

**ANALISIS AVO MENGGUNAKAN GRAFIK RESPON AVO (*AVO SIGNATURE*) DAN
CROSSPLOT *INTERCEPT* DAN *GRADIENT* DALAM PENENTUAN KELAS AVO
STUDI KASUS : LAPISAN TAF-5 FORMASI TALANG AKAR LAPANGAN “LMG”
CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA**

Achmad Fakhrus Shomim¹, Adi Susilo¹, Dimas Pramudito²

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya

²Pertamina Asset 3

Email : elfachruz@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang interpretasi seismik untuk potensi hidrokarbon di Lapangan “LMG” Cekungan Jawa Barat Utara yang bertujuan untuk mengetahui persebaran zona *gas sand*. Zona target merupakan Lapisan TAF-5 Formasi Talang Akar, Cekungan Jawa Barat Utara dengan litologi perselingan batupasir dan serpih. Dalam zona target dilakukan analisis *Amplitude Versus Offset* (AVO) untuk mengetahui karakter hidrokarbon area studi dengan memanfaatkan *AVO signature* dan produk atribut AVO berupa *crossplot intercept-gradient* zona penelitian. Dari kedua metode analisis dari *Amplitude Versus Offset* (AVO) yang dilakukan dalam batas lapisan zona target menunjukkan persebaran anomali zona gas pada respon AVO kelas III yang menunjukkan anomali *low impedance contrast sands* dalam batas penelitian.

Kata kunci : Hidrokarbon, *Amplitude Versus Offset* (AVO), *intercept*, *gradient*

Pendahuluan

AVO ditunjukkan sebagai suatu teknik untuk menganalisis respon amplitudo pada seismik yang berasosiasi dengan kehadiran gas pada reservoir. Analisis AVO bertumpu pada perubahan amplitude sinyal terpantul terhadap jarak dari sumber gelombang ke geophone penerima (*offset*). Dalam hal ini semakin besar jarak antara sumber ke geophone penerima (*offset*) semakin besar pula sudut datangnya (Chiburis dkk, 1993). Jarak sumber ke penerima ini (*offset*) berhubungan dengan sudut datang sinar seismik (*angle of incidence*) terhadap bidang pemantulan [1].

AVO muncul sebagai akibat dari partisi energi pada bidang batas lapisan. Sebagian energi dipantulkan dan sebagian energi ditransmisikan. Ketika gelombang seismik menuju batas lapisan pada sudut datang tidak sama dengan nol maka konversi gelombang-P menjadi gelombang-S terjadi. Pada bidang interface tersebut kecepatan gelombang-P dan kecepatan gelombang-S akan berbeda. Perbedaan kecepatan pada bidang batas ini akan menyebabkan variasi nilai koefisien refleksi, yang sebagaimana kita tahu bahwa hal inilah yang menjadi dasar dari analisa AVO.

Rutherford dan Williams mempublikasikan klasifikasi anomali AVO yang membagi anomali AVO (berdasarkan kandungan minyak dan gas) menjadi tiga kelas yaitu Class I (high impedance contrast sands), Class II (near zone impedance contrast sands), Class III (low

impedance contrast sands). Tahun 1998, Castagna memperkenalkan sandstone kelas IV setelah dilakukan *crossplot* AVO berdasarkan klasifikasi Rutherford dan Williams [2].

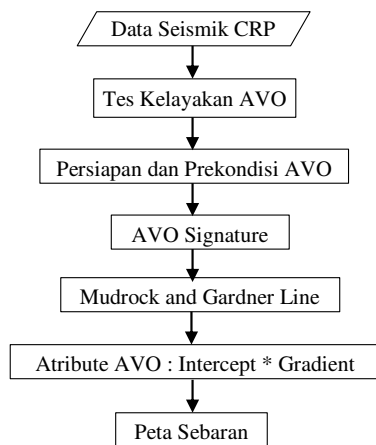
Normal Incident Reflectivity dikenal sebagai *intercept*. Atribut ini merupakan fungsi impedansi akustik dan dihasilkan dari ekstrapolasi *trend gradient* AVO data *pre-stack zero offset*. *Intercept* merupakan nilai koefisien refleksi gelombang seismik pada *zero offset* atau sumbu sudut datang nol (*zero angle axis*). *Intercept* merupakan suku pertama dari pendekatan Shuey terhadap persamaan Zoeppritz. Parameter *Intercept* dari pendekatan rumus *intercept* Shuey merupakan fungsi *intercept* atau *Normal Incident Reflectivity*, sedangkan fungsi atribut *gradient* menjelaskan karakteristik *amplitudo versus offset* dari suatu data seismik *pre-stack*. *Gradient* merupakan suku kedua dari persamaan Shuey. Dari kombinasi antara *gradient* dan *intercept* tersebut maka kita dapat melihat ada tidaknya anomali AVO yang dilihat pada data *gather*. *Gradient* merupakan kemiringan garis atau *slope* yang menggambarkan perubahan amplitudo relatif dengan sudut datang θ . Untuk mengetahui perubahan atau pengurangan amplitudo terhadap *offset*, atribut ini harus digunakan dengan atribut *intercept* [3].

Crossplot antara *intercept* dengan *gradient* dan dapat digunakan sebagai

indikator hidrokarbon secara langsung. Apabila nilai hasil perkalian kedua atribut tersebut positif berarti ada suatu penambahan nilai amplitudo mutlak terhadap *offset*. Dan apabila hasil perkalian bernilai negatif, berarti ada pengurangan amplitudo absolut terhadap *offset*.

Metode

Dalam analisis AVO dilakukan tes kelayakan inversi, persiapan data dan prekondisi AVO serta analisis atribut AVO beserta persebarannya. Kemudian dari analisis respon AVO dan atribut *intercept-gradient* didapatkan suatu kesimpulan mengenai kelas AVO yang muncul dalam zona penelitian. Tahapan penelitian tersaji dalam [gambar Gambar 41](#).



Gambar 1. Alur Penelitian AVO

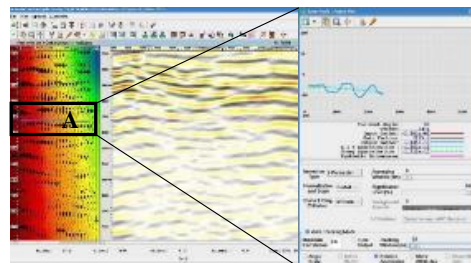
Analisis AVO dilakukan data yang telah dilakukan prekondisi. Dengan melakukan analisis dari data gather yang telah dilakukan prekondisi maka digunakan analisis amplitudo terhadap *offset* dengan respon nilai dari beberapa parameter yang muncul. Grafik respon AVO (*AVO Signature*) yang muncul merupakan grafik hubungan antara perubahan amplitudo sinyal terpantul terhadap sudut datang (*angle of incidence*). Grafik respon AVO dapat menunjukkan perilaku amplitudo terhadap *offset* berdasarkan persamaan Aki - Richard (1980) dan persamaan Shuey (1985). Analisis ini kemudian dilakukan untuk mengestimasi kelas AVO yang akan digabungkan dengan parameter atribut AVO. Penentuan grafik keluaran amplitudo terhadap *offset* ditempatkan pada reflektor dalam zona penelitian dengan mengatur mode *track*

otomatis beserta jendela *track* sehingga analisis dilakukan dalam reflektor *gather* yang kontinyu.

Atribut AVO yang berupa *Intercept* dan *Gradient* didapatkan dari persamaan Shuey (1985) yang diperoleh dari persamaan Zoeppritz *intercept* atau yang disebut *normal incidence reflectivity* merupakan koefisien refleksi pada analisis *offset nol*. Sedangkan *gradient* merupakan variasi pada nilai koefisien refleksi da amplitudo terhadap *offset* atau jarak (*offset* tidak sama dengan nol). Nilai *gradient* negatif menunjukkan pembalikan fasa amplitudo seismik. *Crossplot* antara nilai *intercept* dan *gradient* akan digunakan sebagai analisis lanjut untuk menggambarkan kelas AVO berdasarkan kedua parameter tersebut sebagai *top* maupun *bottom Reservoir*

Hasil dan Pembahasan

CRP Gather dengan tras-tras yang beraturan dan sejajar dengan penguatan amplitudo yang sebanding dengan kedalaman merupakan input dalam proses analisis AVO. Dengan tras yang memiliki amplitudo dalam kesejajaran yang baik, maka analisis AVO akan dapat dilakukan dengan baik yang mewakili tras-tras kontinyu zona penelitian dalam satu batas Lapisan TAF-5.



Gambar 2. Respon amplitudo terhadap *offset* batas Lapisan TAF-5 (A) dengan pendekatan grafik Aki & Richard pada Sumur FAKHRUS 11ST menunjukkan kelas III AVO (B)

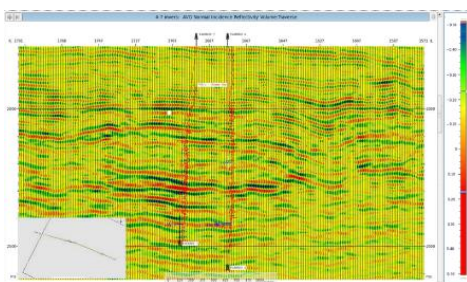
Berdasarkan grafik yang dihasilkan dari empat sumur yang dipilih yaitu Sumur FAKHRUS 4, FAKHRUS 7, FAKHRUS 10 dan FAKHRUS 11ST didapatkan bahwa respon amplitudo muncul dimulai dari respon amplitudo negatif kemudian semakin negatif terhadap *offset*-nya. Menurut klasifikasi William dan Rutherford - Castagna (1998), dalam nilai amplitudo yang memiliki karakter seperti ini ditunjukkan pada respon AVO kelas III. Respon ini sama untuk keempat sumur yang

memang dari analisis sebelumnya memiliki potensi hidrokarbon yang baik. Karakter kelas ini memiliki kontras IA rendah dan biasanya pada data *stack* seismik, reflektor pada karakter kelas III ini mempunyai nilai amplitudo yang besar. Analisis respon nilai amplitudo terhadap *offset* ini tidak hanya dilakukan untuk empat sumur yang dipilih saja, tetapi juga dilakukan untuk beberapa Sumur FAKHRUS guna melihat trend data dari kelas AVO di semua sumur yang tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kelas AVO untuk beberapa sumur penelitian

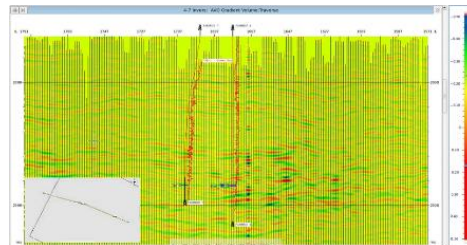
Sumur	Kelas AVO
FAKHRUS 1	IV
FAKHRUS 2	I
FAKHRUS 4	III
FAKHRUS 6	IV
FAKHRUS 7	III
FAKHRUS 9	I
FAKHRUS 10	III
FAKHRUS 11	III
FAKHRUS 11ST	III
FAKHRUS 12	III

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa respon amplitudo pada batas Lapisan TAF-5 mayoritas adalah tipe AVO kelas III. Beberapa sumur yang memiliki kelas AVO yang sama berada pada jarak antar sumur yang dekat, sedangkan perubahan kelas pada AVO terjadi pada sumur yang memang memiliki jarak yang berjauhan dengan jarak lebih dari 800 meter dari lokasi sumur yang memiliki kecenderungan kelas yang sama. Penampang hasil dari atribut *Intercept* Gambar 3.



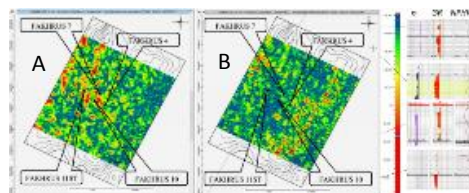
Gambar 3. Penampang atribut AVO *Intercept* dalam *offset* mendekati nol *traverse* Sumur FAKHRUS 7 dan FAKHRUS 4

Juga dilakukan pembuatan penampang nilai *gradient* yang kemudian akan digunakan sebagai perbandingan dengan penampang *intercept* (*normal incidence reflectivity*). Penampang nilai *gradient* ditunjukkan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Penampang atribut AVO *Gradient* dalam *offset* tertentu *traverse* Sumur FAKHRUS 7 dan FAKHRUS 4

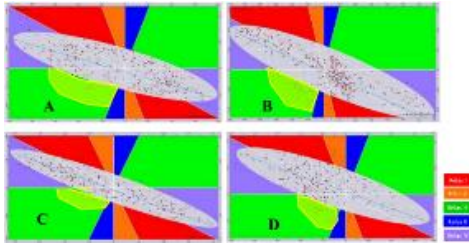
Dari penampang *Intercept* dan *Gradient* diketahui bahwa nilai koefisien reflektivitas dari penampang *Intercept* sekitar sumur yang dipilih memiliki nilai 0,17 sampai 0,25 sedangkan ketika diekstrak nilai *Gradient* dalam penampang yang sama menunjukkan penurunan nilai menjadi -0,21 sampai -0,25. Hal ini terjadi karena nilai koefisien reflektivitas akan menurun ketika sudut yang dikenakan dalam *stack* semakin besar. Dibuat peta sebaran *overlay* dengan kontur struktur (Gambar 5)



Gambar 5. Peta sebaran atribut AVO *Gradient* (A) dan *Intercept* (B) *overlay* dengan Sumur FAKHRUS 4, FAKHRUS 7, FAKHRUS 10 dan FAKHRUS 11ST

Dari peta sebaran nilai *Intercept*, didapatkan nilai positif (merah) sebesar 0,17 sampai 0,25 di sekitar jangkauan keempat sumur. Diketahui untuk sumur lain tidak berada cukup dekat dengan anomali tersebut, sedangkan untuk peta sebaran nilai *Gradient* didapat bahwa nilai *Gradient* negatif (biru) terdapat di sekitar keempat sumur. Dan terkorelasi dari nilai log *GR*, *Poisson's Ratio* yang rendah beserta kehadiran *crossover* densitas-NPHI

Nilai dari sebaran *Intercept* dan *Gradient* ini kemudian akan dilakukan *crossplot* di sekitar batas zona Lapisan TAF-5 untuk mengetahui persebaran anomali yang muncul dari *background trend*. Anomali yang tersebar di dalam *crossplot* tersebut kemudian akan di sebaran dalam penampang *Intercept* dan *Gradient* seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. *Crossplot* nilai *Intercept* (sumbu-x) dan *Gradient* (sumbu-y) untuk menentukan anomali kelas AVO (zona kuning) dalam *background trend* (elips) pada Sumur FAKHRUS 4 (A), FAKHRUS 7 (B), FAKHRUS 10 (C) dan FAKHRUS 11ST (D)

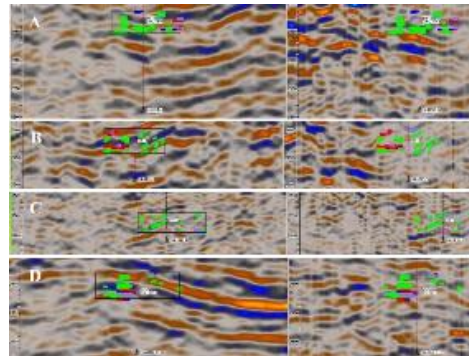
Dari analisis *crossplot* antara nilai *Intercept* dan *Gradient* didapatkan suatu *background trend* yang menjadi indikator bahwa zona tersebut merupakan *background brine-sad* atau dapat berupa *shale* yang ditunjukkan dalam zona elips. Semakin tinggi *V-shale* atau penambahan nilai rasio V_p/V_s , pola sebaran A dan B akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam. Efek kehadiran gas akan menggeser nilai A dan B ke arah kiri-bawah terhadap dari nilai *background*-nya

Analisis anomali AVO dilihat pada sebaran nilai di luar *background trend*, dari hasil *crossplot* didapatkan bahwa nilai yang paling banyak keluar dari *background trend* adalah pada zona hijau bagian kiri bawah (zona poligon warna kuning) dari pada nilai-nilai pada zona berwarna lain. Anomali yang didapatkan ini menunjukkan koefisien reflektivitas dari nilai negatif menjadi semakin negatif dan masuk dalam kuadran III dalam diagram hubungan *Intercept* dan *Gradient* oleh Castagna (1997). Indikasi tersebut termasuk dalam klasifikasi *Top Reservoir AVO* kelas III.

Daftar Pustaka

- [1] Yilmaz, O. 2001. Seismic Data Analysis: Processing, Interpretation and Inversion. Society of Exploration Geophysics (SEG)
- [2] Rutherford, S. R., and Williams, R. H. 1989. Amplitude-Versus-Offset Variations in Gas Sand. Jurnal Geofisika SEG. Vol. 54 : 680 – 688

Hasil dari anomali *crossplot* kemudian disebar dalam batas Lapisan TAF-5 pada setiap sumur untuk mengetahui apakah zona lapisan penelitian masuk dalam rentang anomali tersebut seperti ditunjukkan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Sebaran nilai anomali *Intercept* (panel kiri) dan *Gradient* (panel kanan) hasil *crossplot* lapisan TAF-5 Sumur FAKHRUS 4 (A), FAKHRUS 7 (B), FAKHRUS 10 (C) dan FAKHRUS 11ST (D) menunjukkan *overlay* nilai anomali (warna hijau)

Berdasarkan sebaran data yang diperoleh, dapat dinyatakan bahwa batas Lapisan TAF-5 pada keempat sumur masuk dalam sebaran nilai anomali (hijau) dan masuk dalam klasifikasi AVO kelas III.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada PT. Pertamina Asset 3 yang telah mengizinkan penggunaan software, data dan fasilitas untuk pelaksanaan program penelitian.

Simpulan

Analisis AVO sebagai respon amplitudo terhadap offset yang merupakan hasil analisis dari *AVO signature* beserta produk dari atribut berupa *crossplot* antara nilai *intercept-gradient* memberikan karakter anomali AVO yang sama dalam memberikan respon untuk penentuan kelas AVO yaitu pada kelas III yang termasuk dalam anomali *low impedance contrast sands* dalam batas zona penelitian Lapisan TAF-5.

- [3] Castagna, J.P., Swan, H.W., and Foster, D.J. 1998. Framework For AVO Gradient and Intercept Interpretation. *Jurnal Geofisika SEG*. Vol. 63 : 948-956