

# “ATENUASIEFEK *WATER BOTTOM MULTIPLE* PADA PENAMPANG *MARINE SEISMIC 2D* MENGGUNAKAN TEKNIK *WAVE EQUATION MULTIPLE REJECTION* (STUDI KASUS: CEKUNGAN MENTAWAI)”

Alwi Alaksa Parmanda<sup>1</sup>, Ruhul Firdaus<sup>2</sup>, Mokhammad Puput Erlangga<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Geofisika Institut Teknologi Sumatera

Email: [alwialaksa7389@gmail.com](mailto:alwialaksa7389@gmail.com)

## ABSTRAK

Kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi dan peningkatan kegiatan ekonomi. Kementerian ESDM menyebutkan bahwa permintaan energi dunia sejak tahun 2006 hingga tahun 2030 akan meningkat sebanyak 45% atau rata-rata peningkatan pertahun sebesar 1,6%. Hal yang perlu diperhatikan adalah 80% dari kebutuhan energi dunia hingga saat ini masih mengandalkan sumber bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu-bara yang sifatnya tidak dapat diperbaharui dalam waktu singkat. Dalam kegiatan eksplorasi, metode yang umum digunakan sejak dahulu hingga saat ini adalah metode survei seismik refleksi. Namun beberapa data hasil rekaman survei seismik refleksi yang dilakukan terutama pada lintasan laut seringkali memuat informasi gangguan. Pada penelitian ini sebanyak 28 *channel hydrophone* disusun dalam satu *streamer* dan *array airgun* dengan masing-masing volume 210, 150, 100,70 *cu inches* digunakan dalam survei seismik dengan target utama cekungan Mentawai. Pada penampang seismik lintasan 16B *water bottom multiple* diidentifikasi pada *record time* 3500 ms dan *peg leg multiple* teridentifikasi pada *record time* 3520 ms hingga 4800 ms. Metode *Wave Equation Multiple Rejection* (WEMR) telah berhasil digunakan untuk mengatenuasi *water-bottom multiple* tetapi masih tetap menyisakan *multiple peg-leg*.

Kata Kunci: WEMR, atenuasi *multiple*, seismik refleksi, *multiple water-bottom*.

## ABSTRACT

Energy needs will increase with increasing population and economic activity. Kementerian ESDM stated that world energy needs from 2006 to 2030 will increase by 45% or an average increase of 1.6%/year. Important thing to notice is about 80% of the world's energy needs currently rely on fossil fuel sources such as oil, natural gas, and coal, which are non-renewable in a short time. In exploration activities, the method commonly used since ancient times is the reflection seismic survey method. However, some of the recorded data from seismic reflection surveys carried out especially at sea routes often contain disturbance information. In this study, 28 hydrophone channels arranged in one streamer and airgun array with each volume of 210, 150, 100.70 cu inches were used in the seismic survey with the main target of the Mentawai basin. In the seismic cross section of the 16B water bottom multiple paths were identified at a record time of 3500 ms and peg leg multiple was identified at a record time of 3520 ms to 4800 ms. The Wave Equation Multiple Rejection (WEMR) method has been succesfull used to attenuate water-bottom but still can't remove peg-leg multiple.

Keywords: WEMR, multiple attenuation, seismic reflection, water-bottom multiple.

## PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi dari tahun ke tahun makin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah populasi dan peningkatan kegiatan ekonomi. Kementerian ESDM melalui salah satu tulisannya menyebutkan bahwasannya permintaan energi dunia sejak tahun 2006 hingga tahun 2030 akan meningkat sebanyak 45% atau rata-rata peningkatan pertahun sebesar 1,6 %. Hal yang perlu menjadi perhatian serius bahwa sekitar 80% dari kebutuhan energi dunia hingga saat ini masih mengandalkan sumber bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batubara yang sifatnya tidak dapat diperbaharui dalam waktu singkat. Namun guna menunjang kehidupan manusia, ketersediaan akan energi terutama bahan bakar fosil masih menjadi suatu kebutuhan yang sangat vital. Kegiatan eksplorasi sendiri merupakan salah satu kegiatan besar jangka panjang yang membutuhkan keahlian tinggi dan nilai investasi yang sangat besar [1].

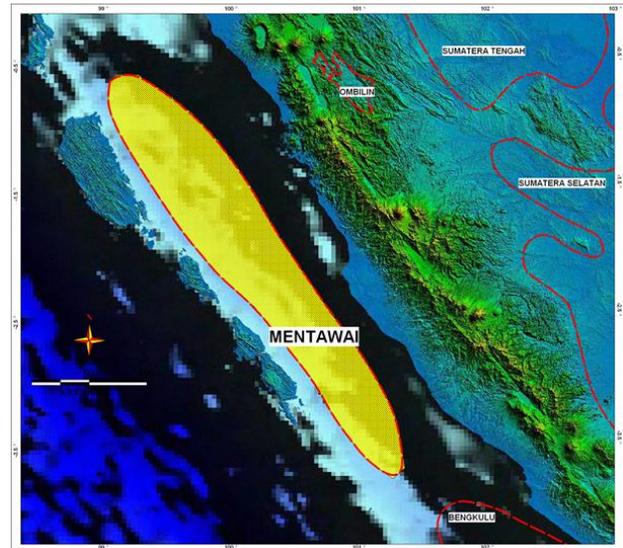
Beberapa data hasil rekaman survey seismik refleksi yang dilakukan pada lintasan laut (*Marine Seismic Survey*) seringkali memuat beberapa informasi gangguan yang tercampur pada data primer yang diinginkan. Gangguan ini biasa disebut dengan *noise*, dan beberapa kasus *noise* yang seringkali terjadi pada survey seismik laut antara lain *noise* akibat getaran alat (*Swell noise, Bird noise, Tail-buoy noise*), gelombang primer (*Direct Wave*), gelombang refraksi (*Refracted Wave*), dan gelombang *multiple* (*Multiple wave*) yang perlu dilakukan koreksi [2].

Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk mengeliminasi *noise* dari gelombang *multiple* ini diantaranya Metode *f-k filter*, Metode *Radon Transform*, Metode *Surface Related Multiple Elimination* (SRME), Metode dekonvolusi *Tau-phi*, Metode *Wave Equation Multiple Rejection* (WEMR) dan berbagai kombinasi metode lainnya [3].

Pada penelitian kali ini, penulis berfokus pada penggunaan Metode *Wave Equation Multiple Rejection* (WEMR) untuk mengeliminasi efek

dari gelombang *multiple* pada data melalui parameter visual dari *gather*, *semblance velocity*, dan hasil *stack* data setelah dilakukan kegiatan pengolahan data (*Processing*).

## LOKASIDAN GEOLOGI REGIONAL

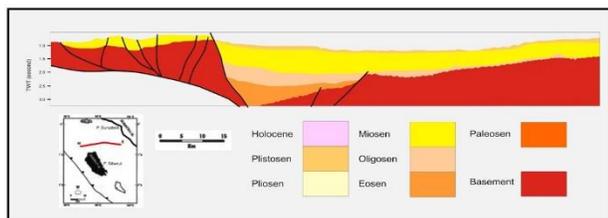


Gambar 1. Peta Lokasi Cekungan Mentawai

Cekungan Mentawai merupakan cekungan busur depan (*Paleogene – Neogene Fore Arc Basin*), berada pada  $98,5^{\circ} - 101,5^{\circ}$  BT dan  $0,4^{\circ} - 3,7^{\circ}$  LS (Gambar 1). Geometri cekungan Mentawai memanjang dengan arah barat laut – tenggara yang sejajar dengan bentukan pulau Sumatera. Cekungan Mentawai berada di antara jajaran kepulauan Mentawai dan pulau Sumatera. Cekungan Mentawai memiliki luas total  $\pm 33.440$  km<sup>2</sup> dengan keseluruhan wilayah cekungan berada di wilayah perairan. Pada bagian utara, cekungan Mentawai berbatasan dengan cekungan Nias, bagian timur cekungan Mentawai dibatasi oleh tinggian pulau Sumatera, bagian barat dibatasi oleh tinggian pulau Siberut, pulau Sipura, pulau Pangai Utara dan pulau Pangai Selatan. Pada bagian selatan, Cekungan Mentawai berbatasan dengan cekungan Bengkulu [4].

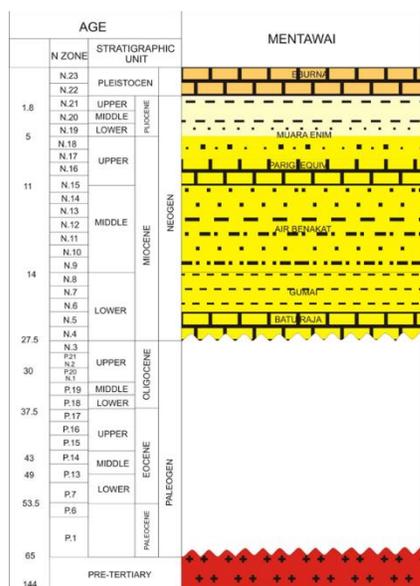
Berdasarkan hasil penelitian Curray (Curray, 1979) di daerah Mentawai telah diindikasikan adanya suatu sesar geser besar yang sejajar dengan sistem sesar Sumatera yang dikenal dengan sesar Mentawai (Gambar 2). Sesar ini

memanjang hingga ke Pulau Nias dan Selat Sunda.

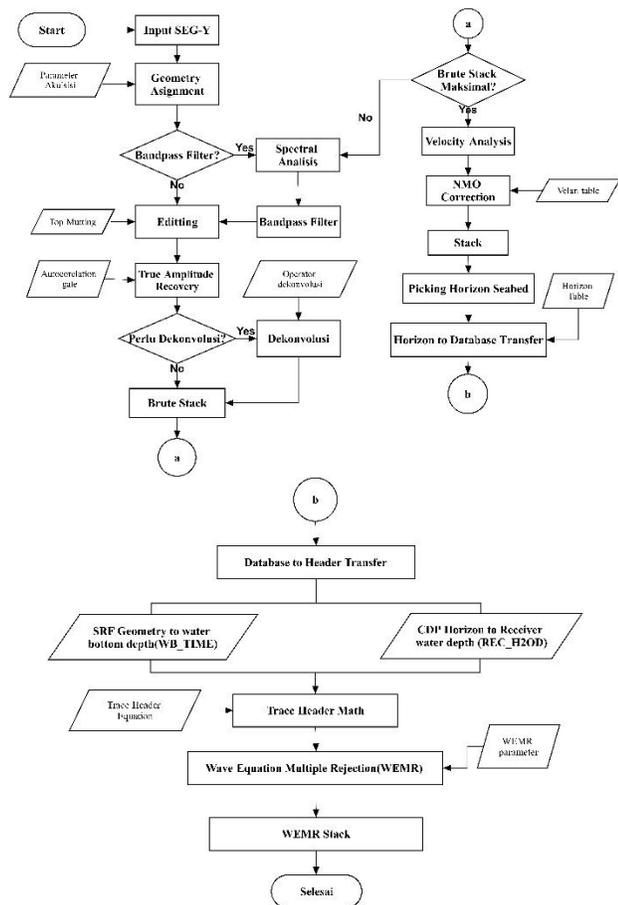


Gambar 2. Penampang seismik fore Arc di Kepulauan Mentawai dan melewati zona sesar Mentawai [5].

Stratigrafi Tersier cekungan Mentawai diawali dengan pengendapan seri tufa yang memiliki kesetaraan dengan formasi Talang Akar yang terdiri atas litologi batu pasir tufa, batu lempung tufa, konglomerat, dan breksi dengan ketebalan berkisar antara 1000 – 1400 m. Kemudian diendapkan seri tufa-napal yang setara dengan formasi Batu Raja pada awal Miosen dengan litologi berupa batu lempung tufa, serpih tufa, batu pasir, dan napal dengan ketebalan sekitar 1000 m (Gambar 3) menumpang secara tidak selaras terhadap batuan dasar Pra-Tersier.



berkaitan. Untuk lebih lengkapnya, tahapan pengolahan data pada penelitian ini mengikuti diagram alir pengerjaan seperti gambar 5.



Gambar 5. Alur pengerjaan data

Tahap pengolahan meliputi proses input data dengan tujuan untuk memanggil data dari *database* komputer kedalam *database* software. selanjutnya *top mutting* dilakukan untuk menghilangkan gelombang langsung (*direct wave*), *spectral analysis* dilakukan untuk melihat sebaran frekuensi dari data sekaligus untuk mengidentifikasi rentang frekuensi data dan rentang frekuensi *noise*. *bandpass filter* dilakukan guna memisahkan data dan *noise* dengan cara meloloskan frekuensi data primer saja, *True Amplitude Recovery* dilakukan untuk memfokuskan amplitude seolah pada satu titik dan untuk mengembalikan nilai amplitude yang berkurang akibat efek atenuasi, kemudian dekonvolusi dilakukan untuk meningkatkan S/N rasio data. Selain itu dekonvolusi juga mampu

menekan kehadiran dari gelombang multiple. *velocity analysis* dilakukan guna memberikan kecepatan referensi pada setiap lapisan, *stacking* dilakukan untuk menggabungkan sejumlah *trace seismic* yang di *sort* dalam format *CDP gather* untuk menghasilkan penampang seismik. Penerapan metode *Wave Equation Multiple Rejection* dilakukan pada tahapan *demultiple* dengan mengikuti persamaan matematis:

$$S_0(t-x) - r(x) * S_e(t-x)^2 = \text{minimum}$$

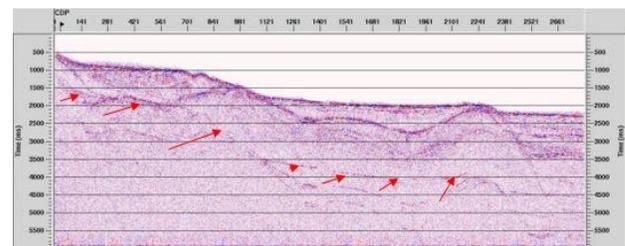
Dimana;

$S_0(t-x)$  = *angle stack data*

$r(x)$  = *extrapolated pick data*

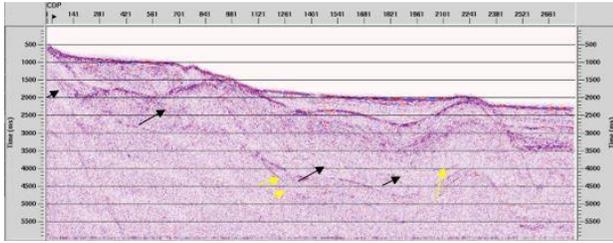
$S_e(t-x)$  = *combined reflecting operation*

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 6. Penampang seismik *stack* sebelum dilakukan *WEMR*

Gambar 6. merupakan hasil pengolahan data lapangan Mentawai line 16B sebelum dilakukan proses *demultiple*. Bagian garis panah merah mengindikasikan kehadiran efek multiple pada penampang. Pola reflektor pada bagian *multiple* ini menunjukkan kemiripan dengan reflektor primer di bagian atas, kemudian munculnya *event multiple* ini berada pada kelipatan dari *record time* reflektor primer. Karakteristik tersebut menguatkan identifikasi bahwa bagian reflektor sepanjang garis panah merah adalah benar merupakan *event multiple* pada data. Selanjutnya dilakukan proses *demultiple* jenis *WEMR* sehingga menghasilkan penampang seismik sebagai berikut terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Penampang seismik *stack* setelah dilakukan WEMR

Gambar 7 di atas merupakan hasil penampang seismik data lapangan setelah diaplikasikan metode *demultiple* jenis WEMR. Panah berwarna hitam pada penampang mengindikasikan lokasi keberadaan *event multiple* yang berhasil teratenuasi sempurna sedangkan panah berwarna kuning merupakan keberadaan *event multiple* yang belum teratenuasi secara sempurna. Pada kasus pengolahan data mentawai ini, sedikit sulit untuk melihat kontras perbedaan antara hasil penampang *stack* sebelum dan sesudah dilakukan atenuasi *multiple*. Hal ini dikarenakan untuk data dengan karakter *offset* yang kecil hanya 702 m, *record length* yang dilakukan mencapai 5500 ms. Oleh karena *offset* yang sangat kecil dan *record length* yang besar, kualitas data yang didapatkan terbilang tidak cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai dari maksimum *fold* data yang sangat minim, hanya 14. Dengan nilai maksimum *fold* yang minim ini, tentu saja sangat sulit mendapatkan *Signal to noise ratio* yang tinggi. Terlepas dari faktor kualitas data, hasil dari pengaplikasian metode *demultiple* jenis WEMR terbukti cukup mampu untuk mengatenuasi jenis *noise multiple* yang disebabkan oleh reflektor pada lapisan *seabed*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan atas proses pengolahan terhadap data seismik Mentawai line pengukuran 16B menggunakan metode *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)* yang bertujuan untuk menekan efek dari *event multiple* pada data, dapat disimpulkan bahwa metode *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)* cukup mampu untuk menghilangkan *event multiple* pada data seismik dengan panjang *offset* yang

minimum dan bekerja secara optimal untuk menghilangkan *event multiple* yang diakibatkan oleh lapisan *seabed*. Kemudian Berdasarkan hasil yang telah diperoleh setelah melakukan atenuasi *event multiple* terhadap data seismik Mentawai ini, maka penulis dapat menyarankan bahwa untuk kasus data seismik dengan *offset* yang minimum, dapat digunakan metode *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)* karena metode *demultiple* jenis ini dapat bekerja optimal pada data seismik dengan *offset* yang kecil.

## REFERENSI

- [1] ESDM, "Hingga 2030, Permintaan Energi Dunia Meningkat 45%," 11 Maret 2008. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-2030-permintaan-energi-dunia-meningkat-45>.
- [2] M. Erlangga, "Atenuasi Multipel Pada Data Seismik Refleksi Menggunakan Metode Radon Filter dan Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)," Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2010.
- [3] A. Banuboro, "Desain Parameter Akuisisi Seismik 3D untuk Eksplorasi Hidrokarbon di Lingkungan Vulkanik dengan Analisa Metode Dinamik," FTSP ITS, Surabaya, 2017.
- [4] S. Purwanti, "Eliminasi Artefak Dalam Penampang Seismik Dengan Tahapan Pengolahan Data Seismik Multichannel di Area Bone Line 1.," Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2015.
- [5] P. M. Shearer, *Introduction to Seismology Second Edition*, New York: Cambridge University Press, 2009.
- [6] B. Murdianto, *Pengolahan Data Seismik Menggunakan SU*, Jakarta: Universitas Indonesia, 2009.
- [7] M. D. Dewi, "Atenuasi Multiple Seismik Refleksi Laut Menggunakan Metode

- Filtering Radon Pada Perairan X,"  
Youngster Physics Journal, pp. 131-140,  
2016.
- [8] W. M. Telford, Applied Geophysics  
Second Edition, New York: British  
Library of Congress Cataloging, 2004.
- [9] O. Yilmaz, Seismic Data Analysis Second  
Edition, United States of America: Society  
of Exploration Geophysicist, 2001.
- [10] M. M. Backus, "Water Reverbrations their  
nature and elemination," Geophysics, pp.  
233-261, 1959.
- [11] D. J. Veschuur, Seismic Multiple Removal  
Technique: Past, Present, and Future  
(Revised Edition), Delft: European  
Association of Geoscientist Exploration,  
2013.
- [12] L. Marley, "Predictive Technique for  
Marine Multiple Suppression," Ph D.  
dissertation, Stanford Univ, 1982.
- [13] N. Hariadi and R. A. Soepardji,  
"Exploration of The Mentawai Block -  
West Sumatera, Indonesia Pet. Assoc," 4th  
Annual Convention Proceedings, pp. 55-  
65, 1975.
- [14] W. Hamilton, "Tectonics of The Indonesia  
Region," U.S. Geological Survey  
Professional Papper, USA, 1979.
- [15] J. R. Curray, "Tectonics of The Andaman  
Sea and Burma," American Association  
Petroleum Geologist, pp. 189-198, 1979.
- [16] H. U. Schluter, "Tectonic Features of The  
Southern Sumatera - Western Java for-arc  
of Indonesia," U.S. Geological Survey  
Professional Papper, USA, 2002.
- [17] B. Yulihanto, "Structural Analysis of The  
Onshore Bengkulu Forc-arc Basin and it's  
Implicationof Future Hydrocarbon  
Exploration Activity," *Indonesian Pet.  
Assoc*, pp. 85-96, 1995.