

Aplikasi Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner-Alpha Untuk Eksplorasi Batubara

Azhar* & Rakhmawati Farma

**Laboratorium Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA FKIP
Universitas Riau- Pekanbaru 28293*

Diterima 6 Mei 2003

Disetujui 28 Juni 2003

Abstract

Geoelectrical method uses variation of resistivity values to study subsurface geology structure, therefore it can be applied to explore groundwater, pollution of groundwater, and geothermal exploration. In this study, a physical modeling was built in the laboratory, that is used to resistivity measurement on coal samples. The measurements employ Wenner-Alpha configuration. The result of the tests show that coal layer can be detected based on resistivity variation. The semi-anthrasite sample showed higher resistivity than bituminous sample. This result is in accordance with the fact that semi anthrasite drier than bituminous sample.

Keywords: exploration, coal, geoelectrical method, resistivity

Pendahuluan

Sumber daya batubara terdapat secara luas disebagian besar kepulauan di Indonesia. Penyebaran endapan batubara di Indonesia di tinjau dari sudut geologi, sangat kuat hubungannya dengan penyebaran formasi sedimen yang berumur tersier. Formasi ini tersebar di wilayah seluas 298 juta ha, meliputi 40 cekungan di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Irian Jaya dan Jawa. Dari jumlah cekungan tersebut baru 13 cekungan dengan luas sekitar 74 juta ha (sekitar 25%) yang sudah diselidiki. Sementara cekungan yang sudah diselidiki sampai pada tahap penyelidikan umum, eksplorasi, maupun eksploitasi baru 3 % atau seluas 2,22 juta ha (Amri, 2000). Oleh karena itu perlu ditingkatkan penyelidikan tentang keberadaan batubara tersebut.

Salah satu metoda geofisika yang dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan dan ketebalan batubara adalah metoda geolistrik tahanan jenis. Metoda geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metoda geofisika yang

dapat memberikan gambaran susunan dan kedalaman lapisan batuan, dengan mengukur sifat kelistrikan batuan (Priyanto, 1989 *dalam* Kalmiawan dkk, 2000). Selanjutnya (Loke, 1999a) mengungkapkan bahwa survey geolistrik metoda resistivitas (mapping dan sounding) menghasilkan informasi perubahan variasi harga resistivitas baik arah lateral maupun arah vertikal.

Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan berskala laboratorium untuk mengukur tahanan jenis beberapa sampel batubara dari Tambang Air Laya dengan peringkat yang berbeda (tabel 1). Dengan dasar pemikiran metoda tahanan jenis telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan ekplorasi lapisan dangkal. Pada penelitian ini dipilih metoda pengukuran 2-D (2 dimensi) dari tahanan jenis. Adapun model konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi Wenner-Alpha.

Sifat Fisis Batubara

Menurut Falcon & Snyman (1986) *dalam* Heriawan (2000) proses pembatubaraan terutama

dikontrol oleh temperatur dan waktu serta rentang gradien geothermal dan konduktivitas panas batuan. Batuan kerak bumi terbentuk dari mineral-mineral, dan mineral terdiri dari atom-atom sejenis atau berbeda jenis. Bagaimana suatu kelompok atom atau molekul tersebut bergabung membentuk zat akan mempengaruhi apakah zat tersebut bersifat dapat menghantarkan listrik atau tidak. Sifat kelistrikan suatu batuan terutama

disebabkan oleh adanya elektron konduksi (muatan transport) dan polarisasi dielektrik (pemisahan muatan) yang terbentuk dalam zat tersebut (Schon, 1996).

Dari hasil penelitian Heriawan (2000), sifat fisik batubara Tambang Air Laya dengan peringkat yang bervariasi adalah seperti tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 : Data hasil uji sifat fisik batubara Tambang Air Laya

Peringkat Batubara	Porositas %	Kadar air asli %
Lignit (A2)	37,50	34,98
Sub-Bituminus B (A2)	32,72	25,59
Sub-Bituminus B (A1)	33,33	22,59
Sub-Bituminus A (C)	7,45	1,59
Bituminus (C)	5,48	1,36
Semi-Antrasite (C)	7,89	1,27

Sumber :Heriawan (2000)

Sifat Kelistrikan Batubara

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa semakin tinggi peringkat batubara, kadar airnya semakin kecil, akan menyebabkan konduktivitas listriknya berkurang. Williams (1986) menyatakan bahwa sifat-sifat listrik suatu formasi (batubara) dipengaruhi oleh tiga parameter dasar yaitu permitivitas dielektrik, permeabilitas magnet dan konduktivitas listrik. Konduktivitas batuan sangat ditentukan oleh tahanan jenisnya (Speight, 1994). Tahanan jenis batuan umumnya bergantung pada fluida pengisi pori, besar struktur dan distribusi pori, serta konduktivitas antar pori batuan, kecuali pada formasi dimana mineral penyusun bersifat konduktif, seperti lempung. Hal ini sesuai dengan hukum Archi op.cit (Reynolds, 1997) yang dinyatakan sebagai ;

$$\rho = a\phi^{-m}S^{-n}\rho_w \quad (1)$$

dengan ρ dan ρ_w adalah resistivitas efektif dari batuan dan resistivitas air yang mengisi pori, ϕ porositas, S saturasi fluida, sedangkan a, m, n merupakan konstanta.

Metoda tahanan jenis merupakan metode geofisika yang melakukan pengukuran tahanan jenis semu suatu medium. Tahanan jenis medium ini diperoleh dengan menggunakan persamaan (Van Norstand dkk, 1966, Reynolds, 1997; Telford, et.al., 1990)

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

dimana : ρ adalah resistivitas medium, ΔV beda potensial yang terukur, I adalah kuat arus yang terukur dan K merupakan faktor geometri konfigurasi elektroda yang digunakan.

Metode Penelitian

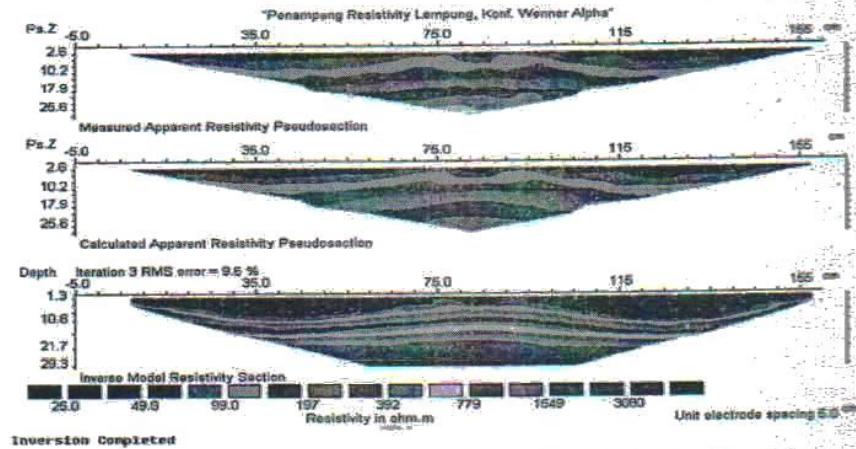
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika ITB, dengan metodologi penelitian sebagai berikut ;

1. Membuat model fisik untuk pengukuran menggunakan bak kaca berukuran (2 x 1,2 x 0,6 m) yang diisi lempung setinggi 50 cm sebagai medium lingkungan pengukuran.
2. Mengukur tahanan jenis lempung sebelum ditanam batubara di bawah permukaan lempung

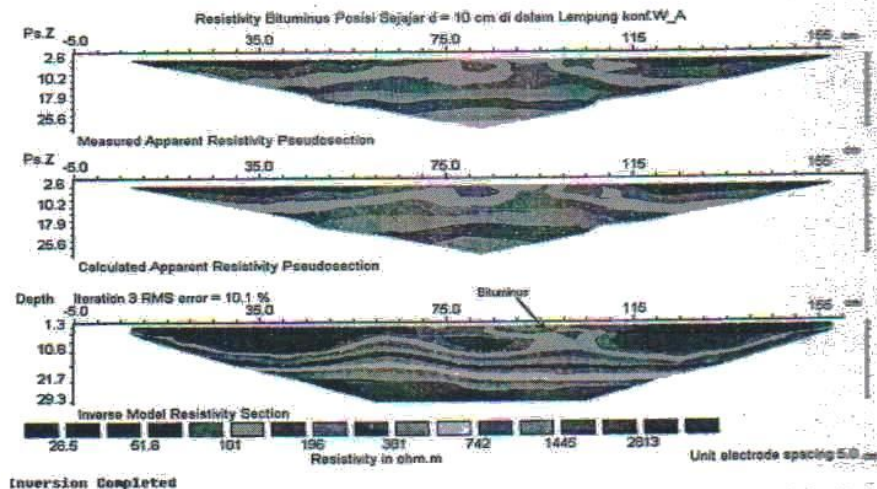
3. Melakukan pengukuran dengan seperangkat alat resistivity meter model SS35X1.
4. Batubara yang digunakan adalah jenis bituminus berukuran 14 x 8 x 7,5 cm dan semi antrasite berukuran 12 x 10 x 5 cm yang diukur secara terpisah dengan variasi pengukuran posisi tegak, miring dan sejajar bidang perlapisan.
5. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan konfigurasi Wenner Alpha dengan spasi minimum 5 cm dan maksimum 55 cm (panjang bentangan 165 cm).
6. Hasil pengukuran diproses dengan menggunakan *software Res2dinv* (Loke, 1999b).

Hasil dan Pembahasan

Untuk menentukan adanya anomaly tahanan jenis dibawah permukaan lempung, maka sebelum ditanam batubara terlebih dahulu diukur tahanan jenis medium lempung tersebut. Dari hasil inversi menggunakan program Res2dinv diperoleh penampang tahanan jenis lempung seperti gambar 1 dibawah ini



Gambar 1: Penampang tahanan jenis lempung, pengukuran dengan konfigurasi Wenner Alpha.

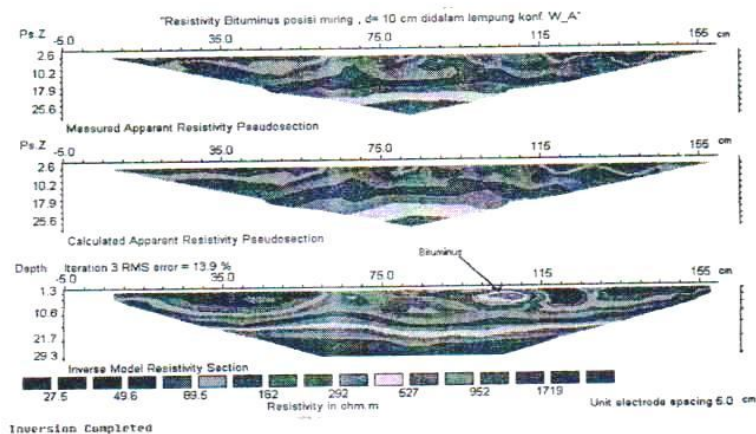


Gambar 2 : Penampang tahanan jenis bituminous posisi sejajar bidang perlapisan, 10 cm di bawah permukaan lempung.

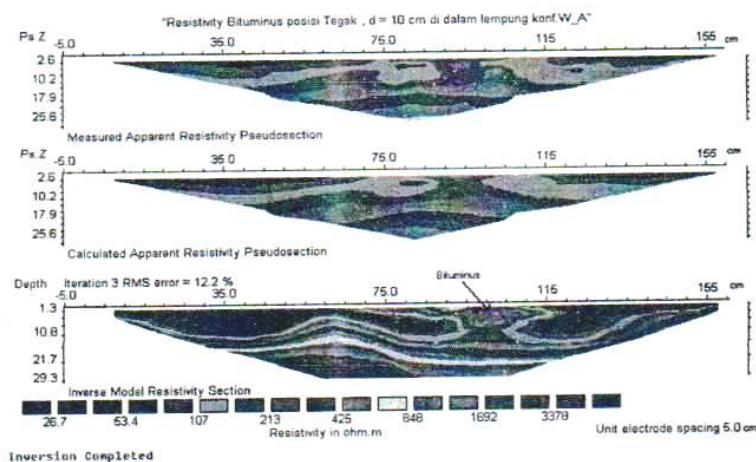
Gambar 1 di atas memperlihatkan penampang tahanan jenis lempung hasil inversi dengan pengukuran menggunakan konfigurasi Wenner Alpha berharga 25 – 3080 Ωm , kesalahan iterasi 9,6%. Pada gambar tersebut terlihat bahwa lempung terdiri dari 4 lapisan. Lapisan pertama dari atas tahanan jenisnya 25 – 99 Ωm , lapisan kedua antara 197 – 392 Ωm , lapisan ketiga 779 Ωm dan lapisan berwarna merah 1549 Ωm . Sedangkan tahanan jenis yang paling besar pada lapisan paling bawah 3080 Ωm , ini mungkin disebabkan oleh pengaruh lapisan paling bawah lebih kering serta adanya efek pantulan kaca dari bawah.

Selanjutnya gambar 2 memperlihatkan penampang tahanan jenis bituminus posisi sejajar bidang perlapisan, 10 cm dibawah permukaan diindikasikan oleh harga tahanan jenis 101 – 381 Ωm dengan kesalahan iterasi 10,1 %.

Sedangkan pada kedalaman yang sama dengan posisi miring 60° terhadap bidang perlapisan, tahanan jenisnya berkisar antara 527-952 Ωm dengan kesalahan iterasi 13,9 % (gambar 3). Selanjutnya Dengan posisi tegak bidang perlapisan pada kedalaman 10 cm ,bituminus mempunyai tahanan jenis antara 213 – 425 Ωm dengan kesalahan iterasi 12,2 % seperti yang ditunjukkan gambar 4.



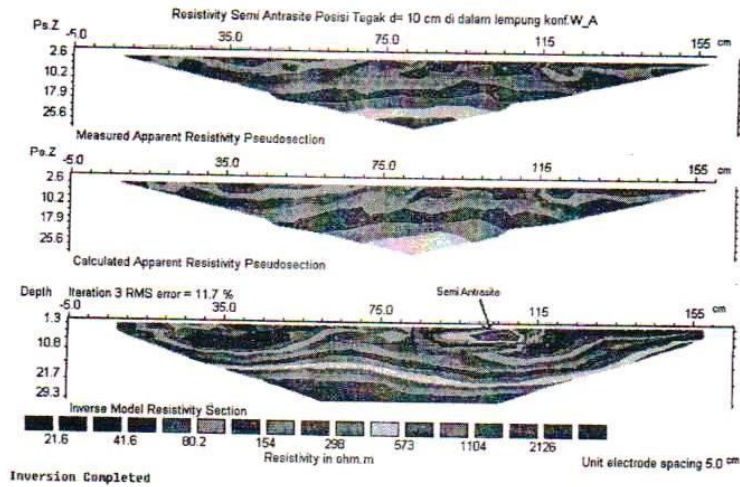
Gambar 3: Penampang tahanan jenis bituminus posisi miring 60°, berada 10 cm dibawah permukaan lempung.



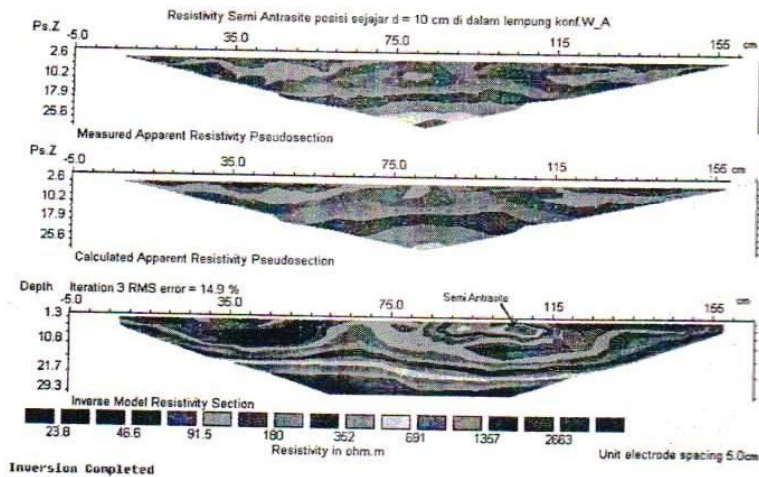
Gambar 4: Penampang tahanan jenis bituminus posisi tegak bid. perlapisan berada 10 cm dibawah permukaan lempung.

Untuk batubara jenis semi-antrasite yang ditempatkan pada kedalaman 10 cm dari bawah permukaan lempung, pada posisi tegak bidang perlapisan memiliki tahanan jenis antara 580-1104 Ω m dengan kesalahan iterasi 11,7 % (gambar 5) dan pada posisi sejajar tahanan jenisnya berkisar

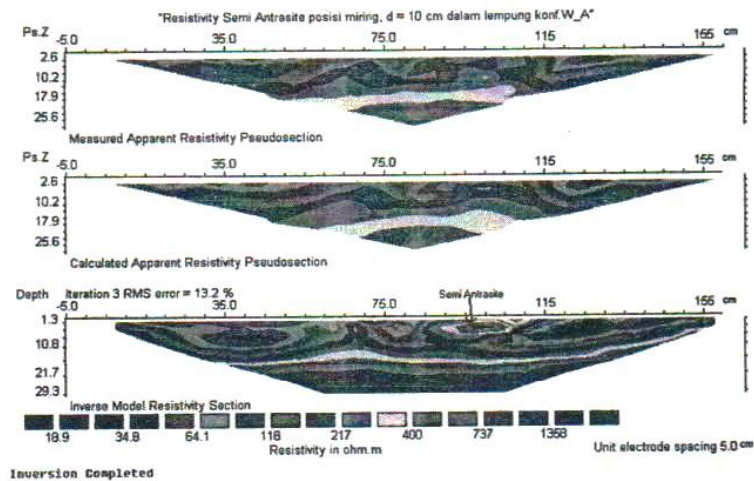
695-1357 Ω m dengan kesalahan iterasi 14,9 % (gambar 6). Sedangkan pada posisi miring 60° terhadap bidang perlapisan mempunyai tahanan jenis antara 440-737 Ω m dengan kesalahan iterasi 13,2 % seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 5: Penampang tahanan jenis semi-antrasite posisi tegak, berada pada posisi 10 cm di bawah permukaan lempung



Gambar 6: Penampang tahanan jenis semi-antrasite posisi sejajar bidang perlapisan, berada 10 cm di bawah permukaan lempung



Gambar 7 : Penampang tahanan jenis semi-antrasite posisi miring 60° bidang perlapisan, berada 10 cm di bawah permukaan.

Dari hasil pengolahan data dengan software *Res2dinv* untuk pengukuran berbagai posisi baik posisi miring, sejajar maupun tegak pada bidang perlapisan ternyata tahanan jenis

batubara yang berbeda peringkat mempunyai tahanan jenis listrik yang berbeda seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2: Hasil Pengukuran tahanan jenis batubara di dalam lempung dengan konfigurasi Wenner Alpha

No	Jenis batubara / posisi	Tahanan Jenis Rho (Ohm-m)
1	Bituminus	
	-Sejajar bid.perlapisan	101-381
	-Tegak bid.perlapisan	213-425
	-miring 60°	527-952
2	Semi – antrasite	
	-Sejajar bid.perlapisan	695-1357
	-Tegak bid.perlapisan	580-1104
	-miring 60°	440-737

Keterangan : batubara ditanam pada kedalaman 10 cm di bawah permukaan lempung (Azhar, 2001)

Dari tabel 2 terlihat perbedaan yang dapat membedakan tahanan jenis antara peringkat batubara yang berbeda, dimana tahanan jenis semi antrasite ternyata lebih besar dibanding bituminus. Ini sesuai dengan kenyataan bahwa semi antrasite lebih kering banding bituminous seperti tertera pada tabel 1.

Dari hasil inversi penampang tahanan jenis hasil pengukuran seperti pada gambar 2

sampai 7 terlihat pada bagian bawah penampangnya memperlihatkan tahanan jenisnya besar, hal ini mungkin disebabkan oleh lapisan bagian bawah lebih kering dan pengaruh efek kaca bagian bawah pengukuran, terdapat noise dalam pengukuran .

Pencitraan penampang tahanan jenis batubara hasil pengukuran pada posisi miring 60° kurang baik hasilnya seperti tahanan jenis semi-antrasite

lebih kecil dibanding bituminous, sedangkan secara teori tahanan jenis semi-antrasite lebih besar, hal ini mungkin disebabkan posisi miringnya tidak tepat 60° tetapi bergeser atau letak elektroda yang longgar sehingga arus dan potensial yang terukur tidaklah yang sebenarnya, disamping itu mungkin disebabkan kurang stabilnya alat yang digunakan saat pengukuran. Karena pengukuran dengan konfigurasi Wenner elektroda arus dan elektroda potensial selalu berubah-ubah, maka konfigurasi ini sangat sensitif terhadap adanya ketidakhomogenan lokal. Untuk mengetahui struktur yang lebih dalam, maka spasi elektroda arus dan potensial harus ditambah secara bertahap, semakin besar spasi elektroda maka efek penembusan arus ke bawah semakin dalam (Ocvianti, dkk : 2000).

Kesimpulan

Aplikasi metoda tahanan jenis dapat dipakai sebagai alat untuk eksplorasi batubara. Metoda geolistrik dapat mendeteksi lapisan batubara pada posisi miring, tegak dan posisi sejajar bidang perlapisan dibawah permukaan. Tahanan jenis (resistivitas) batubara bersifat anisotropi yaitu tergantung pada arah pengukurannya. Tahanan jenis batubara semi-antrasite lebih besar dibandingkan tahanan jenis bituminus. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa semi-antrasite lebih kering dibanding bituminus.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT.Tambang Batubara Bukit Asam dan Bapak Ir.Edy Ibrahim, MT yang telah mengizinkan penulis memanfaatkan contoh batubaranya dalam penelitian ini. Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada sekretaris jurusan Geofisika Terapan ITB, Bapak Gunawan Handayani, MSCE., Ph.D yang telah memberikan izin pemakaian fasilitas Laboratorium Fisika Bumi ITB serta arahan dan bimbingannya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar .

Daftar Pustaka

- Amri, Nur Ali. 2000. *Rescheduling Pemanfaatan Energi batubara Indonesia*. Thesis S2 (Tidak dipublikasikan) Program Studi Rekayasa Pertambangan, Pascasarjana ITB-Bandung.
- Azhar. 2001. *Pemodelan Fisis Metoda Resistivity Untuk Eksplorasi Batubara*. Tesis S2 (Tidak dipublikasikan). Program Studi Teknik Geofisika Terapan ITB: Bandung
- Heriawan, M.Nur. 2000. *Aplikasi metode georadar untuk menentukan sifat dielektrik Batubara tambang Air Laya dengan peringkat yang bervariasi*. Thesis S2 (tidak dipublikasikan), Program Studi Teknik Geofisika Terapan ITB: Bandung.
- Kalmiawan, dkk. 2000. *Survey of Resistivity Method to investigate The Krakal Hot Spring in Desa Krakal, Kec.Alian, Kab.Kabumen Central Java*. Bandung. Prosiding PIT HAGI ke-25, p: 42-47.
- Loke, M.H. 1999a. *Elektrical Imaging Surveys For Environmental and Engineering Studies : A practical guide to 2-D and 3-D surveys*. Penang, Malaysia.
- Loke, M.H. 1999b. *RES2DINV Rapid 2D Resistivity & IP Inversion (Wenner, dipole-dipole, pole-pole, pole-dipole, Schlumberger, rectangular arrays) On Land, underwater and cross-borehole surveys: Software Manual Ver.3.3 for windows 3.1, 95 and NT*. Penang, Malaysia.
- Ocvianti, dkk. 2000. *Pengolahan data resistivitas mapping menggunakan program probabilitas tomografi*. Prosiding HAGI ke-25, Bandung 3-4 Oktober 2000.p: 49-56.
- Van Nostrand, Robert G. and Kenneth L Cook. 1966. "Interpretation of Resistivity Data". Geological Survey. Washinthon.
- Williams, RE. 1986. *Schlumberger : Formation Evaluation Conference Indonesia*. Schlumberger-PT. Pasific Wellog.
- Reynolds,J.M..1998. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics..* John Willey and Sons. New York.
- Schon, J.H.1996., *Physics properties of rocks: Fundamental and principles of petrophysics*. Firtst ed., Elsevier Science Inc., New York
- Speight, J.M.1994. *The Chemistry and Technology of Coal*. 2nd edition., Marcel Dekker, Inc. New York.
- Telford, W.M. Gedaart L.P. and Sheriff R.E., 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge. New York.