

ANALISA INVERSI ACOUSTIC IMPEDANCE (AI) UNTUK KARAKTERISASI RESERVOIR KARBONAT PADA LAPANGAN “X” FORMASI PARIGI CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA

Luxy Rizal Fathoni, Udi Harmoko dan Hernowo Danusaputro

Lab. Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

E-mail: luxyrf@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Acoustic Impedance (AI) inversion method has been applied to describe characterization of carbonate reservoir in the field “X” North West Java Basin. The aim of this research is to determine the distribution of hydrocarbon prospect area that based on AI value and porosity value parameters. The used of Acoustic Impedance (AI) inversion methods is model based methods. The of model-based method is consist of geologic model construction then we compare to the real seismic data. Then by assume linear relationship between AI log and porosity log, and we have a linear equation that used to obtain the porosity distribution from AI distribution. Inversion result shows porous limestone distribution which has porosity range value about 0,21 – 0,23 fraction and acoustic impedance range value about 6800 – 8000 gr/cc.m/s with the directional distribution northwest – southeast.

Keywords: *Acoustic Impedance, Limestone, Porosity, Model-based method*

ABSTRAK

Metode inversi Acoustic Impedance (AI) telah diaplikasikan untuk mengetahui karakteristik reservoir karbonat pada lapangan “X” Cekungan Jawa Barat Utara. Tujuan penelitian ini adalah menentukan persebaran daerah prospek hidrokarbon berdasarkan parameter nilai AI dan nilai porositas. Metode inversi AI yang digunakan adalah metode model based. Prinsip metode model-based adalah dengan membuat model geologi dan membandingkannya dengan data seismik sebenarnya. Kemudian dengan mengasumsikan hubungan linier antara log AI dengan log porositas, didapatkan suatu persamaan linier yang digunakan untuk mendapatkan sebaran porositas dari sebaran AI. Hasil inversi memperlihatkan persebaran batu gamping porous mempunyai nilai porositas 0,21 – 0,23 fraksi dan nilai impedansi akustik 6800 – 8000 gr/cc.m/s dengan arah persebaran barat laut – tenggara.

Kata kunci: *Impedansi Akustik, Batugamping, Porositas, Inversi metode Model-based*

PENDAHULUAN

Interpretasi menggunakan data seismik konvensional hanya bisa membedakan batas antar lapisan batuan saja, namun tidak dapat memberikan informasi tentang parameter dan sifat fisis batuan itu sendiri. Salah satu metode yang dikembangkan untuk masalah tersebut adalah metode seismik inversi. Seismik inversi adalah teknik pemodelan geologi bawah permukaan menggunakan data seismik sebagai input dan data sumur sebagai kontrol [1].

Salah satu sifat fisis batuan yang mempengaruhi refleksi gelombang seismik adalah impedansi akustik (*Acoustic Impedance* / AI), yang merupakan hasil perkalian antara kecepatan gelombang-P (V_p) dan densitas (ρ).

Impedansi akustik dipengaruhi oleh tipe litologi, porositas batuan, kandungan fluida, tekanan dan suhu. Oleh karena itu, impedansi akustik diharapkan dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik batuan *reservoir* hidrokarbon.

Dalam penelitian ini selain menggunakan parameter nilai AI juga menggunakan parameter nilai porositas, sehingga dapat mengkarakterisasi *reservoir* dengan lebih akurat [2].

Zona target pada penelitian ini adalah pada lapangan “X” (bukan nama sebenarnya) yang berada pada Formasi Parigi Cekungan Jawa Barat Utara. Berdasarkan data sumur SP-2, SP-8, dan SP-11 zona ini mempunyai litologi batugamping/ *limestone*. Batugamping

merupakan salah satu batuan *reservoir* hidrokarbon.

DASAR TEORI

Impedansi Akustik

Impedansi akustik atau *Acoustic Impedance (AI)* didefinisikan sebagai kemampuan batuan untuk melewati gelombang seismik yang melaluinya. Impedansi akustik didapatkan dari hasil perkalian antar densitas (ρ) dan kecepatan gelombang-P seismik (V_p) seperti pada persamaan (1)

$$AI = \rho \cdot V_p \tag{1}$$

dengan AI adalah Impedansi Akustik (m/s.g/cc), ρ adalah densitas (g/cc), V_p adalah kecepatan gelombang seismik (m/s).

Impedansi akustik dianalogikan sebagai *acoustic hardness* [3]. Batuan yang keras (*hard rock*) dan sukar dimampatkan seperti batugamping (*limestone*) dan batupasir (*sandstone*) mempunyai impedansi akustik yang lebih tinggi, sedangkan batuan yang lunak seperti lempung (*clay*) yang lebih mudah dimampatkan mempunyai nilai impedansi akustik yang lebih rendah.

Impedansi akustik berpengaruh pada penentuan reflektivitas sudut datang normal melalui persamaan (2),

$$KR = \frac{AI_{i+1} - AI_i}{AI_{i+1} + AI_i} \tag{2}$$

dimana KR adalah koefisien refleksi, sedangkan AI_i dan AI_{i+1} adalah impedansi akustik lapisan pertama dan kedua.

Inversi Model-based

Prinsip metode *model-based* adalah dengan membuat model geologi dan membandingkannya dengan data seismik sebenarnya. Data seismik sebenarnya $s(t)$ dapat dirumuskan,

$$s(t) = w(t) * R(t) + n(t) \tag{3}$$

dengan $S(t)$ adalah jejak seismik sebenarnya, $w(t)$ adalah *wavelet* yang digunakan, $R(t)$

adalah reflektifitas seismik sebenarnya dan $n(t)$ adalah *noise* (tanda * menyatakan konvolusi). Sedangkan seismik model $m(t)$ dapat dirumuskan,

$$m(t) = w(t) * R_0(t) \tag{4}$$

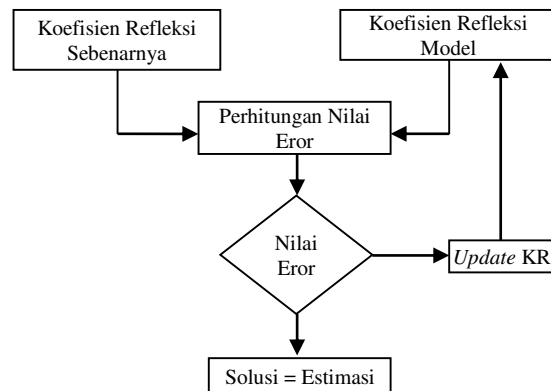
dengan $m(t)$ adalah jejak model, $w(t)$ adalah *wavelet* yang digunakan, $R_0(t)$ adalah reflektifitas seismik model. Kemudian dianalisa perbandingan antara keluaran model dengan data hasil pengukuran yang akan menghasilkan tingkat kesalahan tertentu.

$$e(t) = s(t) - m(t) \tag{5}$$

Maka diasumsikan bahwa nilai koefisien refleksi sebenarnya adalah,

$$R_t = R_{0t} + \Delta R_t \tag{6}$$

maka koreksi ΔR_t harus ditentukan sehingga kesalahan tersebut dapat diminimalkan. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang dengan jumlah iterasi tertentu sehingga diperoleh hasil dengan tingkat kesalahan yang terkecil [4].



Gambar 1. Diagram Alir Metode Model Based

METODOLOGI PENELITIAN

Data penelitian yang digunakan adalah data seismik 3D PSTM dan 3 data sumur (SP-2, SP-8, SP-11) yang meliputi log *gamma ray*, log densitas, log neutron, log resistivitas dan log V_p , serta 2 log porositas pada sumur SP-8 dan SP-11. Semua data tersebut adalah milik Asset 3 PT. Pertamina EP. Pengolahan data ini menggunakan *software* Vanguard dari Paradigm.

Metode inversi yang digunakan adalah metode *model-based* menggunakan parameter pembobotan *background model* sebesar 30% dengan deviasi maksimum 10%.

Hubungan garis regresi linier antara log impedansi akustik dengan log porositas pada sumur SP-8 dan SP-11 digunakan untuk megestimasi nilai porositas batuan reservoir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Inversi

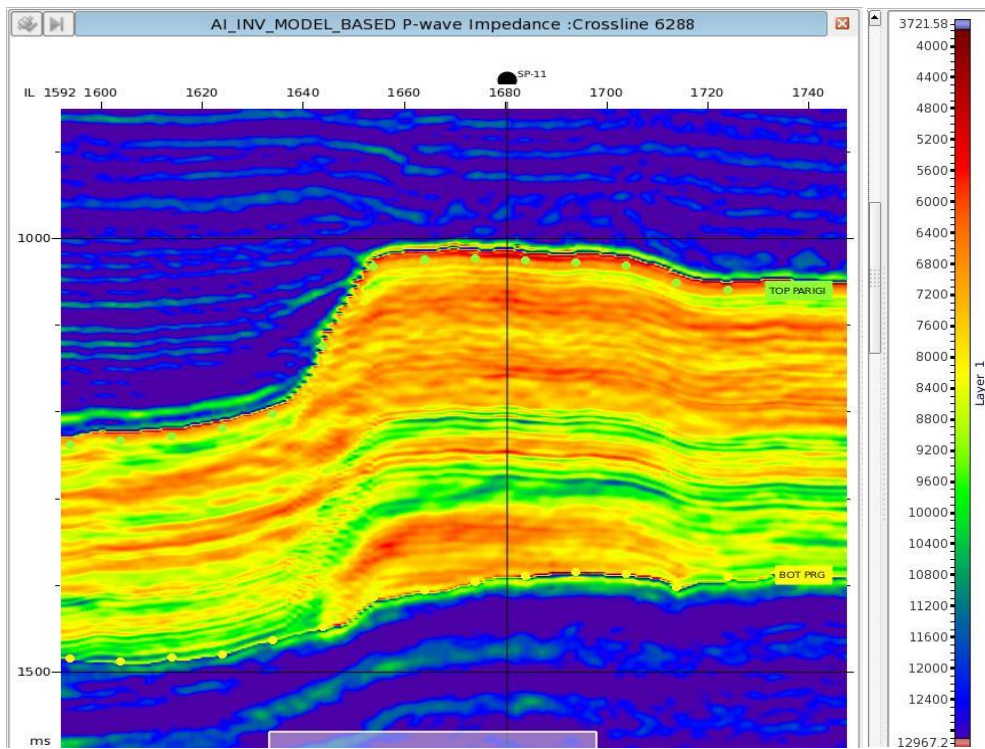
Hasil inversi menunjukkan bahwa nilai impedansi akustik batuan *reservoir* batugamping pada formasi parigi berkisar 6000 – 10000 gr/cc.m/s . Batugamping *porous* ditandai dengan warna merah pada bagian atas formasi parigi dengan nilai AI yang relatif lebih rendah (gambar. 2).

Peta persebaran impendansi akustik (AI) (gambar. 3) didapatkan dengan mengekstrak volum AI hasil inversi dengan batas atas 10 ms dan batas bawah 185 ms dari *top* horizon parigi, batasan ini merupakan bagian formasi yang mempunyai nilai AI yang relatif lebih kecil. Kemudian dari hasil persamaan garis regresi linier log AI dengan log porositas didapatkan sebaran porositasnya (gambar. 4).

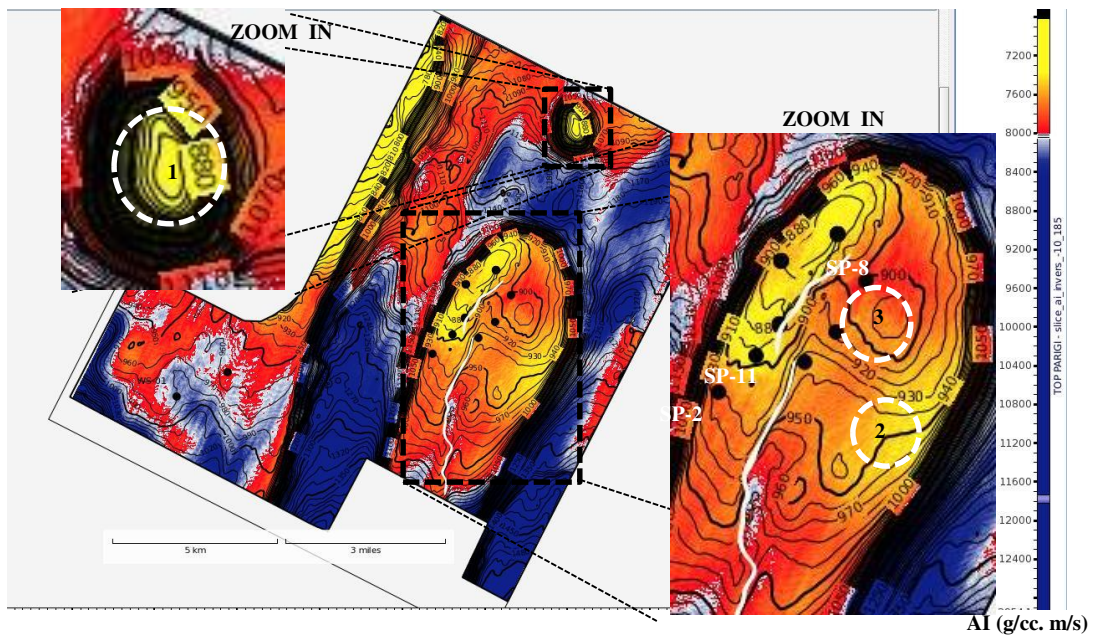
Interpretasi

Pada gambar 3 dan 4 menunjukkan adanya 3 daerah tinggian, yaitu pada bagian barat laut, tengah dan utara peta yang menjadi daerah prospek. Menurut data geologi regional [5] formasi parigi diendapkan pada lingkungan laut dangkal pada kala Miosen Akhir-Pliosen. Laut dangkal adalah tempat yang kaya akan terumbu dan koral, biasanya membentuk *reef*. Sehingga *reservoir* batugamping dalam hal ini merupakan *reef build-up* [6]. Daerah prospek berupa batugamping *porous* berarah barat laut-tenggara dengan 3 titik potensial.

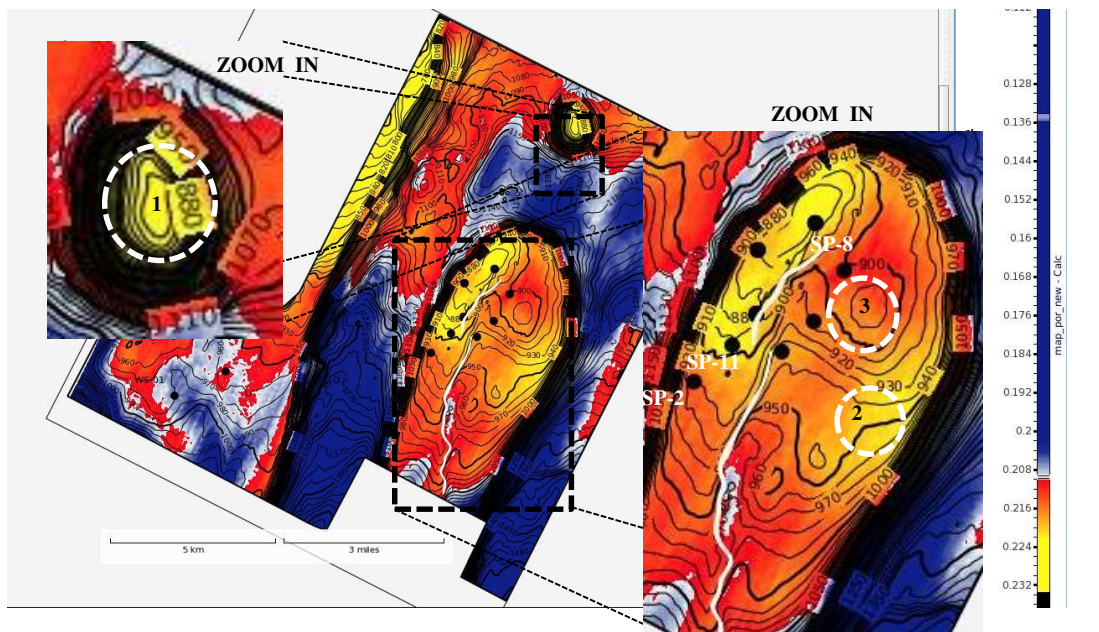
Daerah prospek 1 pada gambar 3 dan 4 merupakan daerah tinggian di sebelah utara peta dengan nilai AI berkisar 6800-7200 gr/cc.m/s dan porositas 0,22-0,23 fraksi. Daerah prospek 2 berada di bagian tepi tenggara pada tinggian tengah peta, dimana bagian tepi tersebut memiliki nilai AI yang relatif lebih kecil dan porositasnya lebih besar dibandingkan dengan bagian lainnya. Nilai AI-nya berkisar 7000-7400 gr/cc.m/s dengan porositas 0,22-0,23 fraksi. Sedangkan daerah prospek 3 berada di bagian utara pada tinggian tengah peta dekat dengan titik sumur SP-8, dengan nilai AI berkisar 7600-7800 gr/cc.m/s dan porositas sekitar 0,21 fraksi. Terdapat juga sesar normal berarah utara-selatan pada tinggian tengah.



Gambar 2. Penampang Inversi AI pada crossline 6288



Gambar 3. Peta Sebaran AI di-Overlay dengan Contour Kedalaman



Gambar 4. Peta Sebaran Porositas di-Overlay dengan Contour Kedalaman Porositas (fraksi)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil inversi menunjukkan bahwa nilai impedansi akustik batuan *reservoir* batugamping pada zona target formasi parigi berkisar 6000 – 10000 gr/cc.m/s.
2. Daerah prospek berupa batugamping *porous* berarah barat laut-tenggara dengan 3 titik potensial. Titik 1 berada di daerah tinggian pada sebelah utara peta dengan nilai AI berkisar 6800-7200 gr/cc.m/s dan porositas 0,22-0,23. Titik 2 berada di bagian tepi tenggara pada tinggian tengah peta dengan nilai AI berkisar 7000-7400 gr/cc.m/s dan porositas 0,22-0,23 fraksi. Titik 3 berada di bagian utara pada tinggian tengah peta dengan nilai AI berkisar 7600-7800 gr/cc.m/s dan porositas sekitar 0,21 fraksi.

SARAN

Hasil inversi akan menjadi lebih baik dan lebih valid jika terdapat data sumur yang lebih banyak. Selain itu diperlukan analisa

petrofisika ataupun metode lain sehingga dapat memprediksi daerah prospek secara lebih tepat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Pertamina EP atas ijin dan dukungannya untuk mempublikasikan tulisan ini. Serta kepada Paradigm Geophysical Indonesia atas dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sukmono, S. (2007) *Fundamental to Seismic Inversion*, ITB, Bandung.
- [2]. Huuse, M. (2005) *Seismic Inversion for Acoustic Impedance and Porosity of Cenozoic Cool-Water Carbonates on The Upper Continental Slope of The Great Australian Bight*, Australia: Marine Geology, No. 215 P. 123–134.
- [3]. Sukmono, S. (1999) *Interpretasi Seismik Refleksi*, ITB, Bandung.
- [4]. Richardson, R.M. (2003) *Inverse Problems In Geophysics*, Universitas Arizona, USA.
- [5]. Pertamina. (2000) *Laporan Geologi Regional*, Asset 3 PT Pertamina EP.
- [6]. Koesoemadinata. (1980) *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Jilid 1 Edisi Kedua, ITB Bandung.