

PENERAPAN METODE *COMMON REFLECTION SURFACE* PADA DATA SEISMIK LAUT 2D DI LAUT FLORES

APPLICATION OF COMMON REFLECTION SURFACE METHODS FOR 2D MARINE SEISMIC DATA IN THE FLORES SEA

Ita Wulandari¹, Henry M. Manik², Subarsyah³

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan

Institut Pertanian Bogor

³Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Bandung

Korespondensi : ita.wulan.ita@gmail.com

ABSTRACT

The aim of the research was to compare the results of seismic data processing using conventional stack and Common Reflection Surface (CRS) methods, also proves this method capable for providing better imaging than conventional stack method. Seismic data on June 2012 in Flores Sea from Marine Geological Institute (MGI) was used in this research. Processing started from input data, geometry, editing, preprocessing, normal moveout (NMO) correction and stack, then using CRS method. This method used some adjustment on aperture. The optimal visualization used dip aperture 300 m and stack aperture 100 m. Results showed the seismic data using the CRS provide better imaging than conventional stack method. CRS method can improve the quality of the stack result because the reflector more visible and continuous.

Keywords: Common Reflection Surface, marine, reflector, seismic, stacking

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk membandingkan penampang hasil pengolahan data seismik menggunakan stack konvensional dan metode *Common Reflection Surface* (CRS), dan membuktikan bahwa metode CRS mampu memberikan pencitraan yang lebih baik dibandingkan dengan metode *stack* konvensional. Penelitian menggunakan satu lintasan data seismik hasil akuisisi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL) pada Juni 2012 di Laut Flores. Penelitian mengolah data seismik mulai dari *input* data sampai *stack*, kemudian dilanjutkan dengan metode CRS. Metode CRS menggunakan beberapa penyesuaian pada *aperture*. Penampang yang optimal menggunakan *dip aperture* 300 m dan *stack aperture* 100m. Hasil menunjukkan penampang data seismik menggunakan metode CRS mampu memberikan pencitraan yang lebih baik dibandingkan dengan metode *stack* konvensional. Metode CRS dapat meningkatkan kualitas penampang karena reflektor yang terlihat jelas dan kontinu.

Kata kunci: Common Reflection Surface, laut, reflektor, seismik, stacking

PENDAHULUAN

Kegiatan eksplorasi bawah laut erat kaitannya dengan pemetaan struktur bawah laut. Metode seismik menjadi bagian dalam metode pemetaan struktur bawah laut dengan teknologi akustik. Metode ini memanfaatkan perambatan, pemantulan, dan pembiasan gelombang suara.

Tahapan dalam metode seismik salah satunya yaitu pengolahan data. Melalui pengolahan data seismik dihasilkan gambaran struktur bawah permukaan bumi. Proses ini melakukan perbaikan

kualitas data dengan meningkatkan resolusi temporal, meningkatkan kualitas *signal to noise ratio* (SNR) dan meningkatkan resolusi lateral (Yilmaz 2001; Liu 2011). Adanya teknologi komputasi yang semakin berkembang memungkinkan untuk dihasilkan penampang data seismik yang akurat dan resolusi lebih baik.

Berbagai penelitian mengenai pengolahan data seismik untuk meningkatkan kualitas data seperti penerapan *bandpass filter* dan *automatic gain control* (AGC) pada data seismik laut (2D) di Laut Flores (Adi 2014), pengukuran

kecepatan gelombang seismik laut 2D menggunakan *prestack time migration* dengan Metode Kirchhoff (Reza 2013), dan lainnya. Hal ini membuktikan bahwa penelitian mengenai pengolahan data seismik sangat bermanfaat dalam keberlanjutan informasi dalam bidang ilmu hidroakustik.

Pengolahan data seismik memiliki beberapa tahapan, salah satu tahapan utama yaitu *stack*. Tujuannya yaitu meningkatkan kualitas SNR. Penelitian ini menggunakan dua metode *stack* yaitu konvensional dan CRS. Kedua metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Metode konvensional *stack* tidak memakai data keseluruhan atau *multicoverage*, metode ini hanya menggunakan beberapa data seismik tertentu dalam proses *stacking* (Hertweck *et al.* 2004). Konvensional *stack* rawan terjadi kesalahan karena penentuan model kecepatan makro dilakukan secara manual (Majana *et al.* 2004). Metode *Common Reflection Surface* (CRS) *stack* menjadi solusi alternatif bagi konvensional *stack* karena mampu meningkatkan kualitas penampang seismik sehingga memudahkan dalam identifikasi batas lapisan dan menampilkan gambaran semirip mungkin dengan keadaan sebenarnya.

Metode CRS *stack* menggunakan data seismik keseluruhan dalam kondisi *zero offset* (Garabito *et al.* 2012). Selain itu metode ini tidak menggantungkan model kecepatan secara makro namun kecepatan diestimasi melalui pendekatan geometri dengan mensubstitusikan atribut sudut antara sinar dan garis normal (α), radius kelengkungan gelombang Normal *Incident Point* (RNIP) dan radius kelengkungan gelombang normal (RN) pada CDP (Tygel *et al.* 1997; Hertwerck *et al.* 2004).

Penelitian ini melakukan pengolahan data dengan dua metode yaitu konvensional *stack* dengan CRS *stack*. Hasil *stack* akan dibandingkan untuk melihat kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode.

Tujuan penelitian ini adalah 1) membandingkan penampang hasil pengolahan data seismik menggunakan *stack* konvensional dan metode CRS, dan 2) membuktikan bahwa metode CRS mampu memberikan pencitraan yang lebih baik dibandingkan dengan metode *stack* konvensional.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan

Februari-Maret 2015. Lokasi objek penelitian berada di Laut Flores. Akusisi data seismik dilakukan oleh P3GL pada Juni 2012 dalam rangka pemetaan geologi bawah laut di sekitar Laut Flores. Penelitian ini menggunakan satu lintasan yaitu lintasan 15 (WTAR-15.1) yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pengolahan data dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Laut, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Bandung, Jawa Barat.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil akusisi dalam bentuk *soft file* yang dilakukan oleh P3GL Bandung pada bulan Juni 2012. Data yang digunakan dalam penelitian memiliki domain SEG-D dengan satu lintasan yaitu lintasan 15.1.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer dengan sistem operasi Linux yang memiliki perangkat lunak ProMAX 2D Versi 5000.0.0.0 ©Landmark Graphics Corporation 1989-2008. *All Rights Reserved* untuk pengolahan data seismik laut. Pembuatan peta akusisi dilakukan dengan perangkat lunak ArcMAP 10 *Copyright* © 2010. *All Rights Reserved*.

Proses pengolahan data dilakukan dalam beberapa tahapan pada ProMAX. Data yang telah diolah akan menghasilkan gambaran reflektor bawah laut secara dua dimensi. Tahapan pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 2. Beberapa tahapan yang dilakukan dalam pengolahan antara lain:

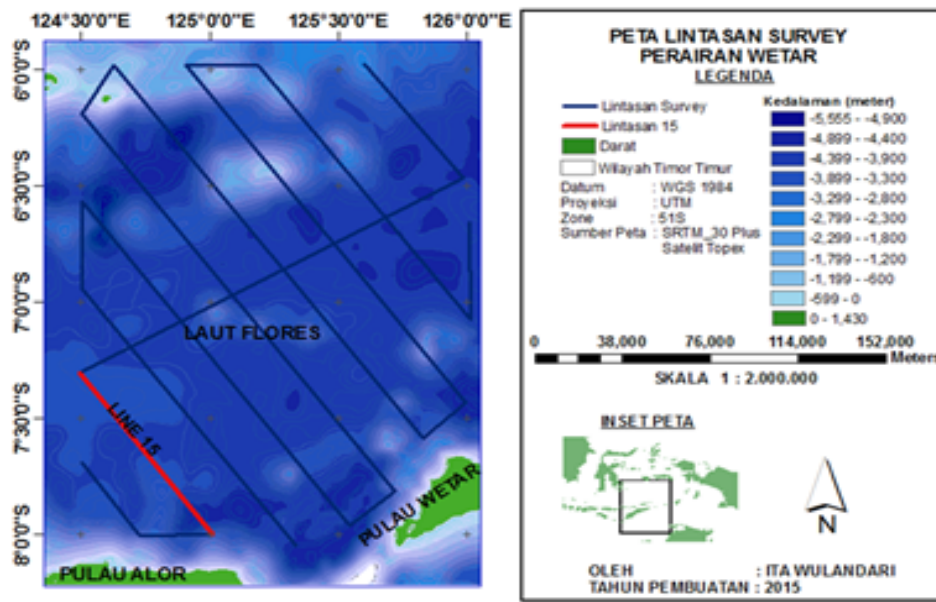
1. *Input Data*. Pengolahan data dimulai dengan memasukkan data ke ProMAX. Data digital yang dimasukkan memiliki domain berupa SEG-D. Tipe *secrel* (alat penerima gelombang seismik) yang digunakan yaitu 408XL untuk akusisi data di laut.
2. *Editing*. Tujuan dari proses *editing* yaitu menentukan batas-batas yang digunakan dalam proses *autocorrelation* dan *deconvolution*. Proses *autocorrelation* dan *deconvolution* termasuk dalam tahap *preprocessing*. Pemilihan batas dilakukan untuk memfokuskan pengolahan data seismik.
3. *Geometry*. Tujuan dari proses *geometry* yaitu untuk menambahkan data parameter lapangan ke dalam data seismik. Proses ini perlu dilakukan untuk mencocokkan parameter lapangan dengan data seismik.
4. *Preprocessing*. Beberapa tahapan dalam *preprocessing* yaitu *Bandpass Filter*, *True Amplitude Recovery*, *Autocorrelation* dan

Deconvolution. Proses *Bandpass Filter* yaitu menerapkan filter pada frekuensi tertentu untuk mengurangi *noise*. Untuk mengetahui frekuensi yang tepat, dilakukan proses *Interactive Spectral Analysis*. *Bandpass filter* dilakukan *type Ormsby bandpass*, yaitu filter yang menggunakan empat frekuensi. Proses *True Amplitude Recovery* dilakukan untuk mengkompensasi pelemahan, penurunan energi dalam satuan luas (*spherical divergence*) dan efek lainnya dengan menyesuaikan amplitudo data. Tujuannya untuk memperoleh amplitudo gelombang seismik yang seharusnya. Proses *Autocorrelation* dalam *preprocessing* yaitu menghitung autokorelasi pada input batas *traces* yang telah ditentukan. Proses ini berfungsi dalam identifikasi *multiple* atau sinyal berulang secara teratur dan merancang filter dekonvolusi untuk melemahkan *multiple*.

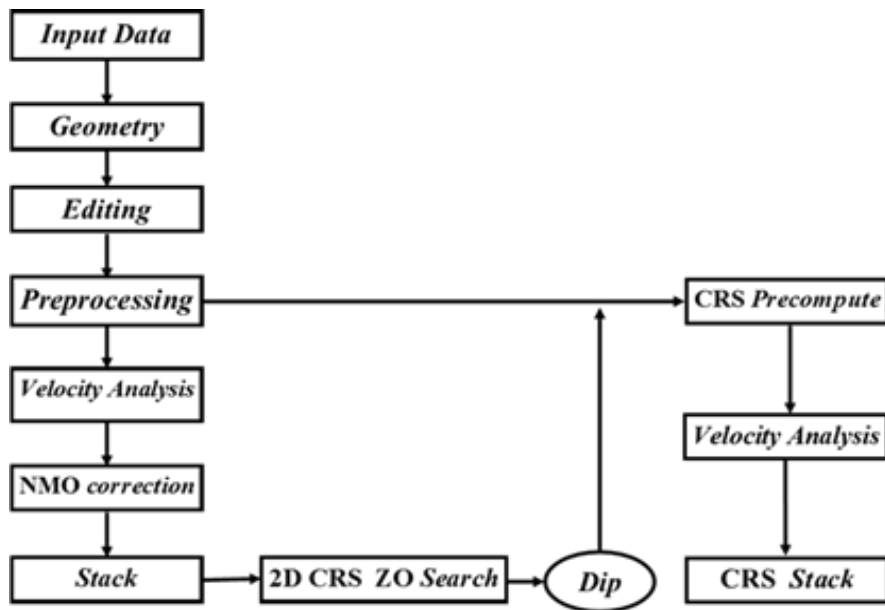
5. *Velocity Analysis*. Tujuan dari *Velocity Analysis* yaitu menghilangkan jeda waktu akibat terpisahnya sumber (*Gun*) dan penerima (*Streamer*) di permukaan. Tahap ini dilakukan untuk mengoreksi bagian kecepatan suara dengan memilih kecepatan suara yang sesuai agar hasil

stack yang dihasilkan maksimum.

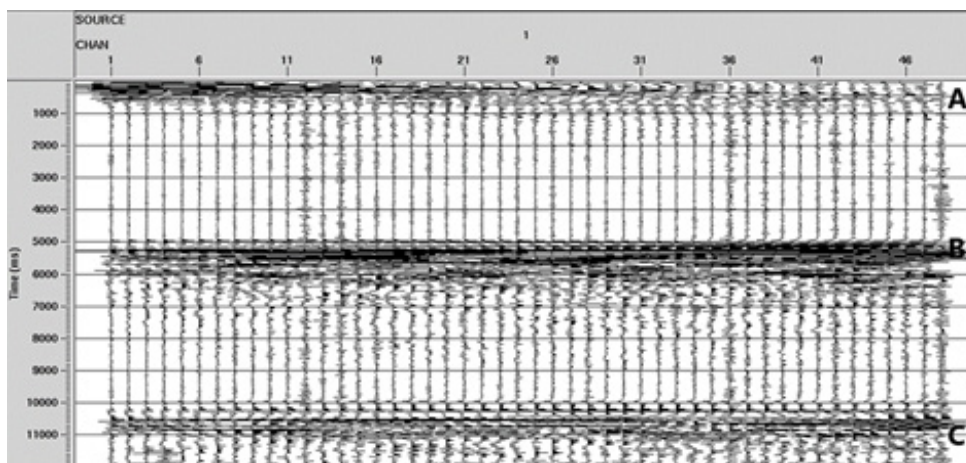
6. *NMO correction*. *Normal Moveout Correction* yaitu koreksi waktu tempuh akibat pengaruh jarak antara sumber dan penerima gelombang seismik.
7. *Stack*. *Stacking* yaitu penggabungan beberapa *trace* dalam satu titik pantul atau *CDP* yang sama. Tujuannya yaitu mempertinggi *SNR* karena sinyal yang kohern akan saling memperkuat dan yang tidak kohern akan saling menghilangkan.
8. *2D CRS ZO Search*. Proses *2D CRS ZO Search* dilakukan untuk memperoleh *dips* refleksi dalam data penampang *zero offset* yang telah diproses *stack*. *Dip* ini berupa α dan RN yang berasal dari penampang *zero offset*.
9. *2D CRS Precompute*. Proses *2D CRS Precompute* dilakukan sebagai substitusi proses *Velocity Analysis Precompute* yaitu untuk memasukkan parameter *semblance*, *gather* yang digunakan dalam tampilan saat proses *velocity analysis*.
10. *2D CRS Stack*. *CRS Stack* dilakukan untuk membangun *ZO stack* atau *gather* dengan peningkatan *SNR* menggunakan kemiringan (*dips*) dan kecepatan suara.



Gambar 1. Lokasi Akusisi Data Seismik (-)



Gambar 2. Alur pengolahan data dengan ProMAX



Gambar 3. Tampilan *raw* data seismik yang akan diolah. Bagian (A) hasil refleksi gelombang seismik dengan permukaan air laut, bagian (B) hasil refleksi gelombang seismik dengan dasar laut, dan bagian (C) *multiple* (*noise* pada hasil perekaman seismik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data seismik

Proses awal pengolahan data seismik diawali dengan memasukkan data seismik digital ke dalam ProMAX. Pada Gambar 3 menunjukkan tampilan *ensemble trace* dari *raw* data yang akan diolah. Sumbu mendatar menunjukkan domain waktu dalam milidetik dan sumbu menegak menunjukkan kanal. Wavelet seismik tersusun berdasarkan pada FFID. Tampilan wavelet menunjukkan kanal 1-48. Panjang perekaman gelombang yaitu 12000ms.

Pada panjang perekaman gelombang kurang dari 1000 ms menunjukkan derau akibat interaksi gelombang seismik dengan permukaan air. Gelombang seismik dengan refleksi bumi ditunjukkan pada 5000 ms. Nilai ini juga menunjukkan dasar laut berada pada kedalaman tersebut.

Preprocessing

Beberapa tahapan dalam preprocessing yaitu *Bandpass Filter*, *True Amplitude Recovery*, *Autocorrelation* dan *Deconvolution*. Tahapan awal dalam preprocessing yaitu *bandpass filter*. Proses *bandpass*

dilakukan untuk mengurangi *noise*. Untuk mendapatkan nilai frekuensi yang tepat dalam *bandpass filter*, dilakukan proses *interactive spectral analysis*. Tampilan data seismik sebelum di *bandpass filter* ada pada Gambar 4.

Terdapat empat bagian dalam Gambar 4 yang menunjukkan nilai spektral dalam tampilan *interactive spectral analysis* yaitu visualisasi terhadap hubungan FFID dengan waktu yang ditunjukkan pada bagian kiri atas (A) yaitu domain waktu. Hasil visualisasi kedua yaitu hubungan antara frekuensi dengan nilai intensitas dB yang ditunjukkan pada bagian kanan atas (B) yaitu spektrum amplitudo. Tampilan ini digunakan untuk mengetahui frekuensi filter yang sesuai pada proses *bandpass filter*. Hasil visualisasi ketiga yaitu hubungan antara FFID dengan frekuensi yang ditunjukkan bagian kiri bawah (C) yaitu domain fasa. Hasil visualisasi keempat yaitu hubungan antara frekuensi dengan fase gelombang seismik (D) yaitu domain F-X.

Berdasarkan Gambar 4 dan 5 dapat dilihat perubahan nilai spektral. Pada bagian spektrum amplitudo yaitu nilai spektral yang menghubungkan nilai frekuensi dan intensitas dB dapat dilihat terjadi peningkatan nilai intensitas. Perubahan juga terjadi pada tampilan domain waktu, yaitu lebih menunjukkan bagian batas reflektor pada kedalaman 5000 ms.

Menurut Yilmaz (2001) *bandpass filter* digunakan untuk melemahkan *random noise*. Namun proses yang lebih kuat untuk melemahkan efek *random noise* yaitu *stack*. Efek *random noise* dihasilkan oleh beberapa faktor diantaranya gelombang laut, angin dan sebagainya.

Proses *True Amplitude Recovery* dilakukan untuk mengkompensasi pelemahan, penurunan energi dalam satuan luas (*spherical divergence*) dan efek lainnya dengan menyesuaikan amplitudo data. Selain itu dilakukan *parameter test* untuk mendapatkan nilai *True Amplitude Recovery* yang sesuai.

Tahap selanjutnya yaitu *Autocorrelation* yang berfungsi untuk menentukan *deconvolution operator length* dalam proses *Deconvolution*. Menurut Yilmaz (2001) nilai *deconvolution operator* adalah *invers* dari fase minimum wavelet yang ekuivalen dengan input wavelet. Hal ini sesuai dengan fungsi dekonvolusi yaitu menghilangkan wavelet seismik, sehingga memunculkan reflektifitas lapisan bumi.

Velocity analysis

Metode yang digunakan pada pemilihan kecepatan dalam *velocity analysis* yaitu metode *semblance velocity*. Metode ini menggunakan nilai *semblance* yang merupakan normalisasi dari perbandingan antara total energi setelah *stacking* dengan total energi yang belum *stacking*.

Gambar 6 dan 7 dapat diamati *semblance velocity* memiliki beberapa bagian diantaranya sinyal reflektor yang memiliki warna merah. Kecepatan gelombang seismik *dipick* pada bagian ini menghasilkan VRMS.

Perbandingan Konvensional Stack dan CRS Stack

Proses *stack* bertujuan untuk menghasilkan visualisasi data seismik. Tahap *stack* melakukan penjumlahan *trace* pada data seismik untuk menghasilkan penampang data seismik. Proses ini dilakukan setelah data seismik di koreksi *Normal Moveout*. Koreksi ini berfungsi untuk menghilangkan pengaruh offset dengan bantuan fungsi kecepatan. Fungsi kecepatan dihasilkan dari proses *Velocity Annalysis*. Visualisasi *stack* konvensional ditunjukkan pada Gambar 8 bagian A, Gambar 9 bagian A dan Gambar 10 bagian A.

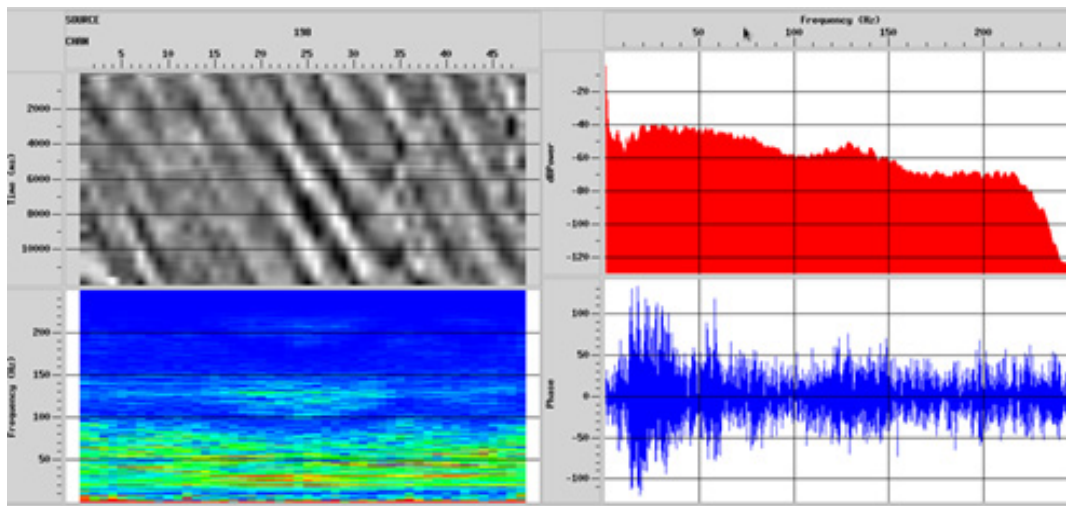
Proses *stack* data NMO menghasilkan penampang seismik. Sumbu x menunjukkan CDP dan sumbu y menunjukkan waktu. Tujuan proses *stack* yaitu meningkatkan nilai SNR. Data *stack* konvensional menunjukkan reflektor yang kurang maksimal karena saat komputasi *stack* hanya mengandalkan CDP *gather*. CDP *gather* yaitu refleksi seismik yang berasal dari beberapa titik tembak dan penerima yang dipantulkan pada satu titik pantul yang sama. Selanjutnya pada Gambar 8 bagian B, Gambar 9 bagian B dan Gambar 10 bagian B menunjukkan penampang hasil CRS *stack*.

Hasil *stack* konvensional dan CRS *stack* terlihat beberapa perubahan seperti kemenerusan reflektor yang ditunjukkan pada CDP 1181, 5311 dan 9411. Menurut Asrori (2015) dan Yudiana (2014), penampang *stack* metode CRS menunjukkan kemenerusan reflektor yang lebih baik ketika dibandingkan dengan hasil *stack* metode konvensional. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh dan ditunjukkan dalam Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10. Kemenerusan reflektor pada metode CRS dapat disebabkan oleh penggunaan data *multicoverage* /keseluruhan pada saat

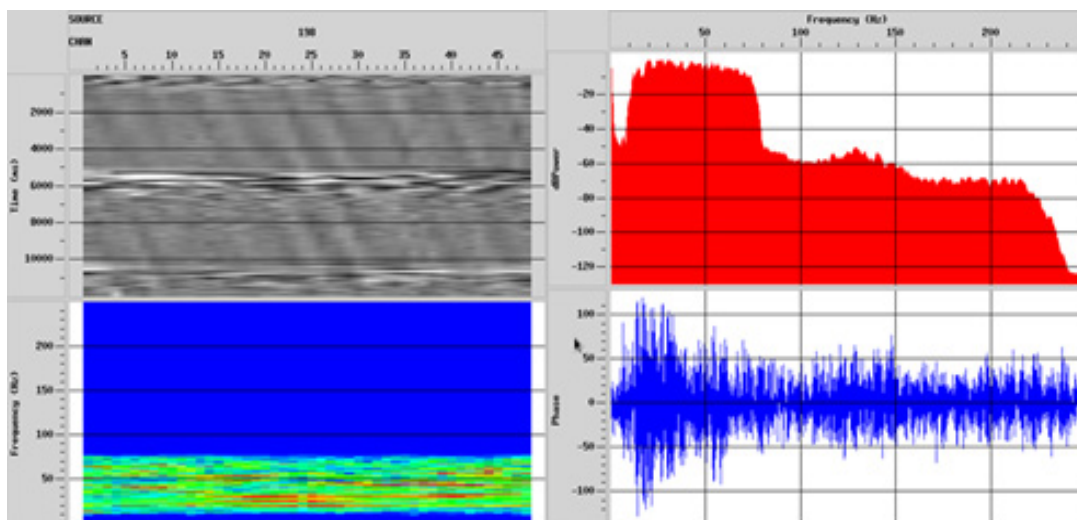
penjumlahan seismik wavelet, sehingga mampu menghasilkan penampang reflektor yang lebih jelas dari stack konvensional (Mann *et al.* 1999). Penampang hasil *stack* CRS menunjukkan *noise* yang lebih sedikit dari *stack* konvensional (Garabito 2012). Hal ini memudahkan proses interpretasi penampang seismik.

CDP 13571 dalam Gambar 10 koreksi kemiringan pada *stack* CRS menunjukkan perbedaan susunan reflektor dari *stack*

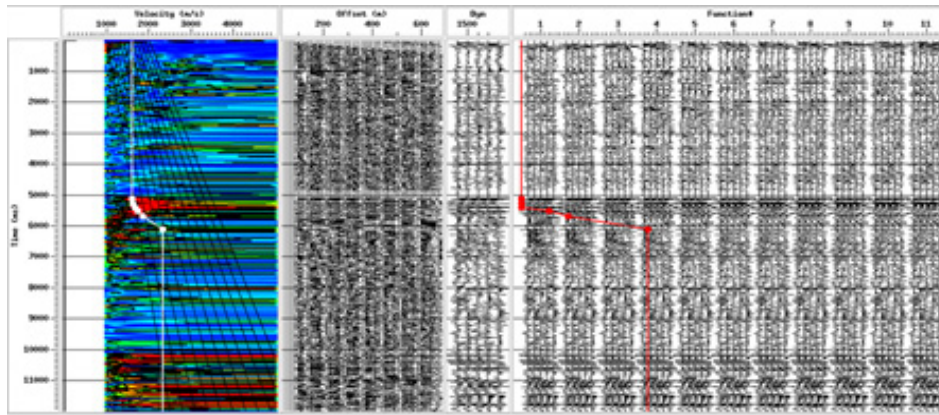
konvensional. Pada *stack* konvensional, reflektor terlihat lurus dan pada *stack* CRS, reflektor seperti berpisah menjadi dua bagian. Hal ini disebabkan oleh pola difraksi dan refleksi. Koreksi kemiringan pada metode CRS mempertahankan pola difraksi dan refleksi. Bertentangan dengan metode CRS, metode konvensional melemahkan pola tersebut sehingga reflektor terlihat lurus (Yilmaz 2001).



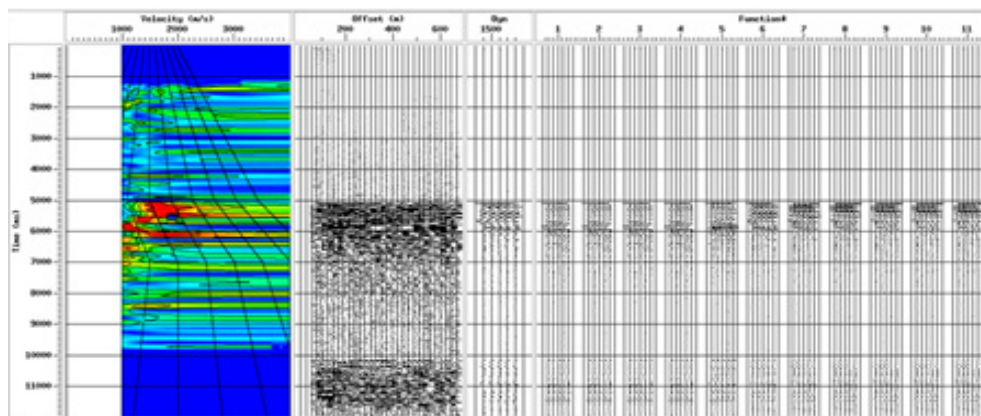
Gambar 4. Tampilan data seismik hasil analisis spektral sebelum di *filter bandpass* dengan (A) domain waktu, (B) spektrum amplitudo, (C) domain fasa, (D) domain F-X



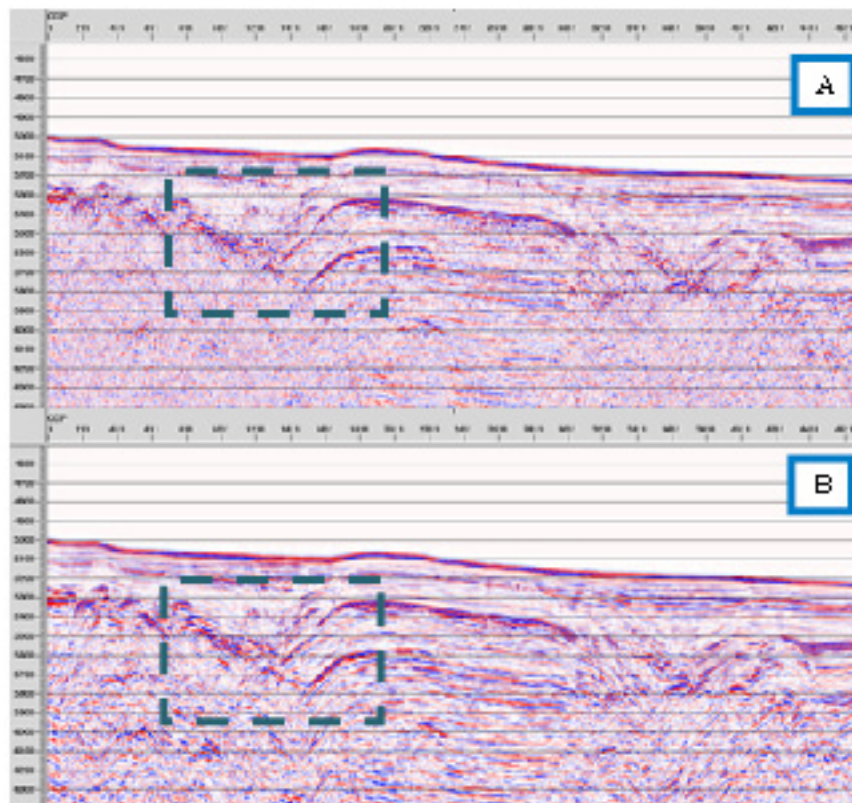
Gambar 5. Tampilan data seismik hasil analisis spektral setelah di *filter bandpass* dengan (A) domain waktu, (B) spektrum amplitudo, (C) domain fasa, (D) domain F-X



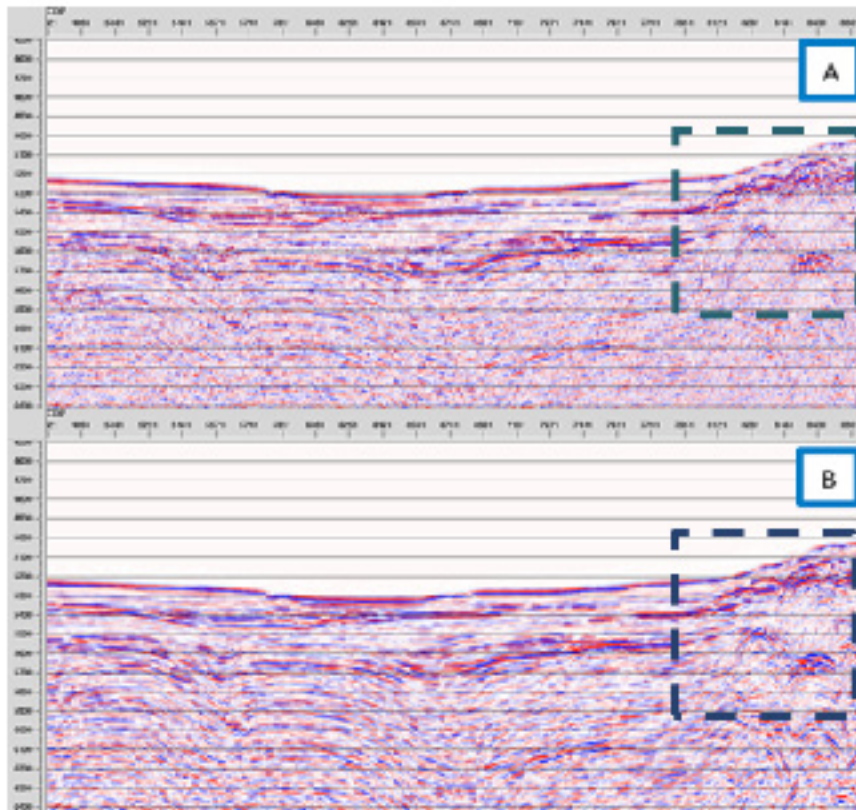
Gambar 6. Picking Velocity untuk stack konvensional



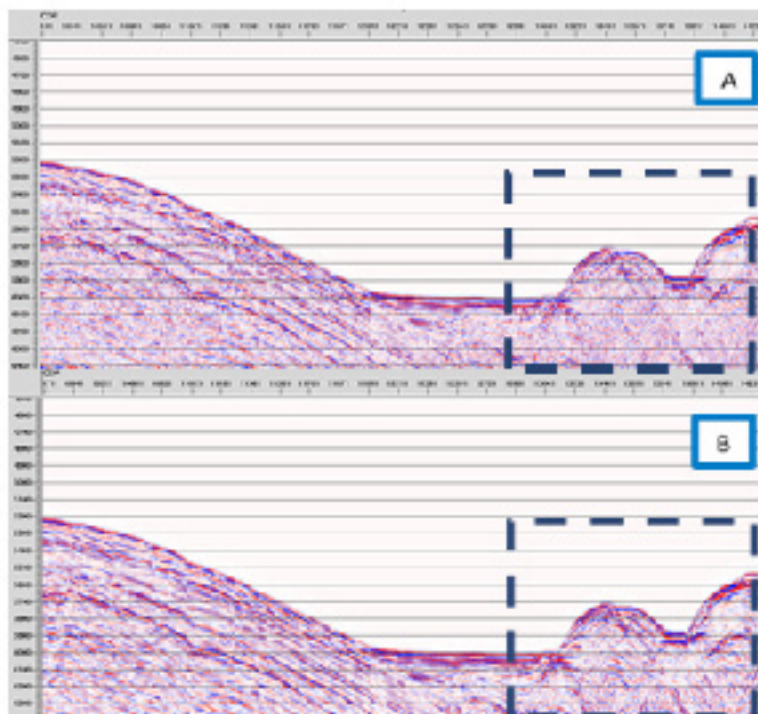
Gambar 7. Picking Velocity untuk stack CRS



Gambar 8. Perbandingan stack konvensional (A) dan stack CRS (B) pada bagian I (CDP 1-4720). Reflektor semakin jelas terlihat dalam kotak biru



Gambar 9. Perbandingan *stack* konvensional (A) dan *stack* CRS (B) pada bagian II (CDP 4721-10170). Reflektor semakin jelas terlihat dalam kotak biru (---)



Gambar 10. Perbandingan *stack* konvensional (A) dan *stack* CRS (B) pada bagian III (CDP 10171-14400). Reflektor semakin jelas terlihat dalam kotak biru (--)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini yaitu penampang hasil pengolahan data seismik menggunakan metode CRS mampu memberikan pencitraan yang lebih baik dibandingkan dengan metode *stack* konvensional, dan metode CRS dapat meningkatkan kualitas penampang karena reflektor yang terlihat jelas dan kontinu.

Saran

Penggunaan metode CRS membutuhkan pemilihan *aperture* yang tepat. Selain itu, pemilihan kecepatan suara yang tepat dapat meningkatkan kualitas data.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi W. 2014. Penerapan bandpass filter dan Automatic Gain Control (AGC) pada data seismik laut (2D) di Laut Flores [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Asrori ADH, Santosa BJ. 2015. Migrasi domain kedalaman menggunakan model kecepatan interval dari atribut common reflection surface studi kasus pada data seismik laut 2D. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 4(1):32-37.
- Garabito G, Stoffa P, Lucena LS, Cruz JCR. 2012. Part I CRS stack: Global optimization of the 2D CRS. *Journal of Applied Geophysics*. (85):92-101.
- Garabito G, Stoffa P, Ferreira CAS, Cruz JCR. 2012. Part II CRS beam PSDM: Kirchhoff-beam prestack depth migration using the 2D CRS stacking operator. *Journal of Applied Geophysics*. (85):102-110.
- Hertwerck T, Jäger C, Mann J, Duveneck E, Heilmann Z. 2004. A seismic reflection imaging workflow based on the Common Reflection Surface (CRS) stack: theoretical background and case study. Geophysical Institute University of Karlsruhe Germany.
- Liu G, Xiao M. 2011. 2D Common-reflection-surface stacking workflow in seismic data processing. dalam: Communication software and networks IEEE International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN) 3RD. Xi'an, China. [Tempat terbit tidak diketahui]: IEEE.
- Mann J, Jäger R, Müller T, Höcht G, Hübral P. 1999. Common reflection surface stack a real data example. *Journal of Applied Geophysics*. (42):301-318.
- Majana F, Mascarenhas W, Tygel M, Santos LT. 2003. Refinement step for parameter estimation in CRS method. *Brazilian Journal of Geophysics*. 21(3):275-287.
- Reza S. 2013. Pengukuran kecepatan gelombang seismik laut 2D menggunakan *prestack time migration* dengan metode kirchhoff [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tygel M, Müller T, Hübral P, Schleicher J. 1997. Eigenwave based Multiparameter Traveltime Expansions. 67th SEG (Society of Exploration Geophysicists) Meeting.
- Yilmaz. 2001. *Seismik Data Analysis: Processing, Inversion, and Interpretation*. Doherty SM (ed). Tulsa: Society of Exploration Geophysicists.
- Yudiana B, Nainggolan TB, Ardi ND. 2014. Analisis penampang CRS pada data seismik 2D multichannel di Perairan Utara Papua. *Fibusi Jurnal online Fisika*. 2(1):1-8.