapisan batuan dengan nilai anomali tinggi, anomali sedang dan anomali rendah serta mengestimasi kedalaman sumber panas bumi daerah Bora.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, nilai anomali yang terdapat pada gambar 4.3 terlihat anomali magnet tinggi (1000 s/d 1700 nT) melingkar bagian timur tengah ditafsirkan sebagai batuan yang bersifat magnetik. Anomali tersebut diperkirakan berkaitan dengan batuan yang bersifat paramagnetik. Anomali magnet sedang (100 s/d 900 nT) ditafsirkan sebagai batuan bersifat nonmagnetik-magnetik (terdiri dari granit lapuk, sedimen klastika). Anomali magnet rendah (-100 s/d -200 nT) ditafsirkan sebagai batuan bersifat nonmagnetik.

Daerah potensial panas bumi diinterpretasikan terdapat pada daerah yang anomali magnetiknya rendah adalah pada daerah Bora. Selanjutnya dilakukan estimasi masing-masing kedalaman sumber anomali pada setiap lintasan, terdapat beberapa lintasan horizontal dan vertikal yang berpotongan. Dari setiap titik-titik perpotongan tersebut, posisi lintang, bujur dan nilai kedalaman. Nilai kedalaman tersebut dapat terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai kedalaman dari masing-masing lintasan

No.	Lintasan	Posisi		Zt (m)	Z0 (m)	Zb = 2Z0-Zt (m)
		X	y			
1	1	827012.9	9883478	-4,1369	-1,1498	1,8373
2		827100.6	9883478	-5,2491	-1,0427	3,1637
3		827234.5	9883479	-2,1975	-1,8141	-1,4307
		Rata-Rata		-11,5835	-4,0066	3,5703

Dari nilai-nilai kedalaman tersebut dapat dilihat bahwa kedalaman sumber panas bumi di daerah Bora tidak begitu dalam karena nilai kedalaman yang diperoleh sekitar 3,57 Km.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Bakrun dkk, 2003) terdapat sekitar 8 buah sesar utama yang merupakan struktur kontrol geologi panas bumi yang berkembang pada daerah penelitian, meliputi kelurusan, sesar geser normal yang berarah baratdaya – timurlaut, serta sesar-sesar normal berarah hampir utara-selatan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Lapangan panasbumi Bora, kabupaten Sigi Biromaru dengan menggunakan metode geomagnet dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan peta medan magnet total, tampak beberapa anomali yang terlihat pada gambar (Lampiran 2). Anomali magnet rendah -200 nT yaiyu pada daerah penelitian yang terletak pada daerah 827012,9 E dan 9883478,0 S, daerah 827234,5 E dan 9882379,0 S, dan daerah 827290,1 E dan 9883478,0 S.
2. Hasil pengolahan data dengan analisis spektrum yang diperoleh pada lintasan A memperoleh nilai kedalaman atas (Zt) yaitu -4,1369 km, kedalaman CPD (Z₀) yaitu -1,1498 km dan kedalaman basal (Z_b) yaitu 1,8373 km.

Dan lintasan B diperoleh nilai kedalaman atas (Zt) yaitu -5,2491 km, kedalaman CPD (Z₀) yaitu -1,0427 km dan kedalaman basal (Z_b) yaitu 3,1637 km. Dan untuk lintasan C diperoleh nilai kedalaman atas (Z_t) yaitu -2,1675 km, kedalaman CPD yaitu -1,8141 km, sedangkan nilai yang diperoleh untuk kedalaman basalnya (Z_b) yaitu -1,4307 km.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakrun, Herry Sundhoro, Bangbang Sulaeman, Ario Mustang, Solaviah, 2003, *Penyelidikan Terpadu Panasbumi Pulu Kabupaten Donggala*, Kolokium Hasil Kegiatan Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Kurniawan, Arrie., 2009, *Eksplorasi Energi Panas Bumi Dengan Metode eofisika Dan Geokimia Pada Daerah Ria-Ria Sipoholon Kabupaten Tapanuli Utara Sumatra Utara*, Skripsi S1 Teknik Geologi ITB. Bandung.
- Sumintadirejo, P., 2005, *Vulkanologi dan geothermal*. Diktat kuliah vulkanologi dan geothermal, Penerbit ITB. Bandung.
- Santoso, Djoko, 2002, *Pengantar Teknik Geofisika*, Penerbit ITB Bandung.