

**ANALISIS PENYEBARAN SANDSTONES DAN FLUIDA
HIDROKARBON MENGGUNAKAN INVERSI *EXTENDED ELASTIC
IMPEDANCE* (EEI) PADA LAPISAN “H” FORMASI CIBULAKAN DI
LAPANGAN “X”, CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA**

Wiwit Reflidawati¹, Dwi Pujiastuti¹, Daz Edwiza², Dimas Pramudito³

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

²Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas

³PT. Pertamina EP ASSET 3 Cirebon

e-mail: wiwitreflidawati@ymail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian menggunakan inversi *Extended Elastic Impedance* (EEI) untuk melihat parameter yang dapat memisahkan *sandstones* dan fluida hidrokarbon, serta bagaimana penyebarannya. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa parameter yang sensitif untuk penyebaran *sandstones* adalah γ ray, sedangkan parameter yang sensitif untuk penyebaran fluida hidrokarbon adalah λ/ρ . Dari hasil *crossplot* diperoleh koefisien korelasi tertinggi untuk γ ray adalah 0,772 yang ekuivalen dengan sudut EEI 60. Koefisien korelasi tertinggi untuk dengan nilai 0,934 diperoleh dari sudut EEI 22 yang ekuivalen dengan λ/ρ . Hasil inversi EEI dengan sudut 60 diketahui bahwa penyebaran *sandstones* banyak terdapat pada bagian barat daya dari sumur penelitian. Sedangkan penyebaran fluida hidrokarbon banyak terdapat pada bagian selatan sumur penelitian yang diperoleh dari hasil inversi sudut EEI 22.

Kata kunci : *Extended Elastic Impedance* (EEI), γ ray, λ/ρ , *sandstones*, fluida hidrokarbon

ABSTRACT

Research has been done using the Extended Elastic Impedance (EEI) inversion to view the parameters that could separate sandstones and fluid hydrocarbons, as well how it spreads. The sensitivity analysis shows that the sensitive parameters to the spread of sandstones are γ ray, while a sensitive parameter for the spread of hydrocarbon fluid is λ/ρ . From the results obtained crossplot highest correlation coefficient for γ ray is 0.772 which is equivalent to the angle EEI 60. The highest correlation coefficient with a value of 0.934 obtained from EEI corner 22 which is equivalent to λ/ρ . EEI inversion results with an angle of 60 known that the spread sandstones numerous in the southwestern part of the research wells. While the spread of many hydrocarbon fluid contained in the southern part of the research wells obtained from the inversion angle EEI 22.

Keywords: Extended Elastic Impedance (EEI), γ ray, λ/ρ , sandstones, hydrocarbon fluid

I. PENDAHULUAN

Metode seismik refleksi dilakukan melalui tiga tahapan yaitu, akuisisi, pengolahan dan interpretasi data (Mukkadas, 2005). Interpretasi data seismik dilakukan untuk mengetahui geologi bawah permukaan. Untuk mendapatkan data geologi bawah permukaan secara tepat dan cepat dilakukan *logging*. Berdasarkan sifat-sifat fisik batuan yang tergambar dalam log, berbagai jenis keterangan bawah permukaan dengan cepat dapat diperoleh sehingga pekerjaan yang menyangkut pembuatan peta kontur struktur ataupun pembuatan profil geologi dan stratigrafi dengan tepat dapat dilakukan pula. Selain itu tujuan utama dalam rangkaian metode seismik dapat ditentukan yaitu ada atau tidaknya lapisan-lapisan yang mengandung hidrokarbon (Haryoko, 1983).

Keberadaan lapisan yang mengandung hidrokarbon dapat diketahui dengan melihat peta penyebaran hidrokarbon. Peta penyebaran hidrokarbon dapat dihasilkan dengan melakukan seismik interpretasi menggunakan metode inversi. Selain metode inversi, dalam seismik interpretasi terdapat beberapa lain metode yaitu seismik stratigrafi, seismik atribut, inversi *Acoustic Impedance* (AI), *Amplitude Variation with Offset* (AVO), inversi λ/ρ

(LMR), inversi *Elastic Impedance* (EI) dan inversi *Extended Elastic Impedance* (EEI). Metode interpretasi dapat membantu membedakan litologi dan fluida, serta dapat memberikan gambaran yang jelas tentang lapisan bawah permukaan. Sehingga dari hasil metode interpretasi yang digunakan dapat diketahui bagaimana bentuk penyebaran dari sandstones dan fluida hidrokarbon.

Metode inversi EEI dapat digunakan ketika metode inversi AI dan inversi EI tidak dapat membedakan litologi maupun fluida dengan baik akibat adanya ambiguitas nilai impedansi (Harun, dkk, 2013). Inversi EEI dengan menggunakan sudut akan memberikan hasil yang lebih baik dalam mengetahui penyebaran unsur yang terkandung di bawah lapisan. Hasil simulasi inversi EEI memiliki nilai sudut yang mewakili parameter *density* (ρ), *rigidity* (μ), *incompressibility* (λ), *poisson's ratio* (σ) dan V_p/V_s pada sumur dapat digunakan untuk melihat penyebaran parameter tersebut secara lateral (Connolly, 2010).

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis penyebaran *sandstones* dan fluida hidrokarbon pada lapisan H Formasi Cibulakan di Lapangan "X" Cekungan Jawa Barat Utara. Lapisan H merupakan lapisan paling tipis di Formasi Cibulakan, sehingga memiliki tingkat sensitif yang tinggi. Dalam menganalisis tingkat sensitif lapisan H diperlukan metode khusus. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode inversi EEI karena dapat menggambarkan penyebaran bawah permukaan lebih baik dibandingkan dengan metode lain. Metode ini menggunakan variabel sudut yang bervariasi sehingga dapat mengetahui penyebaran *sandstones* dan fluida hidrokarbon. Penyebaran *sandstones* dan fluida hidrokarbon dilakukan secara bersamaan menggunakan parameter sensitif yang berbeda dengan bantuan *software probe* dan *vanguard*. Dari hasil pengolahan ini, akan diperoleh data dalam bentuk peta yang kemudian dapat mengetahui daerah prospek fluida hidrokarbon.

Metoda *Elastic Impedance* (EI) hanya dapat bekerja dengan optimal pada sudut (incident angle) yang terbatas yakni $0 - 30^\circ$ (Hicks & Francis, 2006). Pada sudut lebih tinggi dari 30° , metoda EI tidak dapat diterapkan untuk data pre stack, Withcombe (2002) mengobservasi bahwa di luar sudut ini (30°), EI masih berasosiasi dengan sifat fisis batuan. Oleh karena itu, ia mengusulkan untuk terus memperluas sampai pada rentang sudut 90° sampai 90° yang selanjutnya dikenal dengan *Extended Elastic Impedance* (EEI). Secara matematis, hal ini diperoleh dengan mengganti $\sin 2\theta$ dengan fungsi $\tan \chi$, dimana $\sin 2\theta = \tan \chi$. Log EEI pada $\chi = 0^\circ$ yang identik dengan log EI pada $\theta = 0^\circ$ dimana ini merupakan Impedansi Akustik. Selain itu juga didefinisikan suatu penskalaan dari reflektifitas dengan cara dikalikan $\cos \chi$, supaya dapat diyakini bahwa reflektifitas tidak akan pernah melebihi nilai satu. Substitusi pertama yang dilakukan ialah dengan mengganti persamaan linierisasi Zoeppritz menjadi :

$$R = A + B \tan \chi \tag{1}$$

sehingga dapat menghasilkan :

$$R = \frac{(A \cos \chi + B \sin \chi)}{\cos \chi} \tag{2}$$

kemudian R_s , atau reflektifitas yang diskalakan :

$$R_s = R \cos \chi \tag{3}$$

jika disubstitusikan ke persamaan sebelumnya

$$R_s = A \cos \chi + B \sin \chi \tag{4}$$

maka ekuivalensi EEI terhadap persamaan diatas adalah :

$$EEI = \alpha_0 \beta_0 \left[\left(\frac{\alpha}{\alpha_0} \right)^p + \left(\frac{\beta}{\beta_0} \right)^q + \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^r \right] \tag{5}$$

dengan $p = (\cos \chi + \sin \chi)$, $q = -8K \sin \chi$, $r = (\cos \chi - 4K \sin \chi)$ (6)

II. METODE

Pada penelitian ini dilakukan beberapa langkah penting agar mendapatkan peta penyebaran *sandstones* dan fluida hidrokarbon diantaranya:

2.1 Log Turunan

Log turunan bertujuan untuk menghasilkan well log yang tidak terdapat pada data sumur. Hasil log turunan ini akan digunakan dalam analisis sensitivitas untuk mengetahui parameter yang sensitif dalam pemisahan *sandstones* dan fluida pada lapisan H.

2.2 Analisis Sensitivitas dan Analisis Sudut EEI

Analisis sensitivitas bertujuan untuk melihat parameter yang sensitif dalam pemisahan *sandstones* dan fluida hidrokarbon pada lapisan H. Analisis dilakukan dengan cara menganalisis *crossplot* beberapa parameter fisika batuan yang didapatkan dari log turunan dan log primer data sumur. Analisis sudut EEI dilakukan menggunakan log turunan EEI. Log turunan EEI mulai dari -90° sampai 90° akan dilakukan *crossplot* dengan parameter yang sensitif dalam pemisahan *sandstones* dan fluida hidrokarbon. Analisis dilakukan dengan melihat besarnya nilai koefisien korelasi yang didapatkan dari *crossplot* tersebut. Log EEI yang memiliki sudut dengan nilai koefisien korelasi yang paling besar akan digunakan untuk proses inversi.

2.3 Analisis AVO dan Reflektifitas EEI

Analisis AVO dilakukan dengan menggunakan input data seismik yaitu PSTM gather. Dari analisis AVO akan didapatkan *intercept* dan *gradient* yang akan digunakan sebagai input pada reflektifitas EEI. Reflektifitas EEI, input yang digunakan adalah *intercept* dan *gradient* yang didapatkan dari hasil analisis AVO. Sudut yang digunakan pada reflektifitas EEI adalah sudut EEI yang memiliki nilai koefisien korelasi yang tinggi terhadap parameter batuan yang digunakan. Hasil dari reflektifitas EEI akan digunakan untuk input pada inversi.

2.4 Background Model EEI dan Inversi EEI

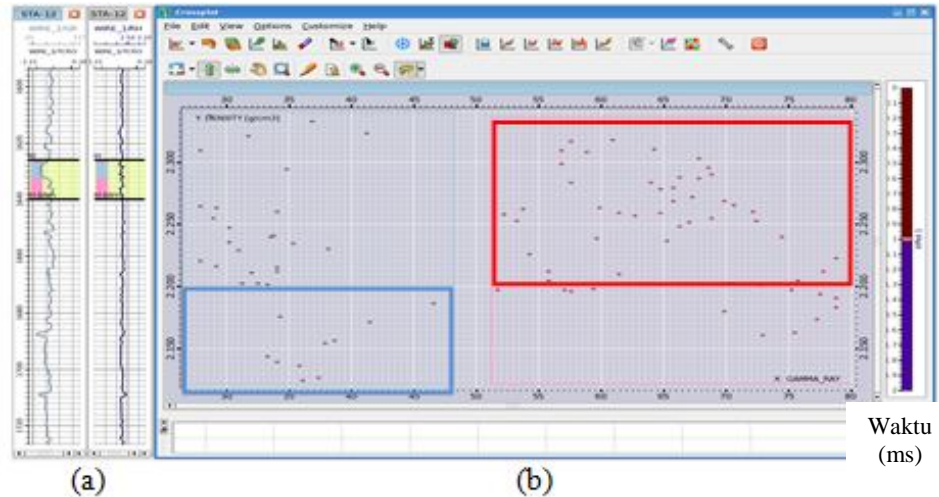
Pembuatan background model EEI bertujuan sebagai input pada tahap inversi. Input yang digunakan dalam pembuatan *background* model EEI adalah hasil dari *picking horizon* dan log EEI yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi terhadap parameter batuan. *Picking horizon* merupakan tahap untuk mengetahui kemenerusan lapisan. Inversi EEI dilakukan dengan menggunakan input reflektifitas EEI, *background* model EEI, dan *wavelet* yang diekstrak dari reflektifitas EEI. Parameter yang digunakan dalam pengaturan untuk proses inversi yaitu Lebar pita frekuensi, *Earth* model EEI, *Spike sparsenes*, Faktor kalibrasi amplitudo.

III. HASIL DAN DISKUSI

Pembuatan peta penyebaran *sandstones* dan fluida hidrokarbon dilakukan dengan cara memasukkan input untuk dapat dilakukannya inversi. Input yang digunakan dalam melakukan inversi berasal dari log turunan EEI, analisis sensitivitas, dan analisis sudut EEI. Hasil dari ketiga input tersebut akan digunakan untuk proses inversi supaya dapat menghasilkan peta penyebaran dari *sandstones* dan fluida hidrokarbon.

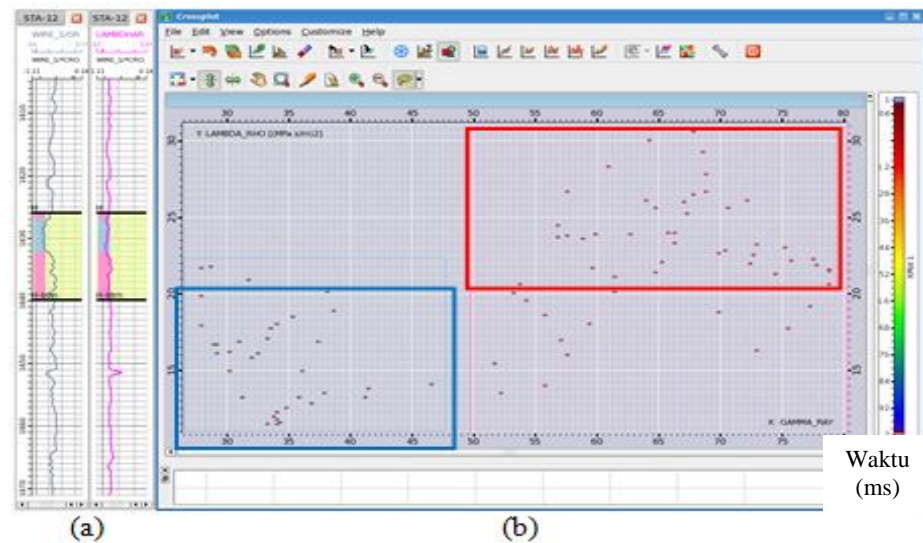
3.1 Analisis Sensitivitas

Gambar 1 memaparkan tentang *crossplot* antara gamma ray dan *density*. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa gamma ray lebih sensitif dalam pemisahan *sandstones* dibandingkan *density*. Hal ini dapat diketahui dari penyebaran titik pada kedua kotak, serta hasil substitusi yang didapatkan. Pada Gambar 1 terlihat bahwa gamma ray dapat memisahkan antara shale yang memiliki nilai gamma ray tinggi dan *sandstones* yang memiliki nilai gamma ray rendah.



Gambar 1 Crossplot antara Gamma-ray dan density

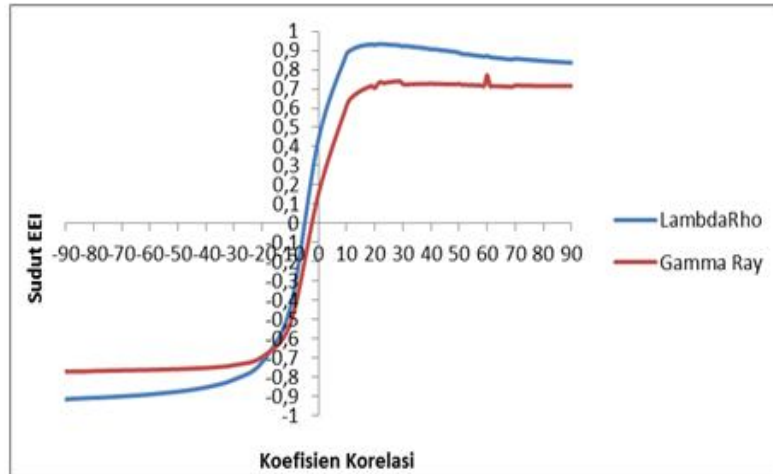
Gambar 2 memperlihatkan *crossplot* antara gamma ray dan lambdarho. Dari Gambar 2 terlihat bahwa kedua aspek tersebut sensitif dalam penyebaran *sandstones* dan fluida hidrokarbon, seperti terlihat dari bentuk penyebaran titik pada Gambar 2. Penyebaran titik pada Gambar 2 gamma ray dominan menyebar dengan nilai yang tinggi, sedangkan lambdarho menyebar dengan nilai yang rendah. Dimana dari Gambar 2 didapatkan bahwa lambdarho yang memiliki nilai kecil merupakan fluida hidrokarbon sedangkan untuk lambdarho yang memiliki nilai yang tinggi mengandung fluida air.



Gambar 2 Crossplot antara Gamma-ray dan LambdaRho

3.2 Analisis Sudut EEI

Hasil analisis sudut EEI pada sumur STA-12 disubstitusikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 3. Gambar 3 memaparkan garfik koefisien korelasi parameter sensitif dengna sudut EEI sumur STA-12.

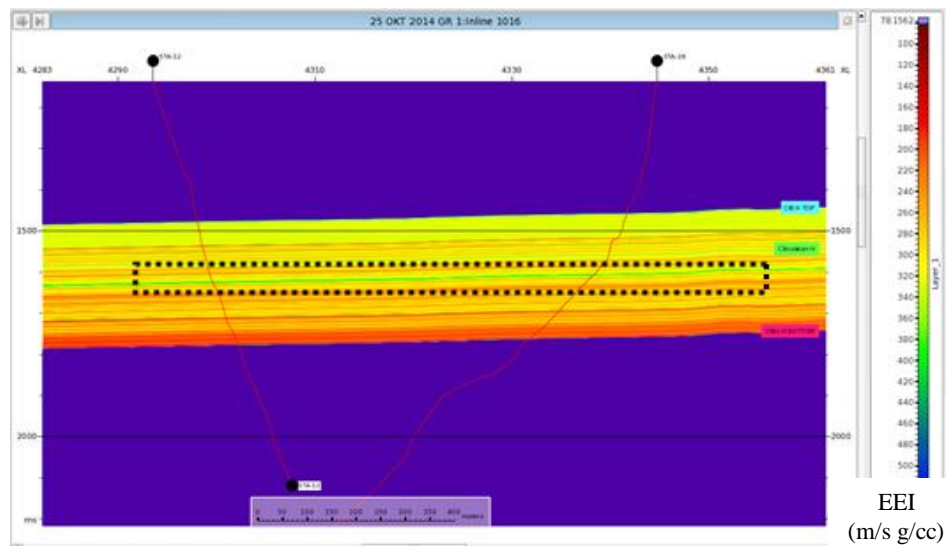


Gambar 3 Grafik koefisien korelasi parameter sensitif dengan sudut EEI sumur STA-12

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara parameter sensitif yaitu gamma ray dan lambdarho serta sudut EEI yang digunakan mulai dari -90o sampai 90o pada sumur STA-12. Sudut EEI yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi terhadap lambdarho adalah sudut EEI 22 dengan nilai 0,934, sedangkan untuk gamma ray yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi adalah sudut EEI 60 dengan nilai 0,772.

3.3 Analisis Penyebaran sandstones

Penyebaran *sandstones* dapat diketahui melalui hasil EEI 60 yang ekuivalen dengan gamma-ray. Hasil EEI yang dimaksud adalah hasil dari *background* model EEI lapisan yang telah di inversi menggunakan parameter gamma ray dengan sudut EEI 60.

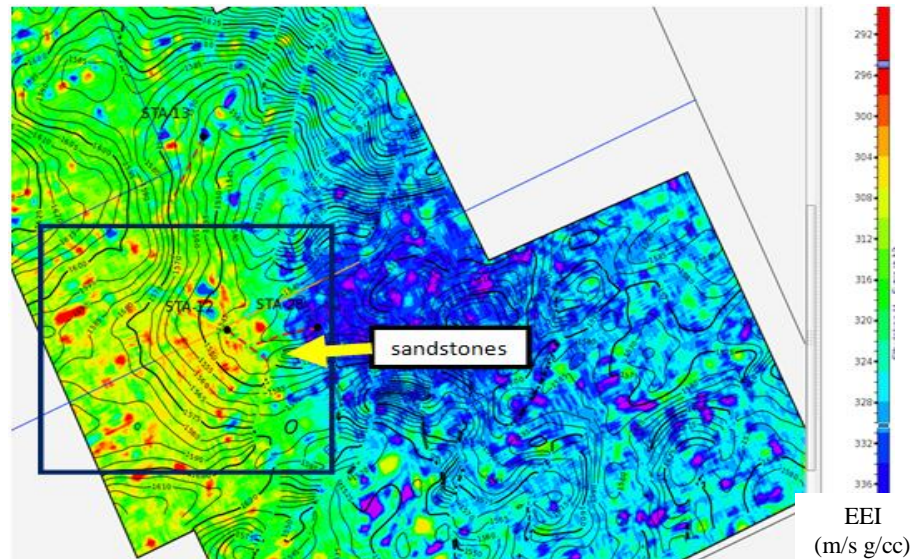


Gambar 4 Hasil inversi EEI 60 yang melewati sumur STA-12

Dari Gambar 4 terlihat bahwa gamma ray memiliki nilai yang rendah pada *sandstones* karena pada prinsipnya log gamma ray dapat memaparkan tingkat radiasi pada batuan. Semakin tinggi nilai pembacaan gamma ray maka semakin tinggi pula persentasi dari kandungan lempung. Umumnya batu pasir, batu gamping, dan *dolomite* memiliki konsentrasi isotop radioaktif (U,Th,K) dengan jumlah relatif lebih sedikit daripada lempung.

Selain pada Gambar 4 penyebaran *sandstones* juga dapat dilihat pada Gambar 5 yang mengemukakan tentang penyebaran lateral dari *sandstones* dalam bentuk peta yang *overlay* dengan kedalaman. Pemetaan ini dilakukan dengan melakukan *slicing* sebesar 40 ms di atas

horizon dan 50 ms di bawah horizon. *Slicing* ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana penyebaran *sandstones* di sekitar sumur penelitian. Selain itu, *slicing* dilakukan karena lapisan yang diteliti sangat tipis sehingga harus dilakukan penambahan di atas maupun di bawah dari lapisan H.



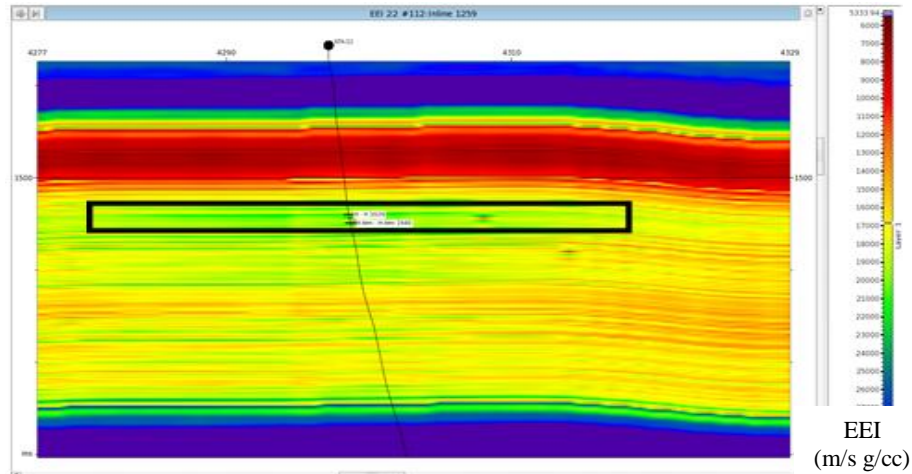
Gambar 5 Peta EEI 60 pada lapisan H overlay dengan kedalaman

Dari penampang seismik EEI 60 pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa penyebaran *sandstones* pada lapisan H berada pada kisaran 292 sampai 296 m/s g/cc. Dari peta pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa *sandstones* memiliki nilai EEI yang rendah. Besar nilai EEI pada setiap lapangan berbeda, tergantung berapa besar nilai dari kecepatan dan *density* yang didapatkan dari data log. Pada penelitian digunakan lapisan yang tipis, sehingga nilai dari EEI yang didapatkan lebih kecil dari semestinya, hal tersebut dikarenakan hasil rekaman data seismik yang memiliki nilai yang rendah untuk setiap parameter. Nilai gamma ray pada *sandstones* memiliki lebih rendah dibandingkan *shale*. Selain dapat melihat kisaran nilai dari *sandstones*, dari peta dapat diketahui daerah penyebaran dari *sandstones* itu sendiri yaitu berada pada barat daya daerah penelitian. Daerah penyebaran tersebut berada di sekitar sumur penelitian yaitu sumur STA-12. Daerah penyebaran *sandstones* ditandai dengan warna merah kekuning-kuningan seperti terlihat pada Gambar 5 yang diberi tanda kotak warna hitam.

3.4 Analisis Penyebaran Fluida Hidrokarbon

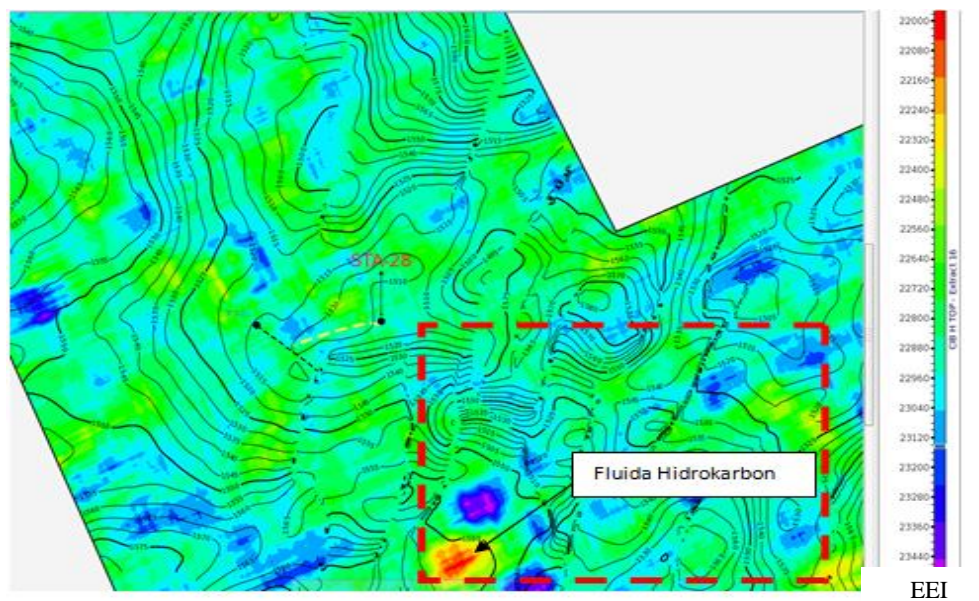
Hasil analisis penyebaran fluida hidrokarbon pada sumur STA-12, dapat dilihat dari hasil inversi EEI 22 yang ekuivalen dengan λ/ρ . Hasil dari inversi EEI ini berupa suatu penampang seismik seperti terlihat pada Gambar 6. Penampang seismik lapisan H pada Gambar 6 yang ditandai dengan kotak hitam, dari gambar dapat dilihat bahwa warna penampang seismik pada lapisan H hampir sama karena lapisan H pada Formasi Cibulakan termasuk lapisan yang tipis sehingga warna yang terdapat pada lapisan tersebut tidaklah jauh berbeda.

Gambar 6 juga menjelaskan bahwa nilai inversi EEI 22 ekuivalen dengan λ/ρ memiliki nilai berkisar antara 23000-24000 g/cc m/s. λ/ρ dan μ/ρ jika dihubungkan dapat digunakan untuk melihat kesesuaian antara keberadaan fluida dan jenis litologinya. Keberadaan hidrokarbon ditunjukkan dengan nilai λ/ρ yang rendah, sedangkan harga μ/ρ nya yang tinggi merupakan respon terhadap batuan porous. Besar atau kecil nilai dari parameter λ/ρ tergantung pada lapangan yang digunakan. Hal tersebut dikarenakan besar nilai dari setiap parameter didapatkan dari hasil rekaman data seismik dan data sumur dari lapangan tersebut.



Gambar 6 Hasil inversi EEI 22 yang melewati sumur STA-12

Gambar 7 merupakan pemetaan dari penyebaran fluida hidrokarbon. Lambdharho merupakan parameter yang sensitif dalam penyeabran fluida memiliki nilai yang rendah, dimana dari peta dapat dilihat bahwa nilai terendah terdapat pada warna kuning kemerahan. Kisaran nilai dari EEI pada parameter lambdharho berkisar 22000 sampai 22080 m/s g/cc. Besar nilai dari parameter lambdharho dipengaruhi oleh sifat inkompresibilitas batuan. Pada batuan biasa nilai inkompresibilitasnya lebih tinggi dibandingkan spons dan pasir pantai. Hal tersebut dikarekan fluida memiliki nilai inkompresibilitas yang rendah dengan arti kata lebih susah terkompresi daripada batuan yang berisi gas. Gambar 7 terlihat bahwa daerah penyebaran fluida terdapat pada bagian selatan dari sumur penelitian. Pada peta EEI 22 juga dilakukan penambahan waktu baik di atas maupun di bawah dengan besar penambahan yaitu 40 ms di atas lapisan dan 50 ms di bawah lapisan.



Gambar 7 Peta EEI(22) pada lapisan H overlay dengan kedalaman (m/s g/cc)

IV. KESIMPULAN

Parameter yang sensitif dalam penyebaran *sandstones* adalah parameter gamma ray, sedangkan untuk penyebaran fluida hidrokarbon adalah lambdharho. Penyebaran *sandstones* pada lapangan penelitian ini berada pada bagian barat daya dari daerah sumur penelitian,

sedangkan untuk fluida hidrokarbon memiliki daerah penyebaran di bagian selatan sumur penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Connolly, P., 2010, Robust Workflows for Seismic Reservoir Characterisation, SEG *Distinguished Lecture*.
- Harun, M.R. Lutfie, A.S. dan Asri, S.I., 2013, Sandstone Reservoir Distribution of Cibulakan Formation Using Seismic Inversion Method: Extended Elastic Impedance (EEI) in Cemara Field, North West Java Basin, *Proceedings of The 37th IPA Convention and Exhibition*, Jakarta.
- Haryoko, 1983, *Dasar Interpretasi Log*, Production geologist Pertamina, Yogyakarta.
- Hicks and Francis, 2006, *EAGE 68th Conference & Exhibition- Vienna*, Austria.
- Mukkadas, A., 2005, Analisis Perbedaan Penampang Seismik Antara Hasil Pengolahan Standar dengan Pengolahan *Preserved Amplitude*, "MEKTEK", Vol.VII, No.3.
- Priyono, A., 1999, *Buku Ajar Seismik Ekplorasi*, ITB, Bandung.
- Whitcombe, D.N., 2002, *Extended Elastic Impedance for Fluid and Lithology Prediction: Geophysics* Vol. 67 no. 1.