

Identifikasi Gas Hidrat pada Cekungan Simeuleu di Lintasan BGR-135 Menggunakan Analisis AVO (*Amplitude Versus Offset*)

Rahmi Nanda Pertiwi^{1*}, Trevi Jayanti Puspasari², Elistia Liza Namigo¹, Dwi Pujiastuti¹

¹Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

²Balai Teknologi Survei Kelautan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jalan
M. H Thamrin No.8, Jakarta 10340

*tiwirahti23@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan data seismik laut 2D menghasilkan indikasi adanya gas hidrat pada lintasan BGR-135 yang kemudian divalidasi dengan analisis *Amplitude Versus Offset* (AVO). Daerah penelitian berlokasi di Cekungan Simeuleu yang terdapat di pantai barat Sumatera. *Software ProMax* digunakan untuk pengolahan data seismik dan *Software HRS (Humpson Russel)* untuk analisis AVO. Pengolahan data seismik dimulai dari *input raw* data serta dilakukan proses *prosesing* (*filtering, editing, dekonvolusi, analisis kecepatan, stacking, migrasi*) hingga didapatkan *output* berupa data *pre stack* dan *post stack*. Data *post stack* kemudian diinterpretasi untuk menentukan zona fokus yang mengindikasikan keberadaan gas hidrat yang ditandai dengan kenampakan *Bottom Simulating Reflector* (BSR). Dari hasil interpretasi, indikasi kehadiran BSR terdapat pada CDP 26318 sampai 26354 dan TWT 1590 ms sampai 1660 ms. Data seismik *pre stack* yang telah ditentukan batasan CDP dan kedalaman dari zona fokus, dijadikan *input* untuk analisis AVO. Analisis AVO dilakukan pada rentang daerah target di lapisan terindikasi BSR dengan menentukan nilai *gradient* dan *crossplot*. Dari analisis diperoleh nilai *gradient* positif dan *crossplot* berada pada kuadran AVO kelas III. *Gradient* positif menandakan adanya anomali amplitudo pada zona fokus sedangkan AVO kelas III menandakan adanya indikasi hidrokarbon pada zona fokus. Kata kunci : *Analisis Versus Offset* (AVO), Gas hidrat, *Bottom Simulating Reflector* (BSR), Cekungan Simeuleu

ABSTRACT

The processing of seismic marine 2D indicated BSR in line BGR-135 which then validated by AVO Analysis. Research area is located in forearc basin Simeuleu - West Coast of Sumatera. Promax used for processing marine seismic 2D data and HRS (Humpson Russel) used for AVO analysis. Seismic data processing was carried out with raw data as input which then going through filtering, editing, deconvolution, velocity analysis, stacking and migration resulted in pre stack and post stack data as outputs. Post-stack data is interpreted to determine zone of interest which indicates the presence of gas hydrate with the appearance of a Bottom Simulating Reflector (BSR). Then, the seismic pre stack data (which the CDP limit and the depth of the focus zone has been determined) is used as input for AVO analysis. Indication of BSR is identified at CDP 26318 to 26354 and depth 1590 ms to 1660 ms. AVO Analysis is applied in the target through gradient and crossplot analysis. AVO analysis shows that the gradient is positive and the crossplot resulted in AVO class III. Positive gradient indicates that there is amplitude anomaly in the target zone while AVO class III indicates hydrocarbon content in the zone. Keywords: Analysis Versus Offset (AVO), Gas hydrate, Bottom Simulating Reflector (BSR), Simeuleu Basin

I. PENDAHULUAN

Sumber energi saat ini umumnya berasal dari sumber energi fosil seperti batubara, minyak, dan gas bumi yang membutuhkan waktu jutaan tahun dalam pembentukannya. Saat ini permintaan manusia terhadap bahan bakar fosil khususnya minyak bumi semakin tinggi, sehingga cadangannya diperkirakan menipis untuk belasan tahun ke depan (Skkmigas, 2018). Oleh karena itu, para peneliti terus mengupayakan mencari sumber energi baru sebagai alternatif bahan bakar fosil, salah satunya adalah gas hidrat (Kvenvolden, 1998).

Gas hidrat (*methane hydrate*) merupakan suatu material padat yang terbentuk dari susunan molekul air dan gas yang terperangkap di dalam struktur kristal hidrat (*cathrate*) (Dagar dan Joshi, 2013). Gas hidrat berpotensi terbentuk pada daerah yang memiliki temperatur rendah dan tekanan tinggi seperti pada daerah kutub dan daerah laut (Wang dan Dongyang, 2017). Umumnya gas hidrat menempati ruang pori yang ada pada sedimen baik berupa

pelapisan, semen, nodul, *vein* atau *dyke* (Triarso dan Troa, 2017). Gas hidrat termasuk hidrokarbon nonkonvensional karena gas hidrat berbentuk, berasal dan diperoleh dengan cara yang tidak biasa dibandingkan dengan hidrokarbon konvensional (minyak dan gas bumi) (Singh dan Prakash, 2015). Metan hidrat berbentuk padat dan terbentuk oleh molekul CH_4 yang dikelilingi oleh 20 molekul air sebagai pengikatnya (Dagar dan Joshi, 2013). Gas metana mengandung sedikit karbon dibandingkan gas lain sehingga memiliki tingkat emisi karbon (CO_2) yang rendah. Oleh karena itu, gas hidrat merupakan salah satu energi alternatif yang ramah lingkungan untuk menekan terjadinya pemanasan global.

Tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan identifikasi keberadaan gas hidrat pada penampang seismik 2D. Identifikasi gas hidrat ditandai dengan adanya *Bottom Simulating Reflektor* (BSR) pada profil seismik. BSR merupakan indikasi awal keberadaan gas hidrat pada sedimen laut. Karakteristik BSR di antaranya memiliki bentuk menyerupai *seafloor*, polaritas terbalik dan memotong stratigrafi batuan (Bachrudin dkk., 2016). BSR terlihat pada profil seismik karena adanya kontras impedansi antara lapisan gas hidrat dengan lapisan lainnya. Penelitian dan eksplorasi mengenai gas hidrat telah banyak dilakukan di berbagai negara terutama negara maju dan minim sumber energi fosil seperti U.S, Kanada, Jepang, Rusia sedangkan di Indonesia masih dalam tahap riset. Triarso dan Troa (2017) melakukan identifikasi gas hidrat di Cekungan Simeuleu pada lintasan BGR -136 dengan hasil ditemukannya BSR sebagai indikasi utama gas hidrat. Kemudian, Sing dan Prakash (2015) melakukan penelitian yang sama di Cekungan Andaman India dengan menerapkan metode AVO dan Inversi dengan hasil ditemukannya BSR sebagai indikasi utama gas hidrat dan Hato dkk. (2014) melakukan penelitian di Cekungan Nangkai Jepang menerapkan metode AVO dengan hasil ditemukannya BSR tetapi tidak terdapat gas hidrat (fluida) pada indikasi BSR tersebut. Oleh karena itu, untuk mengetahui kandungan fluida yang terdapat di lapisan BSR maka digunakan suatu metode sebagai bentuk validasi keberadaan gas hidrat yaitu analisis *Amplitudo Versus Offset* (AVO). Prinsip dari analisis ini yaitu mengetahui adanya anomali pada profil seismik ditandai dengan membesarnya amplitudo seiring bertambahnya *offset* (jarak dari *source* ke *receiver*) serta diketahui nilai anomali kelas AVO pada zona target yang terindikasi BSR (Hato dkk., 2014).

II. METODE

2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lintasan BGR-135, hasil survei laut dalam pada ekspedisi "Sea Cause II" oleh Indonesia (BPPT) dan Jerman (BGR) pada tahun 2006. Fokus lokasi berada di perairan barat Sumatera (Aceh) yang secara tatanan geologi menempati Cekungan Busurmuka Simeuleu. Lintasan BGR-135 merupakan salah satu daerah yang terindikasi adanya gas hidrat di Cekungan Simelue dengan panjang 215 km. Jenis data seismik yang digunakan adalah data seismik 2D dengan format data SEG-Y.

2.2 Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis software yaitu software ProMAX 2D Version 5000.0.2.0 untuk pengolahan data mentah (raw data) hingga didapatkan profil seismik dan software Hampson Russel (HRS) version 8.R3.1 untuk interpretasi dalam memvalidasi keberadaan gas. Proses pengolahan data pada penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu pengolahan yang dimulai dari raw data hingga dihasilkan output berupa data pre stack (gather seismik) dan post stack (profil seismik). Tahapan kedua yaitu pengolahan data pre stack untuk analisis AVO pada zona target.

2.3 Pengolahan Data Seismik Pre Stack dan Post Stack

2.3.1 Input Data

Tahap ini merupakan langkah awal dalam proses pengolahan data seismik laut 2D. Pada tahap ini, data yang didapatkan akan diinput ke dalam *software ProMAX* yang bertujuan untuk mempermudah pembacaan data pada tahapan selanjutnya. Data yang akan diinput merupakan data *raw* yang telah mengalami reformatting dalam index SEG-Y.

2.3.2 *Geometry Assisgnment*

Tahap ini merupakan tahapan penggabungan dan pencocokan data yang telah diinput sebelumnya (*raw data*) dengan data parameter akuisisi di lapangan pada *observer log*. Penggabungan data ini dilakukan untuk mempermudah dalam penyajian data pada proses pengolahan data seismic. Data seismic mentah (*raw data*) hanya mengandung informasi berupa nilai *station*, *FFID*, dan *channel*. Hasil geometri akan menampilkan informasi tambahan berupa koordinat *shot point*, *koordinat receiver*, *koordinat CDP*, *offset*, dan lainnya.

2.3.3 *Filtering*

Tahap ini merupakan tahap untuk memisahkan frekuensi sinyal data seismic dengan frekuensi *noise* sehingga dapat menentukan *design* frekuensi yang akan digunakan. Parameter *filtering* ditentukan dengan *spectral analysis* untuk mendapatkan frekuensi yang dianggap sebagai data.

2.3.4 *Preprosesing*

Tahapan preprosesing bertujuan untuk menghilangkan atau menyeleksi data dengan kualitas buruk yang terjadi pada saat akuisisi sehingga mengganggu dalam proses pengolahan data selanjutnya. Tahapan preprosesing terdiri dari tahapan *editing*, *TAR*, *dekonvolusi*.

2.3.5 *Velocity Analysis*

Tahap ini merupakan tahap analisis kecepatan sebagai bentuk kecepatan yang tepat pada kedalaman lapisan tertentu yang akan ditunjukkan oleh *semblance* kecepatan dengan energi yang tinggi.

2.3.6 *Stacking*

Tahap ini merupakan tahap untuk menampilkan penampang seismic sebagai penjumlahan *trace-trace* seismic yang diurutkan berdasarkan *CDP* dengan mengaplikasikan proses *Normal Move Out* (NMO).

2.3.7 *Migrasi*

Tahap migrasi merupakan tahap untuk mengembalikan reflektor miring ke posisi 'aslinya' serta untuk menghilangkan efek difraksi akibat sesar, kubah garam, pembajian, dengan tujuan untuk menghasilkan penampang seismic yang tidak jauh berbeda dengan struktur asli.

2.4 *Analisis AVO*

2.4.1 *Data*

Input dari data ini yaitu data *gather* hasil *pre-stack*. Data *gather* disimpan pada folder data yang telah dibuat sebelumnya di salah satu directory pada komputer yaitu direktori D.

2.4.2 *Proses pengolahan*

Pengolahan data difokuskan kepada jendela *AVO*, dengan data *import* berupa data *gather* dalam format *SEG-Y* yang telah disimpan di folder data. Data di *import* pada sub menu *super gather* atau *angle gather* dengan mengatur jumlah *CDP*, *depth*, *angle* yang disesuaikan pada zona target yang telah ditentukan melalui profil seismic hasil data *post stack*.

2.4.3 *Picking Analisis*

Proses *picking* analisis dilakukan setelah *picking* horizon ada zona target dengan memberikan nama horizon yang sesuai. Horizon yang telah ditentukan selanjutnya dilakukan *picking* analisis.

2.4.4 *Gradient analisis dan crosplot*

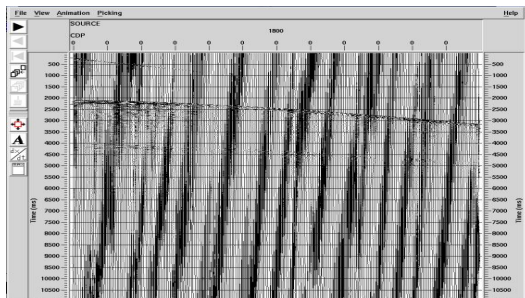
Gradient analisis dan *crosplot* dilakukan pada daerah yang telah dilakukan *picking* horizon. Hasil *gradient* analisis menampilkan kurva *gradient* dan *crossplot* yang memperlihatkan *trend* /kelas klasifikasi anomali *AVO* pada zona target.

III. HASIL DAN DISKUSI

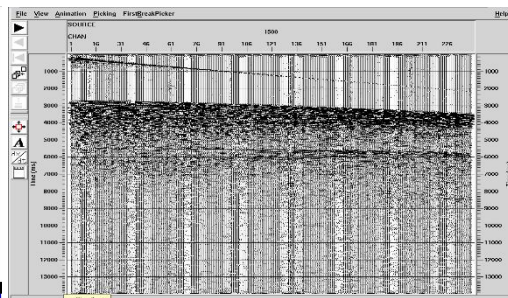
3.1 Pengolahan Data Seismik *Pre Stack* dan *Post Stack*

Pengolahan data *pre-stack* dimulai dari pengolahan *raw* data dengan *input* data berupa format SEG-Y. *Output* dari *raw* data akan menampilkan penampang seismik yang memiliki banyak *noise* (Gambar 1) dan dibutuhkan tahapan *filtering* untuk membuang *noise-noise* dalam meningkatkan nilai *S/N ratio*. *Raw* data memiliki informasi yang minim dan belum disesuaikan dengan hasil akuisisi, maka diperlukan proses *geometry* untuk mencocokkan data seismik dengan hasil akuisisi di lapangan. Proses *geometry* juga bertujuan untuk memberikan informasi lebih mengenai parameter seismik yang digunakan pada tahap selanjutnya. Dalam proses *filtering* jenis *filter* yang digunakan yaitu *bandpass filter* karena data seismik terdiri data *high* dan *low* frekuensi. Frekuensi yang dianggap sebagai data pada penelitian ini yaitu 6-12-60-120 Hz.

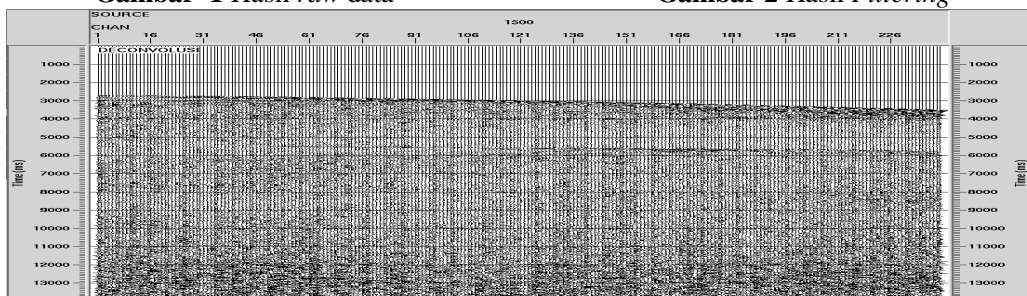
Data hasil *filtering* telah menunjukkan bentuk dari penampang seismik tetapi masih memiliki *noise* pada bagian atasnya (Gambar 2) sehingga diperlukan tahapan preprosesing (*Editing*, TAR, Deconvolusi). Jenis *editing* yang digunakan yaitu *editing top mute* karena *noise* yang akan dibuang terletak pada bagian atas dari data. Hasil *top mute* selanjutnya dilakukan proses *True Amplitudo Recovery (TAR)* yang bertujuan untuk mengcover ulang data seismik yang mengalami atenuasi amplitudo. Atenuasi terjadi pada daerah yang dalam, karena semakin dalam suatu daerah mengakibatkan penjaralan gelombang seismik mengalami atenuasi. Proses TAR dilakukan dengan memasukkan hasil parameter tes yang tepat dengan nilai 6 db/sec. Tahap selanjutnya yaitu melakukan proses dekonvolusi yang bertujuan untuk mengembalikan frekuensi yang hilang oleh bumi serta mengembalikan bentuk *wavelet* menjadi semakin *spike*. Tahap dekonvolusi dilakukan setelah menentukan nilai parameter dekonvolusi yang diperoleh melalui tahapan autokorelasi yaitu menentukan nilai dari operator *length* dan *lag*. Dalam penelitian ini operator *length* dan *lag* yang digunakan yaitu 14 ms dan 262 ms. Hasil dari dekonvolusi menampilkan data seismik yang lebih bersih dari *noise* dan bentuk *wavelet* yang lebih *spike* (Gambar 3). Pada tahap dekonvolusi dapat dilakukan proses pemotongan data dengan mempersempit daerah pengolahan yang difokuskan pada *range* zona target. Data dipotong pada CDP 24000-26990.



Gambar 1 Hasil raw data



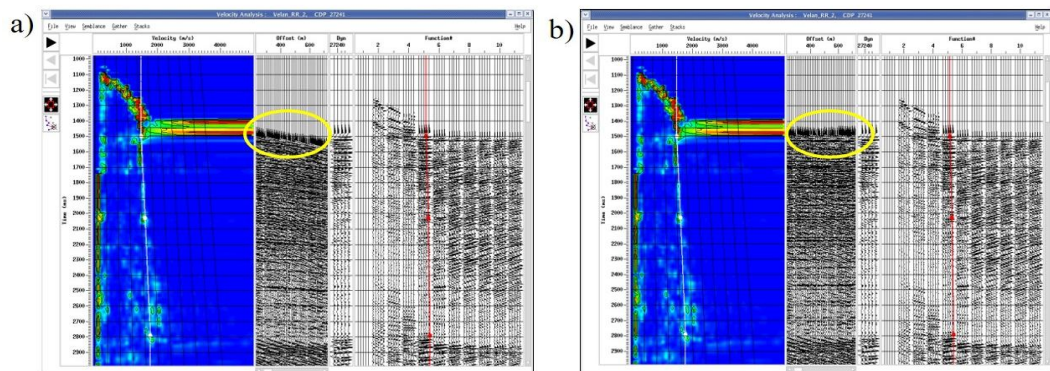
Gambar 2 Hasil Filtering



Gambar 3. Hasil dekonvolusi setelah melewati tahapan reprosesing

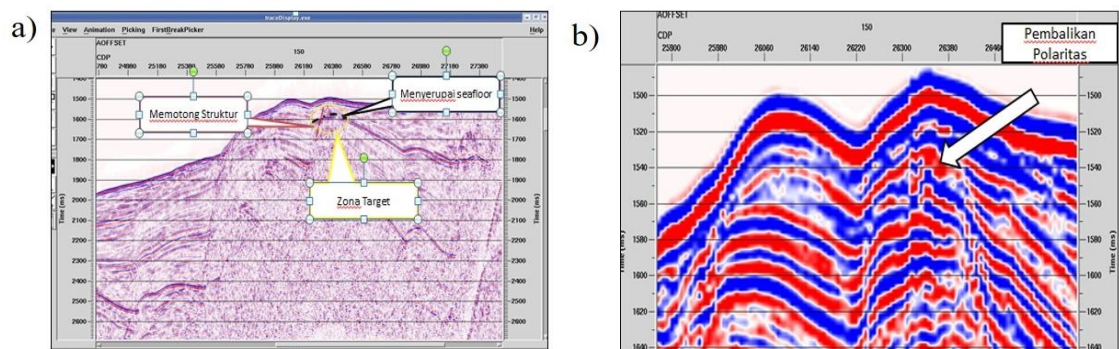
Tahapan preprosesing merupakan tahapan untuk menghilangkan *noise* dasar pada data seismik, selanjutnya dilakukan proses *velocity analysis*, *stacking* dan *migrasi*. Proses *velocity analysis* merupakan tahapan terpenting dalam penelitian ini, *picking* kecepatan yang dilakukan diharapkan sesuai dengan kecepatan pada zona target hingga didapatkan nilai kecepatan yang

tepat. Metode *picking velocity* yang dilakukan yaitu *picking semblance* yang diwakili dalam kontur warna (Gambar 4).



Gambar 4 Jendela proses velocity analysis. a) Picking semblance velocity sebelum NMO dan (b) *Picking semblance velocity* setelah NMO

Kontur warna menunjukkan tingkatan kecepatan, proses *picking velocity* diharapkan memiliki nilai kecepatan yang bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman. Gambar 4a merupakan hasil *picking velocity* tanpa dilakukan koreksi NMO sedangkan Gambar 4b hasil *picking velocity* setelah koreksi NMO. Koreksi NMO bertujuan untuk meluruskan kembali reflektor yang miring seperti pada Gambar 4b. *Output* dari koreksi NMO menghasilkan nilai kecepatan untuk digunakan pada analisis AVO. Proses selanjutnya yaitu *stacking* yang bertujuan untuk menjumlahkan *trace-trace* seismik yang diurut berdasarkan nilai CDP. Hasil *stacking* sudah dapat menampilkan profil seismik tetapi profil tersebut masih memiliki beberapa *noise* seperti data *multiple* dan *bowtie*. *Noise* hasil *stacking* dihilangkan dengan proses migrasi yang bertujuan untuk mengembalikan posisi reflektor hingga menyerupai bentuk litologi bumi yang sebenarnya. Hasil dari migrasi dapat memperlihatkan profil seismik sehingga dapat dilakukan interpretasi seismik untuk mendeteksi keberadaan BSR (Gambar 5). Gambar 5a merupakan hasil interpretasi seismik dalam mendeteksi karakteristik BSR seperti memotong struktur dan menyerupai *seafloor* sedangkan Gambar 5b merupakan perbesaran dari zona target (lingkaran kuning) untuk melihat pembalikan polaritas (tanda panah).



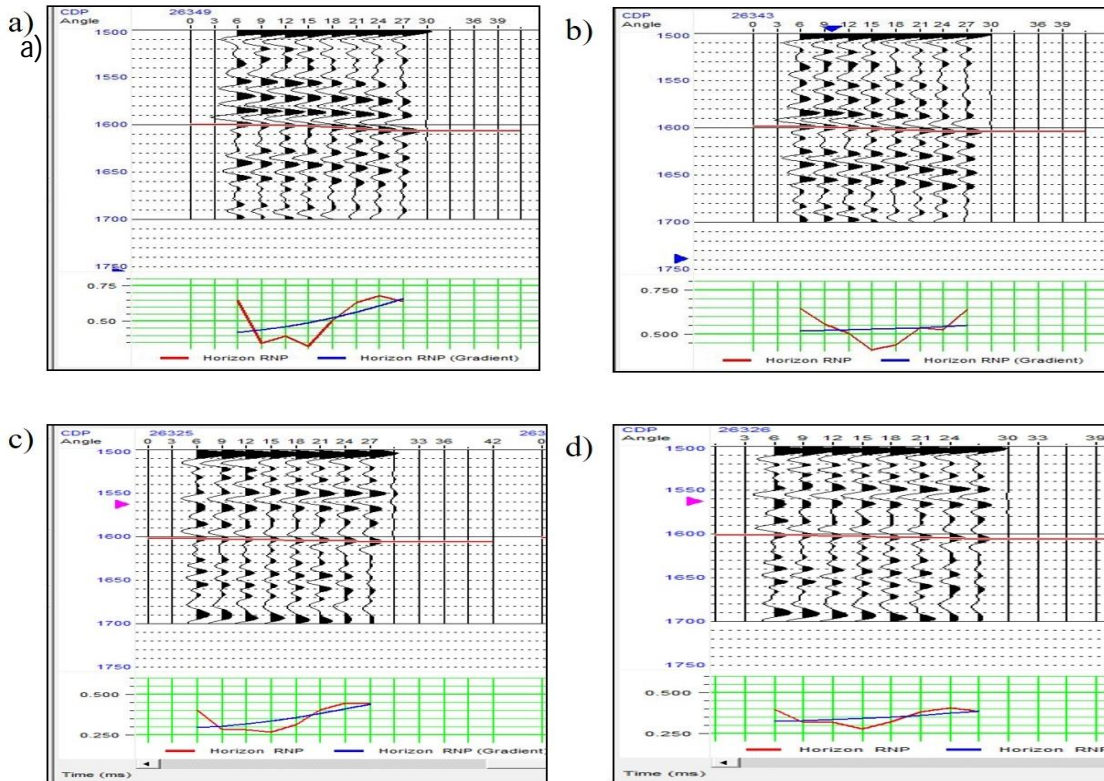
Gambar 5 Deteksi BSR pada profil seismic berdasarkan karakteristik BSR a) Indikasi BSR (memotong struktur dan menyerupai *seafloor*) b) Polaritas terbalik pada zona target.

3.2 Analisis AVO

Pengolahan analisis AVO menggunakan data *input CDP gather* berupa data *prestack gather*. Data *prestack gather* yaitu data seismik dalam *CDP gather* yang setiap CDP terdiri beberapa *trace* berdasarkan sudut *angle* yang diterima *receiver*. Data *CDP gather* yang digunakan dari CDP 26318 sampai CDP 26354 dan mulai dari TWT 1600 ms sampai TWT 1620 ms sedangkan data kecepatan yang digunakan adalah *RMS velocity*.

3.2.1 Picking Analysis

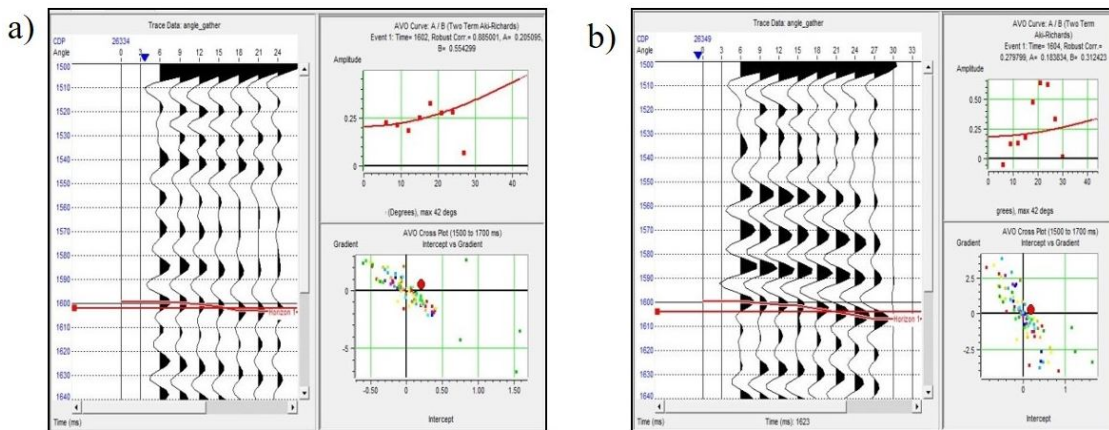
Picking analysis bertujuan untuk menentukan nilai gradient hasil picking horizon pada zona target yang terindikasi BSR. Data dikategorikan terindikasi BSR apabila hasil picking horizon pada zona target menampilkan nilai gradient positif. Gambar 6a hingga 6d menunjukkan nilai gradient positif pada zona target yang diwakilkan oleh garis warna biru.

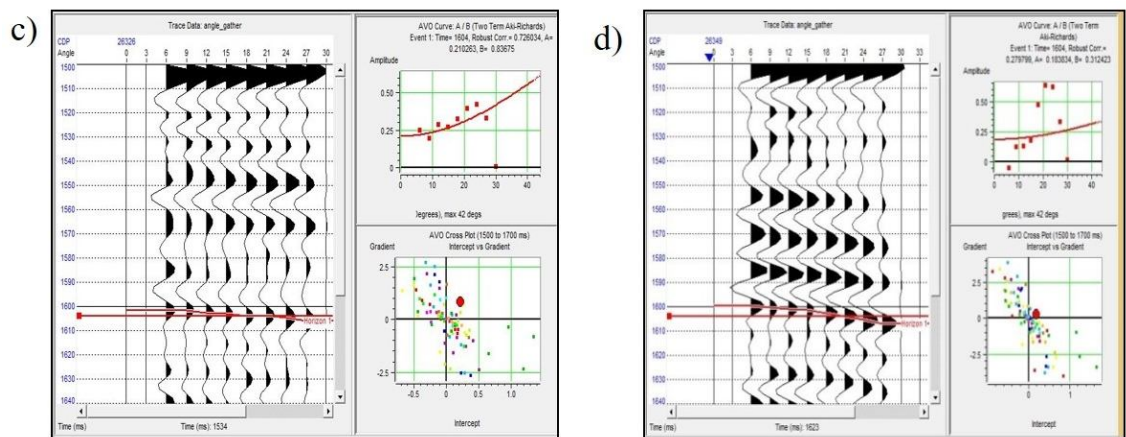


Gambar 6. Picking analisis pada CDP a) 26325 b) 26326 c) 26349 d) 26343

3.2.2 Gradient Analisis dan Crossplot

Proses picking analisis tidak secara langsung menentukan trend/class gas pada zona target maka dilanjutkan dengan analisis gradient dan crossplot. Produk hasil perkalian antara nilai A dan B menghasilkan nilai positif serta nilai amplitudo yang bertambah besar seiring kenaikan sudut. Kemudian, hasil crossplot pada zona target menunjukkan AVO kelas III (Gambar 7) yang mengindikasikan adanya BSR sebagai indikasi utama gas hidrat.





Gambar 7. Gradient analisis dan crossplot pada CDP a) 26325 b) 26326 c) 26349 d) 26343

Gambar 7a dan 7b memiliki grafik *gradient analysis* yang sesuai dengan hasil *picking* horizon sedangkan Gambar 7c dan 7d memiliki bentuk grafik yang sedikit menyimpang dari hasil *picking* horizon. Hal itu terjadi karena adanya ketidaktepatan nilai kecepatan ketika dilakukan *picking velocity*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data seismik laut 2D pada lintasan BGR-135 di Cekungan Simeuleu ditemukan indikasi keberadaan gas hidrat yaitu BSR. BSR terindikasi pada CDP 26318 sampai CDP 26354 pada kedalaman 1600 ms sampai 1620 ms. Hasil analisis AVO pada daerah terindikasi BSR menunjukkan anomali amplitudo yang ditandai dengan nilai gradient positif dan karakter AVO kelas III yang kemungkinan terisi gas.

DAFTAR PUSTAKA

Bachrudin A., Firmansyah Y., dan Sunardi E., Studi Awal Identifikasi Gas Hidrat Menggunakan Metode Seismik di Lapangan YF, Selat Makassar, *Seminar Nasional ke-II FTG Universitas Padjajaran*, Bandung (2016).

Dagar, S dan Joshi, A. Gas Hydrates - A New Horizon, *10th Biennial International Conference & Exposition*, Dhanbad (Jharkhand), India, (2013).

Hato, M., Inamori, T., Bahar, A., dan Matsuoka, T., Application of AVO Analysis to Seismik Data for Detection of Gas below Methane Hydrate Stability Zone in Nankai Trough Area, *Resource geology*, Vol. 54, ITB, hal. 105-113, (2004).

Kvenvolden, K.A., A Primer on the Geologica Occurrence of Gas Hydrate. *Organic Geochemistry*, USGS.USA, **137**, hal. 9-30, (1993).

Singh, NP dan Prakash A., Natural Gas Hydrat in India Prospect Identification, Production Tecnologist and Associated Challenges, *Journal of Geography, Enviroment and Eart Science Internasional*, **3**, hal. 1-2, (2015).

Triarso, E. dan Troa RA., Indikasi Keberadaan Gas Hidrat pada Cekungan Busur Muka Simeuleu Dan Potensinya Sebagai Sumber Energi Masa Depan, *Jurnal Kelautan Nasional*, Badan Penelitian dan Kelautan RI , **11**, hal. 130, (2017).

Wang, X. dan Dongyan, P., Application of AVO attribute Inversion technology to gas hydrate identification in the Shenhu Area, South China Sea, *Marine and Petroleum Geology*, Elsevier, **80**, hal. 23-31, (2017).

Skkmigas, 2017, Cadangan Energi Indonesia, www.skkmigas.go.id, diakses pada 16 Maret 2018