

## APLIKASI INVERSI SEISMIK UNTUK KARAKTERISASI RESERVOIR

Ari Setiawan, Fasih Kazainullah, Antoni Bahar MH  
(Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika, Universitas Gadjah Mada, Indonesia)

### Abstrak

Metode inversi seismik adalah suatu teknik untuk memprediksi sebuah impedansi bawah permukaan dari data seismik sehingga dapat digunakan untuk perkiraan model geologi. Pada penelitian ini untuk menghasilkan *AI* (*Acoustic Impedance*), *SI* (*Shear Impedance*) dan densitas dilakukan dengan metode *Amplitude Variation with Angle of Incidence Constrained Sparse Spike Inversion (AVA CSSI)* dan *Linear Programming Sparse Spike (LPSS)*.

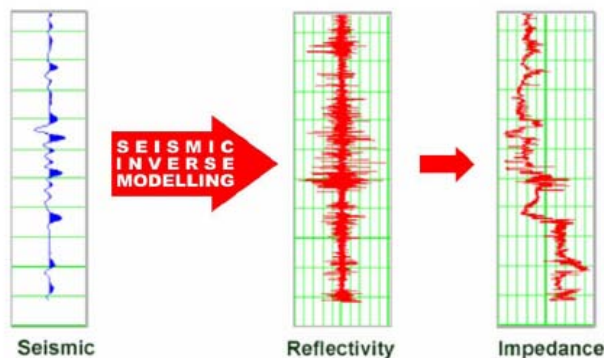
Studi karakterisasi reservoir karbonat Formasi Parigi pada lapangan "ADIL", Cekungan Jawa Barat Utara dilakukan dengan menggunakan teknik inversi simultan; sedangkan batupasir Telisa pada lapangan "X", Sumatra Selatan menggunakan metode inversi *Linear Programming Sparse Spike (LPSS)*. Metode ini menghasilkan *AI*, *SI*, densitas serta beberapa parameter fisika untuk mengetahui penyebaran litologi, fluida serta porositas reservoir.

Formasi Parigi pada lapangan "ADIL" terdiri dari litologi *tight carbonate* yang ditunjukkan dengan *AI*, *SI* dan densitas yang relative tinggi, sedangkan litologi *porous carbonat* relatif rendah. Batupasir Telisa pada lapangan "X" berada di bawah horizon Telisa SS. Nilai *AI* yang relative rendah dapat diartikan litologi tersebut lebih porus. Pada penampang *SI*, zona-zona yang bersesuaian dengan zona *AI* rendah menunjukkan nilai *SI* yang relative lebih tinggi.

Kata kunci: inversi, reservoir, *Acoustic Impedance*, *Shear Impedance*, *AVA CSSI*, *LPSS*

### Pendahuluan

*Seismic inverse modeling* merupakan suatu teknik memprediksi sebuah impedansi bawah permukaan dari data seismik (gambar 1.). Prosedur dasarnya adalah dekonvolusi data seismik menjadi perkiraan deret koefisien refleksi, dan inversi deret koefisien refleksi menjadi impedansi semu. Pendrel et al. (2000) mengembangkan sebuah metode baru dalam inversi dengan menggunakan data seismik partial stack gelombang P yang kemudian diinversikan dengan wavelet hasil estimasi dari masing-masing stack untuk menghasilkan informasi *AI*, *SI* dan densitas. Metode ini dinamakan sebagai metode inversi simultan. Tujuan proses inversi ini adalah untuk melihat penyebaran lateral properti sepanjang lintasan seismik, lebih lanjut untuk karakterisasi reservoir. Manfaat penelitian untuk mengetahui penyebaran reservoir berdasarkan analisis hasil inversi.



Gambar 1. *Seismic inverse modeling* (Hampson dan Russell, 2007)

**Metode Penelitian**

Diagram alir pengolahan data inversi simultan dapat dilihat pada gambar 2. Adapun tahapan prosesnya sebagai berikut:

Estimasi Wavelet, data yang diperlukan adalah data sumur dan data seismik (statistik). Penilaian atas kualitas *wavelet* didasarkan pada spektrum data seismik dan *wavelet* yang memiliki korelasi tinggi.

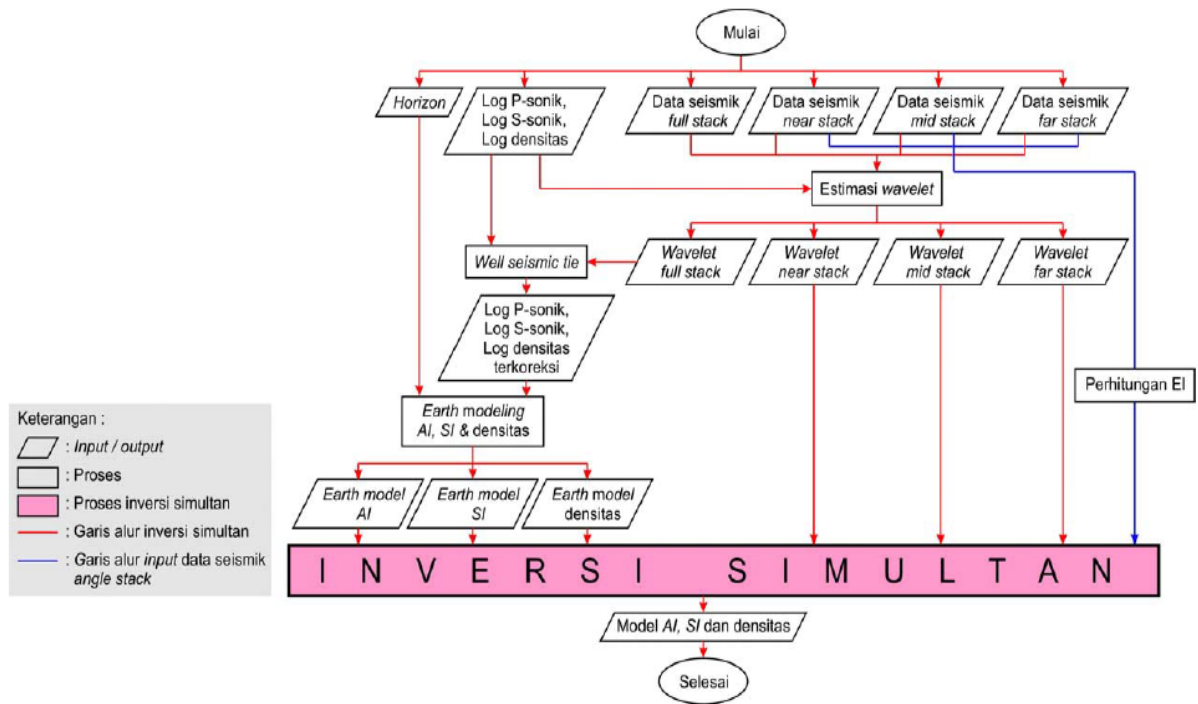
Estimasi Wavelet Full Stack, digunakan dalam proses *well seismic tie* untuk mendapatkan seismogram sintetik.

Estimasi Wavelet Angle Stack, Proses ini bertujuan untuk mengestimasi *wavelet angle stack* (*near, mid* dan *far*) pada masing-masing sumur.

Well Seismic Tie, Penggabungan/pengikatan data sumur dengan data seismik disebut dengan *well seismic tie*. Pengikatan sumur dengan seismik dilakukan sampai diperoleh posisi *horizon* dalam domain waktu berkorelasi dengan *top* lapisan atau formasi dalam domain kedalaman.

Pembuatan Model Awal Inversi, Model bumi (*earth model*) sebagai model awal dari proses inversi. Parameter utama dalam pembuatan model adalah hasil penelusuran *horizon, framework* dan data log sumur.

Proses inversi simultan menghasilkan *AI, SI*, densitas serta beberapa parameter fisika densitas serta beberapa parameter fisika.

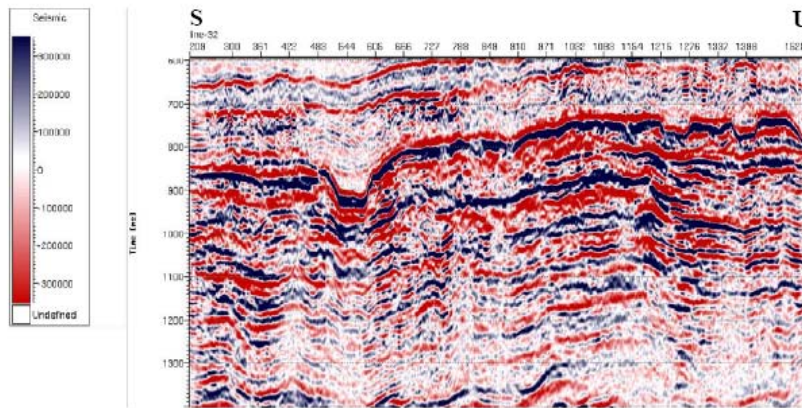


Gambar 2. Diagram alir proses inversi simultan (Kazainullah, 2007)

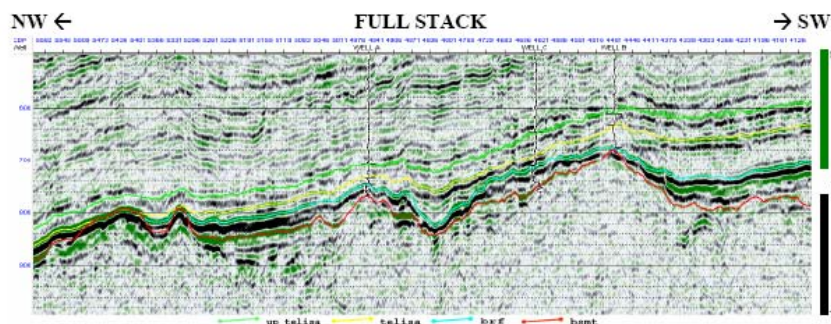
Dalam penelitian ini proses inversi yang dilakukan untuk menganalisa lapangan "ADIL" dengan metode *Amplitude Variation with Angle of Incidence Constrained Sparse Spike Inversion (AVA CSSI)* sedangkan pada lapangan "X" dengan metode *Linear Programming Sparse Spike (LPSS)*.

**Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Penampang *full stack* merupakan data seismik *Pre Stack Time Migration* yang di-*stack* untuk semua sudut datang. Data ini digunakan dalam *picking horizon* dan *well seismic tie* yang nantinya dipakai dalam pembuatan *earth model* (model awal inversi simultan). Hasil *full stack stack line-32* pada lapangan Adil dapat dilihat pada gambar 3; sedangkan penampang *full stack* salah satu lintasan pada lapangan X dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 3. Penampang *Full stack line-32* pada lapangan Adil



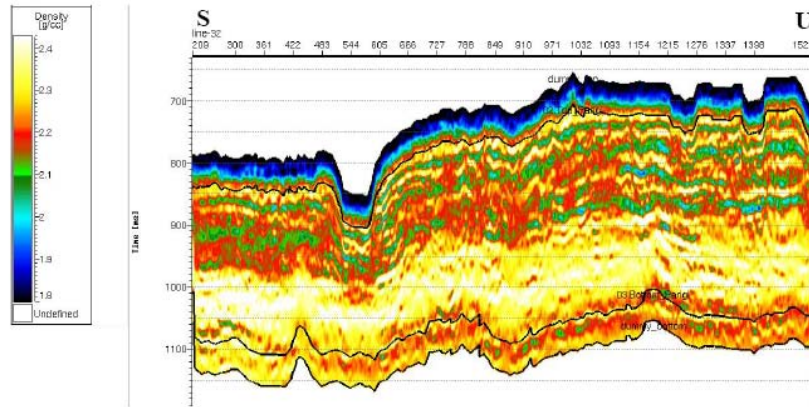
Gambar 4. Penampang *full stack* salah satu lintasan pada lapangan X.

Analisa hasil inversi simultan *line-32* pada lapangan Adil adalah sebagai berikut (Kazainullah, 2007) :

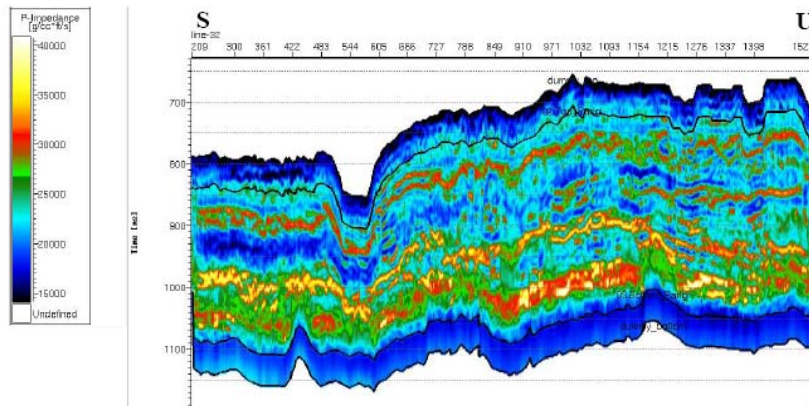
Nilai densitas relatif rendah dapat berarti litologi tersebut relatif lebih porous (*porous carbonate*) dan dapat juga disebabkan kehadiran gas (gambar 5). Dengan kata lain, densitas yang relatif rendah dapat diinterpretasikan sebagai litologi *porous carbonate* atau fluida gas.

Nilai AI yang relatif rendah dapat berarti litologi tersebut relatif lebih porous karena densitasnya relatif lebih kecil dan dapat juga disebabkan kehadiran gas sehingga akan mengurangi nilai kecepatan gelombang P-nya (gambar 6). Dengan kata lain, AI yang relatif rendah dapat diinterpretasikan sebagai litologi porous carbonate atau fluida gas.

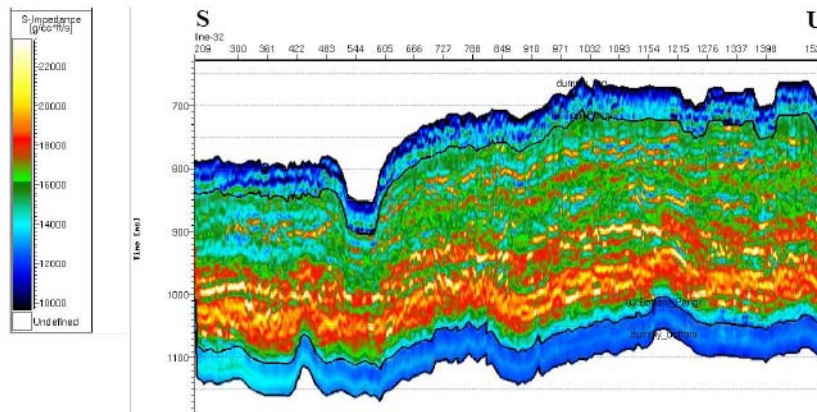
Nilai SI yang relatif rendah dapat berarti litologi tersebut relatif lebih porous (*porous carbonate*). Sedangkan nilai SI yang relatif tinggi dapat berarti litologi tersebut relatif lebih kompak (*tight carbonate*). Secara kuantitatif, nilai SI tidak dapat digunakan dalam membedakan *porous carbonate* atau *tight carbonate*. Hal ini dikarenakan terdapatnya *zona overlap* yang memungkinkan untuk bisa diinterpretasikan sebagai *porous carbonate* atau *tight carbonate*. Nilai SI yang relatif rendah mendominasi bagian atas formasi, dan nilai SI yang relatif tinggi mendominasi bagian bawah formasi. Hal ini menunjukkan bahwa litologi *porous carbonate* mendominasi bagian atas formasi dan *tight carbonate* mendominasi bagian bawah formasi (gambar 7.).



Gambar 5. Penampang densitas *line-32* pada lapangan Adil.



Gambar 6. Penampang *Acoustic Impedances (AI)* *line-32* pada lapangan Adil.



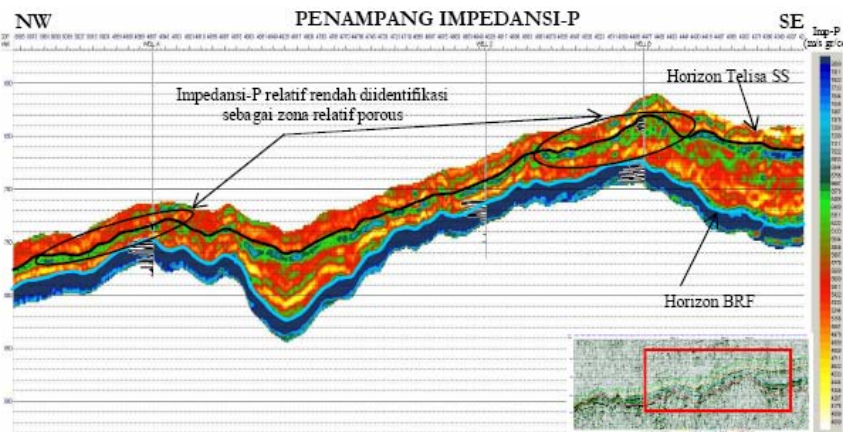
Gambar 7. Penampang *Shear Impedances (SI)* *line-32*, lapangan Adil.

Analisa hasil inversi salah satu lintasan pada lapangan X adalah sebagai berikut (Bahar, 2007) :

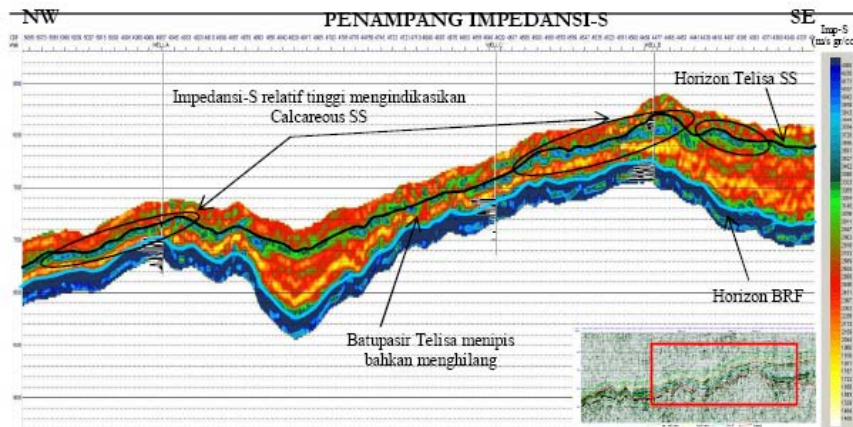
Penampang Impedansi-P (*Acoustic Impedances*) menunjukkan secara lateral batupasir Telisa berada di bawah horizon Telisa SS (gambar 8.). Penyebaran batupasir Telisa relatif bagus, ditunjukkan dengan sebaran warna hijau sampai biru yang hampir merata disepanjang lintasan. Nilai Impedansi yang relatif rendah dapat berarti litologi tersebut relative lebih porous karena densitasnya relatif lebih kecil dan dapat juga disebabkan kehadiran fluida sehingga akan mengurangi nilai kecepatan gelombang P-nya. Zona Impedansi-P yang relatif rendah pada batupasir Telisa secara umum dapat diasosiasikan sebagai daerah akumulasi fluida hidrokarbon.

Penampang Impedansi-S (*Shear Impedances*) menunjukkan bahwa penyebaran batupasir Telisa terlihat lebih jelas, ditunjukkan oleh warna hijau hingga biru (gambar 9.). Impedansi-S lebih dari 3030 m/s.gr/cc (warna hijau sampai biru) diidentifikasi sebagai batupasir Telisa, sedangkan

nilai Impedansi-S kurang dari 3030 m/s.gr/cc (warna kuning ke merah) diidentifikasi sebagai serpih. Pada penampang Impedansi-S, zona-zona yang bersesuaian dengan zona Impedansi-P rendah menunjukkan nilai Impedansi-S yang relatif lebih tinggi. Sedangkan pada zona Impedansi-P tinggi menunjukkan nilai Impedansi-S yang relatif lebih rendah (dim), kecuali pada zona lintasan arah *south-east* (SE) baik Impedansi-P maupun Impedansi-S-nya menunjukkan nilai yang relatif tinggi.



Gambar 8. Penampang *Acoustic Impedances* (Impedansi-P) salah satu lintasan pada lapangan X.



Gambar 9. Penampang *Shear Impedances* (Impedansi-S) salah satu lintasan pada lapangan X.

### Simpulan, saran dan rekomendasi

Formasi Parigi pada lapangan "ADIL" terdiri dari litologi *tight carbonate* yang ditunjukkan dengan *AI*, *SI* dan densitas yang relative tinggi, sedangkan litologi *porous carbonate* relatif rendah.

Batupasir Telisa pada lapangan "X" berada di bawah horizon Telisa SS. Nilai Impedansi-P (*AI*) yang relative rendah dapat diartikan litologi tersebut lebih porous. Pada penampang Impedansi-S (*SI*), zona-zona yang bersesuaian dengan zona Impedansi-P rendah menunjukkan nilai Impedansi-S yang yang relatif lebih tinggi, kecuali pada zona lintasan arah *south-east* (SE) baik Impedansi-P maupun Impedansi-S menunjukkan nilai relatif tinggi.

Untuk mengetahui penyebaran litologi, fluida serta porositas reservoir perlu dilakukan analisis parameter turunan inversi simultan antara lain analisa penampang *Mu-Rho*, *Lamda-Rho*, dan  $V_p/V_s$ .

**Daftar Pustaka**

Bahar A., MH., 2007, *Aplikasi Metode Extended Elastic Impedance (EEI) Untuk Karakterisasi Reservoir Batupasir Telisa, Lapangan "X", Cekungan Sumatra Selatan*, Skripsi, Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Goodway, B., Chen, T., and Downton, J., 1997, *Improved AVO Fluid Detection and Lithology Discrimination Using Lamé Petrophysical Parameter; " $\lambda\rho$ ", " $\mu\rho$ " and " $\lambda\rho$  fluid stack", from P and S Inversion: CSEG Expanded Abstracts, 148-151.*

Hampson danrussell, 2007, *AVO Inversion*, Hampson-Russell Software Services Ltd. Calgary, Silberta, Canada.

Kazainullah F., 2007, *Studi Geologi Dan Geofisika Untuk Karakterisasi Reservoir Karbonat Formasi Parigi Dengan Metode Inversi Simultan(Studi Kasus : Lapangan "Adil", Cekungan Jawa Barat Utara)*, Skripsi, Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Pendrel, J., 2000, *Estimation and Interpretation of P and S Impedance Volumes from Simultaneous Inversion of P-wave offset Seismic Data*, SEG Annual Meeting 2000.