

Karakterisasi Reservoir Hidrokarbon Menggunakan Atribut Energi dan Metode *Seismic Coloured Inversion (SCI)* Pada Lapangan Penobscot Kanada

Jarnal Witarsa^{*}, Dwi Pujiastuti, Elistia Liza Namigo

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

^{*}Jarnal08witarsa@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan karakterisasi reservoir hidrokarbon pada Lapangan Penobscot Kanada menggunakan atribut energi dan metode *Seismic Coloured Inversion (SCI)* di sepanjang *inline* 1284 m. Penelitian ini menggunakan data seismik *post stack* sebagai data input dan data sumur sebagai data kontrol untuk menentukan nilai impedansi akustik (*AI*). Analisis sensitivitas log yang digunakan menunjukkan bahwa *gamma ray log* lebih sensitif dalam pemisahan lapisan *sand* dan *shale*. Analisis atribut energi dilakukan untuk meningkatkan resolusi vertikal dari penampang seismik untuk menentukan *zone of interest*. Analisis inversi *SCI* dilakukan untuk melihat pola sebaran nilai *AI* pada penampang seismik yang diteliti. Dari hasil inversi *SCI* terhadap penampang seismik diperoleh nilai *AI* antara $2,00 \times 10^6$ kg/m²s sampai $5,56 \times 10^6$ kg/m²s. Hal ini menunjukkan bahwa pada penampang seismik yang diteliti terdapat potensi reservoir hidrokarbon.

Kata kunci: atribut energi, *Seismic Coloured Inversion (SCI)*, *Acoustic Impedance (AI)*, *Zone Of Interest*.

ABSTRACT

The characterization of hydrocarbon reservoirs in the Penobscot Field Canada using energy attribute and the Seismic Coloured Inversion (SCI) method along inline 1284. This study uses seismic data as input and well data as control to determine the value of acoustic impedance (AI). The log sensitivity analysis used shows that gamma ray logs are more sensitive in the separation of sand and shale layers. Energy attribute analysis is performed to increase the vertical resolution of the seismic cross section to determine the zone of interest. SCI inversion analysis is performed to see the AI distribution pattern on seismic cross section of the study. From the SCI inversion to the seismic cross section, it was obtained that the AI value is between 2.00×10^6 kg/m²s to 5.56×10^6 kg/m²s. This indicates that there is hydrocarbon content in the seismic cross section of the reservoir in study.

Keywords: energy attribute, Seismic Coloured Inversion (SCI), Acoustic Impedance (AI), Zone Of Interest.

I. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi minyak dan gas harus diimbangi dengan peningkatan usaha eksplorasi dan eksploitasi energi minyak dan gas. Eksplorasi dilakukan untuk mengetahui informasi hidrokarbon pada suatu wilayah melalui informasi atau gambaran bawah permukaan (Gauthier dan Daukoru, 1993).

Serangkaian kegiatan eksplorasi dapat dilakukan dengan beberapa kajian diantaranya kajian geologi, geokimia, dan geofisika (Koesoemadinata, 1980). Metode seismik merupakan bagian dari kajian geofisika yang umum digunakan dalam mengetahui informasi keberadaan hidrokarbon pada suatu daerah. Menurut Badley (1985) metode seismik digunakan untuk melihat kemungkinan adanya hidrokarbon yang terperangkap pada batuan reservoir di bawah permukaan. Informasi litologi bawah permukaan dapat diperoleh melalui pengintegrasian data seismik dan data sumur. Data seismik memiliki kemampuan yang cukup baik dalam penggambaran keadaan litologi bawah permukaan bumi secara lateral, sedangkan data sumur menghasilkan penggambaran bawah permukaan bumi secara vertikal dengan sangat baik (Catra, 2010).

Pengintegrasian data seismik dan data sumur dapat dilakukan menggunakan salah satu metode analisis yaitu penerapan atribut seismik dan metode seismik inversi. Atribut seismik merupakan keseluruhan informasi yang diperoleh dari data seismik baik yang terukur, terhitung, maupun yang tersirat yang digunakan untuk meningkatkan resolusi vertikal pada data seismik dan memperjelas anomali pada data seismik, sedangkan seismik inversi merupakan suatu teknik

untuk mendapatkan model bawah permukaan bumi dengan data seismik sebagai input dan data sumur sebagai kontrol dengan tampilan impedansi akustik yang lebih interpretatif dalam memetakan keadaan bawah permukaan (Sukmono, 2000). Kelebihan metode seismik inversi adalah memiliki keakuratan dan resolusi vertikal yang cukup tinggi (Arifien, 2010).

Pada metode seismik inversi, penampang seismik dikonversi ke dalam bentuk impedansi akustik yang merepresentasikan sifat fisis batuan sehingga lebih mudah untuk diinterpretasikan menjadi parameter – parameter petrofisik misalnya untuk menentukan litologi batuan dan penyebarannya (Tabah dan Hernowo, 2010). Metode seismik inversi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Seismic Coloured Inversion (SCI)*. Prinsip metode *SCI* menganalisis variasi seismik dan spektrum *well log* untuk membuat operator yang dapat secara langsung mengubah sebuah *trace* seismik menjadi *trace* reflektivitas. Menurut Lancaster dan Whitcombe (2000), dibandingkan dengan metode inversi impedansi akustik lainnya seperti metode inversi deterministik, metode *SCI* ini lebih efisien dari segi waktu dan mudah digunakan. Hasil inversi dengan metode *SCI* juga lebih andal jika dibandingkan dengan metode lainnya.

Fitri (2016) telah melakukan penelitian di Lapangan F3 Belanda menggunakan metode *SCI*. Dari hasil penelitiannya dapat ditentukan potensi hidrokarbon pada lapisan batuan yang diteliti yaitu berdasarkan metode *SCI* diperoleh nilai *AI* yang berkisar antara $4,3 \times 10^6 - 5,3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$ pada dua sumur yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa pada penampang seismik yang diteliti berkemungkinan adanya potensi hidrokarbon karena nilai *AI* nya yang rendah. Pada tahun 2011, Peryoga telah melakukan penelitian menggunakan metode *Elastic Impedance* pada Lapangan Penobscot Kanada. Dari hasil penelitiannya disimpulkan bahwa pada Lapangan Penobscot terdapat zona gas, yaitu berada pada nilai *EI* 17500 ft.gr / s.cc sampai dengan 22500 ft.gr / s.cc. Hanya saja pada penelitian ini tidak membahas tentang sebaran nilai *AI* pada Lapangan Penobscot Kanada, untuk itu dilakukan penelitian pada Lapangan Penobscot Kanada dengan metode yang berbeda.

Pada penelitian kali ini dilakukan karakterisasi reservoir menggunakan atribut *energy* dan metode *Seismic Coloured Inversion* pada Lapangan Penobscot Kanada. Hasil penelitian berupa *crossplot* dan struktur geologi lapangan Penobscot dengan analisis atribut seismik dan metode *SCI* untuk memberikan pola sebaran *AI* yang dapat memberikan informasi mengenai keberadaan hidrokarbon pada Lapangan yang diteliti (Whitcombe dan Fletcher, 2001).

II. METODE

Penelitian ini menggunakan data pada Lapangan Penobscot Kanada yang dapat diakses secara bebas pada <http://opendtect.org/index.php/support/free-seismic-surveys>. Data terdiri dari data seismik yang telah melalui tahapan *processing* dan dua data sumur yaitu sumur B-41 dan sumur L-30. Proses karakterisasi data dilakukan menggunakan *software opendtect* Versi 5.0.

Penelitian ini menggunakan metode *Seismic Coloured Inversion* dan atribut *energy* untuk mengkarakterisasi reservoir hidrokarbon. Input data yang digunakan dalam metode inversi impedansi akustik berupa data sumur dan data seismik 3D *post-stack*. Langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya :

1. Input data

Data yang diinput adalah data seismik dan data sumur dari Lapangan Penobscot Kanada yang telah melalui tahapan prosesing. Pada penelitian ini, reservoir yang dikarakterisasi mengacu kepada salah satu penampang seismik yaitu pada *inline* 1284. Data log dari dua sumur yang akan digunakan yaitu log sonic (DT), log porositas, log densitas (RHOB), dan log GR.

2. Well Seismic Tie

Well seismic tie adalah suatu proses pengikatan data sumur (*well*) terhadap data seismik. *Well seismic tie* digunakan untuk menempatkan *event reflector* seismik pada kedalaman yang sebenarnya serta untuk mengkorelasikan informasi geologi yang diperoleh dari data sumur dengan data seismik. Pada *well seismic tie*, langkah awal yang dilakukan adalah mengekstraksi *wavelet*. Ekstraksi *wavelet* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu ekstraksi *wavelet* secara statistik dengan menggunakan data seismik dan ekstraksi *wavelet* dengan

memanfaatkan data sumur yang ada. *Wavelet* yang digunakan pada penelitian ini adalah *wavelet* statistik, yaitu dengan mengekstraksi *wavelet cube* data seismik di sekitar zona target. *Wavelet* tersebut digunakan sebagai masukan dalam membuat seismogram sintetik untuk melakukan *well seismic tie*.

3. Analisis *Crossplot*

Crossplot dilakukan untuk menganalisa hubungan antara data seismik dan data sumur. Kedua tipe data ini yang dianalisa adalah atribut seismik vs atribut seismik. Analisis *crossplot* antara beberapa parameter fisis dari reservoir dilakukan untuk melihat karakternya, seperti densitas-sonik, porositas-AI pada pemodelan sumur, kemudian melakukan zonasi untuk membedakan litologi (pasir-lempung) dan membedakan fluida (*rine-gas*).

4. Analisis Atribut Seismik

Atribut seismik adalah semua informasi yang diperoleh dari data seismik baik yang diukur, dihitung, atau yang tersirat. Dua alasan menggunakan atribut seismik adalah visualisasi (kualitatif) dan integrasi data (kuantitatif). Pada alasan visualisasi berarti menghilangkan informasi yang tidak berguna dari pola yang tidak dapat dilihat pada data original, sedangkan alasan integrasi data (kuantitatif) berarti untuk memperoleh informasi dari sumber yang berbeda yang bisa diintegrasikan oleh metode statistik.

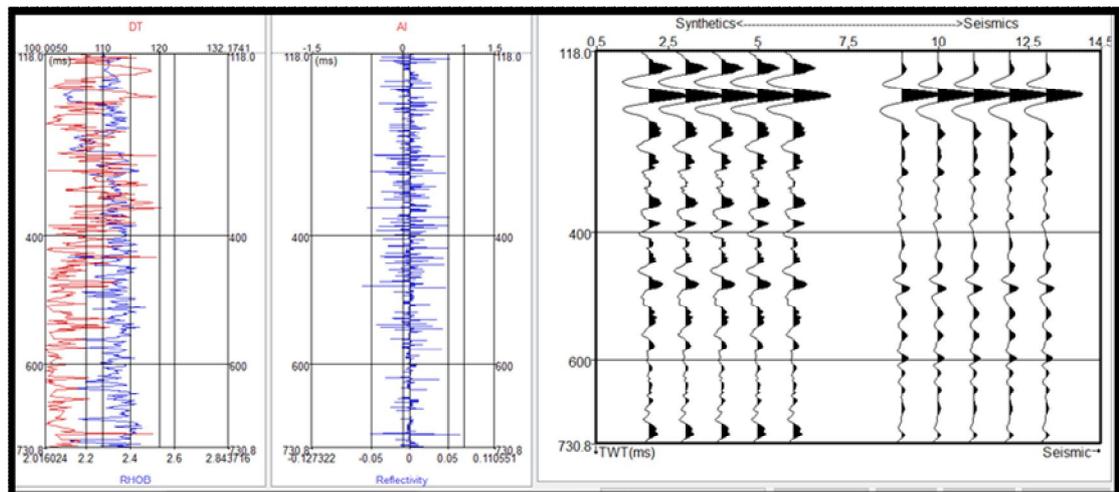
5. Proses Inversi *SCI*

Pada *software Opendect*, tujuan dari *SCI* adalah mendesain sebuah operator pada zona target. Beberapa cara kerja dari metode *SCI* yaitu menginput data seismik serta data sumur B-41 dan L-30, membuat amplitudo terhadap frekuensi dari data seismik kemudian melakukan *smoothing* pada data seismik. Setelah itu membuat amplitudo terhadap frekuensi dari data sumur dan menentukan *trend* umum dari plot data sumur. Setelah tahap ini baru operator bisa dibuat dan diterapkan pada penampang seismik. Penampang seismik yang dihasilkan berupa pola sebaran AI yang memberikan informasi mengenai nilai AI dari daerah yan diteliti. Pola sebaran AI yang menghasilkan nilai AI yang besar menandakan bahwa sebuah batuan sulit untuk menghasilkan potensi hidrokarbon karena semakin besar nilai AI maka sebuah batuan akan sulit untuk dilalui oleh aliran fluida.

III. HASIL DAN DISKUSI

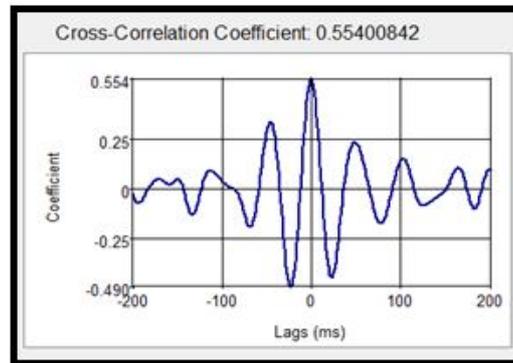
3.1 Analisis *Well Seismic Tie*

Data sumur yang digunakan pada proses *well seismic tie* adalah data sumur L-30 dan data sumur B-41 berdasarkan ketersediaan pada data. Gambar 1 merupakan proses *well seismic tie* pada sumur B-41.



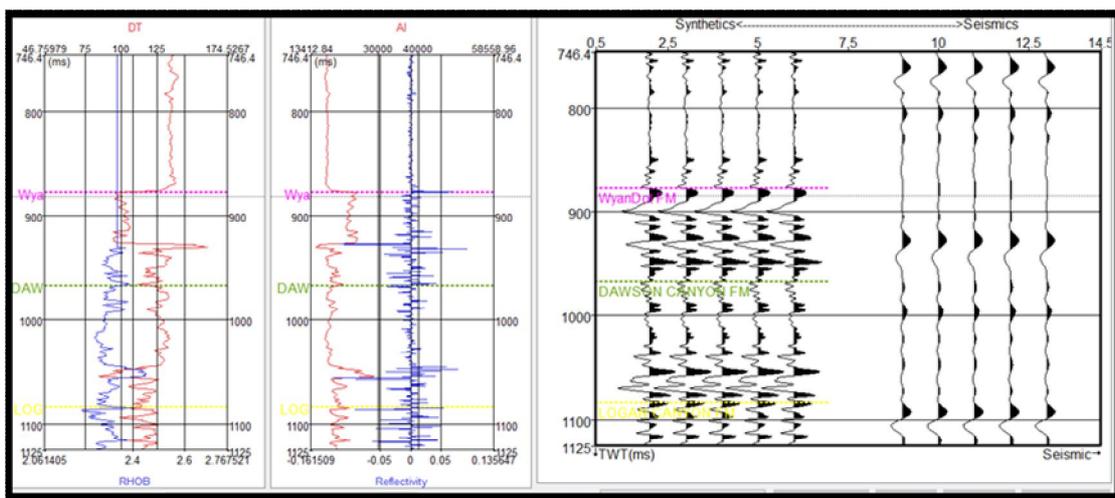
Gambar 1 Proses *Well Seismic Tie* Pada Sumur B-41

Proses *well seismic tie* dikatakan memiliki hasil yang sangat baik apabila nilai koefisien korelasi yang didapatkan mendekati nilai literturnya yaitu satu. Gambar 2 merupakan nilai koefisien korelasi dari sumur B-41 dengan nilai 0.554. Nilai ini sudah bisa dikategorikan baik untuk melihat kecocokan antara data seismik dan data sumur.

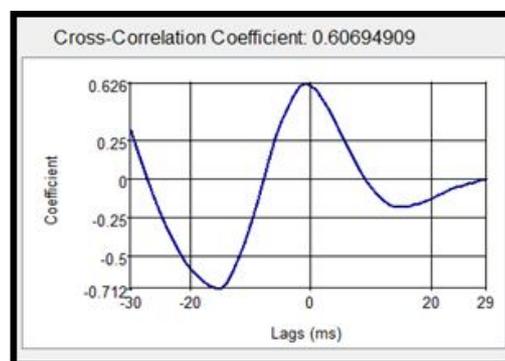


Gambar 2 Koefisien Korelasi Sumur B-41

Gambar 3 merupakan hasil *well seismic tie* dari sumur L-30. Hasil *well seismic tie* pada sumur L-30 memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0.606 seperti yang terlihat pada Gambar 4. Hal ini menunjukkan bahwa pada sumur L-30 terjadi pengikatan yang lebih baik dari pada sumur B-41 karena nilai koefisien korelasi pada sumur L-30 lebih besar dibandingkan nilai koefisien korelasi pada sumur B-41.



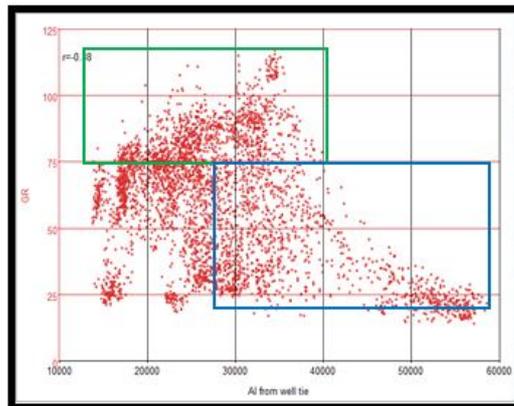
Gambar 3 Proses Well Seismic Tie Pada Sumur L-30



Gambar 4 Koefisien Korelasi Sumur L-30

3.2 Analisis Crossplot

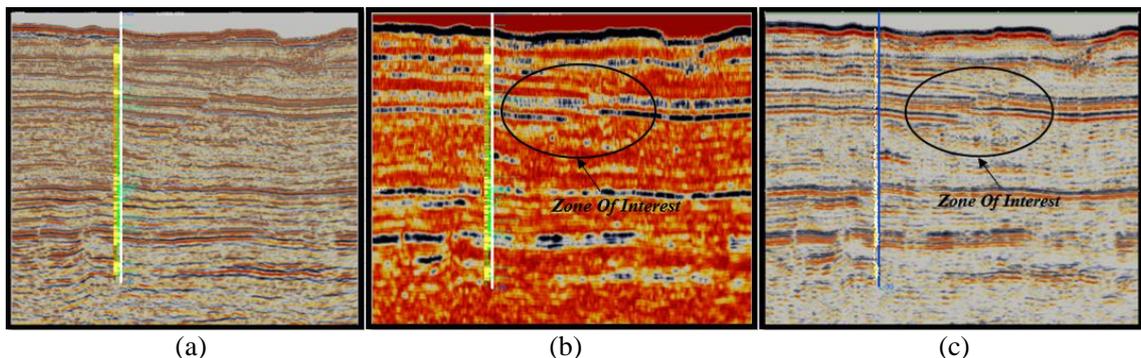
Dari hasil *crossplot* antara log *AI* dan log *Gamma Ray* (Gambar 5), dapat dilihat bahwa *Gamma Ray* lebih sensitif dari pada log lainnya dalam pemisahan *shale* dan *sand*, hal ini dapat dilihat dari sebaran titik pada hasil *crossplot*. Sebaran titik dari hasil *crossplot* antara *Gamma Ray* dan *AI* lebih jelas dan merata jika dibandingkan dengan hasil *crossplot* data log lainnya. Gambar 3 menunjukkan bahwa kotak warna biru merupakan lapisan *sandstone* dengan nilai *Gamma Ray* yang lebih kecil dibandingkan *shale* (kotak warna hijau) berkisar antara 20 API sampai 75 API dan nilai *AI* antara $2,8 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$ sampai $5,9 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$, sedangkan kotak warna hijau merupakan lapisan *shale* yang memiliki nilai *Gamma Ray* antara 75 API sampai 120 API dan nilai *AI* berkisar antara $1,3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$ sampai $4,0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$.



Gambar 5 Crossplot antara log *AI* dan log *Gamma Ray* Pada Sumur L-30

3.3 Analisis Atribut Energi

Pada penelitian ini telah dilakukan analisis terhadap penampang seismik dengan *inline* 1284 menggunakan *software OpendTect*. Gambar 6 (a) merupakan interpretasi dari penampang seismik pada *inline* 1284 dimana resolusi vertikalnya masih rendah sehingga keberadaan reservoir hidrokarbon sulit untuk diketahui. Resolusi vertikal yang tinggi pada penampang seismik akan memudahkan untuk mendeteksi keberadaan reservoir hidrokarbon. Untuk itu dilakukan ekstraksi atribut energi dengan data seismik *post-stack* dan data sumur sebagai pengontrolnya. Dalam interpretasi atribut energi ini dilakukan analisis dengan *time gate -28* sampai *+28* dengan *inline* yang sama seperti Gambar 6 (a) yaitu *inline* 1284 dan *compute gradient* nya tidak diaktifkan.



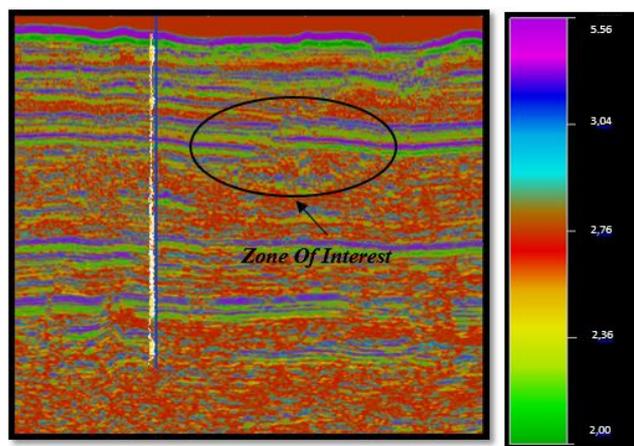
Gambar 6 (a) Penampang Seismik *inline* 1284 Tanpa Atribut Energi (b) Penampang Seismik *inline* 1284 dengan Atribut Energi dan *Compute Gradient* Tidak Diaktifkan (c) Penampang Seismik *inline* 1284 dengan Atribut Energi dan *Compute Gradient* Diaktifkan

Penerapan atribut energi dilakukan untuk mengetahui ketidakhomogenitas lapisan yang terjadi pada penampang seismik akibat adanya patahan seperti yang terlihat pada Gambar 6 (b). Gambar 6 (b) merupakan hasil analisis atribut energi pada *inline* 1284 dengan *compute gradient* nya tidak diaktifkan. Dari Gambar 6 (b) dapat dilihat bahwa resolusi vertikal setelah penerapan

atribut energi lebih baik dibandingkan dengan Gambar 6 (a). Lingkaran warna hitam merupakan *zone of interest* yang mengindikasikan adanya diskontinuitas pada lapisan tersebut yang menandakan adanya hidrokarbon. Gambar 6 (c) merupakan hasil analisis atribut energi dengan *compute gradient* nya diaktifkan. Dari gambar dapat dilihat bahwa indikasi pada *zone of interest* terlihat semakin jelas seperti yang terlihat pada lingkaran warna hitam.

3.4 Analisis SCI

Pada penelitian ini dilakukan inversi SCI pada penampang seismik sebagai zona target dengan data seismik *post-stack* dan data sumur sebagai kontrol. Interpretasi SCI ini dilakukan pada *time gate* -28 ms sampai +28 ms. Inversi SCI dilakukan untuk mengetahui ketidakmenerusan lapisan yang terjadi pada penampang seismik akibat diskontinuitas yang menggambarkan adanya patahan, adanya lapisan *sand* dan *shale* serta nilai *AI* seperti yang terlihat pada Gambar 7. Gambar 7 menunjukkan bahwa *zone of interest* (lingkaran warna hitam) lebih dekat dengan sumur L-30 (warna biru) dibandingkan sumur B-41 (terdapat di belakang). Pada Gambar 7 juga dapat dilihat bahwa disekitar *zone of interest* terdapat lapisan *shale* (warna hijau) dan lapisan *sand* (warna biru). Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai *AI* pada lapisan tersebut memiliki rentang antara $2,00 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$ sampai $5,56 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$, ini menandakan bahwa pada lapisan tersebut memiliki kemungkinan adanya hidrokarbon, karena nilai *AI* yang rendah pada lapisan batuan terdapat hidrokarbon. Keberadaan hidrokarbon pada lapisan batuan menyebabkan kecepatan gelombang yang merambat pada lapisan batuan tersebut berkurang. Semakin tinggi nilai *AI* (seperti pada *limestone*) maka semakin sulit lapisan tersebut untuk dilalui oleh aliran fluida karena struktur lapisan semakin *compact*, sebaliknya semakin rendah nilai *AI* (seperti *shale* dan *sand*) maka semakin mudah lapisan tersebut untuk dilalui oleh aliran fluida. Berikut merupakan gambar 7 yang menampilkan penampang seismik dan *colour bar inline* 1284 hasil inversi SCI.



Gambar 7 Penampang AI Sebagai Hasil Inversi Dengan Metode SCI

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis atribut energi menunjukkan bahwa penerapan atribut energi memperjelas keberadaan reservoir hidrokarbon pada suatu penampang seismik. Pemberian atribut energi membantu dalam menentukan *zone of interest* pada penampang seismik. Dalam penerapan atribut energi, pengaktifan *compute gradient* memberikan resolusi vertikal yang lebih baik pada penampang seismik dibandingkan atribut *energy* tanpa *compute gradient*. Dari analisis inversi SCI, diperoleh nilai *AI* antara $2,00 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$ sampai $5,56 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$. Hal ini menunjukkan bahwa pada penampang seismik yang diteliti berkemungkinan diperoleh potensi reservoir hidrokarbon, karena semakin tinggi nilai *AI* (seperti pada *limestone*) maka semakin sulit lapisan tersebut untuk dilalui oleh aliran fluida karena struktur lapisan semakin *compact*, sebaliknya semakin rendah nilai *AI* (seperti *shale* dan *sand*) maka semakin mudah lapisan tersebut untuk dilalui oleh aliran fluida.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifien, H., Inversi Seismik Berbasis Model Untuk Mengkarakterisasi Reservoar Studi Kasus Haurgeulis, Skripsi, FMIPA UI, Jakarta, 2010.
- Badley, M.E., *Practical Seismic Interpretation*, International Human Resource Development Co, 1985.
- Catra, A.D., Analisa atribut Amplitudo Seismik untuk Karakterisasi Reservoar Lapangan “X” Pada Cekungan Tarakan, Kalimantan Timur, Skripsi, FMIPA UI, Depok, 2010.
- Fitri, R., *Analisis Atribut Seismik dan Seismic Coloured Inversion (SCI) Pada Lapangan F3 Utara Belanda*, Skripsi, Jurusan Fisika Universitas Andalas, Padang, 2016.
- Gauthier, D.M. dan Daukoru, E.M., *Prediction Of Sub-Seismic Faults And Fractures*, American Association Of Petroleum Geologist, Oklahoma, 1993.
- Koesoemadinata, R.P., *Geologi Minyak dan Gas Bumi Jilid 1*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1980.
- Peryoga, A., Karakterisasi Reservoar dengan Menggunakan Metode Inversi Elastic Impedance Studi Kasus Lapangan Penobscot, Skripsi, Kanada, FMIPA UI, Depok, 2011.
- Sroor, Mahmoud., *Geology & Geophysics in Oil Exploration*. <http://www.slideshare.net/FelipeAndrs4/geology-geophysics-in-oil-exploration>, 2010 (diakses tanggal 18 Juni 2015).
- Sukmono, S., *Seismik Inversi Untuk Karakterisasi Reservoar*, Geophysical Engineering, Bandung Institute Of Technology, Bandung, 2000.
- Tabah, F.R. dan Danusaputro, H., Jurnal Sains & Matematika (JSM) 18, hal 88-89, 2010.
- Whitcombe, D.N. dan Fletcher, J.G., *The AIGI Crossplot as an Aid to AVO Analysis and Calibration*. Pada: SEG Int’1 Exposition and Annual Meeting. San Antonio, Texas 9-14 September, Texas, 2001.