

## STUDI ZONA PELAPUKAN DARI DATA SEISMIK REFRAKSI DI KAMPUS UNSRI - INDERALAYA

Azhar K. Affandi  
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

### ABSTRAK

Seismik refraksi dikembangkan berdasarkan prinsip penjalaran gelombang yang terbiaskan. Gelombang seismik terbiaskan akibat adanya perbedaan cepat rambat pada medium yang dilaluinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi kecepatan penjalaran gelombang seismik pada lapisan pelapukan dan mempelajari kondisi zona pelapukan seperti : ketebalan lapisan dan penyebarannya secara lateral. Metoda interpretasi data seismik refraksi digunakan metoda delay time untuk menentukan ketebalan lapisan, sedangkan kecepatan tiap lapisan ditentukan berdasarkan metoda least square. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini hanya terdeteksi dua lapisan; ketebalan lapisan pertama berkisar antara 1.4 m hingga 2.9 m dengan kecepatan antara 290 m/det hingga 528 m/det, sedangkan lapisan kedua dengan kecepatan antara 1437 m/det hingga 1553 m/det.

### PENDAHULUAN

Seismik refraksi atau dikenal juga sebagai *first arrival seismic* dikembangkan berdasarkan prinsip penjalaran gelombang yang terbiaskan. Gelombang seismik terbiaskan akibat adanya perbedaan cepat rambat ( $v$ ) pada medium (lapisan batuan) yang dilalui oleh gelombang tersebut. Cepat rambat gelombang seismik ditentukan oleh sifat elastisitas dan densitas dari medium yang dilalui. Parameter-parameter tersebut dipengaruhi oleh kondisi geologi lokal daerah yang antara lain meliputi : macam batuan, derajat pelapukan, kejenuhan dan lain-lain.

Dengan memberikan suatu gangguan dipermukaan atau dalam tanah, maka gelombang seismik yang terjadi akan dijalarakan oleh material bumi pada semua arah. Pada bidang batas antar lapisan, gelombang seismik ini sebagian dipantulkan, dibiaskan dan diteruskan. Gelombang seismik tersebut diterima oleh detektor yang biasa dikenal sebagai geophone yang disusun menurut susunan tertentu dan direkam oleh

seismograph. Dengan mengetahui waktu tempuh gelombang seismik yang terbiaskan dari sumber gelombang ke geophone, dan jarak antara geophone dengan sumber gelombang, ketebalan lapisan batuan bawah permukaan dapat diperkirakan berdasarkan sifat cepat rambat gelombang pada lapisan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini untuk mempelajari kecepatan penjala menurut susunan tertentu dan direkam oleh seismograph. Dengan mengetahui waktu tempuh gelombang seismik yang terbiaskan dari sumber gelombang ke geophone, dan jarak antara geophone dengan sumber gelombang, ketebalan lapisan batuan bawah permukaan dapat diperkirakan berdasarkan sifat cepat rambat gelombang pada lapisan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini untuk mempelajari kecepatan penjalaran gelombang pada lapisan pelapukan dan keadaan zona pelapukan seperti : ketebalan lapisan , penebalan dan penipisan lapisan secara lateral. Pada penelitian ini metoda yang dipakai untuk memperkirakan model perlapisan bawah permukaan (cepat rambat gelombang seismik) dari data seismik adalah metoda *delay time* (Scott,J.H,1973).

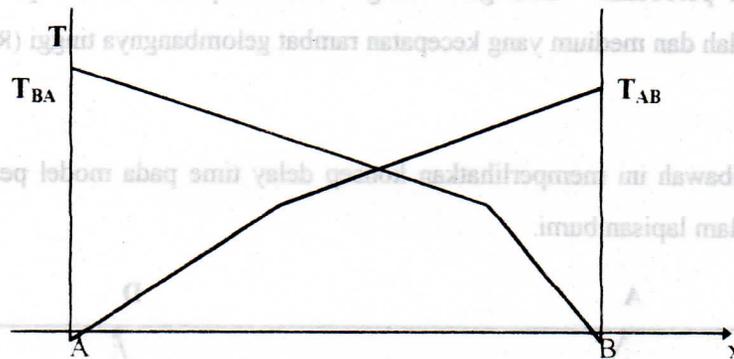
## METODOLOGI

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer (akuisisi data seismik) pada penelitian ini alat yang dipakai adalah satu unit seismograph **GEOMETRIC - SmartSeis-S12**. Pola penembakan yang digunakan adalah *continuous profiling* yang dilakukan dengan menyambung-nyambung bentangan (spread) demi bentangan untuk setiap penembakan, dan dilakukan penembakan bolak-balik (reverse shooting).

### Prosedur Interpretasi

- a. Baca waktu tiba,  $T$ , gelombang untuk setiap geophone
- b. Plot waktu tiba terhadap jarak tiap geophone yang menghasilkan kurva  $T - X$  (Gambar 1).



Gambar 1. Kurva Waktu Tiba (T- X)

- c. Jika  $T_{AB} \neq T_{BA}$ , maka dilakukan penghalusan dengan menggunakan metode Least Square.  
 d. Menghitung kecepatan lapisan.

Besarnya cepat rambat gelombang seismik pada setiap lapisan di bawah permukaan diestimasi dengan metode Least Square (Scott, J.H., 1973) dan dinyatakan sebagai berikut :

$$V = \frac{\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2 / n}{\sum Xi Ti - (\sum Ti) / n}$$

dimana :

$X_i$  = Jarak antara suatu shot point ke geophone  $i$

$T_i$  = Waktu tempuh gelombang seismik dari suatu shot point ke geophone  $i$

- e. Penentuan kedalaman tiap lapisan

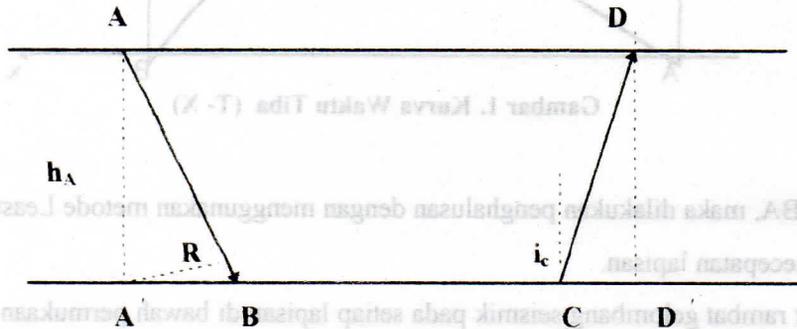
Dalam seismik refraksi, antara geophone dan sumber gelombang dipisahkan oleh jarak yang cukup jauh dibandingkan dengan kedalaman lapisan yang akan dipetakan penampang bawah permukaannya. Gelombang seismik yang ditimbulkan oleh sumber gelombang akan merambat di dalam material bumi, waktu yang dibutuhkan untuk merambat dari sumber gelombang ke geophone akan memberikan informasi kecepatan perambatan gelombang dan ketebalan lapisan bawah permukaan sepanjang perambatannya (Dobrin, M.B., 1976).

Kecepatan perambatan gelombang dan ketebalan lapisan bawah permukaan dapat diperoleh dengan menganalisa kurva waktu tempuh (travel time). Metoda delay time berdasarkan andaian bahwa undulasi bawah permukaan tidak terlalu besar, dan sudut antara bidang pembias dengan bidang horizontal,  $\omega$  mendekati nol. Dalam praktek sesungguhnya andaian ini dipenuhi karena biasanya  $\omega < 20$  (Masuda, H, 1981).

Delay time adalah perbedaan waktu gelombang merambat pada medium yang kecepatan rambat gelombangnya rendah dan medium yang kecepatan rambat gelombangnya tinggi (R.E Sherif, 1977).

### Model 2 Lapisan

Gambar dibawah ini memperlihatkan konsep delay time pada model perambatan gelombang seismik refraksi dalam lapisan bumi.



Gambar 2. Konsep delay time model 2 lapisan

Bila sumber ledakan dianggap terletak pada A' dan diterima di D', semua alur gelombang seolah-olah merambat pada batas media. Beda waktu antara perambatan ABCD dengan A'BCD' adalah :

$$T_{ABCD} - T_{A'BCD'} = \frac{AB}{V_1} - \frac{A'B}{V_2}$$

$$D_{1,2} = \frac{AR}{V_1} + \frac{RB}{V_1} - \frac{A'B}{V_2}$$

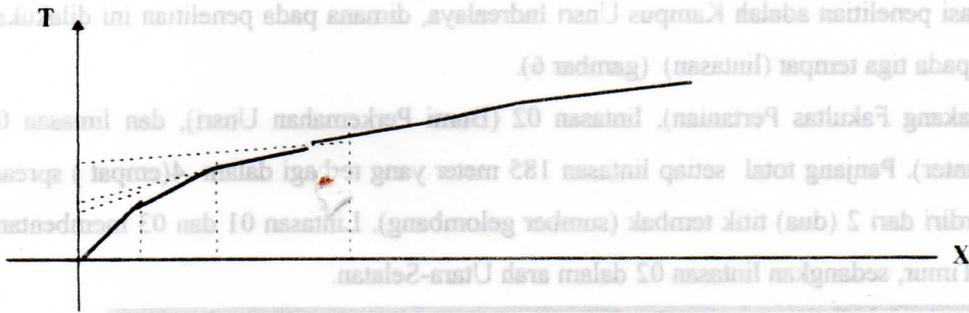
$$D_{1,2} = \frac{AR}{V_1} + \frac{RB}{V_2 \sin i} - \frac{A'B}{V_2}$$

$$D_{1,2} = \frac{AR}{V_1}$$

$$D_{1,2} = h_1 \frac{\cos i}{V_1}$$

$$D_{1,2} = h_1 \frac{\sqrt{V_2^2 - V_1^2}}{V_1 V_2}$$

**Model n Lapisan**



Lintasan	Lokasi	Spaced	V <sub>1</sub> (m/det)	V <sub>2</sub> (m/det)	Ketebalan dibawah sumber (meter)
01.	Belakang Perumahan	001	411	1503	1.1
		002	487	1503	1.0
		003	520	1487	1.2
		004	320	1487	1.3
02.	Bumi Perumahan	001	430	1490	1.4
		002	390	1437	1.3
		003	302	1490	1.4
03.	Student Center	001	430	1521	1.9
		002	472	1507	1.8
04.		001	472	1507	1.8
		002	493	1507	1.8
		003	493	1507	1.8
		004	493	1507	1.8

**Gambar 3. Konsep delay time model n lapisan**

Secara umum rumusan untuk waktu tempuh yang dibutuhkan adalah :

$$T_n = (X/V_n) + 2D_1n + 2D_2n + ..... + 2D_mn$$

maka ketebalan lapisan dapat dihitung (h) adalah :

$$h_{n-1} = \frac{\tau_{n-1}}{V_{n-1}} \frac{V_{n-1}}{\sqrt{V_n^2 - V_{n-1}^2}} \left[ \sum V_{n-1} \frac{\sqrt{V_n^2 - V_k^2}}{V_k \sqrt{V_n^2 - V_{n-1}^2}} \right]$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Zona pelapukan di alam terbentuk melalui suatu proses perubahan susunan mineral secara kimiawi oleh peristiwa oksidasi, karbonisasi dan pelarutan terutama pada daerah dekat permukaan. Secara fisis perubahan eksternal seperti cuaca, sinar matahari, serta erosi permukaan juga mengakibatkan batuan

mengalami pengembangan dan pengerutan secara kontinu, perubahan-perubahan ini akan menyebabkan timbulnya suatu proses pelapukan batuan dekat permukaan.

Studi kasus lokasi penelitian adalah Kampus Unsri Indrealaya, dimana pada penelitian ini dilakukan pengambilan data pada tiga tempat (lintasan) (gambar 6).

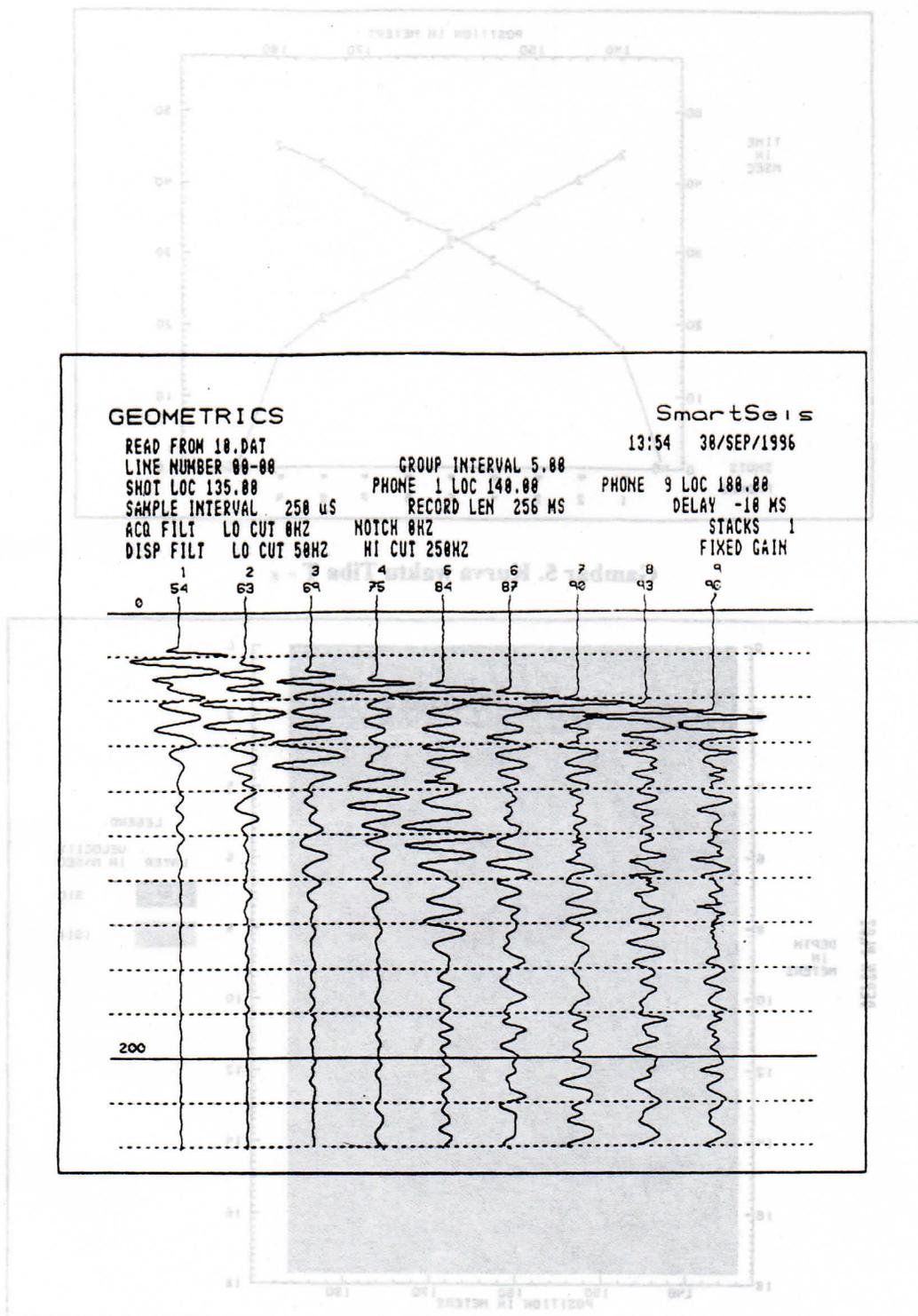
Lintasan 01 (belakang Fakultas Pertanian), lintasan 02 (Bumi Perkemahan Unsri), dan lintasan 03 (depan Student Center). Panjang total setiap lintasan 185 meter yang terbagi dalam 4(empat) spread, dan tiap spread terdiri dari 2 (dua) titik tembak (sumber gelombang). Lintasan 01 dan 03 membentang dalam arah Barat-Timur, sedangkan lintasan 02 dalam arah Utara-Selatan.

Lintasan	Lokasi	Spread	V <sub>1</sub> (m/det)	V <sub>2</sub> (m/det)	Ketebalan dibawah sumber (meter)	
					A	B
01.	Belakang Pertanian	001	411	1553	2.6	1.6
		002	407	1531	2.0	1.9
		003	528	1447	2.3	2.8
		004	320	1466	2.6	2.2
02.	Bumi Perkemahan	001	420	1490	2.4	2.9
		002	290	1437	2.3	2.6
		003	302	1496	2.6	2.2
		004	310	1511	2.4	2.3
03.	Student Cent.	001	450	1531	1.9	1.5
		002	459	1507	1.8	1.4
		003	472	1553	2.0	1.4
		004	493	1533	1.8	1.8

Tabel 1. Kecepatan dan Ketebalan Lapisan

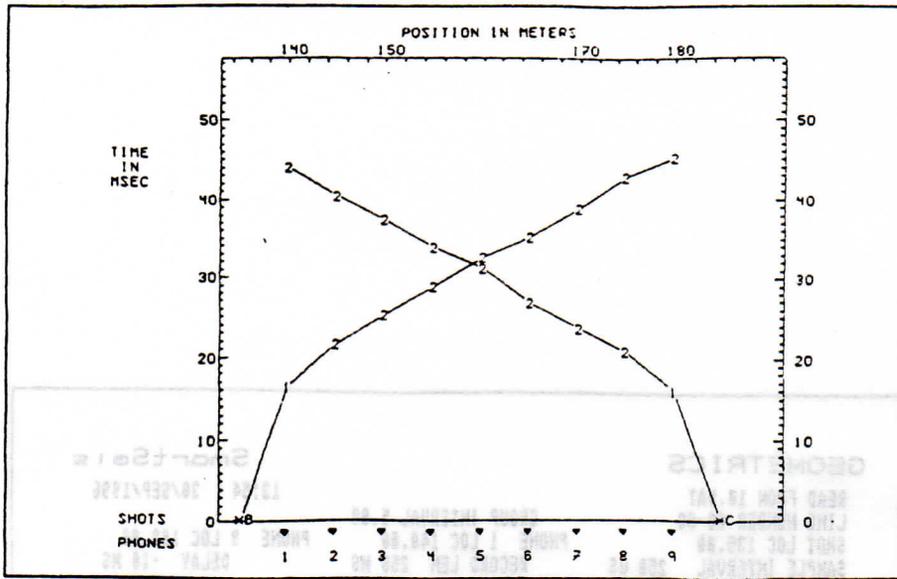
Salah satu hasil dari rekaman seismik refraksi yang diperoleh seperti pada gambar (4), dan kurva watu tiba serta profil bawah permukaan terlihat pada gambar 5 dan 6 berturut-turut.

Dari hasil pada tabel 1, hanya dapat terdeteksi sebanyak dua lapisan dengan ketebalan lapisan pertama berkisar antara 1.4 m hingga 2.9 m dan dapat diinterpretasikan bahwa lapisan pertama dengan kecepatan antara 290 m/det hingga 528 m/det merupakan material hasil pelapukan permukaan dan kecepatan lapisan kedua berkisar antara 1437 m/det hingga 1553 m/det berupa lapisan lempung; apabila diklasifikasikan menurut umur geologi kedua lapisan tersebut merupakan sediment kuarter (Sydney P. Clark, Jr, 1966).

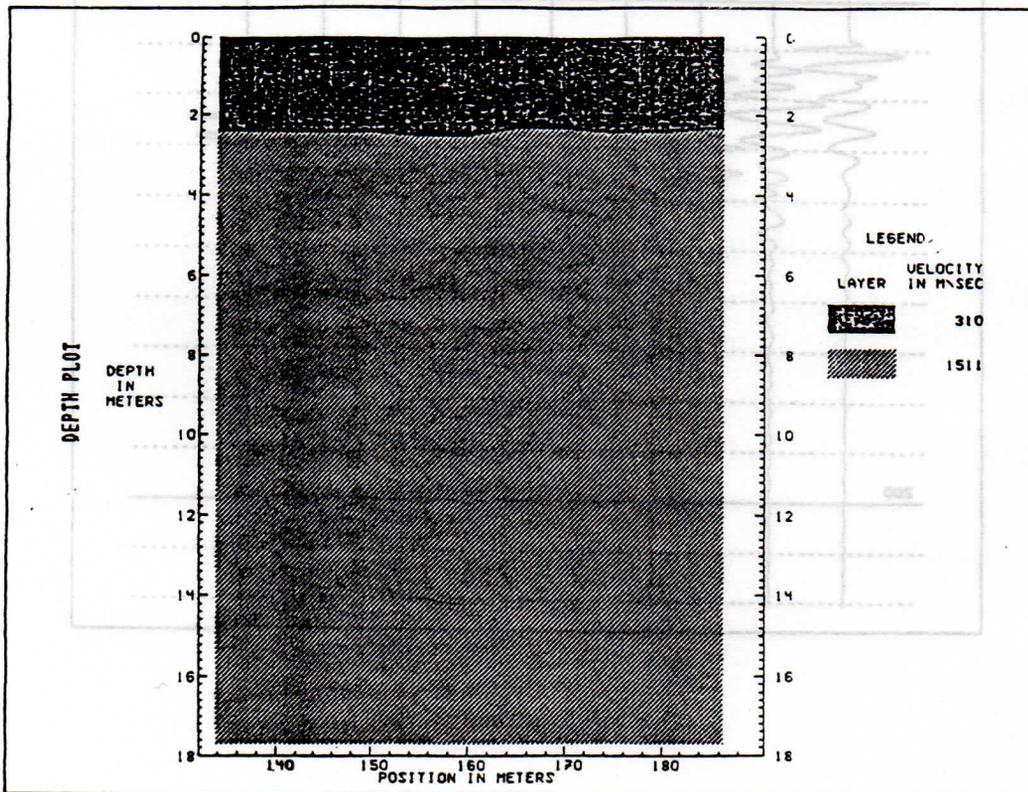


Gambar 4. Rekaman Seismik

Gambar 4. Profil bawah permukaan



Gambar 5. Kurva waktu Tiba T - x



Gambar 6. Profil bawah permukaan

## MODEL ALIRAN FLUIDA CAIR PADA BATUAN BERPORI TERDISTRIBUSI ACAK

Arslan

Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya

### KESIMPULAN

1. Metoda Delay time memberikan gambaran mengenai ketebalan lapisan dibawah sumber selombang.
2. Dari hasil interpretasi pada tiga lintasan pada lokasi penelitian diperoleh dua katagori kecepatan :  
Kecepatan lapisan pelapukan : 290 - 528 m/det  
Kecepatan lapisan lempung : 1437 - 1553 m/det  
Ketebalan lapisan pelapukan : 1.4 - 2.9 meter
3. Dua lapisan tersebut diatas berdasarkan umur geologinya termasuk sedimen kuarter.

### DAFTAR PUSTAKA

- Clark, Jr, S.P., 1966, Hanbook of Physical Constants, rev.ed., Geol. Soc. Am, Mem 97.
- Dobrin, M.B., 1976, Introduction to Geophysical Prospecting, Mc Graw-Hill, Tokyo, Japan.
- Griffiths, D.H. and R.F. King, 1981, Applied Geophysics for Geologists and Engineers, Pergamon Press, New York.
- Masuda,H., 1981, Seismic Refraction Analysis for engineering Study, OYO-Corporation, Tokyo, Japan.
- Scott, J.H., 1973, Seismic Refraction Modeling by Computer Geophysics, vol. 38, no. 2, 1993, Smartseis S12 Exploration Seismograph operator's manual, EG & G Geometrics, California, USA.
- Sherrif,R.E., 1977, A Fisrt Course in Geophysical Exploration and Interpretation, Int. Human Resources Development Corporatiton.