

PERBAIKAN CITRA PENAMPANG SEISMIK MENGGUNAKAN METODE *COMMON REFLECTION SURFACE* : APLIKASI TERHADAP DATA SEISMIK PERAIRAN WAIGEO

ENHANCEMENT OF SEISMIC SECTION USING COMMON REFLECTION SURFACE : APPLICATION TO SEISMIC DATA, WAIGEO WATERS

Subarsyah dan Yulinar Firdaus

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No. 236 Bandung-40174

Diterima : 15-04-2014, Disetujui : 27-07-2015

ABSTRAK

Kenampakan struktur geologi dan kontinuitas reflektor pada penampang seismik seringkali tidak teridentifikasi ketika data seismik di *stack* menggunakan metode *stacking* konvensional, terutama untuk data dengan jumlah *fold coverage* yang kecil. Data seismik Puslitbang Geologi Kelautan yang diperoleh pada Mei 2015, di Perairan Timur Pulau Waigeo, memiliki *fold coverage* yang relatif rendah sekitar 20. Untuk meningkatkan kualitas penampang seismik pada data ini perlu diterapkan metode *Common Reflection Surface (CRS)* sehingga interpretasi struktur geologi lebih mudah dan kontinuitas reflektor lebih baik. Metode ini diaplikasikan terhadap data seismik lintasan 6 dan 37. Penerapan metode *CRS* memberikan perbaikan pada citra penampang seismik terutama pada bagian *basement* akustik dan kontinuitas reflektor. Metode ini memberikan citra penampang seismik yang relatif lebih baik dibandingkan metode *stacking* konvensional karena metode *CRS* melibatkan trace seismik dari *CDP* di sekitarnya sesuai dengan besar parameter aperturnya.

Kata Kunci : *CRS Stack, CRS Attribut dan Paraxial*

ABSTRACT

Geological structure and reflector continuity on seismic section are often not clearly identified when the seismic data stacked use conventional stacking, especially seismic data with small fold coverage. Seismics data of Puslitbang Geologi Kelautan, that have been acquired on Mei 2015, in eastern part of Waigeo Island, have small number of fold coverage about 20. To enhance quality of seismic section on this data, it is necessary to apply Common Reflection Surface (CRS) method, in order to make geological structure interpretation easier dan better reflector continuity. This method applied to seismic data line 6 and 37. This application gives enhancement to seismic section especially at acoustic basement and reflector continuity. CRS method gives better seismic section than conventional stacking due to stacking process that involve seismic trace around the CDP along its aperture size.

Key Words : *CRS Stack, CRS Attribut and Paraxial*

PENDAHULUAN

Peningkatan rasio sinyal terhadap bising (*S/N ratio*) dalam citra data seismik dilakukan dengan beberapa tahapan. Dalam pengolahan data seismik salah-satunya adalah tahapan *stacking* (Yilmaz, O, 1987). Konvensional *stacking* dilakukan dengan melakukan perataan terhadap sinyal seismik dengan terlebih dahulu dilakukan koreksi *move out* baik *Normal Move Out (NMO)* ataupun *Dip Move Out (DMO)*. *Stacking* dilakukan dalam *Common Mid Point (CMP) Gather*.

Peningkatan rasio S/N akan memperjelas struktur bawah permukaan sehingga interpretasi kondisi geologi bawah permukaan dapat dilakukan dengan lebih mudah dan mengurangi kemungkinan kesalahan dalam interpretasi geologi bawah permukaan.

Asumsi *point source* dan *point reflector* dalam konvensional *stacking* kurang efektif ketika struktur bawah permukaan pada area survei relatif kompleks. Muller, dkk, 1999, mengembangkan metode untuk mengatasi kelemahan konvensional *stacking* dalam struktur geologi yang relatif

komplek. *Common Reflection Surface Stack (CRS Stack)* merupakan metode alternatif dalam menghasilkan penampang seismik zero-offset dengan rasio S/N yang lebih tinggi khususnya untuk struktur geologi yang kompleks dan data seismik dengan *fold* yang rendah, Minato. S, dkk., 2008, Kumar. L, dkk., 2008 dan Coimbra. T.A, dkk., 2015.

Pada metode *CRS* menerapkan dua tipe gelombang eigen yaitu *normal wave* dan *Normal Incident Point (NIP)*, Wong, H.Z, 2004. Konsep pembentukan muka gelombang *NIP* adalah dengan mengimajinasikan suatu sumber hipotetis yang ditempatkan pada titik R kemudian meledak dan merambat keatas sampai pada permukaan dan batas perlapisan, dimana radius muka gelombang adalah R_{NIP} dan sudut datang α . Pembentukan muka gelombang *normal wave* dengan mengimajinasikan sumber hipotetis berupa *line source* yang ditempatkan pada reflektor segmen CR, meledak dan merambat keatas sampai pada permukaan dan batas perlapisan dengan radius muka gelombang dari normal wave R_N dan sudut datang $\tilde{\alpha}$ (gambar 1). Konvensional *stacking* dilakukan pada *t* race seismik yang berada pada satu titik *Common Mid Point (CMP)*, sementara *CRS stack* menjumlahkan seluruh trace seismik sepanjang segmen reflektor CR.

Pemetaan geologi dan geofisika telah dilakukan pada lembar peta 2815 dan 2816 di perairan timur Pulau Waigeo tahun 2015. Pemetaan geofisika dilakukan dengan menggunakan metode seismik dan geomagnet. Umumnya data seismik hasil pemetaan mempunyai *fold* relatif rendah yang bervariasi antara 9 – 15. Metode konvensional *stacking* dengan *fold* yang rendah tidak akan memberikan citra penampang seismik yang optimal.

Metode *CRS* sudah dikembangkan Muller, dkk., 1999, metode ini sangat baik untuk diaplikasikan terhadap data seismik dengan *fold* yang rendah oleh karenanya penulis bermaksud menerapkan metode *CRS stack* untuk diaplikasikan terhadap data ini sehingga akan meningkatkan rasio S/N khususnya untuk lintasan 06 dan 37 (Gambar 2).

METODE

CRS stacking melibatkan *CMP* disekitarnya dalam prosesnya, *stacking* akan dilakukan untuk setiap *CMP* sepanjang reflektor C_R (Gambar 3). Persamaan yang digunakan dalam *CRS stacking*

berdasarkan pada teori pendekatan paraxial yang merupakan turunan kedua persamaan waktu tempuh paraxial seperti terlihat pada persamaan 1 (Hoch dkk., 1999).

$$t^2(x_m, h) = \left(t_0 + \frac{2 \sin \alpha}{v_0} (x_m - x_0) \right)^2 + \frac{2 t_0 \cos^2 \alpha}{v_0} \left(\frac{(x_m - x_0)^2}{R_N} + \frac{h^2}{R_{NIP}} \right) \quad (1)$$

Gambar 3 memperlihatkan suatu reflektor bawah permukaan pada bagian bawah sementara bagian atas memperlihatkan kurva waktu tempuh dari *Common-Offset (CO)*, trayektori dari reflektor R dan permukaan *CRS move out* yang terbentang sepanjang (X_m, h, t) . Persamaan konvensional *stacking* sangat bergantung pada pencarian parameter penting yaitu kecepatan *NMO*, sementara proses *CRS stacking* bergantung pada tiga parameter atau operator penting yang meliputi α , R_N dan R_{NIP} (Hubral, 1983). Pencarian tiga operator yang kemudian dikenal dengan tiga atribut *CRS* dilakukan dengan algoritma optimasi pencarian (Jager, dkk., 2001 dan Muller, 2009). Tiga tahapan dalam algoritma pencarian operator *CRS*, tahapan pertama merupakan otomatis *Common Mid Point (CMP)* yang identik dengan konvensional *stack* dan mencari parameter

Pencarian tiga parameter diatas diperoleh dengan tiga persamaan tambahan dari persamaan satu, seperti terlihat dibawah ini :

$$t^2(x_m, h) = (t_0)^2 + \frac{2 t_0 \cos^2 \alpha}{v_0} \left(\frac{h^2}{R_{NIP}} \right) \quad (2)$$

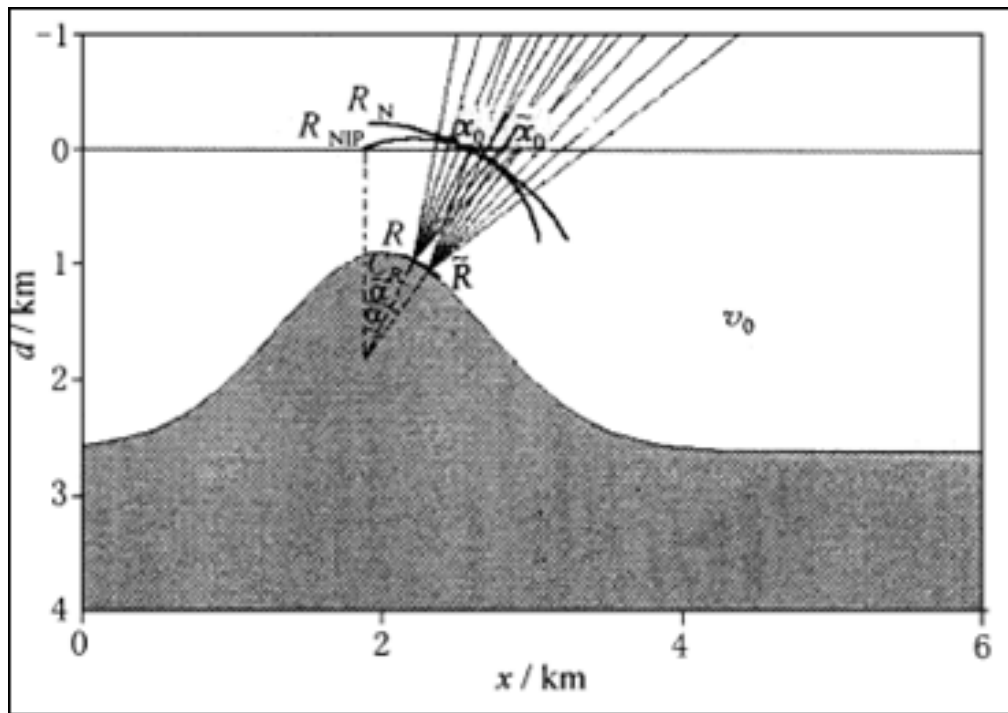
Persamaan dua merupakan persamaan satu yang terbentuk ketika $X_m = X_0$, ini terjadi ketika semua *trace* terkoreksi *NMO*. Persamaan berikutnya adalah persamaan satu dengan $R = \infty$, merupakan asumsi untuk linear *Zero Offset (ZO) stack*.

$$t(x_m, h) = t_0 + \frac{2 \sin \alpha}{v_0} (x_m - x_0) \quad (3)$$

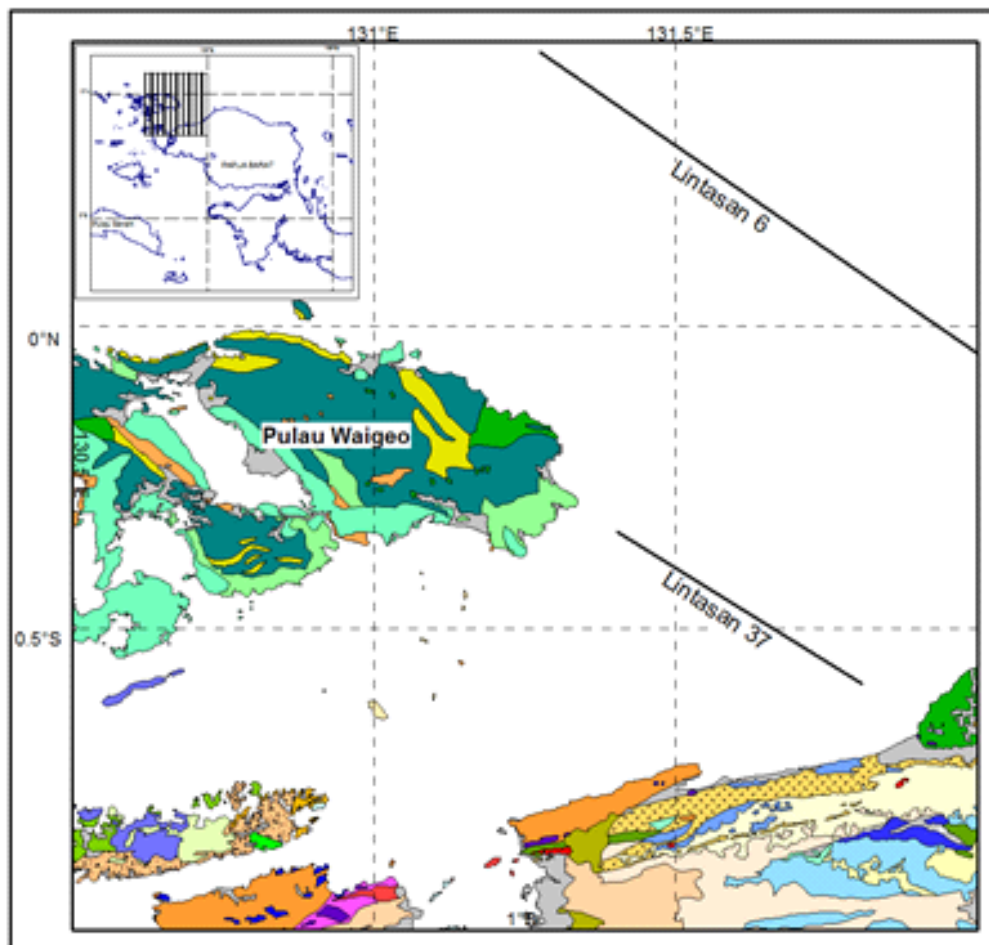
Persamaan ke empat merupakan operator *ZO stack* dengan $h=0$,

$$t^2(x_m, h) = \left(t_0 + \frac{2 \sin \alpha}{v_0} (x_m - x_0) \right)^2 + \frac{2 t_0 \cos^2 \alpha}{v_0} \left(\frac{(x_m - x_0)^2}{R_N} \right) \quad (4)$$

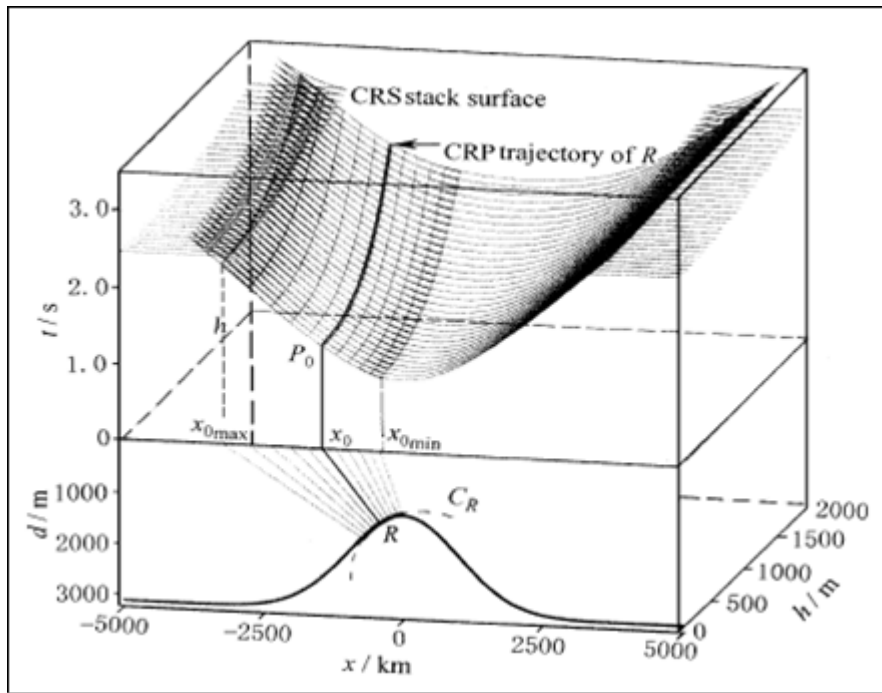
Tahapan pengolahan dari metode *CRS stack* terlihat pada Gambar 4, seperti terlihat pada tahapan optimasi yang dilakukan adalah menganalisa koherensi amplitudo dari ketiga parameter *CRS*, dengan persamaan koherensi pada persamaan 5.



Gambar 1. Sinar gelombang Zero-Offset (ZO) dari R dan \bar{R} , muka gelombang berdasarkan *eigen wave*



Gambar 2. Lintasan seismik perairan timur Pulau Waigeo.



Gambar 3. Permukaan *CRS stack* dari segmen reflektor C_R

$$S(\alpha, R_{NIP}, R_N, X_0, t_0) = \frac{\sum_{j=k(\hat{t})-w/2}^{k(\hat{t})+w/2} (\sum_{i=1}^M f_{i,j}(i))^2}{M \sum_{j=k(\hat{t})-w/2}^{k(\hat{t})+w/2} \sum_{i=1}^M f_{i,j}(i)^2} \quad (5)$$

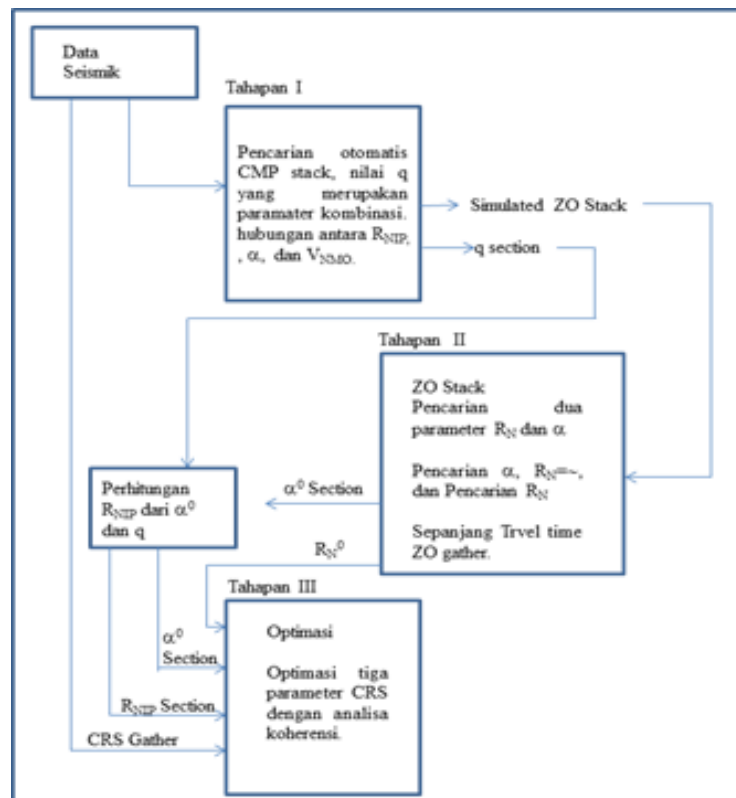
sebelum penerapan metode *Common Reflection Surface (CRS) stack* tidak mengalami perubahan yang signifikan dibandingkan dengan dengan metode konvensional *stack*. Hal ini bisa dipahami

$f_{i,j}$ merupakan amplitudo ke j dalam sampel waktu pada *trace* ke i sepanjang M *trace* yang digunakan untuk *CRS Stack*, sedangkan 'w' panjang window yang digunakan.

Tahapan pengolahan data yang dilakukan sebelum diaplikasikan *CRS stack* relatif sama dengan konvensional *stacking* mulai dari geometri, editing dan filtering, dekonvolusi, selanjutnya mulai dari tahapan *velocity analysis* dan *CRS stacking* seperti terlihat pada Gambar 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan metode *CRS stack* pada data seismik perairan timur Pulau Waigeo memperlihatkan bahwa hasil dari *CRS stack* dibandingkan dengan hasil konvensional *stack*, penampang seismik memiliki kontinuitas reflektor lebih baik dengan rasio S/N yang lebih tinggi. Struktur sesar yang teridentifikasi pada lintasan 06 (Gambar 5) pada perlapisan sedimen yang relatif datar, setelah dan



Gambar 4. Diagram alir pengolahan data *CRS*

karena dengan bentuk perlapisan yang relatif datar tidak ada perubahan reflektor yang signifikan untuk setiap *Common Mid Point (CMP)*.

Sekuen seismik dibawah perlapisan sedimen berupa basemen akustik pada lintasan 06 memperlihatkan perubahan signifikan dengan bentuk reflektor menjadi lebih jelas setelah penerapan metode *CRS stack*, sehingga secara lateral pada lintasan ini resolusinya meningkat (Gambar 5).

Kontinuitas reflektor terlihat juga pada lintasan 37 setelah diterapkan metode *CRS stack* (Gambar 6), baik pada perlapisan sedimen di sekitar permukaan dasar laut, maupun pada perlapisan *Bottom Simulated Reflector (BSR)*. pada bagian tengah dari penampang seismik terlihat pula reflektor dengan kontras amplitudo cukup besar dibandingkan disekitarnya.

Citra penampang seismik pada lintasan 37 ini pun terlihat lebih bersih sehingga reflektor yang teridentifikasi relatif lebih jelas. Hal tersebut merupakan indikasi bahwa penerapan *CRS stack* pada penampang seismik akan memberikan hasil dengan S/N rasio yang lebih tinggi atau memberikan citra penampang seismik yang lebih baik (Henke, C. dan Hassan, A., 2015, Moeck, I., dkk, 2015).

Stacking pada kumpulan *CRS* melibatkan *trace* seismik dari *CMP* gather di sekitarnya sepanjang segmen reflektor hal ini tentu akan menguatkan amplitudo reflektor pada area reflektor yang membentuk kurva tertentu, sehingga reflektor akan menjadi lebih kuat dan memiliki kontinuitas lebih baik dibandingkan dengan *stacking* konvensional.

Even seismik berupa difraksi setelah penerapan *CRS stacking* juga mempunyai reflektor yang lebih jelas, sebaiknya artefak yang muncul pada penampang seismik terlebih dahulu direduksi sebelum dilakukan metode *CRS stacking*

Data hasil pemetaan geologi yang mempunyai *fold* yang rendah bila diaplikasikan metode *CRS Stack* akan memperlihatkan citra penampang seismik yang lebih baik terutama memperbaiki kontinuitas reflektor serta mempertegas struktur geologi. Namun sebelum tahapan ini sebaiknya *filtering* terhadap keberadaan gangguan ataupun *artefak* sudah diaplikasikan terlebih dahulu, karena seperti halnya sinyal, *noise* pun akan diperkuat keberadaannya dengan metode ini.

KESIMPULAN

Penerapan metode *CRS stacking* memberikan penampang seismik dengan rasio S/N yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan konvensional *stacking*. Reflektor seismik umumnya menjadi lebih jelas dan kontinuitas yang lebih baik. Metode *CRS* ini melibatkan *CMP* di sepanjang segmen reflektor sehingga memperjelas reflektor beserta kontinuitasnya.

Artefak atau gangguan seperti difraksi relatif akan dipertegas keberadaannya setelah diaplikasikan *CRS stacking* sehingga perlu dilakukan reduksi terlebih dahulu sebelum diterapkan metode ini.

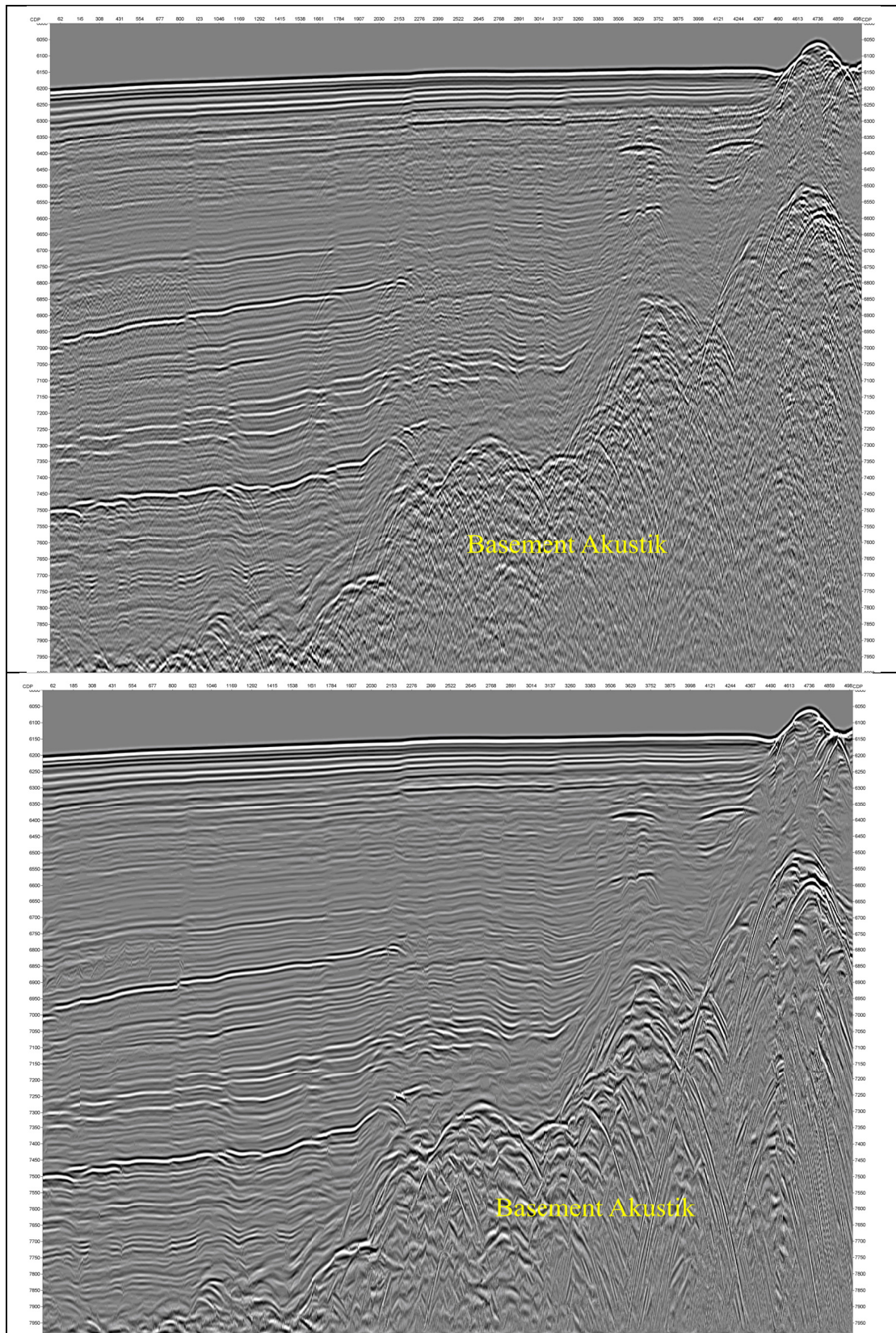
Metode ini sangat efektif untuk diterapkan pada data dengan *fold coverage* yang rendah dalam memperbaiki citra penampang seismik terkait dengan kontinuitas reflektor ataupun struktur geologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

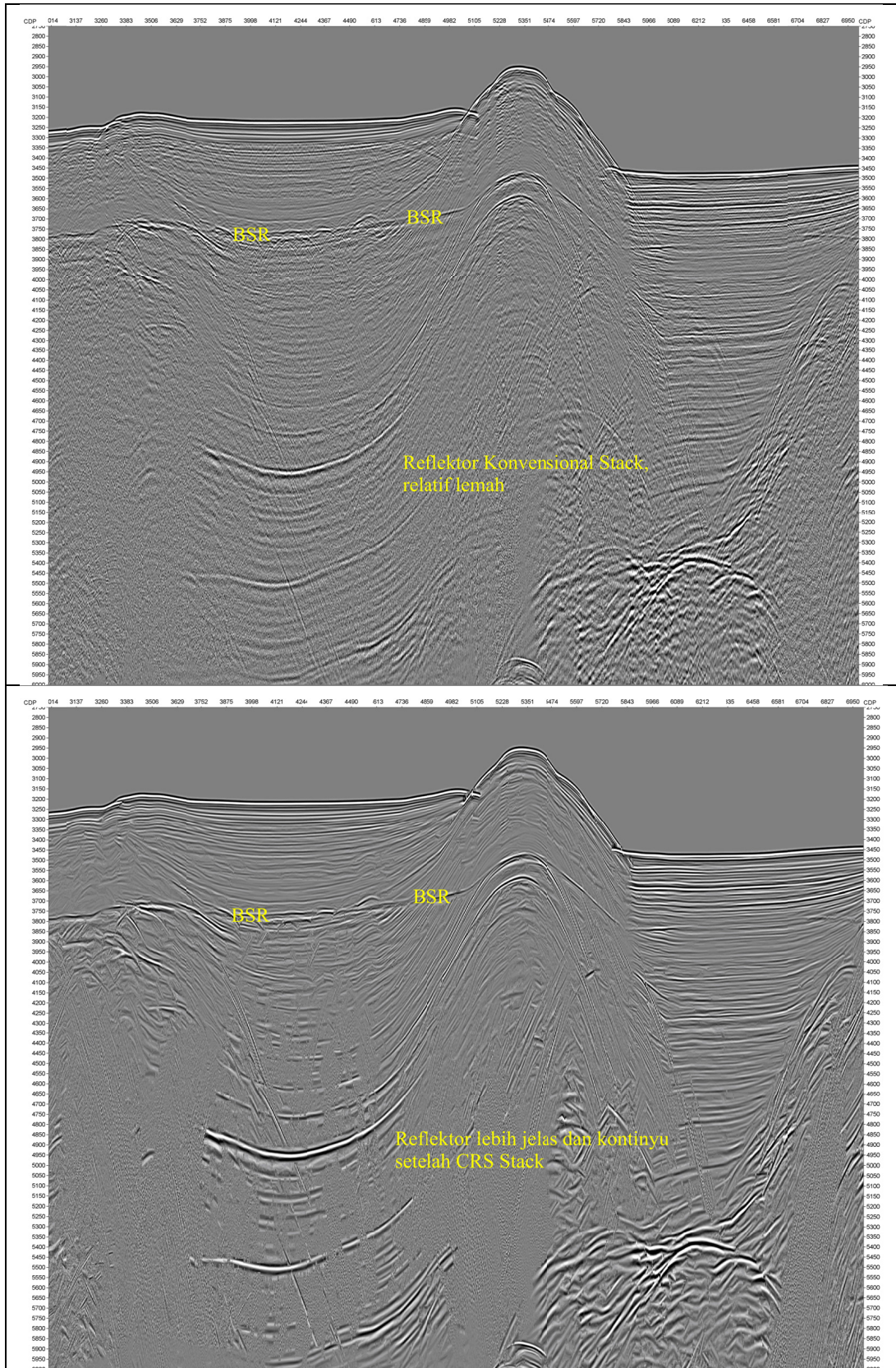
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kapus Litbang Geologi Kelautan Bapak DR. Ir. Ediar Usman, M,T, Bapak Ir. Mustafa Hanafi, M.Si selaku Koordinator Kelompok Pelaksana Litbang Pemetaan Geologi Kelautan dalam kegiatan pemetaan geologi dan geofisika kelautan di Perairan Timur Pulau Waigeo. Juga kepada rekan-rekan lainnya yang tidak mungkin disebutkan namanya satu per satu.

DAFTAR ACUAN

- Coimbra. T. A, Faccipieri. J.H, Gelius. L.J., and Tygel. M. 2015. Enhancement of Stacked Section Using ZO CRS Stack. *Fourteenth International Congress of The Brazilian Geophysic Society*.
- Henke, C. And Hassan, A., 2015. A Geophysical Workflow for Effective Prospect Assessment – A Case Study from Gas Exploration Onshore Nile Delta, Egypt. 77th *EAGE Conference & Exhibition*, Madrid IFEMA, Spain.
- Höcht, G., de Bazelaire, E., Majer, P., and Hubral, P., 1999, Seismics and Optics: Hyperbolae and Curvatures: *Journal of Applied Geophysics*, 42,261–281. doi:10.1016/S0926-9851(99)00040-3.
- Hubral, P., 1983. Computing true amplitude reflections in a laterally inhomogeneous earth: *Geophysics*, 48, 1051–1062. doi:10.1190/1.1441528.



Gambar 5. (atas) Penampang seismik hasil konvensional stack dan (bawah) hasil CRS stack, lintasan 6



Gambar 6. (atas) Penampang seismik hasil konvensional stack dan (bawah) hasil CRS stack, lintasan 37

- Jäger, R., Mann, J., Höcht, G., and Hubral, P., 2001, Common-reflectionsurface stack: image and attributes: *Geophysics*, 66,97–109. doi:10.1190/1.1444927
- Kumar. L., and Sinha. D.P, 2008. From CMP to CRS - An Overview of Stacking Techniques of Seismic Data. 7th Biennial International Conference and Exposition on Petroleum *Geophysics*. P.414.
- Minato. S, Tsuji. T, Matsuoka. T, Nishizaka. N., and Ikeda. M. 2008. Global Optimisation by Simulated Annealing for Common Reflection Surface Stacking and Its Application to Low-Fold Marine Data in Southwest Japan, *Exploration Geophysics*.
- Moeck, I., Stiller, M., Pussak, M., Meinert, P., Bauer, K., Schurmann, S.B, and Hauptmann, M., 2015. Geothermal Exploration in Megacities : Results from Reflection Seismic Surveying in Berlin (Germany), *Proceedings World Geothermal Congress*, Melbourne, Australia.
- Müller, T., 1999. *The Common Reflection Surface Stack Method: Seismic Imaging Without Explicit Knowledge of The Velocity Model*, PhD Thesis, University of Karlsruhe.
- Müller, N., 2009. Treatment of Conflicting Dips in The 3D Common-Reflection Surface Stack: *Geophysical Prospecting*, 57, 981–995. doi:10.1111/j.1365-2478.2009.00803.x.
- Wang. H.Z, Yang. K., and Ma. Z.T, 2004. Applied Theory and Practice on Common Reflection Surface Stack. *Chinese Journal of Geophysics*. P.155-161.
- Yilmaz, O.,2001. *Seismic Data Analysis: Processing, Inversion and Interpretation of Seismic Data Volume I*. SEG Books, 2nd ed.