

## KARAKTERISASI *RESERVOIR* KARBONAT DENGAN APLIKASI SEISMIK ATRIBUT DAN INVERSI SEISMIK IMPEDANSI AKUSTIK

Ridho Fahmi Alifudin<sup>1)</sup>, Wien Lestari<sup>1)</sup>, Firman Syaifuddin<sup>1)</sup>, M. Wahdanadi Haidar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Geofisika, FTSP ITS, <sup>2)</sup>PT Petrochina-Pertamina East Java

*e-mail*: ridhofahmi5@gmail.com

**Abstrak.** Analisis *reservoir* sangat penting dalam dunia minyak dan gas pada suatu wilayah untuk mengetahui cadangan maupun karakter dari *reservoir* itu sendiri. Oleh karena itu adanya analisis seismik atribut dan aplikasi seismik inversi dapat membantu *interpreter* mempermudah dalam menganalisis *reservoir*. Dari data seismik, geologi dan data sumur, peneliti dapat menganalisis prospek keberadaan hidrokarbon pada daerah penelitian. Metodologi pengerjaan penelitian ini meliputi tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data log dan seismik, interpretasi horizon dan *fault*, pembuatan *time & depth structure map*, analisis atribut seismik dan inversi seismik. Reservoir Karbonat pada lapangan penelitian mempunyai nilai impedansi yang tinggi yaitu 35392 – 48482 ((ft/s)\*(g/cc)), namun terdapat potensi hidrokarbon pada reservoir dengan nilai impedansi lebih rendah yaitu 30717 – 34645 ((ft/s)\*(g/cc)).

**Kata Kunci:** karbonat; atribut seismik; inversi based model; impedansi akustik

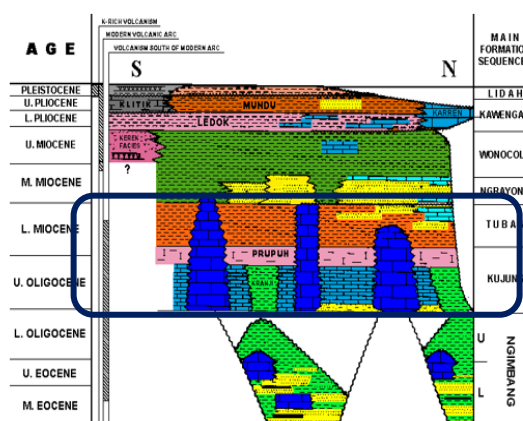
**Abstract.** *Reservoir analyzation is so important for oil and gas industry to find out the character and oil reserves from the prospect reservoir. The purposes in this research are to characterize the reservoir with the application of seismic attribute and inversion seismic Acoustic Impedance for JOB Pertamina PetroChina East Java’s Field. From seismic data, well data and geological data control that can help us to interpret the character of reservoir. The methodology of this research such as collect the data, seismic well tie, interpret the horizon of top formation, interpret fault, create time and depth structure map, seismic attribute and seismic inversion. Carbonate reservoir in this filed has high impedance acoustic between 35392 – 48482 ((ft/s)\*(g/cc)), and then there is an anomaly low impedance on this reservoir between 30717 – 34645 ((ft/s)\*(g/cc)). That anomalies indicate the presence of hydrocarbons.*

**Keywords:** seismic interpretation; time & depth strucure map; seismic attribute; inversion seismic acoustic impedance

### PENDAHULUAN

Keberadaan sumber energi minyak dan gas bumi masih menjadi energi utama dalam mendukung kegiatan manusia. Potensi sumber minyak dan gas masih terus dikembangkan guna memenuhi kebutuhan pasar. Untuk itu kegiatan eksplorasi dan eksploitasi harus terus dikembangkan.

Lapangan ‘RF’ merupakan lapangan migas yang berada di Jawa Timur Utara. Terbukti dengan adanya produksi minyak dengan *reservoir* batuan karbonat umur miosen. Hal ini dibuktikan dari beberapa sumur pengeboran yang berproduksi kontinyu hingga saat ini. Secara stratigrafi, zona *reservoir* penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 dimana litologi didominasi oleh batuan karbonat terumbu.



Gambar 1. Stratigrafi Daerah Penelitian.

Untuk dapat mengkarakterisasi *reservoir* dengan baik, dilakukan studi dengan memanfaatkan data seismik dan data sumur. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah interpretasi kualitatif atribut seismik RMS dan inversi impedansi akustik untuk mengetahui properti fisis yang berkaitan dengan identifikasi zona hidrokarbon pada *reservoir* (Abdullah,2007).

**DASAR TEORI**

**A. Impedansi Akustik**

Impedansi akustik atau *Acoustic Impedance* (AI) merupakan sifat yang khas pada batuan yang merupakan hasil perkalian antar densitas ( $\rho$ ) dan kecepatan gelombang seismik ( $v$ ). Secara matematis persamaan AI adalah sebagai berikut :

$$AI = \rho v \tag{1}$$

dengan keterangan:

- AI = Impedansi Akustik (ft/s. g/cc)
- $\rho$  = densitas (g/cc)
- $v$  = kecepatan gelombang seismik (ft/s)

Perubahan nilai AI dapat menandakan perubahan karakteristik batuan seperti litologi, porositas kekerasan, dan kandungan fluida. AI dapat dianalogikan berbanding lurus terhadap kekerasan batuan dan berbanding terbalik dengan porositas.

**B. Metode Inversi**

Pada awalnya penerapan metode ini dimulai dengan asumsi model awal hasil *picking* yang dilakukan iterasi. *Trace* yang dihasilkan dari data sintetik akan dibandingkan dengan *trace* seismik asli sehingga didapatkan nilai *error*. Nilai *error* yang kecil menghasilkan solusi yang menyerupai keadaan aslinya. Dengan menggunakan data sintetik, diharapkan *noise* dalam seismik tidak akan mengganggu dalam proses inversi ini (Russel, 2008).

Secara matematis, model dan data pengukuran dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M = (m_1, m_2, m_3, \dots m_k)^T$$

$$D = (d_1, d_2, d_3, \dots d_k)^T$$

dengan:

M adalah model inversi,

D adalah data pengukuran lapangan.

Secara matematis F dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F(M) = F(M_0) + \frac{\partial F(M_0)}{\partial M} \Delta M \tag{2}$$

dengan:

$M_0$  adalah model dugaan awal,

M adalah model bumi sebenarnya,

$\Delta M$  adalah perubahan parameter model ,

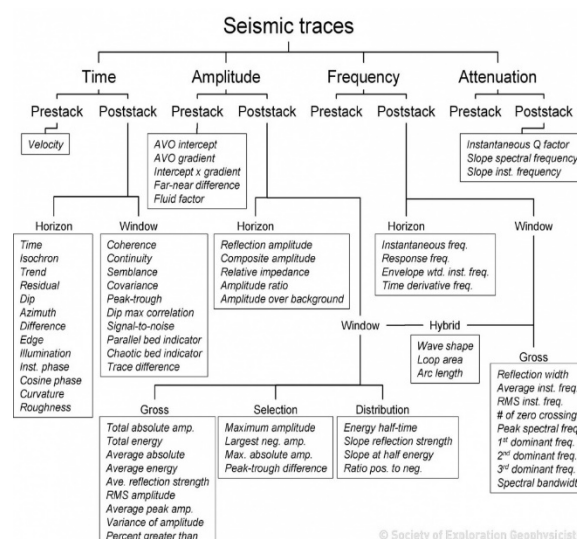
F(M) adalah data pengukuran,

F( $M_0$ ) adalah harga perhitungan dari model dugaan

$\frac{\partial F(M_0)}{\partial M} \Delta M$  adalah perubahan nilai perhitungan terhadap model.

**C. Seismik Atribut**

Brown (1999) mendefinisikan atribut seismik sebagai suatu informasi dasar derivatif dari data seismik. Informasi dasar yang dapat diturunkan dari data seismik adalah waktu, amplitudo, frekuensi dan atenuasi yang kemudian digunakan sebagai dasar klasifikasi atribut seismik (Gambar 2).



Gambar 2. Klasifikasi Seismik Atribut (Brown, 1999).

Secara umum, atribut turunan waktu akan cenderung memberikan informasi perihal struktur, sedangkan atribut turunan amplitudo lebih cenderung memberikan informasi perihal stratigrafi dan *reservoir*. Atribut-atribut yang terdapat umumnya adalah atribut hasil pengolahan post-stack yang dapat diekstrak sepanjang satu horizon atau dijumlahkan sepanjang kisaran *window* tertentu.

**D. Atribut Amplitudi RMS**

Salah satu sinyal seismik yang umumnya digunakan untuk mendapatkan informasi reservoir adalah amplitudo. Pendekatan interpretatif untuk mengevaluasi reservoir dari atribut amplitudo menggunakan asumsi yang sederhana, yaitu *bright spot* pada peta seismik yang mendasarkan pada besar kecilnya amplitudo akan lebih tinggi bila saturasi hidrokarbon tinggi, porositas semakin besar, *pay thickness* lebih tebal (walaupun dengan beberapa komplikasi *tuning effect*) (Anggraini 2011).

Secara umum bahwa semakin terang *bright spot* (semakin nyata kontras amplitudo) maka semakin bagus prospeknya.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i^2} \tag{3}$$

Keterangan :

- a = amplitudo seismik
- N = jumlah data

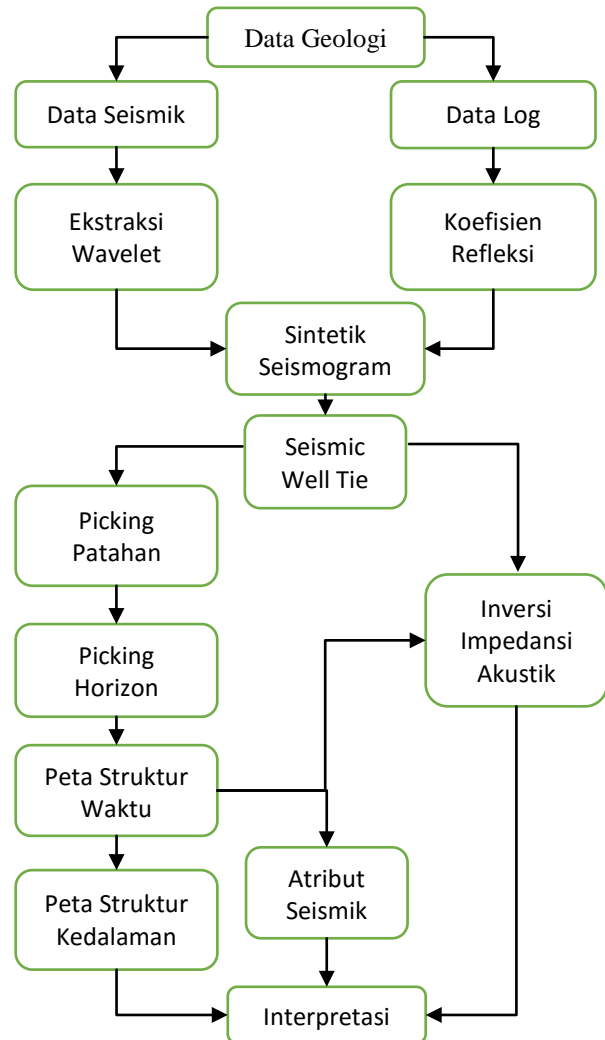
**METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah:

- a. data sumur sebanyak 5 data yang memiliki deviasi dimana masing masing sumur memiliki data gamma ray, sonic, densitas dan beberapa memiliki *checkshot* dan *top marker*.
- b. data seismik *post-stack time migration* 3D dengan kedalaman sampai 3000 ms.

Proses pengolahan data diawali dengan analisa *crossplot* data log untuk mengetahui karakter dan lokasi kedalaman reservoir. Interpretasi horizon

dilakukan pada *top* formasi tuban dan formasi karbonat dengan bantuan *marker* dari sumur dan informasi data log. Berikut adalah diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

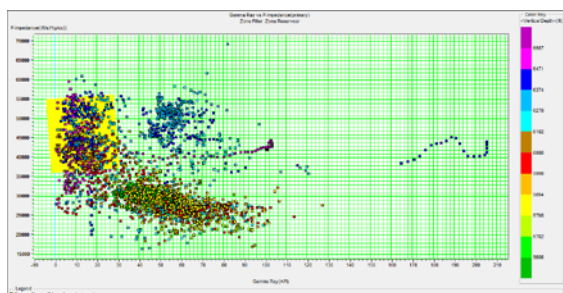
Inversi impedansi akustik dan seismik atribut digunakan untuk menganalisa sifat lithologi dan keberadaan fluida hidrokarbon pengisi reservoir.

**HASIL DAN ANALISA**

**A. Analisa Crossplot**

Dilakukannya analisa data log ini berguna untuk menentukan *marker top* dan *base* reservoir di tiap masing masing sumur. Penentuan lokasi *reservoir* ini dapat dibantu oleh data log *Gamma*

Ray, log Porositas, Density. Formasi yang menjadi *reservoir* di lokasi penelitian adalah Formasi Tuban Karbonat yang merupakan formasi batuan karbonat.

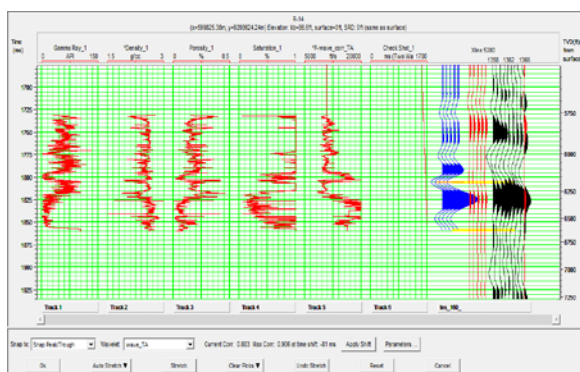


Gambar 4. Crossplot GR dengan P Impedance.

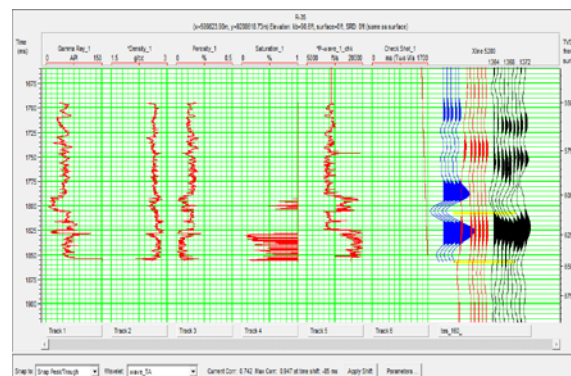
Dari hasil pengamatan *crossplot* log, reservoir karbonat ini yang direpresentasikan oleh *gamma ray* yang rendah tetapi bernilai impedansi tinggi (karena *reservoir* karbonat). Rata-rata kedalaman *reservoir* mulai pada kedalaman 6250 feet TVDSS.

### B. Seismik Well Tie

*Seismic Well Tie* adalah proses pengikatan data seismik dengan data sumur yang bertujuan untuk menyamakan *domain* seismik yang dalam bentuk *time* ke dalam *domain* kedalaman dari data sumur. Tujuan akhir dari proses pengikatan ini adalah untuk mengetahui posisi atau horizon reservoir Tuban karbonat pada data seismik.



Gambar 5. Korelasi 0,742 pada Sumur R-1.4

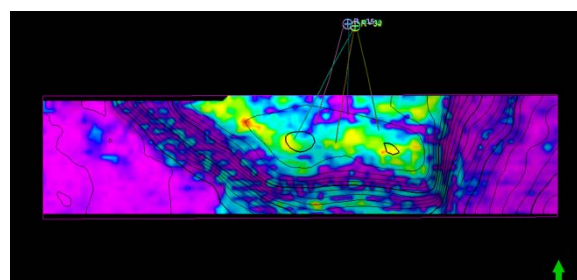


Gambar 6. Korelasi 0,883 pada Sumur R-35.

### C. Atribut Amplitudo RMS

Analisa interpretatif untuk mengevaluasi *reservoir* dengan menggunakan atribut amplitudo rms menggunakan asumsi besar kecilnya nilai amplitudo yang sering disebut *brightspot*. Apabila semakin terang *bright spot* (semakin nyata kontras amplitudo) semakin bagus prospek hidrokarbon dalam wilayah tersebut karena semakin tinggi *brightspot* mengindikasikan tingginya saturasi hidrokarbon, porositas yang besar dan densitas yang kecil.

Dalam penelitian ini, horizon yang akan diterapkan atribut RMS adalah horizon Tuban karbonat yang merupakan *reservoir* dari zona *interest*. Warna hijau menunjukkan nilai kontras amplitudo yang besar sedangkan warna biru menunjukkan amplitudo yang rendah Gambar 7.



Gambar 7. Penerapan Atribut RMS pada Top Tuban Karbonat.

Dari hasil penerapan atribut RMS di atas, nilai RMS tinggi berkumpul pada puncak karbonat dan menyebar dari Barat ke Timur (daerah *brightspot*). Kemungkinan prospek hidrokarbon pada penelitian ini terdapat di sebelah Selatan dari puncak *build up* karbonat. Daerah tersebut telah terbukti memiliki

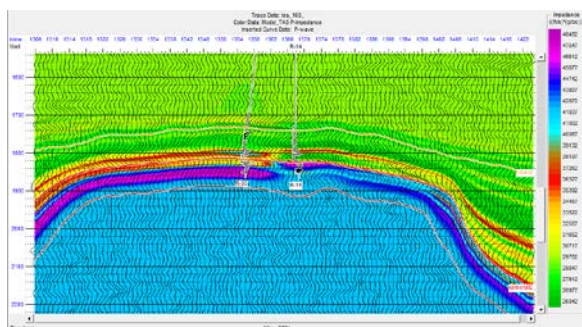


prospek dengan dibuktikannya 2 sumur yang telah dibor.

#### D. Analisis Model Inversi

Proses inversi dilakukan pada karbonat *reservoir* Tuban. Data sumur kontrol dalam melakukan inversi adalah data sumur yang menembus seluruh formasi karbonat Tuban, yaitu sumur R-14 dan sumur R-35. Tujuan utama dari inversi adalah untuk melihat distribusi lateral dari nilai impedansi akustik berasal dari sumur.

Metode inversi yang digunakan adalah inversi *Based Model*. Metode ini dipilih karena metode ini menghasilkan inversi yang konsisten terhadap data seismik. Model awal yang digunakan adalah data dari properti sumur (Impedansi Akustik, AI) yang sudah terikat dengan data seismik yang dikontrol oleh hasil interpretasi horison *top* dan *bottom reservoir*.

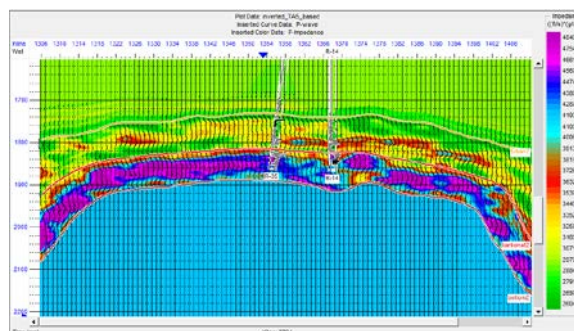


Gambar 8. Model Impedansi Akustik Hasil Interpolasi Data AI ke Data Seismik dengan Batasan Data Horizon.

#### E. Inversi Impedansi Akustik

Parameter yang digunakan dalam aplikasi inversi seismik *Based Model* ini antara lain sebagai berikut: *hard constraint upper*= 50%, *hard constraint lower* 50%, *average block size* = 2 ms, *prewhitening* = 1%, *number of iteration* = 10.

Setelah parameter inversi ditentukan dan mendapatkan hasil *error* seminimum mungkin, kemudian dilakukan proses inversi pada seismik 3D pada formasi yang telah dibatas horizon.

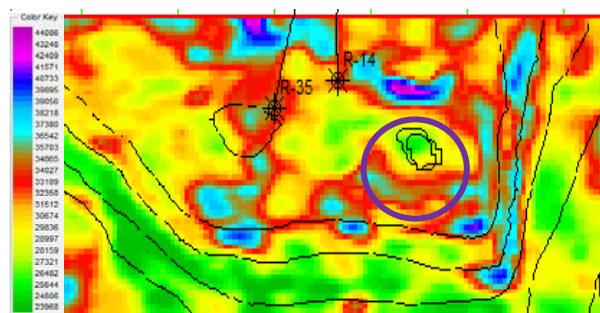


Gambar 9. Hasil Inversi Impedansi Akustik pada Lintasan xline 5294 yang Melalui Kedua Sumur.

Hasil inversi menunjukkan bahwa Reservoir Karbonat pada lapangan penelitian mempunyai nilai impedansi yang tinggi yaitu 35392 – 48482 ((ft/s)\*(g/cc)), dan terlihat potensi hidrokarbon pada reservoir dengan nilai impedansi 30717 – 34645 ((ft/s)\*(g/cc)) pada kedalaman 1800-1900 ms.

#### F. Analisa dan Pembahasan

Hasil dari analisa atribut RMS yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan adanya zona *brightspot* pada bagian antiklin S, SE dan SW. Zona Antiklin ini memang sangat baik digunakan untuk tempat akumulasi hidrokarbon bermigrasi. Hasil inversi impedansi akustik dari model ini menunjukkan bahwa terdapat zona AI tinggi yang menunjukkan bahwa zona *reservoir* merupakan lapisan karboat dengan intrusi zona impedansi rendah yang diindikasikan sebagai hidrokarbon pada zona *reservoir*.



Gambar 10. Pengajuan Titik Pengeboran Baru (Lingkaran Biru).

Berdasarkan hasil analisa struktur, atribut dan inversi impedansi akustik diajukan adanya 1 usulan titik (pengeboran baru karena pada lokasi tersebut memiliki zona *brightspot* dan nilai impedansi yang *relative* rendah sehingga berpotensi memiliki nilai porositas tinggi dan berisi hidrokarbon.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari interpretasi seismik, log dan hasil inversi antara lain:

1. Dari analisa data log dan data seismik, didapatkan lokasi reservoir karbonat berada pada kedalaman rata-rata 6200 ft TVDSS.
2. Analisa *depth structure maps* membantu untuk melihat kemungkinan kedalaman dari *reservoir*.
3. Analisa Atribut Amplitudo RMS pada Top Reservoir Karbonat menunjukkan zona *brightspot* yang mengindikasikan porositas tinggi dan hidrokarbon.
4. Reservoir Karbonat pada lapangan penelitian mempunyai nilai impedansi yang tinggi yaitu 35392 – 48482 ((ft/s)\*(g/cc)), dan terlihat potensi hidrokarbon pada reservoir dengan nilai impedansi 30717 – 34645 ((ft/s)\*(g/cc)) pada kedalaman 1800-1900 ms.

### Saran

Saran dari hasil dan kesimpulan untuk membangun hipotesa-hipotesa selanjutnya antara lain perlu dilakukan analisa AVO, inversi impedansi elastik maupun LMR untuk karakterisasi reservoir lebih lanjut. Serta penambahan data sumur yang mencakup seluruh reservoir untuk inversi yang lebih akurat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada JOB Pertamina Petrochina East Java atas izin yang diberikan untuk mempublikasikan tulisan ini. Serta Ibu Wien, Pak Firman dan Mas Adi selaku pembimbing dalam menyusun tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Agus, 2007. *Ensiklopedi Seismik*. ensiklopediseismik.blogspot.com. Diakses pada hari Rabu, 9 Maret 2016, Pukul 11.01 WIB.
- Anggraini, Tiara, 2011. *Analisa Kualitatif Potensi Hidrokarbon Lapangan TA: Dengan Aplikasi Seismik Atribut*, Tugas Akhir Program Sarjana, Universitas Indonesia.
- Brown, R.A, 1999. Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data Fifth Edition, *AAPG Memoir* 42.
- Faisal, 2009. *Prediksi Sebaran Porositas pada Lapisan Karbonat dengan Menggunakan Metode Inversi Berbasis Model pada Data Seismik 3D*, Skripsi, Universitas Hasanuddin
- Hampson-Russell Software Service, Ltd., 2006. *Strata: Theory and Exercises*
- JOB – Pertamina Petrochina East Java, 2013. *Well Report*.
- Sukmono S, 2002. *Interpretasi Seismik Refleksi*. Departemen Teknik Geofisika, FIKTM, Institut Teknologi Bandung.

-----