

# PEMODELAN AVO MENGGUNAKAN *FLUID REPLACEMENT MODELLING* (FRM) UNTUK MEMPREDIKSI DISTRIBUSI HIDROKARBON-GAS, STUDI KASUS LAPANGAN UB, MALUKU, INDONESIA

Dipika Anggun Ardianti<sup>1)</sup>, Adi Susilo<sup>1)</sup>, Angke Nuraeni<sup>2)</sup>, Tepy Septyana<sup>2)</sup>

1) Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya Malang

2) British Petroleum Indonesia, Jakarta, Indonesia

Email : [dipikaanggunardianti@gmail.com](mailto:dipikaanggunardianti@gmail.com)

AVO merupakan teknik yang digunakan untuk memvalidasi anomali amplitudo seismik terkait *gas sands*. Metode AVO melibatkan interpretasi amplitudo dari gelombang P-wave seismik sebagai fungsi *offset* untuk menyatakan efek fluida<sup>[3]</sup>. FRM digunakan untuk mengetahui respon suatu gelombang (dapat berupa koefisien refleksi atau nilai amplitudo) dengan mengganti fluida pada reservoir yang sebenarnya menjadi terisi fluida yang berbeda pada reservoir tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan interpretasi seismik, pemodelan AVO. Hasil dari penelitian ini banyak menginformasikan bahwa respon AVO pada sumur UB termasuk AVO kelas I, yang amplitudo positifnya semakin menurun terhadap *offset*. Sementara untuk kasus gas, pemodelan AVO memberikan respon AVO kelas Iip. Sehingga untuk menentukan zona hidrokarbon gas dengan menganalisa anomali amplitudo sesuai model AVO kelas Iip, yang amplitudonya mengalami perubahan polaritas, dari amplitudo positif pada data *mid-stack* menjadi amplitudo negatif pada data *far-stack*.

Kata Kunci : FRM, amplitudo, *mid-stack*, *far-stack*.

## 1. Pendahuluan

Eksplorasi membutuhkan biaya yang mahal, untuk itu studi awal dalam menentukan reservoir yang potensial sangat diperlukan. Berbagai metode terus dikembangkan seperti karakterisasi reservoir. Halderson dan Damsleth (1993) dalam<sup>[4]</sup> menjelaskan tujuan dasar karakterisasi reservoir adalah untuk memperoleh penemuan hidrokarbon yang lebih banyak dengan sedikit sumur-sumur pada posisi yang lebih tepat serta optimisasi harga minimum. Karakterisasi reservoir dapat dilakukan dengan beberapa teknik seperti AVO.

Batupasir berumur *Late Cretaceous* (formasi Wangarlu) merupakan batuan reservoir pada cekungan UB, yang diteliti dalam penelitian ini. Formasi Wangarlu disusun oleh perselingan batupasir, batulempung dan siltstone berumur *Middle-Upper Cretaceous* dan diendapkan pada lingkungan laut dangkal - laut dalam (outer sublithoral-upper bathial), dengan ketebalan batupasir mencapai 100ft dan porositas (20-25)%. Perangkap hidrokarbon berupa perangkap struktur kombinasi lipatan dan sesar. Migrasi hidrokarbon dari batuan induk ke batuan reservoir melalui bidang sesar (migrasi vertikal), dilanjutkan dengan migrasi horizontal, sebagai batuan penyekat berasal dari *shale* Formasi Wangarlu bagian atas atau *shale* yang terdapat intralapisan.

AVO merupakan studi khusus yang menganalisa perilaku amplitudo versus offset, serta memberikan informasi detail pada porefill (isi pori-pori) reservoir<sup>[5]</sup>. Menurut Ostrander (1982) dalam<sup>[3]</sup> AVO merupakan teknik yang digunakan untuk memvalidasi anomali amplitudo seismik terkait *gas sands*. Metode AVO melibatkan interpretasi amplitudo dari *P-wave* seismik sebagai fungsi *offset* atau sudut untuk menyatakan efek fluida. Ostrander (1984) dalam<sup>[1]</sup> memperkenalkan teori AVO dan memberikan 2 kesimpulan bahwa: (1) Poisson rasio memiliki pengaruh besar pada

perubahan koefisien refleksi sebagai fungsi sudut (angle), dan (2) analisa amplitudo seismik refleksi *versus offset* yang dapat membedakan kasus antara anomali amplitudo yang mengandung gas dan anomali amplitudo yang mengandung fluida lain. FRM merupakan suatu hal penting dalam analisis seismik attribut, karena sebagai *tool* dalam pemodelan skenario fluida, yang akan menjelaskan anomali variasi amplitudo terhadap offset (Smith et.al,2003) dalam<sup>[2]</sup>.

## 2. Metodologi

Dilakukan pemodelan AVO menggunakan data seismik sintetik yang diperoleh dari kalkulasi *p-wave* log dan *density* log dengan saturasi *brine case* dan model *gas-case* untuk menginvestigasi efek fluida pada seismik. AVO gas sintetik maupun *brine case* yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan seismik *real*, khususnya zona target yang diuji untuk memeriksa kemiripan respon kelas AVO. Selain itu model reservoir antara *brine-saturated reservoir and gas-saturated reservoir* juga dibandingkan antara keduanya.

## 3. Pembahasan

FRM (Fluid Replacement Modelling) merupakan suatu hal penting dalam analisis seismik attribut, karena sebagai *tool* dalam pemodelan skenario fluida, yang akan menjelaskan anomali variasi amplitudo terhadap *offset* (Smith et.al,2003) dalam<sup>[2]</sup>.

Tujuan dari FRM adalah untuk mengetahui respon suatu gelombang (dapat berupa koefisien refleksi atau nilai amplitudo) dengan mengganti fluida pada reservoir yang sebenarnya menjadi terisi fluida yang berbeda pada reservoir tersebut.

*Fluid Replacement Modelling* didasarkan pada persamaan Biot Gassman, Persamaan ini menyatakan bahwa batuan

diasumsikan homogen isotropis, semua pori batuan saling terhubung, tekanan pori dianggap setimbang.

Persamaan dalam proses FRM adalah sebagai berikut:

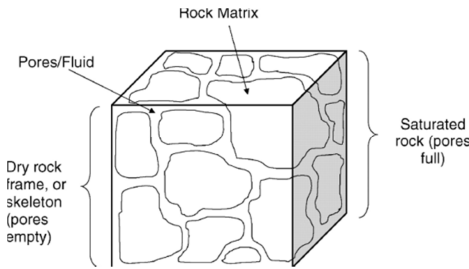
$$\text{shear modulus } (\mu) = V_s^2 \rho \quad (1)$$

$$\text{saturated bulk modulus } K_{sat} = V_p^2 \rho - \frac{4\mu}{3} \quad (2)$$

Diketahui Densitas mineral kuarsa (2.65 g/cc) dan Bulk moduli quartz (38 GPa) dari informasi analisa Lobaratorium, sehingga dapat dikalkulasi estimasi porositasnya.

Estimasi porositas :

$$\phi = (\rho_{ma} - \rho_{bulk}) / (\rho_{ma} - \rho_{fluid}) \quad (3)$$



Gambar 3.1 ilustrasi properti matriks batuan

$$\text{saturated rock} = \text{matrix} + \text{fluid}$$

$$\frac{1}{K_{dry}} = \frac{1}{K_m} + \frac{\phi}{K_\phi} \quad (4)$$

Dimana

$K_{dry}$  = dry rock bulk modulus

$K_m$  = mineral bulk modulus

$K_\phi$  = dry pore space stiffness,  $\phi$   
= porositas

$$K_{dry} = \frac{K_{sat} \left( \frac{\phi K_{ma}}{K_{fluid}} + 1 - \phi \right) - K_{ma}}{\frac{\phi K_{ma}}{K_{fluid}} + \frac{K_{sat}}{K_{ma}} - 1 - \phi} \quad (5)$$

$$\text{poisson's ratio } \sigma_{dry} = \frac{3K_{dry} - 2\mu}{6K_{dry} + 2\mu}, \quad 0 \leq \sigma_{dry} \leq 0.5 \quad (6)$$

Dilakukan kalkulasi fluid bulk moduli baru dari :

$$\text{Reuss average: } \frac{1}{K_{fl}} = \frac{S_w}{K_w} + \frac{(1-S_w)}{K_h} \quad (7)$$

Perhitungan densitas fluida baru dan densitas total (bulk):

$$\rho_{fluid} = \rho_w S_w + (1 - S_w) / \rho_h \quad (8)$$

$$\rho_{bulk} = \rho_{ma} (1 - \phi) + \phi \rho_{fluid} \quad (9)$$

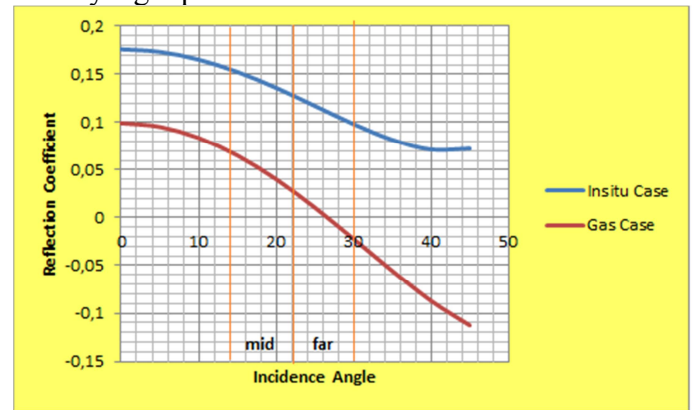
Selanjutnya perhitungan Vs :

$$V_s^2 = \mu / \rho \quad (10)$$

$$K_{sat} = K_{dry} + \frac{(1-K_{dry}/K_{ma})^2}{\frac{\phi}{K_{fluid}} + \frac{1-\phi}{K_{ma}} - \frac{K_{dry}}{K_{ma}^2}} \quad (11)$$

$$V_p^2 = (K_{sat} + \frac{4}{3}\mu) / \rho \quad (12)$$

Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk mengetahui respon seismik yang sebenarnya jika terdapat anomali fluida gas pada lapangan. Berikut adalah respon pemodelan AVO yang diperoleh:



Gambar 3.2 Pemodelan Respon AVO

Dari hasil pengolahan dapat dianalisa bahwa dari respon koefisien refleksi pada AVO modelling terlihat untuk insitu case

memiliki respon AVO kelas I, yaitu dari koefisien refleksi pada *near angle* bernilai positif, dan semakin besar *angle* nilai koefisien refleksinya positif mengecil. Sedangkan untuk *gas case*, respon AVO memberikan respon AVO kelas IIP yang mengalami perubahan polaritas, dari *near angle* memiliki nilai koefisien refleksi positif akan tetapi semakin bertambahnya *angle*, nilai koefisien refleksi tersebut menjadi bernilai negatif.

#### 4. Kesimpulan

Proses ini dilakukan dengan AVO merupakan perubahan respon amplitudo gelombang seismik terhadap *offset*. Sehingga untuk mengetahui keberadaan gas dapat digunakan pemodelan dengan FRM, yang mana pada *gas-case* dicari pada *near angle* memiliki koefisien refleksi atau amplitudo yang positif besar, sedangkan pada *far-angle* amplitudonya bernilai negatif.

#### Daftar Pustaka

- [1] Awosemo, O. . (2012). Evaluation of Elastic Impedance Attributes In Offshore High Island, Gulf of Mexico, (May).
- [2] Bassegoda, C. (2009). AVO Analysis And Impedance Inversion For Fluid Prediction In Hoover Field , Gulf Of Mexico, (May).
- [3] Rutherford, Steven R. and Williams, R. H. (1989). Amplitude-versus-offset variations in gas sands. *Geophysics*, 54(6), 680. doi:10.1190/1.1442696
- [4] Slatt, R. M. (2006). *Stratigraphic Reservoir Characterization for*

*Petroleum Geologists, Geophysicists, and Engineer*. (J. Cubitt, Ed.) (first edit.). Netherlands: Elsevier. doi:British Library cataloging

- [5] Veeken, P. C. . (2007). *Seismic Stratigraphy, Basin Analysis and Reservoir Characterisation* (first.). UK: Elsevier Inc.