

KARAKTERISASI RESERVOIR UNTUK MENENTUKAN PERSEBARAN BATU PASIR PEMBAWA HIDROKARBON MENGUNAKAN INVERSI SIMULTAN

By Juventa Juventa

KARAKTERISASI RESERVOIR UNTUK MENENTUKAN PERSEBARAN BATU PASIR PEMBAWA HIDROKARBON MENGGUNAKAN INVERSI SIMULTAN

RESERVOIR CHARACTERIZATION FOR DETERMINING HYDROCARBON BEARING SANDS DISTRIBUTION USING SIMULTANEOUS INVERSION

Juventa^{1*}, Fatkhan²

¹Program Studi Teknik Geofisika, Universitas Jambi

²Jurusan Teknik Geofisika, Institut Teknologi Bandung

Received: xxxx-xx-xx

Accepted: xx-xx-xx

Keyword:

reservoir, inversi simultan, LMR.

Correspondent Email:

juventa@unja.ac.id

How to cite this article:


© 2021. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Dalam eksploitasi hidrokarbon, salah satu tantangan yang paling penting adalah pemetaan persebaran batuan reservoir dan fluida pengisinya. Salah satu metoda yang digunakan adalah inversi simultan. Inversi simultan merupakan salah satu teknik inversi seismik yang mengekstraksi data AVO untuk memperoleh nilai impedansi seismik dari data seismik Pre-Stack hingga memperoleh nilai Impedansi P dan S serta densitas. Salah satu metoda lanjutan yang paling umum dipakai adalah metoda Lambda-Mu-Rho (LMR) untuk membantu identifikasi lithologi dan fluida reservoir. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data dari Lapangan Nova Scotia, dengan Target pada batu pasir Formasi Missisauga. Data yang digunakan adalah data sumur L-30 dan B-41 dan data seismik 3D PSTM. Sumur B-41 berada di struktur lebih tinggi dari sumur L-30 namun tidak menghasilkan hidrokarbon. Log Vs dibuat sintetik menggunakan metode Fluid Replacement Modeling dan LMR diturunkan dengan transformasi log Vp, Vs dan Densitas. Hasil pemetaan zona target pada kedalaman 2045-2250 ms yaitu dengan menggunakan range cut-off Lambda-Rho 17-22 Gpa*g/cc dan Mu-Rho 20-28 Gpa*g/cc maka didapat peta persebaran batuan reservoir dan hidrokarbon. Hasil interpretasi dari peta sebaran menunjukkan sumur B-41 adalah dry hole karena lapisan batupasir yang mempunyai nilai Mu-Rho rendah yang diakibatkan lapisan yang tipis dan perselingan dengan batulempung.

Abstract. One of the most important challenge in hydrocarbon exploration is mapping the distribution of reservoir properties and its filling fluid. One method that usually is being use for is simultaneous inversion. Simultaneous inversion

is a seismic inversion technique that extracts AVO data to obtain seismic impedance values from the Pre-Stack seismic data such as P and S impedance values and density. One of the most commonly used methods for the next step is the Lambda-M u-Rho (LMR), to help identify lithology and reservoir fluid. This research was conducted by using data from the Nova Scotia Field, with the target on the sandstone of the Mississauga Formation. We used well data L-30 and B-41 and 3D PSTM seismic data. Well B-41 is on a higher structure than well L-30 but does not produce hydrocarbons. Log V_s was made synthetically using the FRM method and the LMR was derived by transforming the log V_p, V_s and Density. By mapping the target zone at a depth of 2095-2250 ms using the cut-off range Lambda-Rho 17-22 Gpa*g/cc and M u-Rho 20-28 Gpa*g/cc, a map of the distribution of reservoir rocks and its filling hydrocarbons were obtained. The results of the reservoir distribution map show that B-41 well is a dry hole because the sandstone layer has a low M u-Rho value due to a thin layer and an intersection with claystone.

1. PENDAHULUAN

Interpretasi kuantitatif detail suatu reservoir hidrokarbon dapat dijadikan sebagai referensi pengembangan lapangan reservoir dan meningkatkan produksinya, sebagian besar pengembangan lapangan reservoir hidrokarbon ini dilakukan dengan mengintegrasikan data sumur, data seismik dan data geologi (Ekine, 2013). Menurut Schlumberger (1991), penting untuk mengetahui dimensi dari reservoir (ketebalan dan luas area penyebaran) karena akan berkaitan erat dengan nilai ekonomis dari reservoir itu sendiri.

Menurut Veire & Landrø (2006), Parameter elastis yang didapat dari data seismik merupakan suatu data yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi sebuah reservoir berdasarkan hubungan empiris antara property fisik batuan, fluida pengisi pori dan kecepatan gelombang P. Dengan menambahkan komponen gelombang S yang tidak bisa merambat melalui fluida, memperkaya informasi tentang litologi batuan serta fluida pengisi porinya.

Hampson dkk., (2005) memperkenalkan pendekatan baru simultaneous pre-stack inversion dengan lebih singkat dan terintegrasi

dan memakai tiga asumsi yaitu: perkiraan linear dari nilai reflektivitas dapat digunakan, reflektivitas PP dan PS sebagai fungsi dari sudut menggunakan persamaan Aki-Richards, dan adanya hubungan antara logaritma impedansi P, impedansi S dan densitas.

Penelitian ini menggunakan data yang disediakan oleh Departemen Energi Nova Scotia, Kanada yaitu pada lapangan offshore Penobscot dengan target reservoir adalah perselingan antara batu pasir dan lempung pada formasi Mississauga. Formasi Mississauga yang menjadi zona target pada penelitian ini dibagi menjadi Lower, Middle dan Upper. Lower Mississauga mulai terbentuk pada masa jurasik akhir yang ditandai dengan adanya pengangkatan dan progradasi delta Sable yang dimulai pada pengendapan formasi MicMac sebelumnya. Lower Mississauga terdiri dari batu pasir dan lapisan tipis limestones dan batu serpih. Lingkungan pengendapan fluvio-deltaic terus berlanjut hingga masa awal kretaseus membentuk middle dan upper Mississauga. Antara Lower dan Middle-Upper Mississauga dipisahkan oleh batuan karbonat yang dinamakan "O-marker" (Campbell, 2014).

Formasi Mississauga adalah formasi reservoir utama yang telah terbukti menghasilkan gas

(sumur L-30) di lapangan Penobscot, Kanada dengan jenis batumannya adalah batupasir. Sumur B-41 yang dibor setelah sumur L-30 ternyata dry hole, tidak menghasilkan hidrokarbon. Hal ini menjadi ironi karena setelah dilihat data peta struktur waktu, lapisan batu pasir zona target pada B-41 terletak pada struktur waktu yang lebih tinggi daripada sumur L-30 (**Gambar 1**) walaupun litologi batupasir pada sumur B-41 lebih tipis. Hal ini menimbulkan pertanyaan, jika menggunakan konsep structural trap mengapa hidrokarbon terakumulasi di daerah yang relatif lebih rendah. Untuk mencari jawaban tersebut maka penulis mencoba menggunakan pendekatan dari metoda inversi simultan data seismik untuk mencari tahu perbedaan karakter reservoir antara kedua lokasi sumur tersebut.

11 2. TEORI DASAR

2.1. Kecepatan Gelombang P

Log sonik gelombang P terukur melalui transit time dari waveform antara transmitter dan receiver (Schlumberger, 1991). Gelombang P merupakan gelombang yang arah penjalarannya searah dengan arah getarannya. Kecepatan gelombang P memiliki hubungan dengan sifat fisis batuan yaitu densitas, inkompresibilitas dan rigiditas (Mavko s., 1998). Secara matematis hubungan parameter tersebut mengikuti persamaan berikut:

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \quad (1)$$

dengan:

V_p = kecepatan gelombang P
 λ = inkompresibilitas
 μ = rigiditas
 ρ = densitas

2.2. Kecepatan Gelombang S

Menurut Mavko dkk. (1998) dan Liu (2017) Gelombang S memiliki arah penjalaran yang orthogonal terhadap arah getarnya atau disebut dengan gelombang transversal. Hubungan

kecepatan gelombang S dengan sifat fisis batuan (Mavko dkk., 1998) ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (2)$$

dengan:

V_s = kecepatan gelombang S
 μ = rigiditas
 ρ = densitas

2.3. AVO

Metode amplitude versus offset atau yang biasa disebut dengan **2** AVO adalah suatu metode analisa data seismik yang memperhatikan perubahan amplitudo sebagai fungsi dari jarak atau offset. Metode AVO didasarkan pada anomali naiknya amplitudo sinyal seismik terhadap bertambahnya jarak suatu penerima (offset) dan suatu pemantul (reflector). Pada kondisi normal ketika tidak dijumpai adanya anomali, semakin bertambah jarak offset semakin besar pula sudut datangnya dan amplitudonya akan semakin kecil. Namun pada kasus AVO, amplitudo akan semakin besar dengan bertambahnya jarak offset (Castagna & **7** S, 1997). AVO berkembang berdasarkan adanya variasi perubahan koefisien refleksi dan transmisi terhadap sudut datang, yang berkaitan dengan hubungan jarak reflektifitas.

2.4. Inversi Simultan

Inversi seismik adalah teknik pemodelan geologi bawah permukaan menggunakan data seismik sebagai input data dan data sumur sebagai kontrol (Sukmono, 2007). Inversi simultan merupakan salah satu teknik inversi AVO yang melibatkan data seismik pre-stack. Inversi simultan digunakan secara langsung untuk mendapatkan beberapa sifat fisis yang diinginkan. Seperti impedansi P impedansi S, densitas, Poisson' ratio, dan V_p/V_s .

Inversi simultan memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

- Menghasilkan nilai Poisson' ratio yang memiliki resolusi sebaik hasil dari inversi terpisah (elastic inversion)
- Dapat mengestimasi densitas dari data seismik, digunakan sebagai data tambahan untuk memprediksi litologi dan fluida
- Prediksi secara akurat delta impedansi akustik dan delta Poisson's ratio yang dapat digunakan untuk menghitung perubahan tekanan dan saturasi.

2.5. ¹ Lambda-Mu-Rho

Lambda-Rho dan Mu-Rho merupakan parameter fisika batuan yang erat kaitannya dengan ¹ kompresibilitas dan rigiditas. Rigiditas atau modulus geser didefinisikan sebagai resistansi batuan terhadap sebuah ketegangan yang mengakibatkan perubahan bentuk tanpa merubah volum total dari batuan tersebut. Rigiditas sensitif terhadap matriks batuan. Semakin rapat matriksnya maka akan semakin sulit pula mengalami slide over satu sama lain, dan benda tersebut dikatakan memiliki rigiditas yang tinggi. Sedangkan inkompresibilitas didefinisikan sebagai besarnya perubahan volume batuan apabila dikenai sebuah tekanan. Parameter inkompresibilitas biasanya dipakai sebagai indikator fluida pengisi pori batuan (Avseth dkk., 2010)

3. METODE PENELITIAN

Untuk melakukan karakterisasi reservoir, diperlukan penentuan parameter yang akan diinversi dan dapat menjelaskan sifat batuan di bawah permukaan. Analisa cross plot dilakukan untuk melihat hubungan antara parameter-parameter fisis batuan sesuai dengan tujuan penelitian. Tujuan penelitian ini memetakan persebaran reservoir dan menentukan batas sebaran hidrokarbon yang ada pada zona target. Parameter yang akan di analisa adalah lambda-rho, mu-rho, shear impedance, acoustic impedance, Vp/Vs dan densitas.

Pada tahapan AVO well modeling, diperlukan membuat sintetik seismik dari log yang kemudian dilakukan analisa sintetik AVO respons. Di dalam tahapan membuat sintetik seismik dari log, memakai persamaan Zoeppritz, dengan number of angles 10, minimum offset 0, dan maksimum offset 45.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisa synthetic AVO response dengan input volume L-30 sintesis dalam bentuk angle gather. Input log akan digunakan untuk membuat inisial model. Penyiapan data seismik pada diagram alir mencakup dari 3D pre-stack sampai partial gather. Angle gather digunakan untuk menjadi dasar penentuan rentang sudut dalam pembagian partial stack. Stack section digunakan untuk memudahkan dalam interpretasi dan well to seismic tie dimana telah terdapat horizon dalam data awal. Untuk partial stack dibuat berdasarkan tahapan sebelumnya dengan mempertimbangkan rentang sudut dari angle gather dan AVO analysis.

Model awal dari inversi simultan adalah input dari impedansi P, impedansi S dan densitas yang telah tersedia di software Hampson-Russel. Penyebaran masing-masing nilai pada model dikontrol oleh data seismik dan data horizon. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perbandingan cross plot nilai Vp/Vs terhadap impedansi gelombang P dan nilai impedansi gelombang P dengan impedansi gelombang S antara sumur L-30 (Gambar 3) dan B-41 (Gambar 4) memperlihatkan bahwa terjadi anomali pada lapisan reservoir target dengan terdapat perbedaan trendline pada sumur L-30 dan pada sumur B-41.

Walaupun reservoir batupasir masih ditemukan di sumur B-41 namun ketebalan litologi nya tidak setebal lapisan reservoir yang berada di sumur L-30. Dan dari nilai log gamma ray dapat dilihat bahwa kualitas reservoir yang

berada di sumur B-41 banyak dipengaruhi oleh perselingan batu lempung yang bisa dilihat di **Gambar 5**.

Setelah dilakukan inversi simultan, maka dihasilkan 3 hasil inversi yaitu inversi Z_p , inversi V_p/V_s dan inversi densitas yang dapat dilihat di **Gambar 6**. Hasil inversi simultan yang diperoleh dalam penelitian ini sebanyak 30 realisasi. Jumlah realisasi dipilih berdasarkan besarnya data, durasi proses dan kemampuan perangkat yang digunakan. Semakin banyak jumlah realisasi tentunya akan mempengaruhi penghitungan statistiknya, misal mereduksi ketidakpastian dengan lebih baik (Ma, 2019). Hasil inversi baik Mu -Rho maupun Λ -Rho memperlihatkan bahwa hasil inversi sudah cukup baik yang ditunjukkan oleh kesesuaian nilai (warna dan grafik) antara parameter sumur dan hasil inversi.

Hasil inversi pada zona target ditunjukkan dengan nilai impedansi P , densitas dan V_p/V_s yang relatif lebih rendah dibanding daerah lainnya. Hal ini juga sesuai dengan analisis penelitian lain yang menunjukkan pada daerah yang mengandung hidrokarbon memiliki nilai impedansi P , densitas dan V_p/V_s yang rendah seperti yang dilakukan oleh Hamada (2004).

Hasil sayatan inversi Z_p , densitas dan V_p/V_s pada zona target diperlihatkan pada **Gambar 7**. Dari gambar tersebut dapat dilihat nilai V_p/V_s pada sumur B-41 bernilai tinggi yang ditandai dengan warna ungu. Analisis berikutnya menggunakan cross plot dari sumur B-41 untuk memperlihatkan mengapa B-41 merupakan dry well karena menurut inversi AI, nilai AI pada sumur B-41 relatif lebih tinggi dibanding L-30, yang menunjukkan nilai densitas pada sumur B-41 lebih tinggi daripada sumur L-30. Hal ini menunjukkan bahwa pada lapisan batuan reservoir B-41 memiliki pengaruh shaly yang besar sehingga mempengaruhi kualitas reservoir.

Dari cross plot **Gambar 8** dan **Gambar 9**, terlihat hubungan antara Mu -Rho dengan impedansi P dan nilai Mu -Rho dengan Λ -

Rho. Nilai Mu -Rho rendah mengindikasikan bahwa reservoir mempunyai nilai rigiditas rendah sehingga diasumsikan kualitas reservoir batupasir pada sumur B-41 tidak sebaik reservoir pada sumur L-30 dikarenakan pengaruh kehadiran batulempung dan perselingan batulempung pada lapisan batupasir. Sedangkan dari **Gambar 9** dapat dilihat bahwa nilai cut-off tidak bisa dengan jelas memisahkan zona reservoir yang terisi oleh gas dengan batu lempung yang menjadi penyisip pada batuan reservoir sehingga dapat diinterpretasikan bahwa kualitas reservoir pada sumur B-41 relatif lebih buruk dari sumur L-30.

Tujuan lain penelitian ini adalah menentukan batas persebaran reservoir batupasir serta hidrokarbon yang pada kasus ini adalah gas, maka dari hasil inversi simultan yang telah dilakukan akan ditransformasikan menjadi nilai Λ - Mu -Rho (Close dkk., 2015). Secara teori, nilai Mu -Rho untuk batu pasir akan bernilai diatas 20 Gpa*g/cc dan Λ -Rho untuk batuan mengandung hidrokarbon pada porinya akan bernilai rendah. Dari nilai cut off analisa data sumur diketahui bahwa range nilai Mu -Rho zona target adalah 22-28 Gpa*g/cc dan nilai Λ -Rho adalah 17-22 Gpa*g/cc yang dapat dilihat pada **Gambar 10**. Nilai tersebut akan dijadikan acuan untuk menentukan persebaran batuan reservoir dan hidrokarbon pada zona target.

Dari **Gambar 11** dapat dilihat bahwa secara teoritis hasil inversi telah cukup baik karena zona target mempunyai nilai Mu -Rho diatas 20 Gpa*g/cc dan mempunyai nilai Λ -Rho yang rendah dan telah sesuai dengan nilai log sumur.

5. KESIMPULAN

Dari keseluruhan proses penelitian dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. Hasil transformasi LMR dari inversi simultan telah mampu menyediakan salah satu alat untuk mengetahui penyebaran batu

pasir sebagai reservoir dan keberadaan hidrokarbon gas.

2. Sumur B-41 merupakan dry hole karena memiliki nilai Mu-Rho yang rendah karena perselingan reservoir dengan batulempung sehingga diasumsikan mempunyai kualitas yang lebih buruk jika dibandingkan dengan sumur L-30.
3. Dari hasil inversi simultan, dapat diketahui zona-zona yang mempunyai nilai V_p/V_s yang rendah yang berpotensi dijadikan sebagai salah satu indikasi adanya hidrokarbon gas yaitu berada pada area timur laut dari sumur L-30.

KARAKTERISASI RESERVOIR UNTUK MENENTUKAN PERSEBARAN BATU PASIR PEMBAWA HIDROKARBON MENGGUNAKAN INVERSI SIMULTAN

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	fr.scribd.com Internet	63 words — 3%
2	www.coursehero.com Internet	53 words — 2%
3	repository.its.ac.id Internet	32 words — 1%
4	www.scribd.com Internet	26 words — 1%
5	idoc.pub Internet	25 words — 1%
6	ejournal.undip.ac.id Internet	17 words — 1%
7	text-id.123dok.com Internet	15 words — 1%
8	dergipark.org.tr Internet	10 words — < 1%
9	iptek.its.ac.id Internet	9 words — < 1%
10	ppid.dephub.go.id Internet	8 words — < 1%

11

docplayer.info
Internet

8 words — < 1%

12

digilib.unila.ac.id
Internet

8 words — < 1%

13

123dok.com
Internet

7 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE ON
BIBLIOGRAPHY

EXCLUDE MATCHES OFF