

Identifikasi Zona Poros Reservoir Menggunakan Parameter Lamda-Mu-Rho pada Lapangan 'X' Cekungan Jawa Timur Utara

Alif Intan Istiqlalia¹ Sukir Maryanto² M. Wahdanadi Haidar³

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

²JOB Pertamina-Petrochina East Java

E-mail: Intan0istiqlalia@gmail.com

Abstrak

Karakterisasi reservoir pada Lapangan 'X' Cekungan Jawa Timur Utara telah dilakukan menggunakan metode inversi simultan dan analisis *Lamda-Mu-Rho*, dari parameter fisika tersebut diharapkan zona poros dapat diprediksi. Hasil dari inversi simultan menunjukkan sebaran nilai Impedansi-P daerah target berkisar 37222 (ft/s)(g/cc) -51053 (ft/s)(g/cc), sebaran Impedansi-S daerah target berkisar 19933 (ft/s)(g/cc) – 32035 (ft/s)(g/cc), sebaran densitas reservoir daerah target 2.4976 (g/cc) - 2.6508 (g/cc), Sebaran *Lamda-Rho* 68-84 GPa(g/cc), dan sebaran *Mu-Rho* 44-76 GPa(g/cc), porositas disekitar sumur LIDI-1 kedalaman 8511 ft -9747 ft berkisar 0-15%, sebaran porositas disekitar sumur LIDI-2 kedalaman 8396 ft -8727 ft berkisar 0-5%. Nilai Impedansi-P, Impedansi-S, *Mu-Rho* yang tinggi didukung pengukuran gama ray rendah kurang dari 40 API reservoir zona target merupakan karbonat, zona target disekitar sumur LIDI-2 harga *Lamda-Rho* tinggi dan porositas yang relatif rendah zona ini kurang berpotensi sebagai reservoir, zona target disekitar sumur LIDI-1 memiliki porositas tinggi sehingga zona ini lebih berpotensi sebagai reservoir.

Kata kunci : Inversi simultan, Karbonat, *Lamda-Mu-Rho*, Porositas.

Pendahuluan

Mayoritas lapangan di Indonesia berupa reservoir batupasir, kebanyakan dari lapang tersebut merupakan lapangan tua serta mengalami penurunan produksi. Bertambahnya kebutuhan manusia akan energi dan penurunan produksi minyak bumi, konsep reservoir batu pasir harus diganti dengan konsep baru. Reservoir karbonat menyimpan lebih dari 50% cadangan dari minyak dunia. Indonesia memiliki 60% dari total jumlah cekungan yang merupakan reservoir karbonat oleh sebab itu konsep reservoir karbonat perlu dikembangkan.

Properti fisis yang penting dalam reservoir adalah porositas, karbonat memiliki sistem *multi-porosity* sehingga perlu dilakukan analisa kuantitatif untuk menentukan porositasnya. Analisa parameter lamda-mu-rho yang digunakan untuk mendeteksi zona poros pada reservoir batupasir mencoba diterapkan pada karbonat. Dasar penelitian ini yaitu menggunakan inversi simultan untuk mengestimasi volume Impedansi-P, Impedansi-S dan Densitas, selanjutnya dari parameter tersebut digenerate menjadi parameter Lamda-Rho ($\lambda\rho$) dan Mu-Rho ($\mu\rho$).

Cekungan Jawa Timur Utara membentang dari barat ke timur mulai dari Semarang hingga Surabaya sepanjang \pm 250 km dengan lebar 60 – 70 km. Secara geografis terletak antara 110°30' BT dan 6°00'

LS hingga 7°30' LS (Koesoemadinata, 1994). Berlokasi pada batas aktif tenggara Sundaland, tenggara Asia, Cekungan Jawa Timur Utara merupakan geodinamik yang aktif (Satyana, 2003). Cekungan berkembang dari cekungan samudra di depan zona subduksi Kapur hingga ke belakang busur cekungan, belakang busur vulkanik sampai ke selatan. Cekungan ini berakhir di sebelah barat Busur Karimunjawa, melewati daerah timur hingga area laut dalam Cekungan Lombok, dan dangkalan bagian utara hingga tinggian Paternoster. Tiga konfigurasi struktur utama dapat ditetapkan dari utara ke selatan : Northern Platform, Central Deep, dan Southern Uplift, sepanjang sayap utara dari busur vulkanik Jawa saat ini (Kusumastuti, 2002). Daerah telitian berada pada cekungan belakang busur Tersier yang terletak di sepanjang sayap selatan dari Cekungan Jawa Timur Utara diantara *Central High* dan *Southern Basin*.

Inversi simultan adalah pemodelan geofisika yang dilakukan untuk memprediksi informasi sifat fisis bumi berdasarkan informasi rekaman seismik pre stack sebagai invert dan data log sebagai kontrol untuk mendapatkan model impedansi-P, impedansi-S, dan densitas secara serempak.

Parameter Lamda-Mu-Rho pertama kali diperkenalkan oleh Goodway 1997. *Mu-Rho* ($\mu\rho$) berkaitan dengan rigriditas, *Lamda-Rho* ($\lambda\rho$) berkaitan dengan inkompresibilitas.

dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\mu \rho_i Z_s^2 \quad (1)$$

$$\lambda \rho = Z_p^2 - 2 Z_s^2 \quad (2)$$

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 9 Maret 2014 sampai 9 Mei 2014 di *Sub-Surface department, Joint Operating Body Pertamina PhetroChina East Java*, Jakarta. Perangkat Pengolahan Data Humpson Russell CE8RA.4.4 Modul e Log Modul STRATA. Kingdom 8.6. Data Data seismik yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3D (PSTM). Dua buah sumur yaitu sumur LIDI-1 dan sumur LIDI-2. Data chekshot. Data marker

Tahapan inversi simultan secara umum diawali dengan *insert horizon* pada data seismik horizon yang disisipkan antara lain *horizon layer upper* tuban, *horizon top* tuban, dan *horizon base* tuban, selanjutnya *ekstraksi wavelet*, kemudian proses *well tie* merupakan pengikatan data seismik dan data sumur agar informasi data sumur sesuai dengan data seismik, pada data seismik PSTM dilakukan *angle gather* dan analisis sudut untuk menentukan range sudut yang sesuai untuk inversi, kemudian pembuatan *initial model* yang meliputi model Impedansi-P, Impedansi-S, dan Densitas. Untuk mendapatkan koefisien (k , k_c , m , m_c), dan harga ΔI_s dan ΔI_D pada persamaan fatti dilakukan tes parameter dengan melakukan *cross plot* antara $\ln(\text{density})$ vs $\ln(Z_p)$ dan $\ln(Z_s)$ vs $\ln(Z_p)$, selanjutnya *quality control* untuk mengetahui kualitas inversi, kemudian inversi pembuatan volume Impedansi-P, Impedansi-S, dan Densitas, hasil tersebut dimanfaatkan untuk mengenerate parameter *Lamda-Rho* dan *Lamda-Rho* dengan mentransformasikan Impedansi-P & Impedansi-S.

Hasil dan Pembahasan

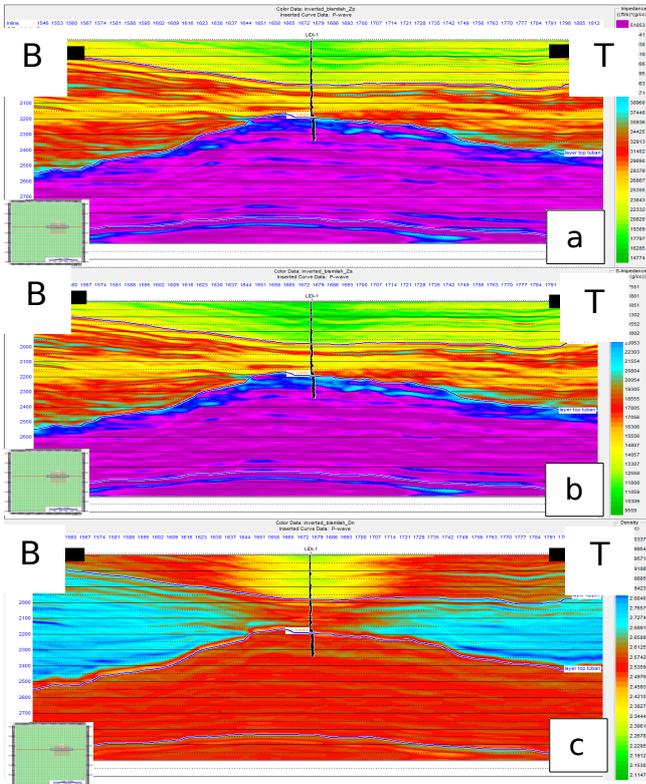
Gambar 1(a) Impedansi-P merupakan salah satu parameter fisika yang besarnya bergantung pada densitas dan kecepatan gelombang P dalam batuan, penampang Impedansi-P *cross section* 5620 melewati sumur LIDI-1 terdapat degradasi warna secara vertikal akibat perbedanan nilai Impedansi-P perlapisan, kisaran nilai Impedansi-P antara 9559 (ft/s)(g/cc) -51053 (ft/s)(g/cc), antara zona target dengan batuan sekitarnya memiliki kontras Impedansi yang tajam mengindikasikan litologi yang berbeda, pada zona target nilai Impedansi-P berkisar 37222 (ft/s)(g/cc) -51053 (ft/s)(g/cc) merupakan litologi karbonat, sedangkan batuan disekitar zona target memiliki nilai Impedansi-P berkisar 9559 (ft/s)(g/cc) -37222 (ft/s)(g/cc) merupakan litologi batuan klastik.

Gambar 1(b) penampang Impedansi-S pada *cross section* 5620 melewati sumur LIDI-1 terdapat degradasi warna secara vertikal akibat perbedanan nilai Impedansi-S perlapisan, kisaran nilai Impedansi-S antara 9559 (ft/s)(g/cc) -27551 (ft/s)(g/cc), antara zona target dengan batuan sekitarnya memiliki kontras Impedansi yang tajam menunjukkan litologi yang berbeda, pada zona target nilai Impedansi-S berkisar 19933 (ft/s)(g/cc) -32035 (ft/s)(g/cc) merupakan litologi karbonat, sedangkan batuan disekitar zona target memiliki nilai Impedansi-S berkisar 9559 (ft/s)(g/cc) -19933 (ft/s)(g/cc) merupakan litologi batuan klastik.

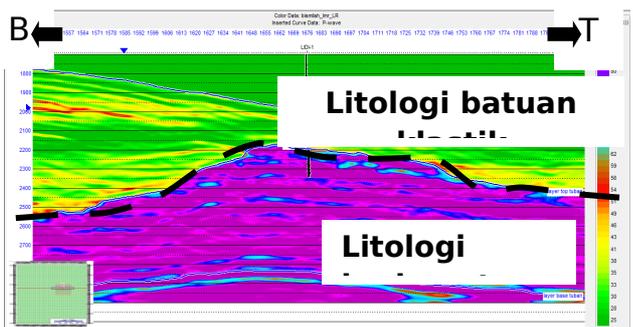
Gambar 1(c) penampang Densitas pada *cross section* 5620 melewati sumur LIDI-1 terdapat degradasi warna secara vertikal akibat perbedanan nilai densitas perlapisan, kisaran nilai densitas 2.1147 g/cc -3.0337 g/cc, antara zona target dengan batuan sekitarnya memiliki kontras densitas yang berbeda menunjukkan litologi yang berbeda, pada zona target nilai densitas berkisar 2.4976 g/cc - 2.6508 g/cc merupakan litologi karbonat, zona diantara layer top tuban dengan layer upper tuban densitas batuan berkisar 2.6508 g/cc - 2.8423 g/cc, jika dibandingkan dari kedua zona batuan densitas terendah pada zona target yang merupakan karbonat, efek tersebut dapat dikarenakan porositas yang meningkat.

Gambar 1 memperlihatkan penampang Impedansi-P, Impedansi-S, dan Densitas pada *section* yang sama yaitu *cross line* 5620 melewati sumur LIDI-1. Harga Impedansi-S Gambar 1(b) relatif lebih rendah rendah dibandingkan dengan harga Impedansi-P Gambar 1(a) kondisi ini dapat disebabkan karena kecepatan gelombang S yang menurun akibat adanya fluida yang mengisi pori batuan, sedangkan kecepatan gelombang P yang tinggi diakibatkan matrik batuan yang kopak, pada tubuh karbonat penampang impedansi-P dapat diamati pola pewarnaan-nya, nilai impedansi yang relatif rendah dalam tubuh karbonat tersebar dipermukaan, sedangkan semakin mendekati *basement* pola

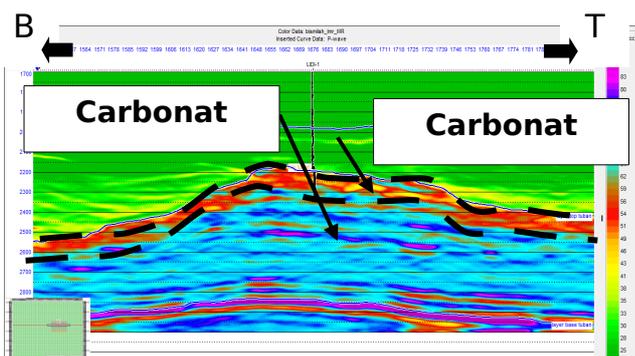
pewarnaan semakin gelap mengindikasikan karbonat lebih *tight* berada didalam, serta penampang densitas Gambar 1(c) memperlihatkan nilai rendah pada permukaan tubuh karbonat bersesuaian dengan nilai impedansi-P dan impedansi-S yang lebih rendah dipermukaan tubuh karbonat, mengindikasikan karbonat poros berada pada permukaan tubuh karbonat.



Gambar 1. (a) penampang impedansi-P, (b) penampang impedansi-S, (c) penampang Densitas pada x-line 5620



Gambar 2. Penampang μ -Rho x-line 5620



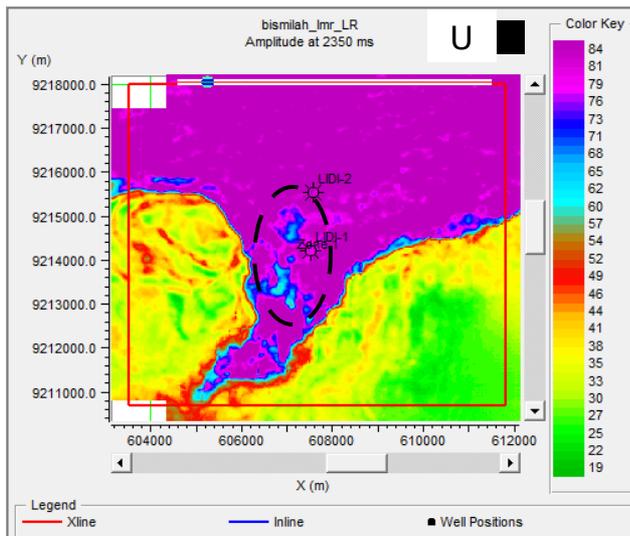
Gambar 3. Penampang μ -Rho x-line 5620

Inkompresibilitas berhubungan dengan modulus lamda (λ) dipasangkan dengan ρ dapat digunakan sebagai indikator fluida, pori batuan yang terisi fluida cair akan sulit terkompresi sehingga nilai λ -Rho akan relatif tinggi, namun jika pori batuan tersebut terisi gas maka diindikasikan dengan nilai λ -Rho rendah. Pada porositas yang sama pori batuan terisi minyak atau air akan memiliki nilai λ -Rho yang lebih tinggi dibandingkan terisi gas, batuan yang kokak nilai λ -Rho diindikasikan dengan nilai yang tinggi, akan lebih tinggi lagi jika batuan mengalami sementasi. Reservoir yang baik akan memiliki nilai λ -Rho lebih rendah dibandingkan dengan μ -Rho mengindikasikan zona tersebut poros dan terisi gas pada studi kasus reservoir sandstone Gambar 2 parameter λ -Rho, pada kasus reservoir karbonat terbukti sukses dalam mendelineasi litologi namun untuk mengidentifikasi zona poros parameter ini kurang dapat diaplikasikan dengan baik, parameter $\lambda\rho$ yang dipengaruhi langsung oleh impedansi-P dimana faktor kecepatan gelombang-P, P-wave cenderung menjalar pada matrik batuan, sementara reservoir karbonat walaupun poros sifat fisiknya tetap saja keras, akibatnya pengaruh porositas yang relative kecil akan sulit direpresentasikan oleh parameter $\lambda\rho$, sehingga cenderung masih bernilai tinggi, maka untuk menentukan zona poros masih diperlukan analisa log dengan cara cross plot $\lambda\rho$ dengan porositas.

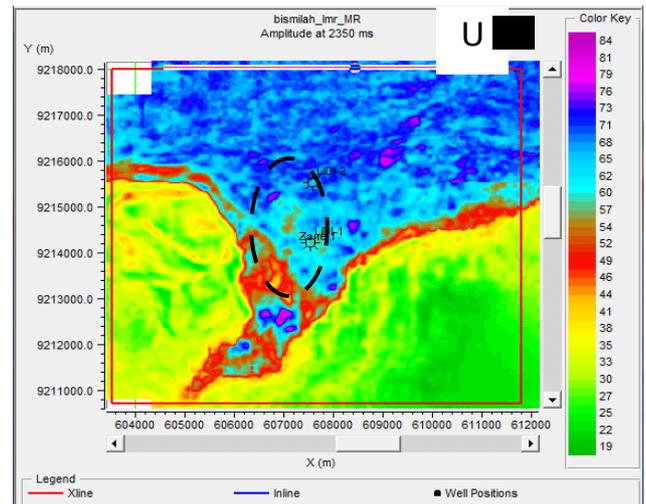
Rigiditas yang berhubungan dengan modulus shear (μ) dipasangkan dengan ρ dapat digunakan sebagai indikator tipe batuan, pada penelitian ini sandstone yang tidak mengalami kompaksi akan memiliki harga μ -Rho yang rendah sedangkan pada batuan rigid dalam penelitian ini adalah karbonat akan berasosiasi dengan μ tinggi, rigiditas tidak dipengaruhi oleh gas secara relatif, namun $\mu\rho$ secara langsung dipengaruhi oleh impedansi-S dimana faktor kecepatan gelombang-S dominan, S-wave cenderung akan melemah dan memiliki kecepatan nol saat melewati fluida baik gas maupun cair, Gambar 3 nilai μ -Rho pada penampang x-line 5620 bidang pada tubuh karbonat yang dibatasi dengan garis putus putus memiliki nilai nilai $\mu\rho$ rendah dibandingkan dengan bagian lainya mengindikasikan adanya penurunan nilai densitas dan pelemahan kecepatan jalur gelombang-S, kondisi tersebut dapat disebabkan karena peningkatan porositas, bagian karbonat yang lebih poros ditandai dengan rigiditas yang lebih rendah dibandingkan dengan karbonat yang lebih *tight*, bersesuaian dengan analisa nilai impedansi-P, impedansi-S, dan densitas bahwa *facies reef* yang lebih poros melingkupi *facies reef* yang lebih *tight*.

Untuk mengetahui persebaran zona poros secara vertikal dilakukan sayatan waktu, Gambar 4 *time-slice* volume λ -Rho pada *time* 2350 ms, sebaran λ -Rho sangat tinggi 68-84 GPa pada

tubuh karbonat, Gambar 5 *slicing time* volume *Mu-Rho* pada *time* 2350 ms menunjukkan sebaran *Mu-Rho* tinggi 44-76 GPa pada tubuh karbonat, secara keseluruhan nilai *Lamda-Rho* lebih tinggi dibandingkan dengan *Mu-Rho*, terdapat *spot* ditandai dengan elip dalam tubuh karbonat yang memiliki harga *Lamda-Rho* rendah pada *slicing time* 2350 ms dibandingkan dengan sekitarnya, dan bersesuaian dengan *slicing time Mu-Rho* pada 2350 ms, menandakan porositas pada zona tersebut lebih besar dibandingkan dengan zona disekitarnya, jika diamati zona poros berada disekitar sumur LIDI-1, sedangkan disekitar sumur LIDI-2 karbonat mengalami sementasi.



Gambar 4. *Time-slice Lamda-Rho inversion at time 2350 ms*



Gambar 5. *Time-slice Mu-Rho inversion at time 2350 ms*

Kesimpulan

Dengan menggunakan metode inversi simultan dapat diketahui sebaran nilai impedansi-P daerah target berkisar 37222 (ft/s)(g/cc) -51053 (ft/s)(g/cc), sebaran nilai impedansi-S daerah target berkisar 19933 (ft/s)(g/cc) - 32035 (ft/s)(g/cc), sebaran densitas daerah target 2.4976 g/cc - 2.6508 g/cc. Parameter *Lamda-Rho* berhasil memisahkan litologi pada *time* 1700 ms hingga 3000 ms, dan parameter *Mu-Rho* berhasil mengidentifikasi zona poros pada reservoir karbonat yang tersebar dipermukaan tubuh karbonat dengan ketebalan 100 ms di bawah horizon layer top tuban. Dengan menganalisa *time slice Lamda-Rho* dan *Mu-Rho* diketahui struktur reservoir merupakan *carbonat built up* yang merupakan perangkat stratigrafi, meluas kearah utara.

Daftar Pustaka

- [1] Aki A., and Richard P.G. 1980. *Quantitative Seismology: Theory and Methods*. W.H.Freeman & Company.
- [2] Goodway, B., 1997, *Improved AVO fluid detection and lithology discrimination using Lamé petrophysical parameter; " $\lambda\rho$ ", " $\mu\rho$ ", and " $\lambda\mu$ " fluid stack, from P and S inversion*: CSEG Recorder.
- [3] Hampson, D., and Russell, B.H., 2006, *Simultaneous Inversion of Pre-stack Seismic Data*, Geohorizons.
- [4] Koesoemadinata, R., P. 1994. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- [5] Kusumastuti, A. 2002. *Seismic Sequence Analysis and Reservoir Potential of Drowned Miocene Platform in The Madura Strait, East Java, Indonesia*. AAPG Bull. 86: 213-232.