

APLIKASI PARAMETER LAME UNTUK PEMETAAN RESERVOIR BATUPASIR

Vicky Satria Oktara¹, Dr. Ir. Fatkhan, M.T.², Ruhul Firdaus, S.T., M.T.³

Prodi Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan
Jl. Terusan Ryacudu, Desa Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan 35365

¹vicksatria@gmail.com

²ruhulhajjaj@gmail.com

³fatkhan@yahoo.co

Intisari-Studi dilakukan untuk memetakan persebaran reservoir batupasir di Cekungan Scotian tepatnya pada Formasi Missisauga. Analisis $\lambda\rho$ dan $\mu\rho$ dilakukan untuk mengidentifikasi batupasir yang memiliki kandungan hidrokarbon. Parameter Lame didapatkan melalui estimasi impedansi akustik P dan impedansi akustik S. Data yang digunakan dalam penelitian adalah 3D CDP *gather* (*prestack time migration*) yang telah terkoreksi NMO serta dilengkapi dengan dua buah sumur L-30 dan B-41. Peta *time structure* memperlihatkan masing-masing sumur berada di *closure*. Analisis yang dilakukan pada Horizon 2 mengindikasikan batupasir tersaturasi minyak. Hasil anomali AVO pada Horizon 2 termasuk kedalam AVO kelas II. Kombinasi peta $\mu\rho$ dan peta $\lambda\rho$ memperlihatkan persebaran reservoir berada di daerah sumur L-30.

Kata kunci : Batupasir, Parameter Lame, Reservoir.

Abstract — This study aims to delineate the distribution of sandstone reservoirs in the Scotian Basin, Missisauga Formation. Analysis $\lambda\rho$ and $\mu\rho$ was attempted to identify sandstone that correlates to hydrocarbon indication. Lame parameter was obtained through P and S impedances acoustic. In this study, numerous datas are used: 3D CDP *gather* (*prestack time migration*) which has been corrected by NMO, and 2 wells (L-30 and B-41). The time structure map showed the existence of closure around the wells. Analysis of performed on the Horizon 2 which is a sandstone layer is indicative of the presence of oil hydrocarbons. The classification of AVO Horizon 2 anomaly are AVO class II. The combination of the $\mu\rho$ and $\lambda\rho$ map determined that the reservoir distribution area is situated around well L-30.

Keywords: Sandstone, Lame Parameter, Reservoir.

I. PENDAHULUAN

Metode seismik refleksi merupakan salah satu metode untuk mengetahui keberadaan reservoir hidrokarbon. Seismik adalah suatu teknik untuk membuat model geologi bawah permukaan menggunakan data seismik sebagai *input* dan data sumur sebagai kontrolnya (Sukmono, 2005). Metode seismik didasarkan atas analisis pantulan gelombang dari lapisan batuan bawah permukaan bumi. Pemantulan gelombang yang direkam di permukaan bumi berupa respons amplitudo dan waktu datang dari masing-masing *receiver*, yang selanjutnya di *processing* sehingga dapat ditampilkan dalam bentuk penampang seismik yang menggambarkan perlapisan batuan. Data

seismik hanya menampilkan perlapisan batuan, sehingga sulit untuk menginterpretasi secara langsung suatu lapisan batuan menyimpan hidrokarbon. Oleh karena itu dibutuhkan parameter-parameter fisika untuk interpretasi keberadaan reservoir hidrokarbon, yaitu dengan menggunakan Parameter Lame.

Pada tahun 1997 Goodway memperkenalkan Parameter Lame, yaitu $\lambda - \mu - \rho$ yang digunakan untuk meningkatkan indentifikasi daerah reservoir. Tingkat inkompresibilitas (λ) suatu batuan dapat digunakan sebagai indikator fluida. Tingkat rigiditas (μ) batuan bagus dalam pemisahan litologi batuan. Densitas adalah masa jenis suatu batuan dibagi volume. Analisis Parameter Lame yang menunjukkan tingkat

inkompresibilitas (λ) dan rigiditas (μ) diharapkan akan mampu mengetahui persebaran litologi batupasir dan keberadaan fluida hidrokarbon.

II. TEORI DASAR

AVO (*Amplitude versus offset*) adalah perubahan amplitudo seismik refleksi dengan bertambahnya jarak sumber dengan penerima (*offset*), atau terhadap sudut datangnya. AVO (*Amplitude versus offset*) muncul pada saat gelombang seismik menyentuh bidang batas lapisan pada sudut datang tidak sama dengan nol. Pada bidang batas litologi batuan perbedaan kecepatan dan densitas menyebabkan terjadinya pembagian energi di bidang batas lapisan, sebagian energi dipantulkan dan sebagian energi diteruskan. Amplitudo dari energi yang dipantulkan dan diteruskan tergantung pada sifat fisik diantara bidang reflector (Feng, dkk, 2006).

Hubungan koefisien refleksi yang terjadi terhadap sudut datang gelombang dijelaskan oleh Aki dan Richard (1980). Aki dan Richard membagi persamaannya menjadi 3 bentuk utama yaitu kecepatan gelombang P , kecepatan gelombang S dan densitas. Persamaan Aki dan Richards disederhanakan oleh Wiggins menjadi lebih intuitif. Wiggins membagi persamaannya kedalam bentuk *Intercept* (A), *gradient* (B), dan *curvature* (C). Persamaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$R(\theta) = A + B \sin^2 \theta + C (\tan^2 \theta - \sin^2 \theta)$$

keterangan:

$$A = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta V_p}{V_p} + \frac{\Delta \rho}{\rho} \right)$$

$$B = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta V_p}{V_p} \right) - 4 \left(\frac{V_s}{V_p} \right)^2 \left(\frac{\Delta V_s}{V_p} \right) - 2 \left(\frac{V_s}{V_p} \right)^2 \left(\frac{\Delta \rho}{\rho} \right)$$

$$C = \frac{1 \Delta V_p}{2 V_p}$$

Analisis perubahan amplitudo seismik terhadap bertambahnya *offset* untuk mengetahui daerah reservoir dapat dilakukan dengan atribut AVO. Atribut AVO yang digunakan adalah *product* dan *shear reflectivity*. *Product* (A*B) adalah perkalian antara atribut *intercept* dengan atribut *gradient*. Penggunaan atribut *product* dapat digunakan sebagai indikator keberadaan

hidrokarbon. *Shear reflectivity* (A - B) merupakan kombinasi pengurangan antara *intercept* dengan *gradient*. pengurangan antara *intercept* dengan *gradient* sebanding terhadap reflektivitas gelombang S.

Pada tahun 1997 Goodway memperkenalkan Parameter *Lame*, yaitu $\lambda - \mu - \rho$ yang digunakan untuk meningkatkan indentifikasi daerah reservoir. Parameter *Lame* berkaitan dengan tingkat rigiditas (μ) dan inkompresibilitas (λ) suatu lapisan batuan. Parameter $\lambda \rho$ merupakan parameter yang sensitif terhadap tingkat inkompresibilitas batuan, dapat digunakan untuk indikator keberadaan fluida. Parameter $\mu \rho$ sensitif dengan tingkat rigiditas batuan tanpa dipengaruhi fluida pengisi batuan. Nilai $\mu \rho$ digunakan untuk membedakan litologi batuan bawah bumi. Secara matematis kedua parameter tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_s^2 = (\rho V_s)^2 = \mu \rho$$

$$Z_p^2 = (\rho V_p)^2 = (\lambda + 2\mu) \rho$$

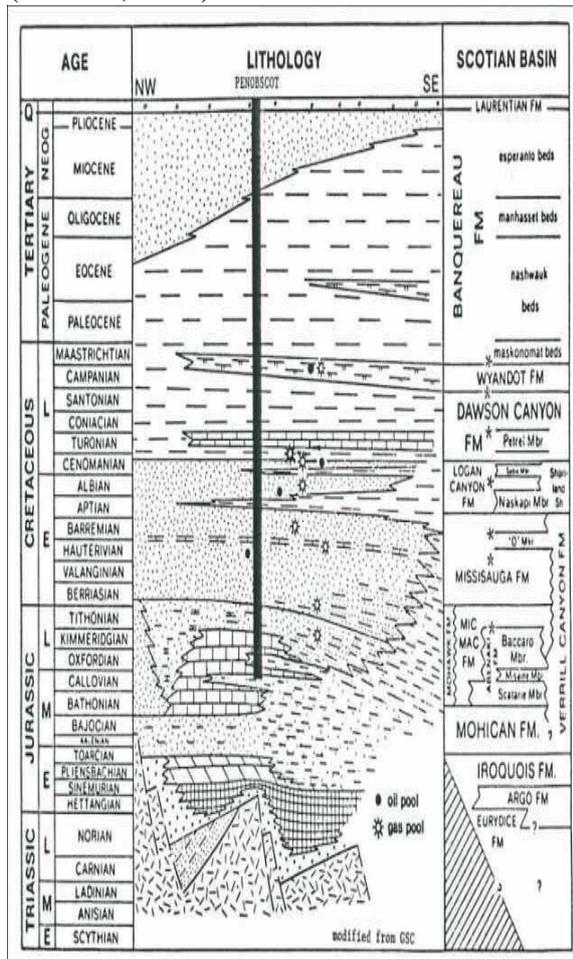
$$\lambda \rho = Z_p^2 - 2Z_s^2$$

Inversi seismik merupakan suatu teknik untuk membuat model geologi bawah permukaan bumi menggunakan data seismik sebagai *input* dan data sumur sebagai kontrol (Sukmono, 2005). *inversi model based* merupakan perbandingan antara model geologi sintetik dengan data rekaman seismik. Proses *inversi model based* dilakukan dengan meminimalkan perbedaan antara model geologi sintetik dengan data seismik. Tahap awal dalam *inversi model based* dengan membuat model awal dari impedansi akustik. Nilai koefisien refleksi dihitung dari impedansi akustik model, dan koefisien refleksi dikonvolusikan dengan *wavelet* untuk menghasilkan sintetik seismik *trace*. Setelah itu rekaman data seismik dibandingkan dengan data seismik sintetik untuk mendapatkan besaran *error* pada data.

III. TINJAUAN GEOLOGI

Daerah Cekungan Scotian dahulunya adalah daratan yang masih tergabung kedalam satu Benua Pangea. Tepatnya Cekungan Scotian berada di batas Amerika Utara dengan Afrika. Pangea mengalami rengkah dan pecah pecah menjadi beberapa

benua terjadi sekitar 225 juta tahun yang lalu. Pada daerah Cekungan Scotian terjadinya perubahan lingkungan geologi tersebut ditandai dengan adanya pengendapan karbonat dan adanya progradasi klastik (Kidston, 2005).



Gambar.1: Stratigrafi Scotian Basin (Clack, 1992)

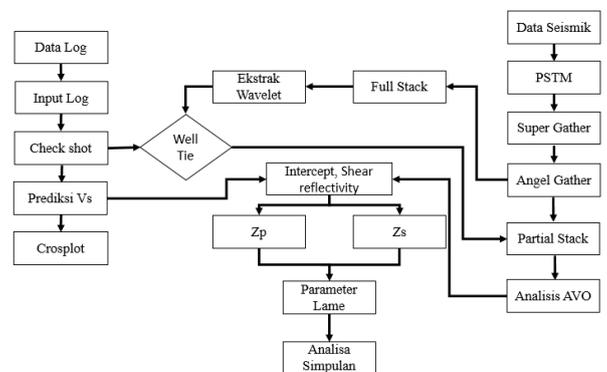
Hidrokarbon yang dapat ditemukan di Cekungan Scotian berasal dari *Subbasin Sable* yang berada di sekitar kepulauan Sable. Formasi Verill Canyon yang terbentuk selama *Early Jurassic* hingga *Early Cretaceous* merupakan *source rock* yang sangat potensial untuk penyedia hidrokarbon. Kedalaman Formasi Verill Canyon yang berkisar 3666 m membuat ia berada di dekat bagian atas *oil window*. Tungku atau tempat pematangan hidrokarbon pada lapangan ini berada di bagian tenggara dari Penobscot (Clack, 1992).

Minyak kondensat dan gas kondensat yang berada di Formasi Verill Canyon diperkirakan bermigrasi melalui struktur sesar utama (Clack, 1992). Sesar tersebut membuat struktur *limestone* pada Formasi Abenaki pecah, membuat perpindahan hidrokarbon melalui sesar dan mengisi pori batupasir pada Formasi Missisauga. Batupasir pada Formasi

Missisauga yang telah menjadi reservoir ditutupi oleh lapisan O Marker yang berfungsi sebagai cebakan pada sistem *petroleum* Cekungan Scotian (Fahrullah, 2014).

IV. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan input data sumur dan data seismik. Data seismik di input dalam bentuk *prestack time migration* (PSTM). Untuk memperkecil ukuran data dan meningkatkan *signal to noise ratio* dilakukan proses *super gather*. Data *super gather* yang berdomain jarak diubah menjadi format sudut dengan proses *angel gather*. Pada data *angel gather* dilakukan proses *full stacking* dan *partial stacking*. Data *full stacking* akan digunakan untuk proses *well tie* dan pembuatan horizon. Analisis AVO dilakukan untuk mendapatkan nilai *intercept* dan *shear reflectivity*. Impedansi akustik gelombang P dan impedansi akustik gelombang S didapatkan dengan *model based inversion* yang dilakukan pada *intercept* dan *shear reflectivity*. Parameter *Lame* didapatkan dari transformasi Impedansi akustik gelombang P dan impedansi akustik gelombang S.

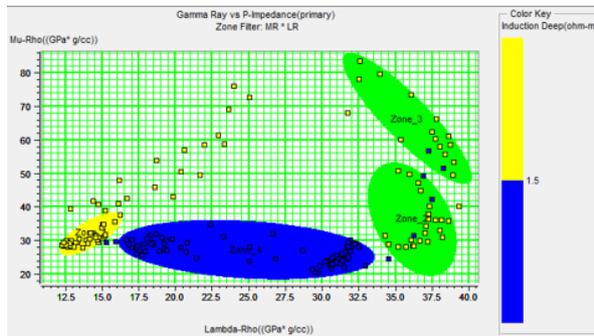


Gambar.2: Diagram Alir pengolahan data.

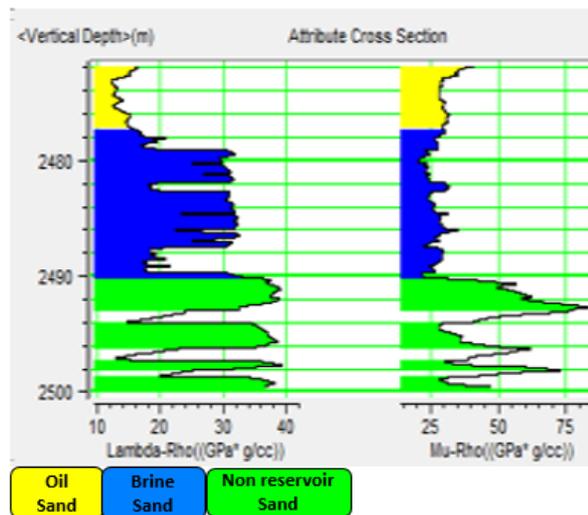
V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta distribusi batupasir ditunjukkan untuk melihat zona litologi batupasir. Peta persebaran batupasir pada data seismik akan mengacu kepada nilai-nilai *crossplot*. Nilai *cut off gamma ray* diketahui 40 (GAPI). Gambar 5.3 memperlihatkan *crossplot* antara $\lambda\rho$ dengan $\mu\rho$ dengan skala warna resistivitas. Parameter $\lambda\rho$ didapatkan dengan mentransformasi nilai impedansi S dan Impedansi P. Parameter ini sensitif terhadap perubahan tingkat inkompresibilitas batuan, yang dapat digunakan untuk indikator fluida pada lapisan batuan. Suatu batuan yang

memiliki kandungan hidrokarbon akan ditunjukkan dengan nilai $\lambda\rho$ yang rendah. Parameter $\mu\rho$ menampilkan tingkat rigiditas yang sangat sensitif terhadap perubahan litologi batuan.



(a)



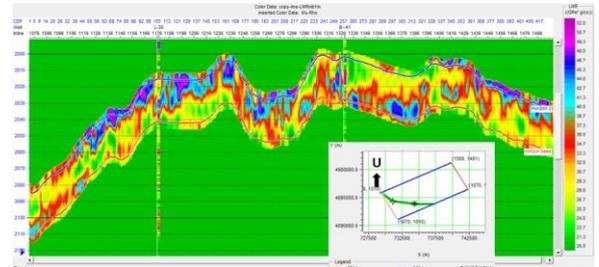
Gambar 5.3: Crossplot $\lambda\rho$ dengan $\mu\rho$, skala warna gamma ray (a), cross section $\lambda\rho$ dengan $\mu\rho$ (b).

Tabel 1: Tingkat sensitivitas Parameter Lame.

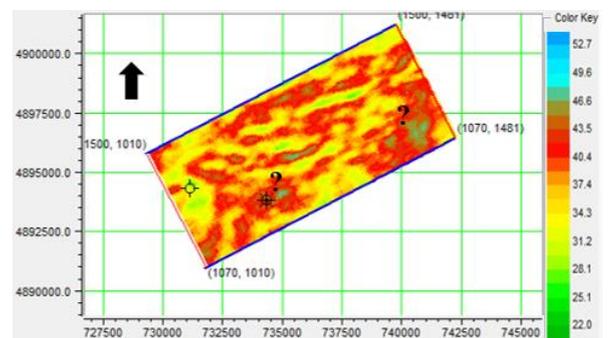
	$\mu\rho$ (GPa*(g/cc))	$\lambda\rho$ (GPa*(g/cc))
Oil Sand	26 – 40	12 – 17
Brine Sand	20 – 36	17 – 33
Dry sand	24 – 84	32,5 – 39

Gambar 5.3 yang menampilkan crossplot $\mu\rho$ dengan $\lambda\rho$ batupasir reservoir diduga memiliki rentang nilai $\mu\rho$ 20 (GPa*(g/cc)) hingga 40 (GPa*(g/cc)). Berdasarkan gambar 5.5 pada bagian Horizon 2 terlihat persebaran nilai $\mu\rho$ yang tinggi menyebar di sekitar sumur L-30, sedangkan pada sumur B-41 memiliki persebaran $\mu\rho$ yang relatif rendah.

Gambar 5.6 merupakan slice penampang $\mu\rho$ terhadap Horizon 2. Pada gambar slice horizon dapat dilihat terdapat dua area yang diduga reservoir batupasir dan ditandai dengan tanda tanya. Masing-masing berada di sekitar sumur L-30 dan pada bagian timur laut dari sumur L-30.

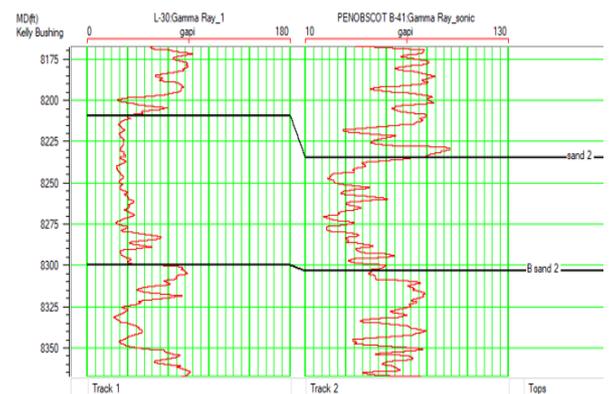


Gambar 5.5: Penampang $\mu\rho$



Gambar 5.6: Slice horizon $\mu\rho$

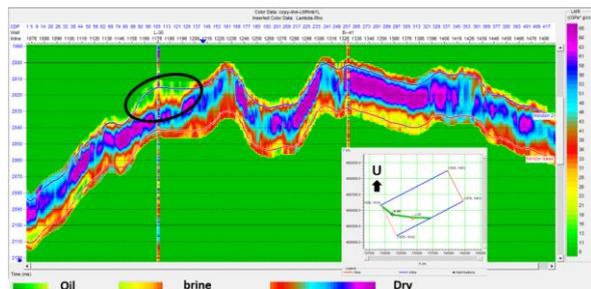
Mengacu ke gambar 5.6 nilai $\mu\rho$ sumur L-30 akan lebih memungkinkan menjadi reservoir batupasir dari pada sumur B-41, hal tersebut diperkuat dengan gambar 5.7. Pada gambar tersebut memperlihatkan nilai gamma ray dari kedua sumur. Gambar 5.7 gamma ray sumur L-30 memperlihatkan bacaan yang relatif rendah, sehingga dianalisis sebagai batupasir yang bersih. Pada sumur B-41 juga tergolong rendah namun masih banyak defleksi kurva yang berarah ke kanan (nilainya meningkat) yang mengindikasikan batupasir tersebut relatif lebih kotor dari pada sumur L-30.



Gambar 5.7: Gamma ray sumur L-30 dan B-41.

Pemetaan distribusi reservoir hidrokarbon bertujuan untuk melihat kehadiran fluida hidrokarbon pada batupasir. Peta distribusi hidrokarbon berdasarkan penampang seismik $\lambda\rho$. Gambar 5.8 adalah penampang $\lambda\rho$ yang melewati kedua sumur L-30 dan B-41, dengan lebar jendela 5 ms di atas Horizon 2, dan 5 ms di bawah B Horizon 2.

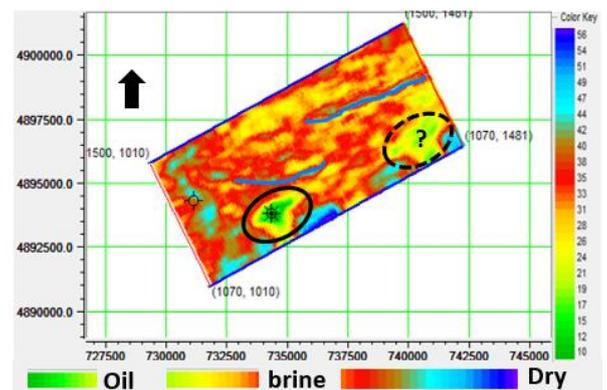
Gambar 5.8 memperlihatkan ke dua sumur berapa pada *closure* yang terpisah. Pada bagian Horizon 2 dapat dilihat area yang berada di sekitar sumur L-30 memiliki nilai $\lambda\rho$ yang rendah, sedangkan pada sumur B-41 memiliki nilai $\lambda\rho$ yang tinggi. Berdasarkan analisis *crossplot* hidrokarbon minyak diduga memiliki nilai $\lambda\rho$ 12 (GPa*(g/cc)) hingga 17 (GPa*(g/cc)), nilai tersebut ditandai dengan warna hijau pada penampang $\lambda\rho$. Pada gambar 5.8 warna hijau hanya terlihat di sekitar daerah sumur L-30. Daerah yang diduga reservoir minyak tersebut ditandai dengan garis oval berwarna hitam.



Gambar 5.8: Penampang $\lambda\rho$.

Untuk melihat persebaran area yang diduga mengandung minyak dilakukan *slice* terhadap penampang $\lambda\rho$ pada Horizon 2 yang dapat dilihat pada gambar 5.9. Pada gambar 5.9 dapat dilihat nilai $\lambda\rho$ 12 (GPa*(g/cc)) hingga 17 (GPa*(g/cc)) ditandai dengan gradasi warna hijau. Hasil *Slice* $\lambda\rho$ memperlihatkan persebaran area hijau yang diduga reservoir minyak ditandai dengan garis oval berwarna hitam. Garis oval tersebut berada di sumur L-30. Arah timur laut dari sumur L-30 juga terdapat yang ditandai dengan garis oval putus-putus diduga memiliki kandungan fluida minyak. Sumur B-41 memiliki nilai $\lambda\rho$ 35 (GPa*(g/cc)) hingga 48 (GPa*(g/cc)), yang mana nilai tersebut dikategorikan sebagai *dry*. Analisis ini juga cocok dengan keterangan dari laporan lapangan Penobscot bahwa sumur L-30 merupakan sumur yang produksi,

sedangkan sumur B-41 ialah sumur yang kering.



Gambar 5.9: *Slice* horizon 2 pada nilai $\lambda\rho$.

VI. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini Parameter *Lame* dapat digunakan untuk mengidentifikasi reservoir hidrokarbon. Penelitian ini dilakukan pada Cekungan Scotian tepatnya di Formasi Missisauga. Reservoir batupasir yang berisi hidrokarbon teridentifikasi pada penelitian ini. Nilai $\lambda\rho$ yang digunakan untuk dugaan reservoir tersebut adalah 12 (GPa*(g/cc)) hingga 17 (GPa*(g/cc)), dan nilai $\mu\rho$ 26 (GPa*(g/cc)) hingga 40 (GPa*(g/cc)). Pada gambar 5.12 terlihat garis oval membatasi sumur L-30 menunjukkan persebaran daerah reservoir tersebut. Arah timur laut dari sumur L-30 yang ditandai dengan garis oval putus-putus diduga juga area reservoir batupasir yang berisikan minyak.

B. Saran

Penentuan nilai Parameter *Lame* sangat dipengaruhi oleh masukan kecepatan gelombang S. Sehingga, untuk hasil yang lebih baik diperlukan informasi tambahan berupa kecepatan gelombang S, untuk mendapatkan hasil inversi impedansi S yang lebih tepat. Dengan mengetahui nilai impedansi S yang sesungguhnya diharapkan akan dapat memberikan hasil transformasi Parameter *Lame* yang lebih tepat.

REFERENSI

- Ahmed, N., Khalid, dkk, *AVO Foward Modeling and Attributes Analysis For Fluid's Identification: a case study*, Acta Geod Geophys, Pakistan, 2015.
- Castagna, J. P., *Relationships Between Compressional Wave and Shear Wave*

- Velocities In Elastic Silicate Rocks*, Geophysics, VOL. 50, NO. 4 , 571-581, 1985.
- Castagana, J. P, Swan, H. W., dan Foster, D. J., *Framework for AVO Gradien and Intercept Interpretation*, Geophysics, VOL 63, 1998.
- Clack, W. J. F and Crane, J.T.D., *Geological Evaluation and Oil Reserve Estimate for Nova Scotia Resources*, Nova Scotian Resources (ventures) Ltd, 1992.
- Fahrullah, W., *Deteksi Persebaran Reservoir Pasir Gas Menggunakan Analisis Amplitude Versus Offset (AVO) Data Seismik 3D PSTM Penobscot*, Kanada, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2014.
- Feng, H., dan Bancroft, C, *AVO Principles, Processing and Inversion*, CREWES Research Report, 2006.
- G.kidston, A. D., *The Upper Jurassic Abenaki Formation Offshore Nova Scotia A Seismic and Geologic Perspective*, Offshore Petroleum Canada, Kanada, 2005.
- Goodway, B., Chen, T., dan Downton, J, *Improved AVO Fluid And Lithology Discrimination Using Lamé Petrophysical Parameter; lamda-rho, mu-rho, and lamda/mu Fluid Stack, From P and Inversion*, 1997 CSEG Meeting Abstracts, PP.148-151, 1997.
- Jon, D., *Seismic Lithologi & AVO Workshop*, Singapore: Hampson Russel CGGVERITAS, 2011.
- Ostrander, W. J, *Plane Wave Reflection Coefficients For Gas Sands At Nonnormal Angle Of Incidence*, SEG VOL 49, PP.1637, (1984).
- Peryoga, A, *Karakterisasi Reservoir Dengan Menggunakan Metode Inversi Elastic Impedance Kasus Lapangan Penobscot Kanada*, Depok: Universitas Indonesia, 2011.
- Rutherford, R., dan Williams, H. R., *Amplitude Versus Offset Variations In Gas Sands*, Geophysics VOL 54, PP.680 – 688, 1989.
- Sukmono, S., *Interpretasi Seismik Refleksi*, Bandung: Teknik Geofisika ITB, 1999.
- Sukmono, S, *Fundamentals Of Seismic Inversion*. Bandung: Teknik Geofisika ITB, 2005.