

APLIKASI METODE *SURFACE CONSISTENT DECONVOLUTION* PADA DATA SEISMIK LAUT DANGKAL 2D DI PERAIRAN WAIPOGA, PAPUA

APPLICATION OF SURFACE CONSISTENT DECONVOLUTION METHOD ON 2D SHALLOW SEISMIC DATA IN WAIPOGA WATER, PAPUA

Siti N. Winjaniatun^{1*}, Henry M. Manik², & Tumpal B. Nainggolan³

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

³Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung, 40174, Indonesia

*E-mail: sitinovriantiw@gmail.com

ABSTRACT

The seismic data generated during the acquisition contain complex wavelets and noise such as multiple which results in decreasing temporal resolution of the seismic section. This study aims to compare the application of Surface Consistent Deconvolution (SCD) and predictive deconvolution methods in increasing temporal resolution of seismic sections in 2D shallow water seismic data line C12, C21 and L18 of Waipoga Waters, Papua. This research applies SCD and predictive deconvolution methods. Surface Consistent Deconvolution is applied by decomposing seismic wavelets into source, receiver, offset and midpoint, while predictive deconvolution is applied by making predictions from seismic traces that containing short periods multiple. The seismic sections produced in this study show that the application of both predictive deconvolution methods and SCD can eliminate short-period multiple that found in seismic sections. The Surface Consistent Deconvolution method provides better results in increasing the temporal resolution of seismic sections than predictive deconvolution methods. These results are achieved because SCD method provides better results in compressing the wavelets, increasing the continuity of layers and sharpening the reflectors.

Keywords: *deconvolution, predictive deconvolution, surface consistent deconvolution, temporal resolution*

ABSTRAK

Data seismik yang dihasilkan saat akuisisi mengandung *wavelet* yang kompleks dan derau seperti multipel yang mengakibatkan menurunnya resolusi temporal penampang seismik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan penerapan metode *Surface Consistent Deconvolution* (SCD) dan dekonvolusi prediktif dalam meningkatkan resolusi temporal penampang seismik pada data seismik laut dangkal 2D lintasan C12, C21 dan L18 di Perairan Waipoga, Papua. Penelitian ini menerapkan metode SCD dan dekonvolusi prediktif. *Surface consistent deconvolution* dilakukan dengan mendekomposisikan *wavelet* seismik menjadi sumber, penerima, *offset* dan *midpoint*, sedangkan dekonvolusi prediktif dilakukan dengan membuat prediksi dari tras seismik yang mengandung multipel periode pendek. Penampang seismik yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode dekonvolusi prediktif maupun SCD dapat menghilangkan multipel periode pendek yang terdapat pada penampang seismik. Metode SCD memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan resolusi temporal penampang seismik dibandingkan metode dekonvolusi prediktif. Hal tersebut dikarenakan metode SCD memberikan hasil yang lebih baik dalam memampatkan *wavelet*, meningkatkan kontinuitas lapisan dan mempertajam reflektor.

Kata kunci: dekonvolusi, dekonvolusi prediktif, *surface consistent deconvolution*, resolusi temporal

I. PENDAHULUAN

Eksplorasi sumber daya energi dan mineral yang ada di laut dapat dilakukan dengan menggunakan metode seismik refleksi. Metode seismik refleksi menggunakan prinsip penjalaran gelombang suara pada suatu medium untuk mengetahui kandungan mineral, minyak bumi dan gas bumi yang ada di laut. Terdapat tiga bagian penting dari seismik refleksi, yaitu akuisisi data, pemrosesan data, dan interpretasi data seismik (Chintia *et al.*, 2017). Data seismik yang dihasilkan saat akuisisi data mengandung beberapa *wavelet* yang kompleks dan panjang. *Wavelet* harus dimampatkan karena *wavelet* yang kompleks dan panjang dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan *wavelet* tersebut untuk membedakan lapisan geologi yang ada di dalam bumi (Chopra & Castagna, 2014). Oleh karena itu, dekonvolusi sangat perlu dilakukan yang dalam prosesnya dapat memampatkan *wavelet* dan menghilangkan multipel periode pendek sehingga dapat meningkatkan resolusi temporal penampang seismik.

Dekonvolusi adalah suatu proses penting dalam pengolahan data seismik untuk menghilangkan efek filter bumi pada gelombang sumber dengan menggunakan operasi kebalikan dari konvolusi (Romauli *et al.*, 2016). Metode dekonvolusi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode dekonvolusi prediktif dan *Surface Consistent Deconvolution (SCD)*. Dekonvolusi prediktif adalah suatu proses dekonvolusi yang dilakukan dengan membuat prediksi dari tras seismik yang mengandung multipel periode pendek (Arifudin *et al.*, 2015). *Surface consistent deconvolution* adalah salah satu jenis dekonvolusi yang dapat mendekomposisikan *wavelet* seismik menjadi sumber, penerima, *offset*, dan *midpoint*. Metode SCD telah terbukti dapat memampatkan *wavelet* secara maksimal sehingga dapat meningkatkan resolusi temporal penampang seismik (Millar &

Bancroft, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil penampang seismik refleksi dengan penerapan metode dekonvolusi prediktif dan SCD, serta membuktikan bahwa metode SCD memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan resolusi temporal penampang seismik pada data seismik laut dangkal 2D di Perairan Waipoga.

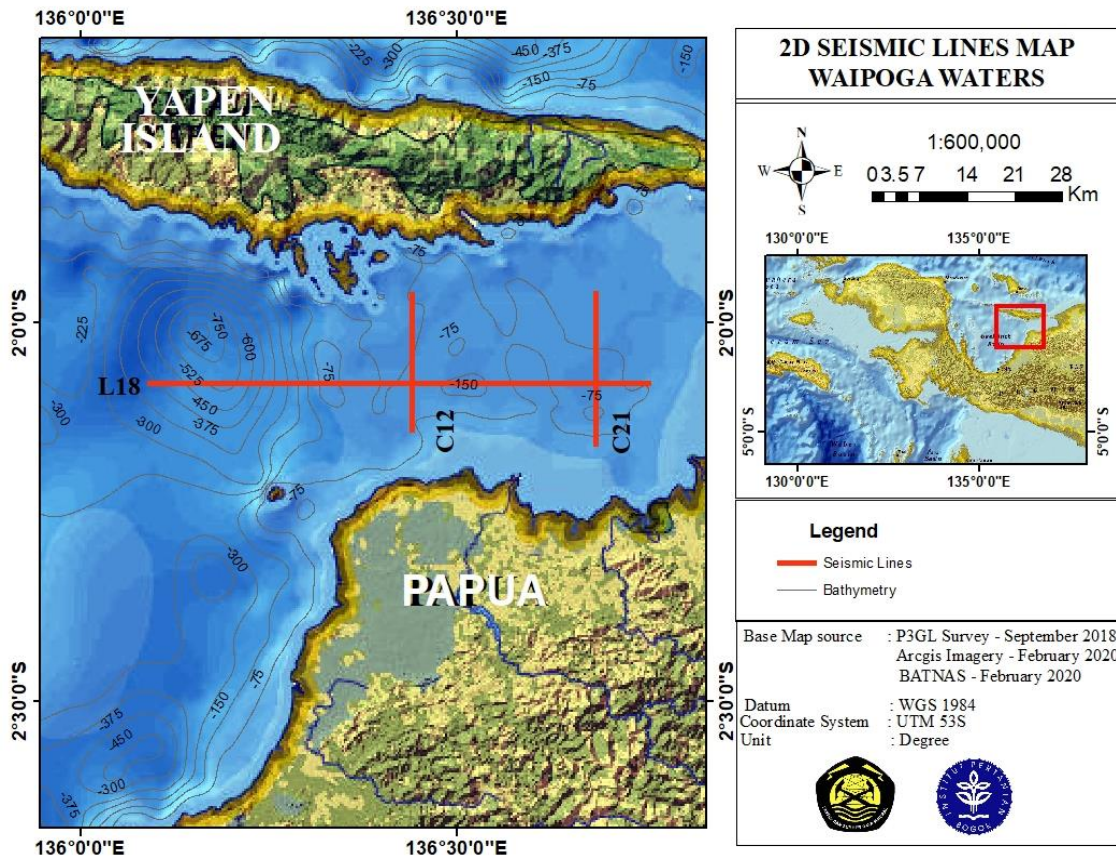
II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Akuisisi data dilakukan pada tahun 2018 oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) menggunakan Kapal Riset GEOMARIN III dengan lokasi penelitian berada di Perairan Waipoga, Papua. Tiga lintasan seismik yaitu lintasan C12, C21 dan L18 diolah lebih lanjut menggunakan aplikasi ProMAX untuk membandingkan hasil penampang seismik refleksi dengan penerapan metode dekonvolusi prediktif dan SCD, serta membuktikan bahwa metode SCD memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan resolusi temporal penampang seismik. Peta lokasi dan lintasan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.

2.2. Dekonvolusi Prediktif

Dekonvolusi prediktif adalah salah satu jenis dekonvolusi yang dapat memprediksi tras seismik yang mengandung multipel periode pendek kemudian dihilangkan. Apabila multipel periode pendek berhasil dihilangkan dan derau berhasil ditekan, maka hal ini dapat meningkatkan resolusi temporal penampang seismik (Romauli *et al.*, 2016). Terdapat dua parameter penting dalam dekonvolusi prediktif yaitu *prediction distance* dan *operator length*. Penentuan parameter *prediction distance* dan *operator length* dengan benar dapat menghilangkan multipel periode pendek secara maksimal (Chintia *et al.*, 2017). Penentuan kedua parameter tersebut dilakukan melalui analisis



Gambar 1. Peta garis seismik di Perairan Waipoga, Papua.
 Figure 1. Seismic line map in Waipoga Waters, Papua.

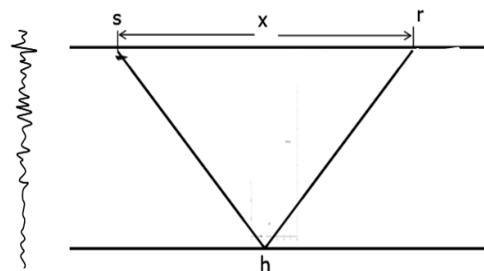
autokorelasi. Autokorelasi adalah suatu proses korelasi bentuk gelombang terhadap dirinya sendiri, yang berguna untuk identifikasi sinyal refleksi yang berulang secara teratur atau multipel (Kearey *et al.*, 2002).

2.3. Surface Consistent Deconvolution (SCD)

Surface Consistent Deconvolution (SCD) adalah salah satu jenis dekonvolusi yang dapat mendekomposisikan *wavelet* seismik menjadi sumber, penerima, *offset*, dan *midpoint* (Montana *et al.*, 2006). Berdasarkan 4 faktor terkait SCD yaitu sumber, penerima, *offset* dan *midpoint* didapatkan perumusan SCD sebagai berikut (Taner & Koehler, 1981).

$$T(\omega) = s(\omega) * r(\omega) * x(\omega) * h(\omega) \dots (1)$$

Tras seismik dapat diilustrasikan pada Gambar 2 yang merupakan hasil dari konvolusi 4 komponen, yaitu sumber (s), penerima (r), *offset* (x), dan *midpoint* (h) (Montana *et al.*, 2006).



Gambar 2. Model dekonvolusi permukaan yang konsisten untuk jejak seismik (Montana *et al.*, 2006).

Figure 2. Surface consistent deconvolution model for the seismic trace (Montana *et al.*, 2006).

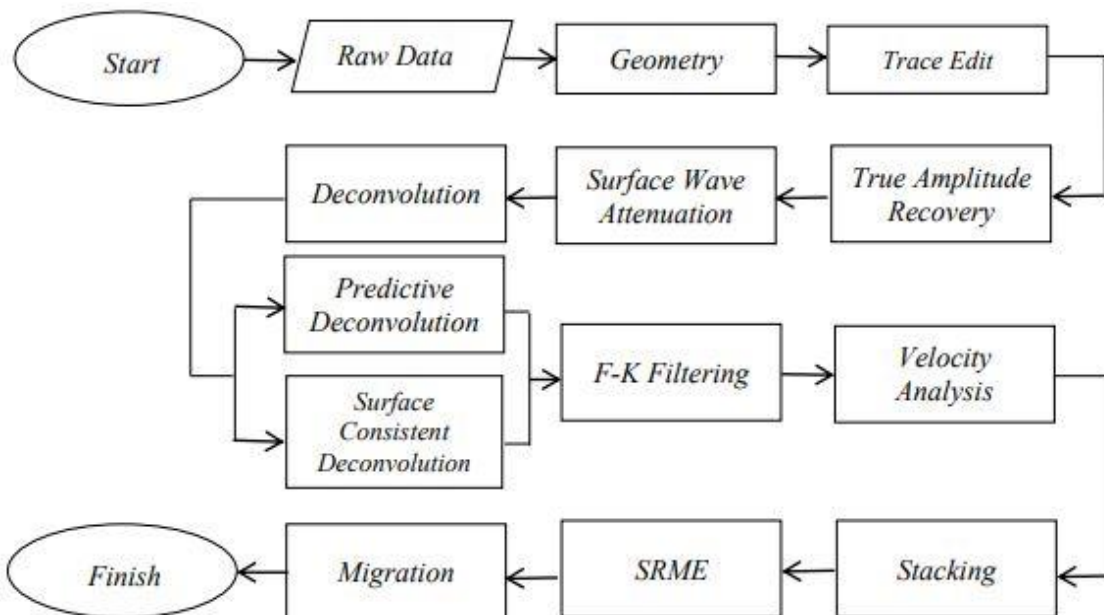
2.4. Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data meliputi prapemrosesan dan pemrosesan data seismik. Tahapan prapemrosesan meliputi *input data*, *geometry*, *trace edit*, *true amplitude recovery* dan *denoising*, *surface wave attenuation*, dan dekonvolusi. Tahapan pemrosesan meliputi *F-K filtering*, analisis kecepatan, *stacking*, *Surface Related Multiple Elimination* (SRME) dan migrasi. Proses pengolahan data penelitian dilakukan dengan mengikuti tahapan yang ada pada Gambar 3.

Prapemrosesan data diawali dengan proses input data dengan lintasan yang sudah ditentukan ke dalam perangkat lunak ProMAX. Data seismik yang digunakan memiliki format yang sesuai dengan standar *Society of Exploration Geophysicists* (SEG), yaitu format SEG-D. Data seismik tersebut kemudian dilakukan proses *demultiplex*. Selanjutnya, dilakukan proses geometri dengan memasukkan parameter akuisisi data meliputi *shot point*, *shot interval*, *group interval*, *active channel*, *near/minimum offset*, *nominal source depth*, *nominal receiver depth*, dan *sail line azimuth* ke dalam data yang sedang diolah pada

perangkat lunak ProMAX. Parameter yang digunakan pada tahapan *geometry* dapat dilihat pada Tabel 1. Tahapan ketiga yaitu *trace edit* yang memiliki tujuan untuk menghilangkan tras seismik yang buruk atau data yang tidak diinginkan. *Trace edit* dilakukan dengan melakukan *trace muting*, *trace length* dan *bandpas filtering*. Tahapan keempat yaitu proses *True Amplitude Recovery* (TAR) dan *denoising* untuk mengembalikan energi yang hilang dan memperkuat sinyal seismik, sehingga data seismik yang dihasilkan menjadi lebih jelas. Proses TAR tidak hanya memperkuat sinyal seismik, tapi juga memperkuat derau. Oleh sebab itu perlu dilakukan *surface wave attenuation* untuk menghilangkan atau melemahkan gelombang permukaan pada data seismik.

Tahapan selanjutnya yaitu proses dekonvolusi, yang dalam penelitian ini menggunakan dekonvolusi prediktif dan SCD. Dekonvolusi prediktif dilakukan dengan menganalisis autokorelasi sehingga didapatkan parameter *prediction distance* dan *operator length*. *Surface consistent deconvolution* dilakukan dengan



Gambar 3. Diagram alir pengolahan data seismik.
Figure 3. Flow chart of seismic data processing.

Tabel 1. Parameter akuisisi garis data seismik lapangan C12, C21 dan L18.
 Table 1. Acquisition parameters of field seismic data line C12, C21 and L18.

| Acquisition parameters | Unit | C12 | C21 | L18 |
|------------------------|------|-------|-------|-------|
| Shot Point | - | 840 | 894 | 2945 |
| Shot Interval | m | 25 | 25 | 25 |
| Group Interval | m | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| Active Channel | - | 1-120 | 1-120 | 1-120 |
| Near/Minimum Offset | m | 75 | 75 | 75 |
| Nominal Source Depth | m | 8 | 8 | 8 |
| Nominal Receiver Depth | m | 9 | 9 | 9 |
| Sail Line Azimuth | ° | 0 | 180 | 270 |

mendekomposisikan *wavelet* seismik menjadi sumber, penerima, *offset*, dan *midpoint*.

Selanjutnya dilakukan pemrosesan data seismik yang terdiri dari F-K *filtering*, analisis kecepatan, *stacking*, SRME, dan migrasi. F-K *filtering* digunakan untuk memisahkan derau dan sinyal data seismik dalam domain frekuensi dan domain bilangan gelombang (Panjaitan *et al.*, 2019). Kemudian dilakukan analisis kecepatan untuk memperoleh informasi nilai kecepatan yang akan digunakan dalam proses *stacking* dan migrasi. Metode analisis kecepatan yang digunakan yaitu metode *semblance*. Tahapan pengolahan data berikutnya yaitu *stacking* untuk menggabungkan tras seismik berdasarkan CDP menjadi satu penampang seismik. Kemudian dilakukan SRME untuk menghilangkan multipel yang ada pada penampang seismik. Tahapan terakhir yaitu migrasi yang dilakukan untuk mengembalikan posisi reflektor pada kedalaman dan kemiringan sebenarnya. Proses migrasi yang digunakan ini yaitu migrasi Kirchhoff.

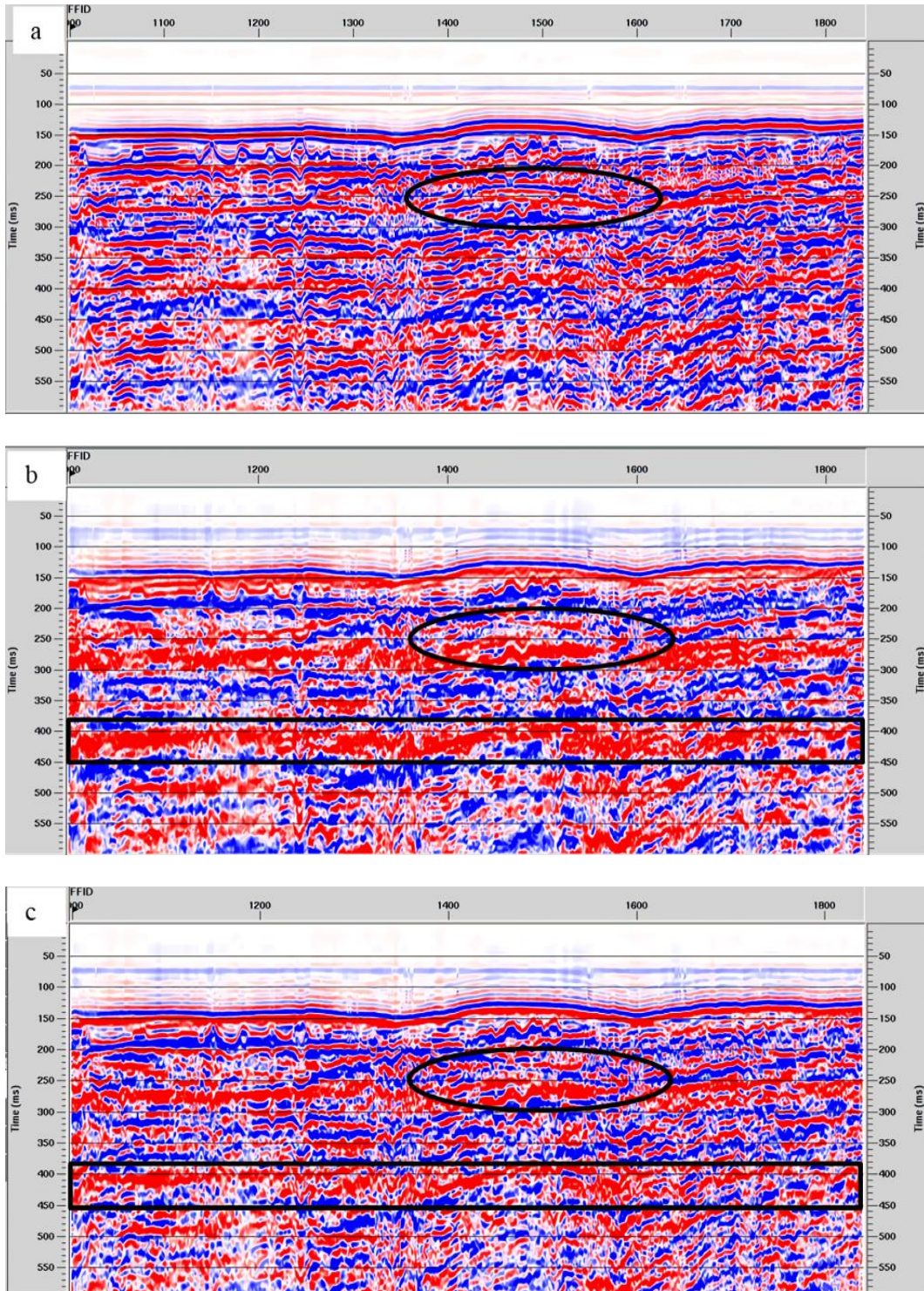
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Dekonvolusi

Dekonvolusi diterapkan pada data seismik untuk memampatkan *wavelet* dan menghilangkan multipel periode pendek yang ada sehingga dapat meningkatkan resolusi temporal penampang seismik (Yilmaz, 2001). Multipel periode pendek

adalah salah satu jenis multipel yang menggambarkan dekat dengan sinyal gelombang primer, hal ini dikarenakan multipel tersebut memiliki waktu tiba gelombang yang terlambat sedikit dari waktu tiba sinyal gelombang primer (Andradit *et al.*, 2018). Gambar 4a menunjukkan penampang seismik sebelum dekonvolusi, Gambar 4b sesudah dekonvolusi prediktif dan Gambar 4c sesudah SCD pada lintasan C12 yang telah diperbesar. Lingkaran berwarna hitam pada Gambar 4 menunjukkan multipel periode pendek yang terlihat jelas pada TWT 200-300 ms penampang seismik sebelum dekonvolusi (Gambar 4a) dan berhasil dihilangkan pada penampang seismik menggunakan metode dekonvolusi prediktif (Gambar 4b) dan SCD (Gambar 4c). Penampang seismik yang telah diperbesar menunjukkan hasil bahwa metode SCD memiliki *wavelet* dengan bentuk yang lebih mampat daripada metode dekonvolusi prediktif. Hal tersebut dapat dilihat pada kotak berwarna hitam Gambar 4 pada *wavelet* TWT 400-450 ms. Penampang seismik yang didapatkan dari metode SCD memiliki *wavelet* yang lebih termampatkan dengan baik, karena metode ini mampu melakukan analisis autokorelasi dan mendekomposisikan data menjadi 4 komponen (sumber, penerima, *offset* dan *midpoint*) (Millar & Bancroft, 2006).

Penampang seismik setelah dekonvolusi prediktif (Gambar 5a) jika dibandingkan dengan penampang seismik

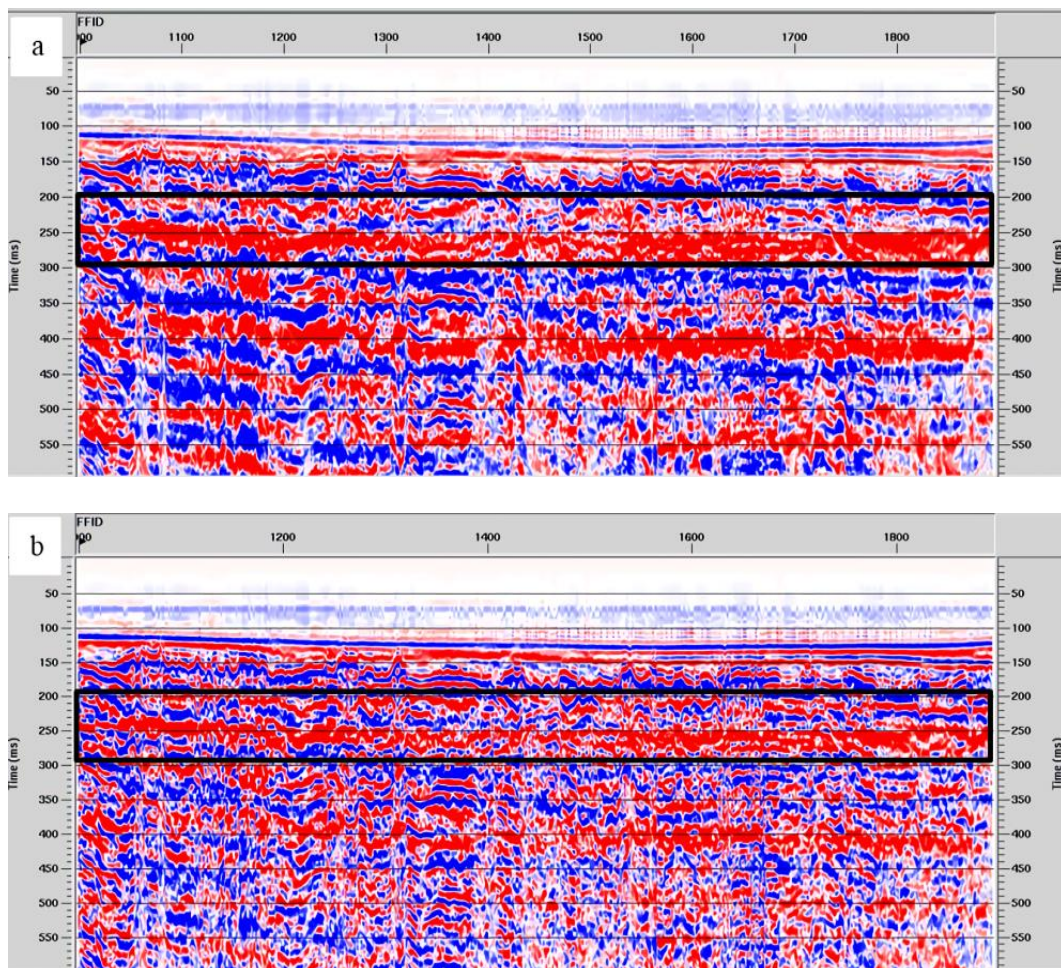


Gambar 4. Tampilan zoom pada baris C12 sebelum dekonvolusi (a), setelah dekonvolusi prediktif (b) dan setelah SCD (c). Lingkaran hitam menunjukkan kelipatan jangka pendek yang berhasil dihapus. Kotak hitam menunjukkan perbandingan wavelet terkompresi.

Figure 4. Zoom view in line C12 before deconvolution (a), after predictive deconvolution (b) and after SCD (c). Black circle shows the short-period multiple that was successfully removed. Black box shows the comparison of compressed wavelet.

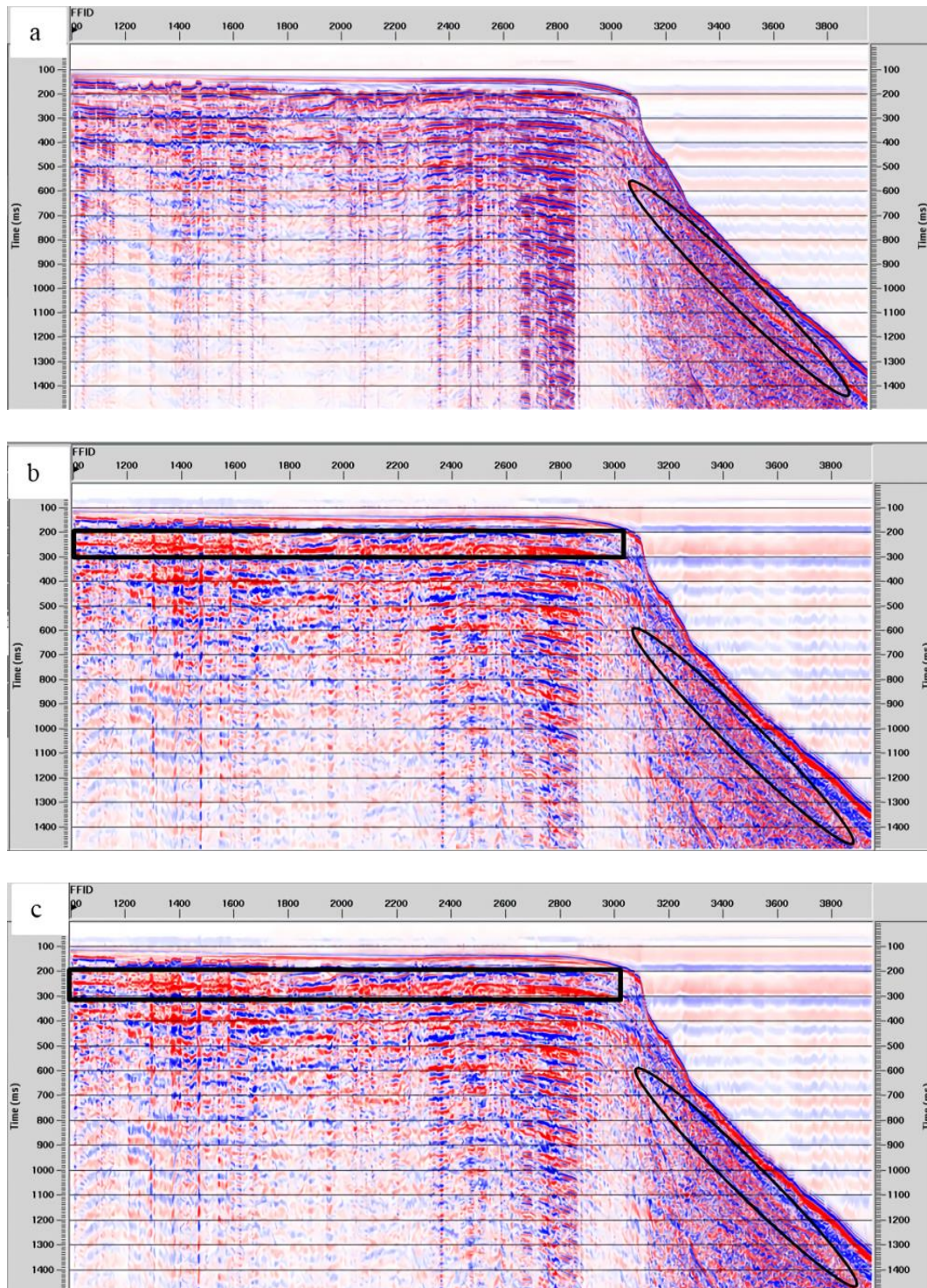
setelah SCD (Gambar 5b) pada lintasan C21 menunjukkan hasil penerapan SCD lebih mampu dalam memampatkan *wavelet*. Hal tersebut terlihat jelas pada TWT 200-300 ms dalam kotak berwarna hitam Gambar 5 yang menunjukkan *wavelet* pada penampang SCD lebih mampat. Pada lintasan C21 tidak terdapat multipel periode pendek. Hal ini dikarenakan tidak adanya multipel periode pendek yang terekam oleh penerima selama akuisisi data. Gambar 6a menunjukkan penampang seismik sebelum dilakukan dekonvolusi, sedangkan Gambar 6b setelah dilakukan dekonvolusi prediktif dan Gambar 6c setelah dilakukan SCD pada lintasan L18 yang telah diperbesar. Lintasan L18

terdeteksi mempunyai multipel periode pendek. Lingkaran berwarna hitam pada Gambar 6 menunjukkan multipel periode pendek yang terlihat jelas pada TWT 300-1500 ms penampang seismik sebelum dekonvolusi (Gambar 6a) dan berhasil dihilangkan pada penampang seismik menggunakan metode dekonvolusi prediktif (Gambar 6b) dan SCD (Gambar 6c). Selain itu, metode SCD juga lebih mampu memampatkan *wavelet* dibandingkan dengan metode dekonvolusi prediktif. Kotak berwarna hitam pada Gambar 6 di bawah menunjukkan *wavelet* seismik pada TWT 200-300 ms yang lebih mampat dengan menggunakan metode SCD.



Gambar 5. Tampilan zoom pada garis C21 setelah dekonvolusi prediktif (a) dan setelah SCD (b). Kotak hitam menunjukkan perbandingan wavelet terkompresi.

Figure 5. Zoom view in line C21 after predictive deconvolution (a) and after SCD (b). Black box shows the comparison of compressed wavelet.



Gambar 6. Tampilan zoom pada garis L18 sebelum dekonvolusi (a), setelah dekonvolusi prediktif (b), dan setelah SCD (c). Lingkaran hitam menunjukkan kelipatan jangka pendek yang berhasil dihapus. Kotak hitam menunjukkan perbandingan wavelet terkompresi.

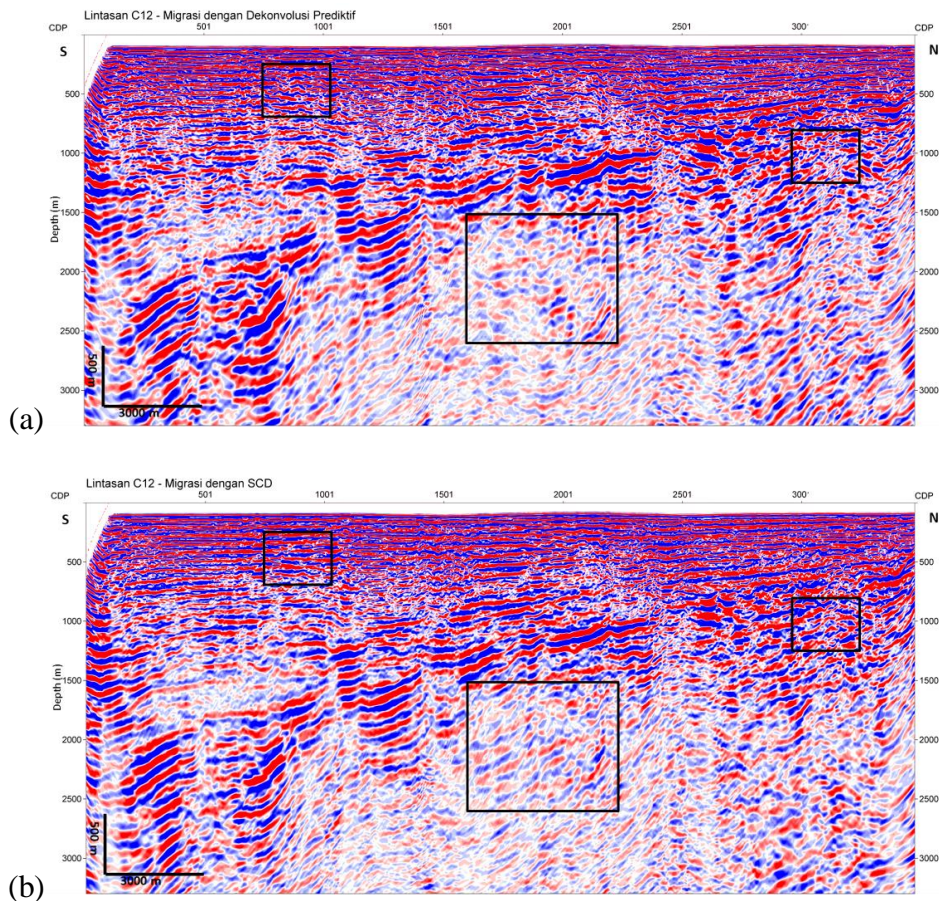
Figure 6. Zoom view in line L18 before deconvolution (a), after predictive deconvolution (b), and after SCD (c). Black circle shows the short-period multiple that was successfully removed. Black box shows the comparison of compressed wavelet.

3.2. Analisis Hasil Akhir Penampang Seismik

Langkah terakhir dalam pengolahan data seismik adalah migrasi untuk memperoleh penampang seismik yang lebih baik. Keluaran hasil migrasi dengan dekonvolusi prediktif dan migrasi dengan SCD kemudian dilakukan proses konversi dari domain waktu ke domain kedalaman. Secara umum, penampang seismik yang telah dimigrasi menunjukkan peningkatan kualitas dengan kontinuitas lapisan yang lebih baik dan reflektor yang lebih tajam akibat difraksi gelombang yang tereduksi (Sidiq *et al.*, 2019).

Penampang seismik setelah migrasi dengan dekonvolusi prediktif dan setelah migrasi dengan SCD ditunjukkan oleh

Gambar 7a dan Gambar 7b. Hasil penampang seismik dengan migrasi menggunakan SCD menunjukkan kontinuitas lapisan yang lebih baik daripada hasil penampang migrasi dengan menggunakan dekonvolusi prediktif. Kotak berwarna hitam pada Gambar 7 menunjukkan kontinuitas lapisan, hasil migrasi dengan metode SCD memiliki kontinuitas yang lebih baik dan lebih tegas. Hal tersebut sesuai dengan menurut Prakash *et al.* (1998) bahwa hasil akhir menggunakan SCD mampu menghasilkan penampang seismik dengan kontinuitas lapisan yang lebih baik. Kontinuitas lapisan yang lebih baik memberikan interpretasi yang lebih akurat sesuai dengan keadaan geologi yang sebenarnya (Nainggolan & Setiady, 2017).

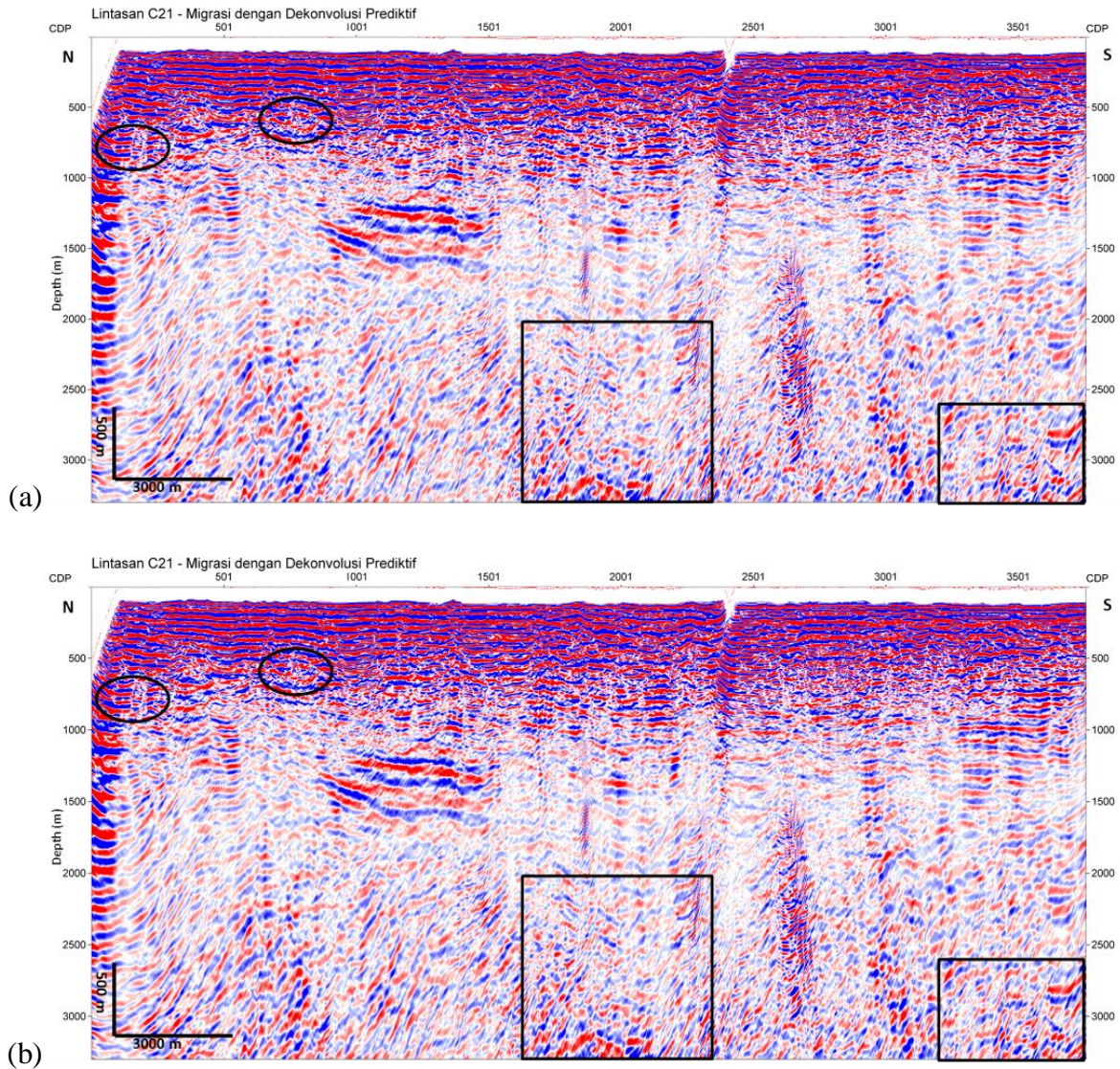


Gambar 7. Hasil migrasi sejalan C12 dengan dekonvolusi prediktif (a) dan dengan SCD (b). Kotak hitam menunjukkan perbandingan kontinuitas reflektor.

Figure 7. Migration results in line C12 with predictive deconvolution (a) and with SCD (b). Black box shows the comparison of continuity of the reflector.

Gambar 8a menunjukkan penampang seismik setelah dilakukan migrasi dengan dekonvolusi prediktif, sedangkan Gambar 8b menunjukkan penampang seismik setelah dilakukan migrasi dengan SCD pada lintasan C21. Migrasi dengan SCD memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan migrasi dengan dekonvolusi prediktif. Hal tersebut ditunjukkan dengan lingkaran berwarna

hitam, reflektor pada migrasi menggunakan SCD terlihat lebih tajam dan memiliki kontinuitas yang lebih. Selain itu, migrasi menggunakan SCD juga lebih mampu mempertajam reflektor yang ada pada penampang seismik. Kotak berwarna hitam menunjukkan reflektor penampang seismik yang dipertajam dengan migrasi menggunakan SCD.

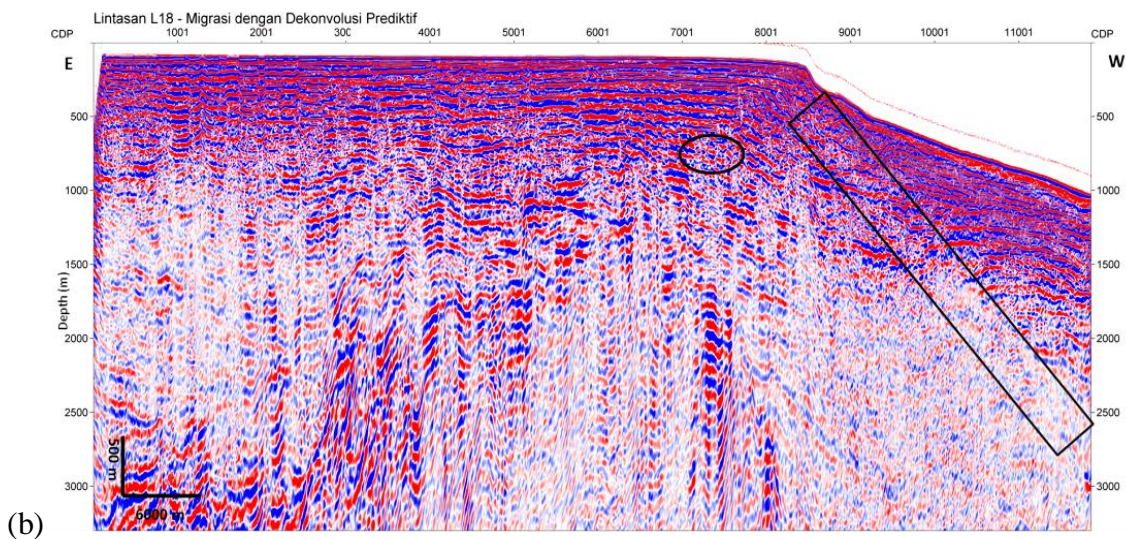
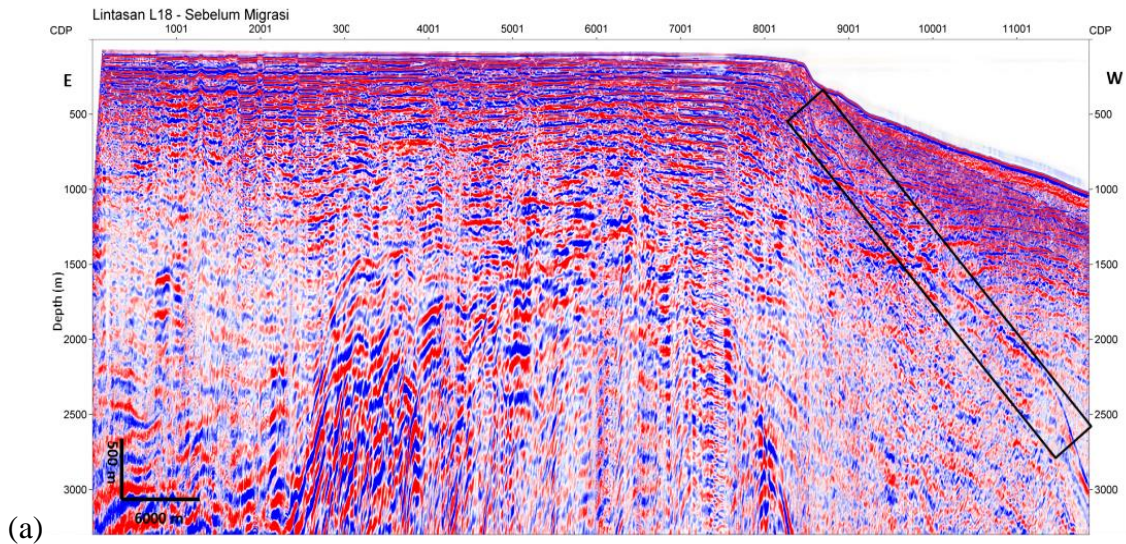


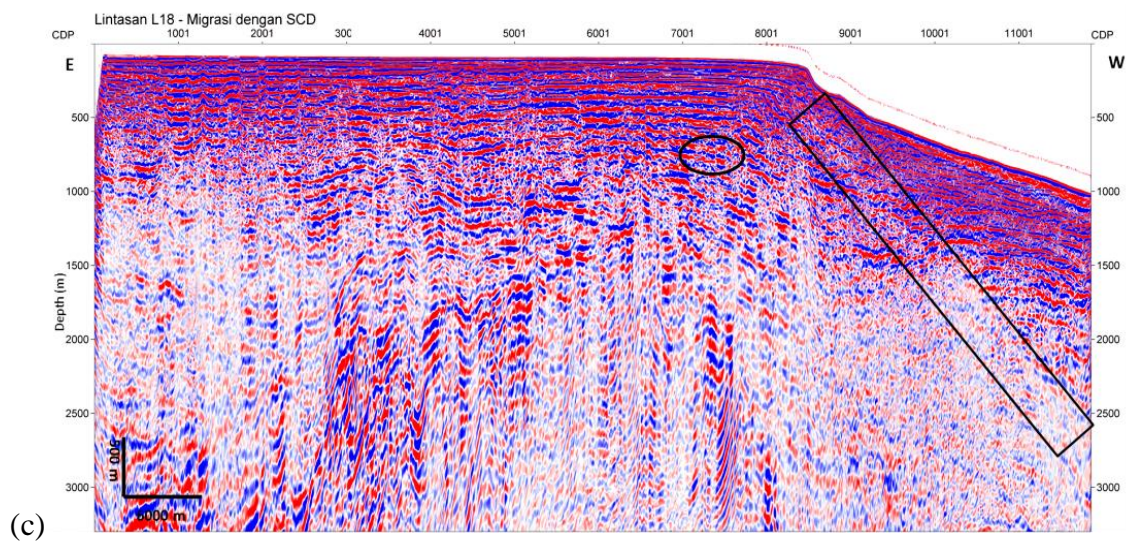
Gambar 8. Hasil migrasi sejalan C21 dengan dekonvolusi prediktif (a) dan dengan SCD (b). Kotak hitam menunjukkan perbandingan mengasah reflektor. Lingkaran hitam menunjukkan perbandingan kontinuitas reflektor.

Figure 8. Migration results in line C21 with predictive deconvolution (a) and with SCD (b). Black box shows the comparison of sharpened of the reflector. Black circle shows the comparison of continuity of the reflector.

Gambar 9a menunjukkan penampang seismik sebelum dilakukan migrasi, Gambar 9b setelah dilakukan migrasi dengan dekonvolusi prediktif, dan Gambar 9c setelah dilakukan migrasi dengan SCD pada lintasan L18. Lintasan L18 diakuisisi pada topografi yang cenderung curam. Hal ini disebabkan oleh semakin bertambahnya kedalaman dasar perairan tersebut. Lintasan L18 terdeteksi memiliki multipel periode panjang. Multipel periode panjang adalah salah satu jenis multipel yang tergambarkan jauh dengan sinyal gelombang primer, hal ini dikarenakan multipel periode panjang memiliki waktu tiba gelombang yang lebih besar dari waktu tiba sinyal gelombang primer (Andradit *et al.*, 2018). Metode SRME diterapkan pada

masing-masing penampang seismik dekonvolusi prediktif dan SCD untuk menghilangkan multipel periode panjang. Kotak berwarna hitam pada Gambar 9 menunjukkan multipel periode panjang yang berhasil dihilangkan dengan menerapkan SRME pada penampang seismik dekonvolusi prediktif dan SCD. Selain itu, penampang seismik dengan migrasi menggunakan SCD menunjukkan hasil yang lebih baik daripada migrasi menggunakan dekonvolusi prediktif. Hal tersebut dapat dilihat pada lingkaran berwarna hitam Gambar 9 yang menunjukkan migrasi dengan menggunakan SCD memiliki kontinuitas lapisan yang lebih baik.





Gambar 9. Hasil migrasi sejalan L18 dengan dekonvolusi prediktif sebelum migrasi (a), hasil migrasi dengan dekonvolusi prediktif (b) dan hasil migrasi dengan SCD (c). Lingkaran hitam menunjukkan perbandingan kontinuitas reflektor. Kotak hitam menunjukkan kelipatan jangka panjang yang berhasil dihapus.

Figure 9. Migration results in line L18 with predictive deconvolution before migration (a), migration results with predictive deconvolution (b) and migration results with SCD (c). Black circle shows the comparison of continuity of the reflector. Black box shows the long-period multiple that was successfully removed.

IV. KESIMPULAN

Analisis penampang seismik hasil penerapan dekonvolusi menunjukkan metode SCD memberikan hasil yang lebih baik dalam memampatkan *wavelet* dibandingkan metode dekonvolusi prediktif. Kedua metode dekonvolusi tersebut mampu menghilangkan multipel periode pendek yang terdapat pada penampang seismik. Pada penampang seismik hasil migrasi, penerapan migrasi menggunakan SCD memberikan hasil yang lebih baik dalam meningkatkan kontinuitas lapisan dan mempertajam reflektor dibandingkan migrasi menggunakan dekonvolusi prediktif. Selain itu, penerapan SRME pada kedua metode dekonvolusi dapat menghilangkan multipel periode panjang yang terdapat pada penampang seismik. Penerapan metode SCD terbukti lebih baik dalam meningkatkan resolusi temporal penampang seismik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) Bandung atas izin penggunaan data dan fasilitas selama penelitian hingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andradit, F.H., D.D. Warnana, & S.F Syaifuddin. 2018. Eliminasi efek multiple pada data seismik laut dangkal menggunakan metode 2D surface related multiple elimination (2D SRME). *J. Teknik ITS*, 7(1): 39-42.
<https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.29621>
- Arifudin, A., I. Sota, & S.S. Siregar. 2015. Supresi multipel pada data seismik laut dengan metode dekonvolusi

- prediktif dan radon demultipel. *J. Fisika Flux*, 12(2): 100-108.
<https://doi.org/10.20527/flux.v12i2.2610>
- Chopra, S. & J.P. Castagna. 2014. Avo Investigations. In: Geophysics Series, Volume 16. Society of Exploration Geophysicists. 304 p.
<https://doi.org/10.1190/1.9781560803201>
- Chintia, B., O. Ivansyah, & J. Sampurno. 2017. Analisis parameter gap dalam tahapan dekonvolusi prediktif guna mereduksi short period multiple dan meningkatkan s/n ratio pada pengolahan data seismik refleksi 2D marine. *J. Positron*, 7(1): 25-33.
<https://doi.org/10.26418/positron.v7i1.20783>
- Kearey, P., M. Brooks, & I. Hill. 2002. An introduction to geophysical exploration. Third Edition. Wiley-Blackwell. 272 p.
<https://doi.org/10.1029/2003eo120005>
- Panjaitan, R.J.T., E. Agustine, Y. Rosandi, & T.B. Nainggolan. 2019. FK-filter and radon transform methods comparative study on 2D pre-stack migration gather of Kangean Waters data. *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, 311(1): 1-6.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/311/1/012060>
- Prakash, A., V. Singh, U.C. Saxena, & G. Sen. 1998. Impact of surface consistent deconvolution on wavelet stability and seismic attributes: a case study. *J. Geohorizons*, 3(2): 1-7.
<https://doi.org/10.3997/2214-4609.201408304>
- Romauli, A., H.M. Manik, & Subarsyah. 2016. Penerapan dekonvolusi spiking dan dekonvolusi prediktif pada data seismik multichannel 2D di Laut Flores. *J. Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 7(2): 153-162.
<https://doi.org/10.24319/jtpk.7.153-162>
- Millar, J. & J.C. Bancroft. 2006. Long wavelength solutions to the surface consistent equations. *SEG Technical Program Expanded Abstracts*, 1: 3091-3094.
<https://doi.org/10.1190/1.2370169>
- Montana, C.A., G.F. Margrave, & D.C. Henley. 2006. Surface-consistent gabor deconvolution. *CREWES Research Report*, 18: 7-18.
<https://www.crewes.org/ForOurSponsors/ResearchReports/2006/2006-19.pdf>
- Nainggolan, T.B. & D. Setiady. 2017. Practical implementation of multiple attenuation methods on 2D deepwater seismic data: Seram Sea Case study. *Bulletin of the Marine Geology*, 32(1): 11-22.
<https://doi.org/10.32693/bomg.32.1.2017.365>
- Sidiq, A.P., H.M. Manik, & T.B. Nainggolan. 2019. Studi komparasi metode migrasi seismik dalam mengkarakterisasi reservoir migas di Blok Kangean, Laut Bali menggunakan inversi impedansi akustik berbasis model. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1): 205-219.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.23028>
- Taner, M.T. & F. Koehler. 1981. Surface consistent corrections. *J. Geophysics*, 46(1): 17-22.
<https://doi.org/10.1190/1.1441133>
- Yilmaz, Ö. 2001. Noise and multiple attenuation. in seismic data analysis. Chapter 6. Society of Exploration Geophysicists. 837-1000 pp.
<https://doi.org/10.1190/1.9781560801580>

Received : 04 December 2020

Reviewed : 23 December 2020

Accepted : 18 April 2021

