

ANALISIS MIGRASI SEISMIK LAUT 2D METODE *KIRCHHOFF* *PRE-STACK TIME MIGRATION* DAN *POST-STACK TIME MIGRATION* PADA WILAYAH LAUT SERAM

SM. Rasidin¹, Tumpal B. Nainggolan S.T., M.T.², Ira Kusuma Dewi, S.Si., M.T.¹, Drs. Faizar Farid, M.Si.³

¹Program Studi Teknik Geofisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi Jl. Jambi – Muara Bulian KM 15 Mendalo Darat. Jambi 36361

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jalan Dr. Djunjunan No. 236, Pasteur, Husen Sastranegara, Cicendo, Kota Bandung, Jawa Barat 40174,

³Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi Jl. Jambi – Muara Bulian KM 15 Mendalo Darat. Jambi 36361

*Korespondensi : said_rasidin@pm.me

Abstrak : Metode seismik menjadi bagian dalam metode pemetaan struktur bawah laut dengan teknologi akustik. Metode ini memanfaatkan perambatan, pemantulan, dan pembiasan gelombang suara. Geologi Papua dipengaruhi dua elemen tektonik besar yang saling bertumbukan dan serentak aktif, sehingga wilayah Laut Seram menjadi menarik untuk dipelajari baik dalam eksplorasi hidrokarbon maupun proses tektoniknya. Migrasi adalah tahapan dalam pengolahan seismik yang bertujuan untuk mengembalikan reflektor miring ke posisi waktu pantul awalnya dan untuk menghilangkan efek difraksi yang muncul akibat adanya struktur-struktur tertentu. Metode Kirchhoff dapat menyelesaikan masalah kompleks dalam *seismic section*, dan dapat mengatasi dip reflektor akurat hingga batas 90°. Lokasi data penelitian ini terletak di Laut Seram Papua Barat 131°15' BT - 132°45' BT dan 3°0' LS - 4°30' LS. Tahapan pada penelitian ini meliputi *pre-processing* meliputi penerapan geometri, *editing*, *filtering*, dekonvolusi dan *F-K Filter*. Tahapan *Processing* meliputi analisis kecepatan, *SRME*, *Stacking* dan migrasi Kirchhoff. Pada tahapan akhir penelitian membandingkan dan menganalisa hasil migrasi dari variasi nilai *aperture* migrasi, perbandingan migrasi *pre-stack* dan *post-stack* pada migrasi domain waktu serta menentukan struktur geologi yang tercitra pada daerah penelitian. Pada penelitian ini nilai *aperture* 2400 m memberikan hasil yang paling baik. Metode SRME memberikan hasil yang signifikan dalam menghilangkan efek *multiple* daripada metode dekonvolusi prediktif dan *F-K Filter*. Hasil migrasi *pre-stack* tercitra lebih baik daripada *post-stack* terutama pada reflektor miring dan kompleks. Struktur geologi yang tercitra pada Laut Seram meliputi batuan dasar, didominasi oleh struktur sesar naik akibat kompresi dari struktur busur Banda akibat tumbukan antar lempeng dan beberapa ksekuen pengendapan pada Palung Seram.

Kata Kunci: Migrasi Seismik, Kirchhoff, *Multiple*, *Migration Aperture* *Pre-Stack Time migration* dan *Post-Stack Time migration*

Abstract : Seismic methods become part of the method of mapping underwater structures with acoustic technology. This method utilizes the propagation, reflection and refraction of sound waves. The geology of Papua is influenced by two large tectonic elements that collide and are simultaneously active, so that the Seram Sea region becomes interesting to study both in hydrocarbon exploration and its tectonic processes. Migration is a stage in seismic processing which aims to return the tilted reflector to its original reflecting time position and to eliminate the diffraction effect arising from the presence of certain structures. The Kirchhoff method can solve complex problems in seismic sections, and can deal with dip reflectors accurately to the 90° degree. The location of this research data is located in the Seram Sea of West Papua 131° 15' BT - 132° 45' BT and 3° 0' LS - 4° 30' LS. The stages in this research include *pre-processing* and *processing* stages and Kirchhoff migration. In the final stages of the study comparing and analyzing migration results from variations in migration aperture values, comparison of *pre-stack* and *post-stack* migrations in the time domain migration and determine the geological structure that is reflected in the study area. In this study the 2400 m aperture value gives the best results. The SRME method provides significant results in eliminating multiple effects rather than the predictive deconvolution method and *F-K filter*. The results of the *pre-stack* migration are better than the *post-stack* especially in the tilt and complex reflectors. The geological structure that is reflected in the Seram Sea includes bedrock, dominated by a faulting structure due to compression of the Banda arc structure due to collisions between plates and settling sequences in the Seram Trench.

Keywords: Seismic Migration, Kirchhoff, *Multiple*, *Migration Aperture* *Pre-Stack Time migration* dan *Post-Stack Time migration*.

Published By:

Jurusan Teknik Kebumihan,
Universitas Jambi

Address:

Jl. Jambi – Muara Bulian Km 15,
Mendalo Darat, 36122

Email:

jtk.unja@gmail.com

Phone:

+6281368641438

+6281279690810

Article History:

Submitted - January

Received in from - February

Accepted - March

Available online - April

Licensed By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Geologi Papua dipengaruhi dua elemen tektonik besar yang saling bertumbukan dan serentak aktif. Pada saat ini, Lempeng Samudera Pasifik – *Caroline* bergerak ke barat-barat daya dengan kecepatan 7,5 cm/th, sedangkan Lempeng Benua Indo - Australia bergerak ke utara dengan kecepatan 10,5 cm/th. Palung Seram terletak di antara "Kepala Burung" di sebelah timur Papua Barat dan di barat pulau Seram. Terkenal sebagai daerah kompresi didominasi oleh struktur kompresional divergen-timur memanjang dari daratan Seram ke bagian terdalam palung (Pairault et al., 2003).

Menurut Yilmaz (2001) Migrasi adalah tahapan dalam pengolahan seismik yang bertujuan untuk mengembalikan reflektor miring ke posisi waktu pantul awalnya dan untuk menghilangkan efek difraksi yang muncul akibat adanya struktur-struktur tertentu, hingga meningkatkan resolusi spasial serta hasil dari gambaran seismik di bawah permukaan bumi.

Metode *Kirchhoff* menggunakan puncak dari kurva difraksi menjadi titik reflektor yang benar. Metode migrasi *Kirchhoff* didasari pada prinsip *Huygens*, yang berpendapat bahwa reflektor seismik dianggap seolah-olah terdiri dari pola difraksi yang terdiri dari titik-titik yang berdekatan. Metode ini dipilih karena dapat menyelesaikan masalah kompleks yang meliputi waktu, sudut, dan jarak yang terkandung dalam *seismic section*, Metode *Kirchhoff* juga dapat mengatasi dip reflektor akurat hingga batas 90°. Sukmana (2014) melakukan migrasi tipe *post stack* dengan metode *Kirchhoff* dan *finite difference*. Hasilnya menunjukkan perbedaan pencitraan bawah permukaan kedua metode tersebut. Pada metode *Kirchhoff* pencitraan bawah permukaan kenampakan reflektor lebih jelas dan lebih kontinyu, sedangkan pada metode *finite difference* pencitraan bawah permukaan lebih fokus dan tegas untuk titik reflektor tetapi kenampakannya tidak terlalu jelas.

Post Stack Time migration adalah migrasi dalam domain *time* yang dilakukan setelah proses *Stacking*. Kelebihan dari teknik migrasi ini dapat menghasilkan penampang bawah permukaan dengan resolusi tinggi pada bidang reflektor yang curam. Kelemahan dari metode ini yaitu tidak dapat diterapkan pada data yang memiliki S/N yang rendah atau data yang buruk. *Pre Stack Time migration* adalah migrasi dalam domain *time* yang dilakukan sebelum proses *stack*. Penggambaran penampang struktur bawah permukaan *Pre Stack Time migration* mampu menggambarkan struktur sesar dengan kemenerusan yang lebih kontinyu dibandingkan *Post Stack Time migration*. Namun untuk menerapkan teknik migrasi ini membutuhkan waktu yang cukup lama dalam komputasi data dan spesifikasi komputer yang tinggi.

Dalam rekaman data seismik pada Laut Seram Papua Barat, *Stacking* konvensional kurang dapat menggambarkan struktur geologi yang kompleks bawah permukaan oleh karena itu dilakukan migrasi data seismik dengan metode *Kirchhoff Prestack* dan *Post-Stack Time migration*. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui metode penghilangan efek *multiple* yang efektif pada seismic laut.

Mengetahui kualitas penampang seismik hasil *Pre-stack time migration* dibandingkan dengan *Post stack time migration* pada daerah penelitian.

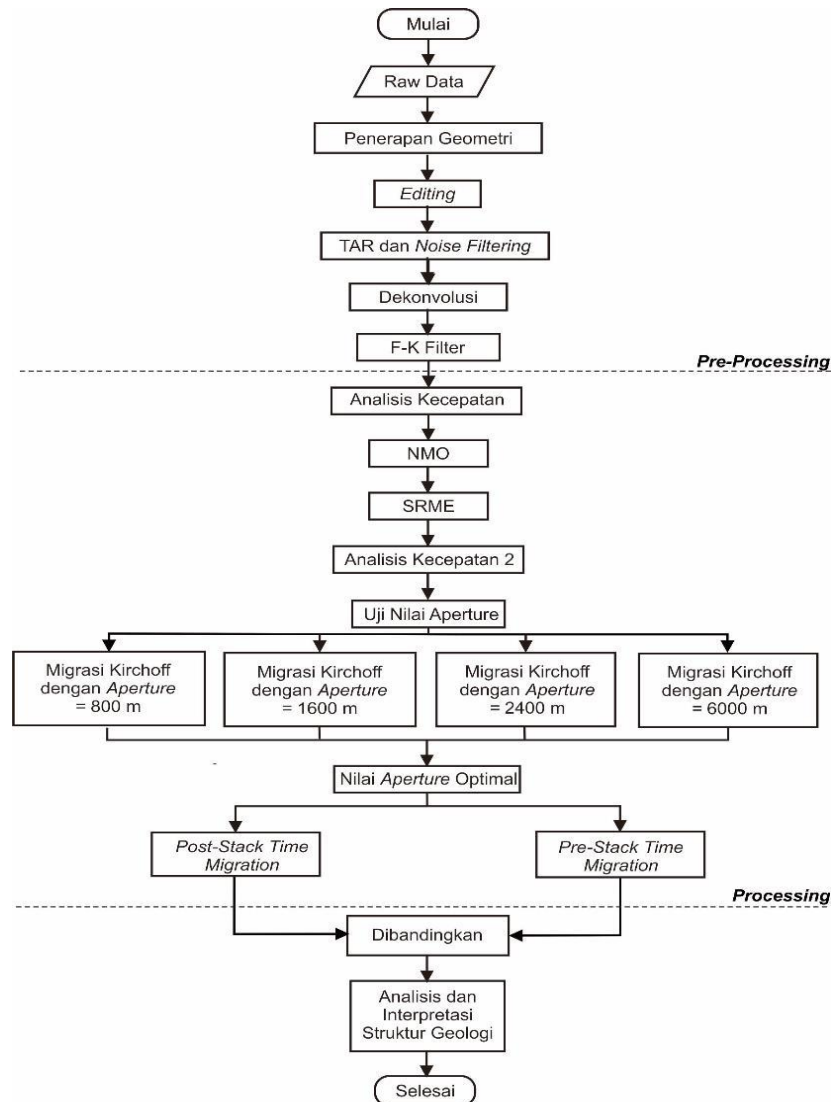
METODE PENELITIAN

Lokasi data penelitian ini terletak di Laut Seram Papua Barat (Gambar 1). Data yang digunakan yaitu seismik 2 dimensi beserta geometri pengukuran pada lintasan 18 dan 35 di Laut Seram hasil akuisisi PPPGL tahun 2014, data batimetri berupa topografi dasar laut dan atlas administrasi didapat dari Badan Informasi Geospasial. Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan beberapa instrument perangkat keras maupun lunak yaitu; Satu unit *Laptop*, digunakan untuk pengolahan data dan pembuatan laporan, perangkat lunak Promax 2D, digunakan untuk pengolahan data seismik 2 dimensi. Perangkat lunak ArcMap, digunakan untuk pembuatan peta lokasi penelitian. Perangkat Lunak Petrel, digunakan untuk visualisasi data lintasan seismik.

Pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, tahapan *pre-processing* untuk meningkatkan kualitas sinyal meliputi penerapan geometri, *editing, filtering*, dekonvolusi dan *F-K Filter*. Tahapan *Processing* meliputi tahapan meliputi analisis kecepatan, *SRME, Stacking* dan migrasi Kirchhoff. Pada tahapan akhir penelitian membandingkan dan menganalisa hasil migrasi pada beberapa lokasi uji coba dari variasi nilai *aperture*, perbandingan migrasi *pre-stack* dan *post-stack* pada migrasi domain waktu serta menentukan struktur geologi yang tercitra pada daerah penelitian (Gambar 2).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

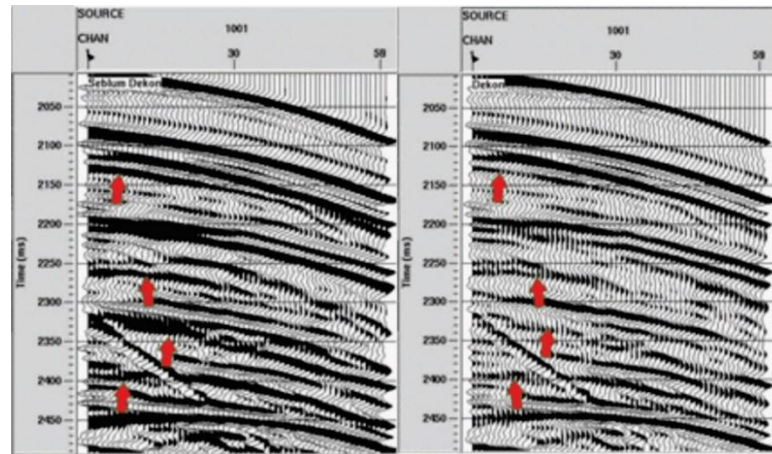


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

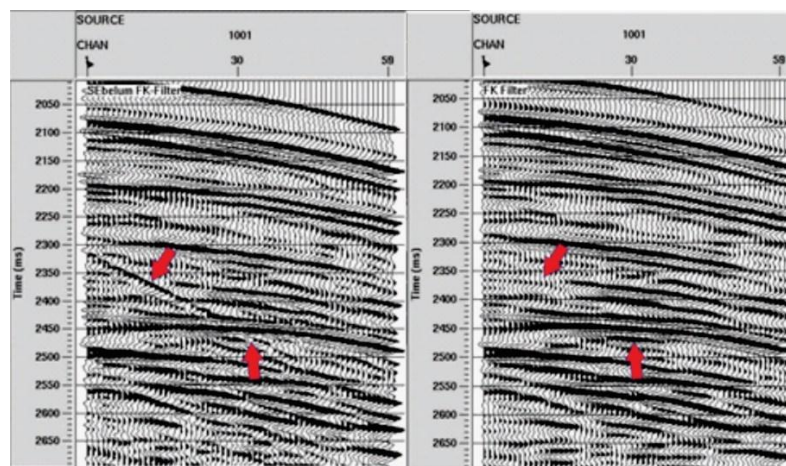
Penghilangan Efek Multiple

Dekonvolusi adalah proses konvolusi yang dilakukan antara respon dari koefisien refleksi hasil litologi bawah permukaan dengan seismik *trace* yang terekam untuk menghasilkan *wavelet* seismik yang menunjukkan hasil respons gelombang akustik bawah permukaan tanpa hasil refleksi lithologi (Harjumi dan Rafie, 2014). Dekonvolusi prediktif dilakukan sebagai salah satu metode untuk menghilangkan efek *multiple* terutama *multiple* periode pendek, pada **Error! Reference source not found.** terlihat perbedaan (panah merah) sebelum dan setelah dilakukan dekonvolusi prediktif, pola pengulangan diprediksi berdasarkan besarnya operator gap yang diberikan, *trace* yang diperkirakan sebagai pengulangan kemudian dihapus bagian-bagian yang dapat diprediksi dari jejak seismik.



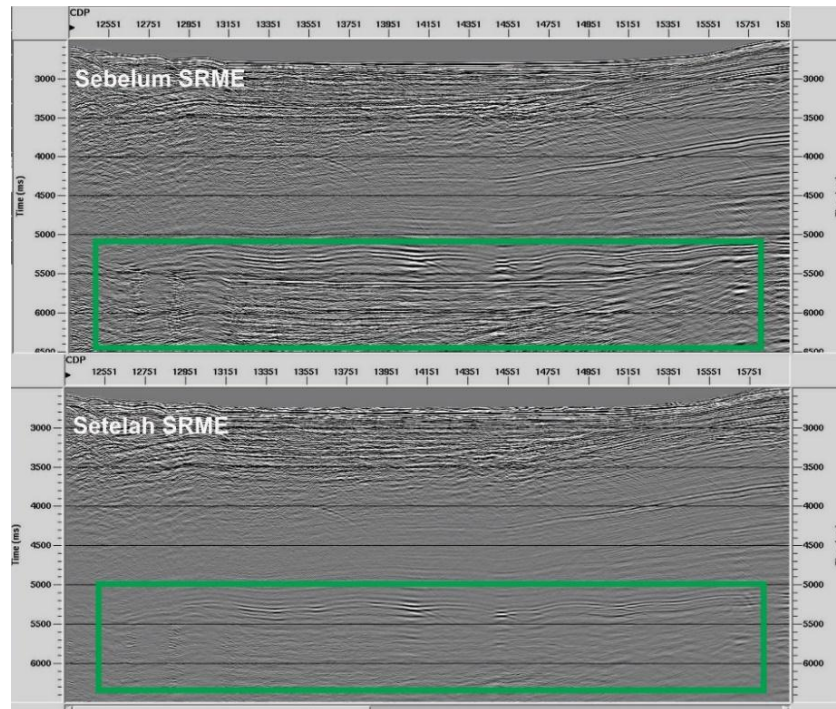
Gambar 3. Perbandingan Sebelum (Kiri) dan Sesudah (Kanan) Dekonvolusi Prediktif Shot 1001 Lintasan 35

Penggunaan *F-K Filter* sangat ampuh dalam mengeliminasi *noise* yang terkandung dalam frekuensi data seismik yang sukar dipisahkan jika hanya mengandalkan *bandpass filter*, pemilihan poligon pada *F-K filter* didasarkan bahwa koheren *noise* seperti *ground rol* maupun *multiple* akan memiliki. Perbedaan kecepatan maupun frekuensi dengan gelombang refleksi sesungguhnya sehingga memiliki dip yang berbeda pada spectrum frekuensi dan bilangan gelombangnya. Pada Gambar 4 terlihat jelas *multiple* yang hilang setelah dilakukan *F-K Filter* ditandai dengan panah merah pada 2350 ms dan perbaikan kontinuitas reflektor di 2470 ms. Perbedaan kecepatan maupun frekuensi dengan gelombang refleksi sesungguhnya sehingga memiliki dip yang berbeda pada spectrum frekuensi dan bilangan gelombangnya. Pada Gambar 4 terlihat jelas *multiple* yang hilang setelah dilakukan *F-K Filter* ditandai dengan panah merah pada 2350 ms dan perbaikan kontinuitas reflektor di 2470 ms.



Gambar 4. Perbandingan Sebelum (Kiri) dan Setelah (Kanan) F-K Filter Pada Shot 1001 Lintasan 35

SRME memberikan hasil yang signifikan pada eliminasi *multiple* terlihat pada Gambar 5 pada rentang 5500 – 6500 ms (pada kotak hijau) *multiple* yang berkaitan dengan permukaan (*surface related multiple*) dapat diatasi dengan baik dengan tetap mempertahankan amplitudo sinyal pada daerah yang mengalami eliminasi. SRME (Berkhout dan Verschuur, 1997) tidak memerlukan informasi di bawah permukaan untuk mengeliminasi efek *Multiple*. Metode ini menggunakan refleksi untuk merekonstruksi *Surface Related Multiple*. SRME benar-benar berbasis data, dan dapat memprediksi hampir semua *Surface Multiples*. Sehingga metode ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas data dan mempermudah *picking semblance* pada analisis kecepatan.



Gambar 5. Hasil SRME Pada CDP 12300 - 15900 Lintasan 18

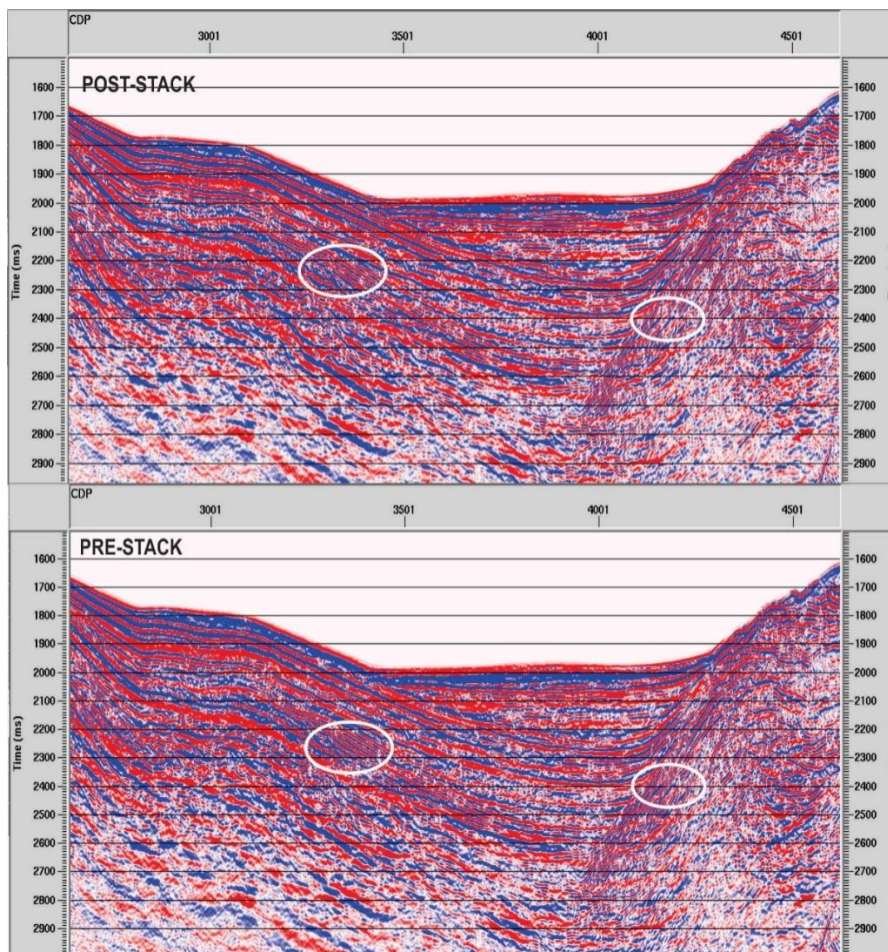
Perbandingan Pre-Stack dan Post-Stack Time Migration

Migrasi pada penampang seismik diperoleh dengan mengembalikan *event* difraksi yang berbentuk hiperbola ke titik asalnya (puncak). Setiap titik pada hasil penampang migrasi diperoleh dengan menambahkan semua nilai data sepanjang difraksi yang berpusat pada titik itu (Kurniawan, 2012). Pada penampang zona 4 Lintasan 18 kontinuitas lapisan terlihat lebih jelas pada penampang pre stack dibanding post stack terdapat beberapa reflektor yang kurang jelas pada tanda panah hitam (Gambar 6) ketidakmenerusan terlihat jelas, prestack juga menampilkan hasil reflektor yang lebih jelas dibanding post stack terutama pada bidang reflektor miring, karena prestack menggunakan semua *trace* pada proses migrasi sedangkan post stack menggunakan *trace* hasil *stack* dari semua CDP sehingga telah mengalami perataan nilai dari semua *trace*.

Pada lintasan 35 perbedaan post stack dan pre stack terlihat pada zona 1 sedangkan pada zona 2 dan 3 kurang begitu terlihat jelas karena didominasi zona bebas reflector dari batuan dasar laut seram. Pada penampang prestack kontinuitas reflector lebih baik daripada post stack terutama pada reflektor miring seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7, walaupun secara umum pada zona 1 perbedaan post-stack dan pre-stack hamper tidak terlihat namun jika dilihat dalam skala yang kecil penampang prestack memiliki kontinuitas yang lebih jelas dan kontinu dibanding post stack.



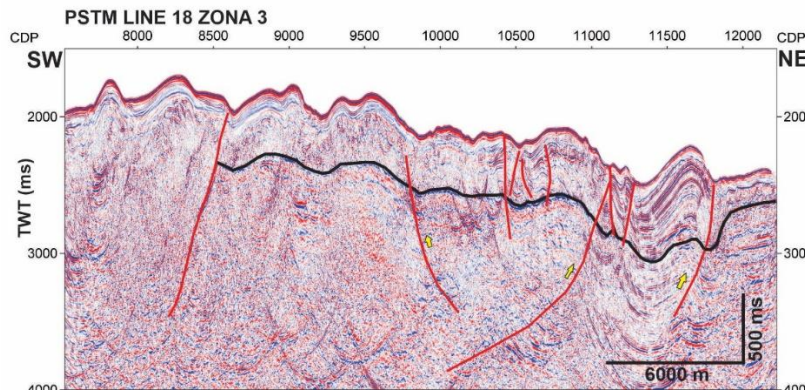
Gambar 6. Perbandingan Penampang zona 4 Lintasan 18



Gambar 7. Penampang POTM dan PSTM Lintasan 35

Interpretasi Penampang Seismik

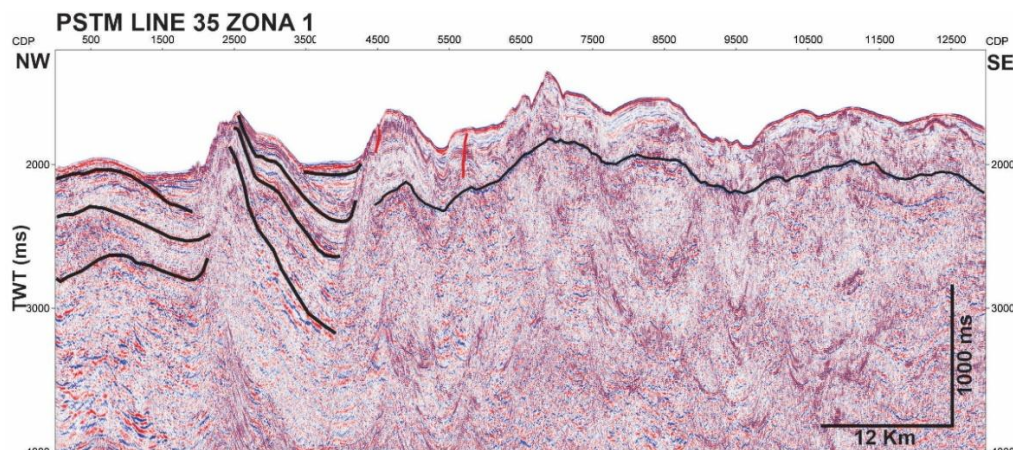
Struktur yang tercitra pada zona 3 (Gambar 8) didominasi oleh sesar naik dengan beberapa sesar minor pada bagian atas rentang 2500 – 2800 ms, sesar naik dapat dipengaruhi oleh gaya kompresi dari arah timur laut, bidang reflektor yang tercitra dipengaruhi oleh kedua sesar naik tersebut. Bagian bawah pada didominasi oleh batuan dasar pada rentang 3000 – 4000 ms. Terdapat juga struktur antiklin dan siklin pada CDP 11000 – 12000.



Gambar 8. Interpretasi Penampang Lintasan 18 Zona 3

Sabuk lipatan wilayah barat ditandai pada dasar laut oleh blok-blok besar dari dasar laut yang koheren dipisahkan oleh zona morfologi yang rumit. Fitur-fitur ini dianggap mewakili karakter pada kedalaman blok independen yang dibatasi oleh sistem patahan.

Lintasan 35 mengarah dari barat laut ke tenggara yang searah dengan keseluruhan laut Seram dan struktur palung seram, pada lintasan ini struktur yang tercitra tidak begitu jelas terutama pada bagian yang lebih dalam akibat kompleksitas geologi dari Busur Banda. Pada lintasan 35 zona 1 pola kontinuitas reflektor dapat tercitra seperti pada Gambar 9 terdapat beberapa blok batuan dasar yang terbentuk seperti pola tinggian bukit dengan celah antar blok batuan terisi oleh sedimen pada CDP 1 – 4500.



Gambar 9. Interpretasi Struktur Geologi Lintasan 35 Zona 1

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu Pada penelitian ini metode SRME memberikan hasil yang signifikan dalam menghilangkan efek *multiple* daripada metode dekonvolusi prediktif dan *F-K Filter*. Pada struktur datar dan tidak kompleks hasil migrasi post-stack dan pre-stack akan cenderung memberikan hasil yang sama, tetapi pada reflektor miring dan kompleks hasil migrasi pre-stack akan memberikan hasil yang lebih baik daripada post-

stack tetapi dengan waktu komputasi yang lebih lama. Struktur geologi yang tercipta pada Laut Seram meliputi batuan dasar, di dominasi oleh struktur sesar naik akibat kompresi dari struktur busur Banda akibat tumbukan antar lempeng, proses sedimentasi utama terjadi pada palung seram dengan adanya endapan sedimentasi yang tercipta pada data seismik.

DAFTAR PUSTAKA

- Berkhout, A. J. and D. J. Verschuur. 1997. *Estimation of Multiple Scattering by Iterative Inversion, Part I: theoretical consideration*. Geophysics Journal no. 62. Hal 586-1595.
- Harjumi, dan Rafie.M. Taufiq. 2014. *Analisis Perbandingan Parameter Gap Pada Tahap Dekonvolusi Dalam Pengolahan Data Seismik 2D Darat*. Prosiding Seminar Nasional Geofisika: Makasar.
- Kurniawan, A. 2012. *Studi Pencitraan Struktur Bawah Permukaan Bumi Menggunakan Prestack Depth Migration (PSDM) pada Lintasan AK-213 Di Daerah Jawa Timur Bagian Utara*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Pairault, A.A., Hall, R., Elders, C.F. 2003. *Tectonic Evolution of the Seram Trough*. Proceedings Indonesian Petroleum Association, 29th Annual Convention, v. 1, p. 355-370.
- Sukmana, A., 2014, *Migrasi Finite Difference dan Kirchhoff Pada Data Seismik Refleksi 2D*. Fibusi (JoF), Vol.2, No.1, Jur. Pend. Fisika, UPI.
- Yilmaz. 2001. *Seismik Data Analysis: Processing, Inversion, and Interpretation*. Doherty SM (ed). Tulsa.