

ATENUASI *MULTIPLE* PADA DATA SEISMIK 2D CEKUNGAN *BRYANT CANYON* LEPAS PANTAI TELUK *LOUISIANA TEXAS*

Ade Saputra, Elistia Liza Namigo

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang

Kampus Unand Limau Manih, Pauh Padang 25163

e-mail: adesaputraa21@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan atenuasi *multiple* berbasis *Seismic Unix* pada data seismik 2D laut dalam (3000-5000 meter) pada cekungan *Bryant Canyon* lepas pantai teluk *Louisiana Texas*. Atenuasi dilakukan pada empat *line* seismik dengan metode *Predictive Deconvolution*, Transformasi Radon, dan kombinasi *Predictive Deconvolution* dengan Transformasi Radon atau disebut *TauP Deconvolution*. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui efektifitas ketiga metode dalam mengatenuasi *multiple* pada data seismik laut dalam dengan struktur geologi kompleks. Pada keempat *line* seismik tersebut teridentifikasi *water-bottom*, *peg-leg*, dan *intrabed multiple*. Metode *Predictive* dan *TauP Deconvolution* efektif digunakan untuk menghilangkan *peg-leg*, *intrabed multiple*, dan *multiple* di sekitar kubah garam (pada *line* 3) namun tidak dapat mengatenuasi *water-bottom multiple*. Kedua metode juga berhasil meningkatkan *signal to noise ratio* serta memperbaiki *dead trace*. Metode Transformasi Radon terbukti tidak efektif untuk mengatenuasi *multiple* laut dalam dengan morfologi yang kompleks.

Kata Kunci : *Multiple, Predictive Deconvolution, Transformasi Radon, TauP Deconvolution.*

ABSTRACT

Seismic Unix based - multiple attenuation has been performed on 2D seismic data on deep ocean (3000-5000 metres) of Bryant Canyon basins offshore Louisiana Gulf Texas. Attenuation was performed on four seismic lines by Predictive Deconvolution, Radon Transform, and the combination of Predictive Deconvolution and Radon Transform or called the TauP Deconvolution methods. This study aimed to find out the effectiveness of the three methods in multiple attenuation on marine seismic data in structure geological complex. Water-bottom, peg-leg, and intrabed multiples were identified in the four seismic lines. Predictive Deconvolution method and TauP Deconvolution methods are effective for removing peg-leg, intrabed and salt-related multiples (identified on seismic line 3) but the two methods fail to attenuate water-bottom multiples. The two methods have also successfully enhanced signal to noise ratio and fixed the dead traces. Radon transform method was proved to be ineffective for deep water and complex structure multiple elimination.

Keywords : Multiple, Predictive Deconvolution, Radon Transform, TauP Deconvolution.

I. PENDAHULUAN

Kegiatan eksplorasi hidrokarbon pada metode seismik dikelompokkan dalam tiga tahapan, yaitu akuisisi, pengolahan, dan interpretasi data seismik. Data seismik hasil akuisisi masih mengandung banyak *noise* yang bersumber baik dari instrumen, perambatan gelombang maupun dari lingkungan. Salah satu *noise* yang sering muncul pada data seismik bawah laut adalah *multiple*. *Multiple* merupakan pengulangan refleksi akibat terperangkapnya gelombang seismik dalam air laut atau dalam lapisan batuan lunak. Keberadaan *multiple* menyebabkan energi gelombang primer menjadi terganggu, sehingga hasil interpretasi penampang seismik menjadi tidak akurat. Oleh karena itu, perlu dilakukan atenuasi atau eliminasi *multiple*.

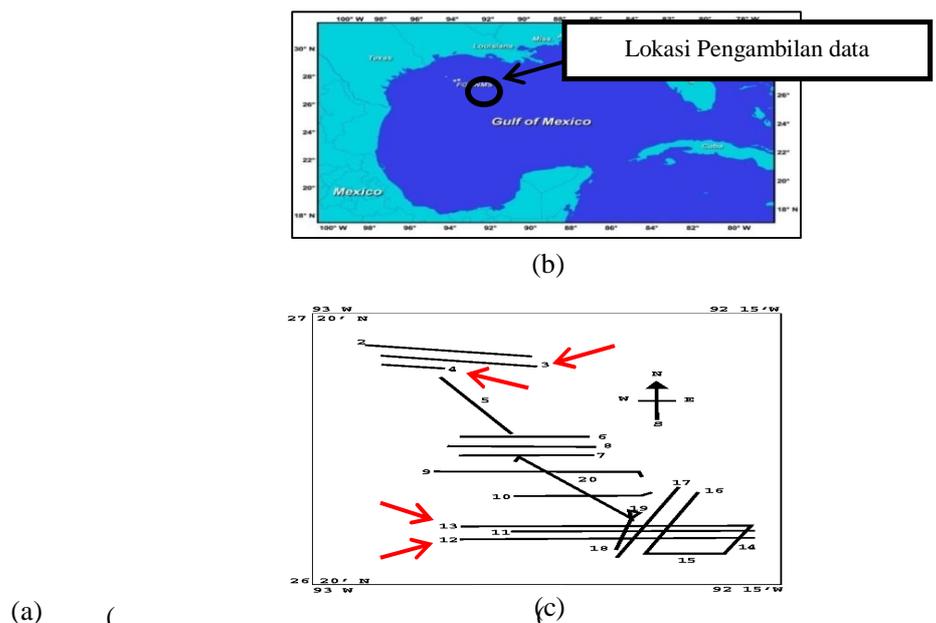
Karakteristik *multiple* sangat ditentukan oleh kedalaman air dan kompleksitas lantai samudera. Berdasarkan ini berbagai macam teknik telah dikembangkan untuk mengatenuasi *multiple* pada berbagai variasi kedalaman dan struktur. Metode atenuasi *multiple* yang luas dipakai diantaranya adalah metode *Predictive Deconvolution*, metode *FK Filtering*, metode Transformasi Radon dan metode *Surface-Related Multiple Elimination (SRME)*. Penggunaan metode yang efektif disesuaikan dengan kedalaman dan kompleksitas struktur geologi bawah permukaan air. Kedalaman air kurang dari 150 meter diklasifikasikan sebagai air dangkal (Stewart, 2004). Untuk air yang dangkal baik digunakan metode *Predictive Deconvolution*

tetapi metode ini gagal mengatenuasi *water-bottom multiple* (Peacock dan Treitel, 1969). Metode lain yang baik digunakan untuk air yang dangkal adalah Transformasi Radon, tetapi metode ini tidak cocok untuk bawah permukaan yang kompleks dan sangat susah mengatenuasi *peg-leg multiple*. Metode yang efektif dalam mengatenuasi *peg-leg multiple* adalah TauP *Deconvolution* (Stewart, 2004; Cao, 2006).

Untuk air yang dalam baik digunakan metode FK *Filtering* tetapi metode ini tidak cocok untuk bawah permukaan yang kompleks (Weglein, 1999; Xiao, dkk., 2003). Metode SRME tidak membutuhkan info di bawah permukaan dan dapat mengatenuasi *water-bottom multiple* pada daerah yang kompleks tetapi metode ini membutuhkan biaya yang mahal (Verschuur, dkk., 1992). Menurut Stewart (2004), satu metode saja masih kurang optimal dalam mengatenuasi *multiple*. Oleh karena itu, disarankan agar melakukan kombinasi metode dalam atenuasi dan untuk saat ini belum ada teknik atenuasi tunggal *multiple* yang efektif untuk seluruh variasi kedalaman. Pada penelitian ini dilakukan atenuasi *multiple* pada struktur geologi kompleks untuk berbagai variasi kedalaman bawah permukaan yang berlokasi di cekungan *Bryant Canyon* lepas pantai teluk *Louisiana Texas*. Pada cekungan *Bryant Canyon* ini terindikasi struktur kompleks berupa *fault*, *salt dome*, antiklin dan sinklin. Pada penampang seismik teridentifikasi banyak *noise multiple*. Yenti (2014) menyebutkan bahwa *multiple* tersebut tidak bisa dihilangkan melalui proses *stacking* dan migrasi disebabkan proses dekonvolusi yang kurang tepat. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan proses atenuasi *multiple* dengan menggunakan metode *Predictive Deconvolution*, metode Transformasi Radon, dan kombinasi beberapa metode pada penampang seismik.

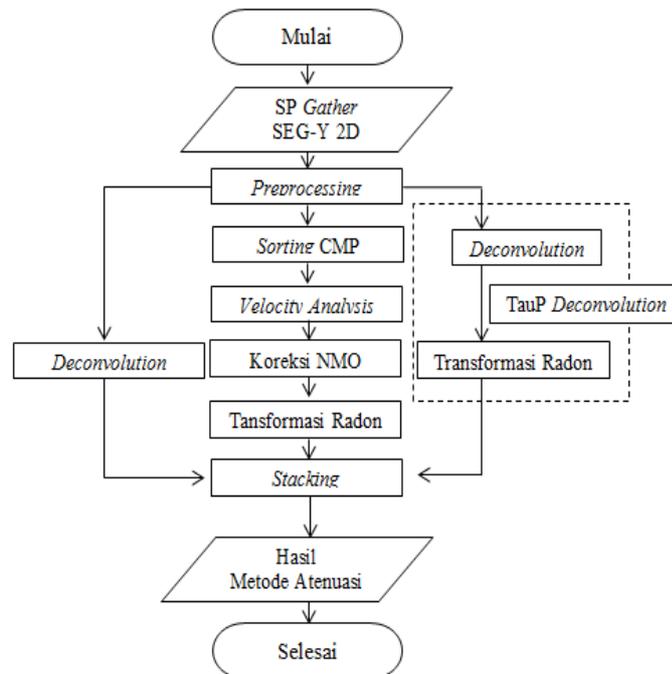
II. METODE

Data yang digunakan adalah data seismik 2D pada cekungan *Bryant Canyon* di lepas pantai teluk *Louisiana Texas* yang merupakan hasil akuisisi oleh *United States Geological Survey* (USGS) pada bulan April 1997 dengan kapal GYRE. Batas koordinat daerah penelitian sebelah barat -92.833333° , sebelah timur -91.916667° , sebelah utara sebesar 27.5° , dan sebelah selatan yaitu 26.25° (Gambar 1). Untuk daerah sekitar *Louisiana* struktur geologi yang dominan adalah *salt dome* (kubah garam) yang diikuti dengan struktur-struktur geologi lainnya seperti antiklin dan sinklin serta patahan, pada data ini juga teridentifikasi banyak *noise multiple* diantaranya *water-bottom*, *peg-leg*, dan *intrabed multiple*.



Gambar 1 (a) Peta regional akuisisi data seismik *Louisiana*, (b) Peta *Gulf of Mexico*, dan (c) *Line-line* seismik (Sumber: U.S Geological Survey, 1997)

Data seismik di cekungan *Bryant Canyon* di lepas pantai teluk *Louisiana Texas* terdiri atas 19 *line*. Dari *line* tersebut dipilih empat *line* yaitu *line 3*, *line 4*, *line 12*, dan *line 13*. Keempat *line* tersebut dipilih karena menggambarkan bentuk bawah permukaan dengan struktur kompleks dan teridentifikasi *noise* berupa *multiple*. Pengolahan data *Bryant Canyon* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram alir pengolahan data

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Metode *Predictive Deconvolution*

Pada saat melakukan proses dekonvolusi, tahapan yang paling penting dilakukan adalah menentukan nilai *operator length* dan *prediction distance* yang paling tepat yang mampu mengatenuasi *multiple* secara maksimal. Pemilihan parameter-parameter tersebut dilakukan dengan cara melakukan tes parameter. Nilai *prediction distance* yang dipilih adalah 8 ms. Apabila dipilih lebih besar dari 8 ms berarti mengikutsertakan *event* yang periodik pada *wavelet* yang di miliki sehingga kemungkinan munculnya *multiple* masih ada. Peacock dan Treitel (1969) mendefinisikan nilai *prediction distance* adalah besarnya waktu pada *second zero crossing* dari hasil autokorelasi *input* yang di miliki. Nilai 8 ms adalah nilai *second zero crossing* pada data hasil autokorelasi *input* data yang di miliki dan diambil sebagai nilai parameter *prediction distance* untuk proses *Predictive Deconvolution*.

Gambar 3.a menunjukkan bahwa penampang seismik pada *line 3* diidentifikasi memiliki efek *multiple* dan efek *dead trace*. *Multiple* yang ada pada Gambar 3.a, yaitu WB, PG, dan IB. WB 1 (1) merupakan *water-bottom multiple* dari reflektor P (1), PG 1 (2) dan PG 2 (2) merupakan *peg-leg multiple* dari reflektor P (2), sedangkan *multiple* dari reflektor P (3) yaitu WB 1 (3) dan WB 2 (3) yang merupakan *water-bottom multiple*, dan PG 1 (3) dan PG 2 (3) yang merupakan *peg-leg multiple* dari reflektor P (3). Posisi refleksi primer P (2) ada pada 2000 ms, jika ditambah waktu *sea bottom* sekitar 1600 ms, maka posisi *peg-leg* berada pada kisaran waktu 2400 ms.

Bandpass filter yang digunakan pada metode *Predictive Deconvolution* yaitu 4, 8, 90, dan 120 Hz. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan frekuensi rendah akibat *bubble*, *groundroll* atau frekuensi tinggi seperti *ambient noise*. Hasil penerapan *Predictive Deconvolution* pada data di atas dapat dilihat pada Gambar 4.a. *Multiple* pada *line 3* terlihat ada yang teratenuasi dan juga ada yang makin jelas dibandingkan dengan penampang seismik sebelum difilter pada metode *Predictive Deconvolution*. *Multiple* yang teratenuasi dengan baik yaitu *peg-leg* (panah berwarna

biru) dan *intrabed multiple* (panah berwarna hitam). Hal ini sesuai dengan pernyataan Stewart (2004) bahwa metode *Predictive Deconvolution* merupakan metode yang cocok untuk mengatenuasi *peg-leg* dan *intrabed multiple* karena pemantulan reflektornya tidak berkala. Sedangkan, *water-bottom multiple* (panah berwarna hijau) terlihat bisa teratenuasi dengan menggunakan metode *Predictive Deconvolution*.

(a)

(b)

(c)

(d)

Gambar 3 Penampang seismik sebelum diatenuasi dengan metode *Predictive Deconvolution* pada (a) *Line 3* (b) *Line 4* (c) *Line 12* (d) *Line 13*



Gambar 4 Penampang seismik setelah diatenuasi dengan metode *Predictive Deconvolution* pada (a) *Line 3* (b) *Line 4* (c) *Line 12* (d) *Line 13*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa metode *Predictive Deconvolution* salah satunya bertujuan untuk meningkatkan *S/N ratio*. Pada Gambar 4.a reflektor P (1), P (2), dan P (3) terlihat lebih jelas atau lebih tajam jika dibandingkan dengan pada penampang seismik sebelum diterapkan *Predictive Deconvolution*.

Pada line 3 teridentifikasi *salt dome* dengan *multiple* disekitarnya. Setelah dilakukan proses atenuasi, struktur *salt dome* terlihat lebih jelas (lingkaran berwarna ungu) karena *salt multiple* yang teridentifikasi disekitar *salt dome* terlihat teratenuasi dengan cukup baik. *Dead trace* yang tadinya teridentifikasi pada line 3 hilang setelah diterapkan metode atenuasi dengan metode *Predictive Deconvolution*.

Hasil penerapan metode *Predictive Deconvolution* pada line 4 dapat dilihat pada Gambar 4.b, *multiple* yang ada pada penampang seismik ini terutama *peg-leg multiple* (PG) terlihat teratenuasi. *Water-bottom multiple* (panah berwarna hijau), malah terlihat semakin jelas.

Hasil penerapan *Predictive Deconvolution* pada line 12 dapat dilihat pada Gambar 4.c dimana *peg-leg multiple* teratenuasi dibandingkan dengan *peg-leg multiple* yang ada pada penampang seismik sebelum dilakukan atenuasi. *Water-bottom multiple* (panah berwarna hijau) pada line 12 tidak teratenuasi tetapi *signal to noise ratio* di sekitar *water-bottom multiple* terlihat meningkat.

Hasil penerapan *Predictive Deconvolution* terhadap line 13 dapat dilihat pada Gambar 4.d, *intrabed multiple* yang terdapat pada line 13 (panah berwarna hitam) dapat teratenuasi dengan baik dan *peg-leg multiple* (panah berwarna biru) terlihat samar setelah diatenuasi. Sedangkan *water-bottom multiple* (panah berwarna hijau) tidak teratenuasi sama sama seperti *line-line* sebelumnya.

Seperti yang telah dijelaskan pada line 3 bahwa metode *Predictive Deconvolution* tersebut bertujuan untuk meningkatkan *S/N ratio*. Pada Gambar 4.d, reflektor P (1), P (2), dan P (3) hasil metode *Predictive Deconvolution* terlihat lebih jelas atau lebih tajam jika dibandingkan dengan reflektor P (1), P (2), dan P (3) pada penampang seismik yang belum diterapkan metode *Predictive Deconvolution* sama seperti *line-line* sebelumnya.

3.2 Metode Transformasi Radon

Dari Gambar 5.a terlihat bahwa *multiple* yang ada pada *line 3* yaitu *water-bottom* (WB), *peg-leg* (PG), dan *intrabed* (IB) *multiple*. Terlihat pada Gambar 5.a keberadaan WB 1 (1) yaitu pada kisaran *time* 3300-3400 ms. Pada reflektor P 2 (2) terjadi pengulangan dua kali *peg-leg multiple*. Pengulangan pertama PG 1 (2) terjadi pada kisaran *time* 2600-2800 ms, dan pengulangan kedua yaitu pada kisaran *time* 2800-3000 ms. Sedangkan pada reflektor P 3 (3), terjadi dua kali pengulangan *water-bottom*, yaitu WB 1 (3) pada kisaran *time* 2800-3200 ms dan WB 2 (3) pada kisaran *time* 2900-3300 ms. dan juga terjadi dua kali pengulangan *peg-leg multiple* pada reflektor P 3 (3), yaitu pada kisaran *time* 1900-2500 ms dan 2100-2800 ms. *Intrabed multiple* atau IB (3) terlihat pada kisaran *time* 2400-2500 ms. Pada *time-time* tersebut, kecepatan *multiple* lebih dominan dibandingkan dengan kecepatan sinyal primer.

Penampang seismik yang telah diterapkan metode Transformasi Radon terlihat pada Gambar 4.a-d. Hasil atenuasi dengan menggunakan Transformasi Radon memperlihatkan *multiple* yang ada pada penampang seismik tersebut tidak teratenuasi. *Multiplennya* masih terlihat cukup jelas. *Dead trace* yang teridentifikasi di *line 3* tidak bisa dihilangkan dengan menggunakan metode Transformasi Radon. Struktur *salt dome* yang teridentifikasi pada *line 3*, 12, dan 13 setelah diterapkan metode Transformasi Radon tidak terlihat semakin jelas.



Gambar 5 Penampang seismik setelah diatenuasi dengan metode Transformasi Radon pada (a) Line 3 (b) Line 4 (c) Line 12 (d) Line 13

3.3 TauP Deconvolution

Pada sub-bab 3.1 terlihat bahwa *multiple* yang teridentifikasi pada penampang seismik *line 3*, *line 4*, *line 12*, dan *line 13* masih belum hilang dengan sepenuhnya dengan menggunakan metode *Predictive Deconvolution*. Untuk itu dilakukan kombinasi metode *Predictive Deconvolution* dengan metode Transformasi Radon atau disebut metode *TauP Deconvolution* dengan tujuan efek *multiple* yang masih ada pada penampang seismik tersebut dapat dihilangkan lebih lanjut.

Hasil kombinasi metode *Predictive Deconvolution* dengan Transformasi Radon pada data *Bryant Canyon line 3*, *line 4*, *line 12*, dan *line 13* dapat dilihat dari Gambar 6.a-d. Dari

hasil kombinasi metode tersebut terlihat perubahannya setelah dilakukan kombinasi metode dengan sebelum dilakukan kombinasi metode, yaitu *peg-leg* yang ditandai dengan tanda panah warna biru, dan *intrabed* yang ditandai dengan tanda panah berwarna hitam pada *line 3*, *line 4*, *line 12*, dan *line 13* terlihat teratenuasi meskipun hanya sedikit sesuai pernyataan Stewart (2004) yang menyatakan bahwa *TauP Deconvolution* cocok untuk mengatenuasi *peg-leg multiple*. *Salt multiple* yang ditandai dengan tanah panah berwarna merah yang teridentifikasi pada *line 3*, *line 12*, dan *line 13* setelah diterapkan metode *TauP Deconvolution* terlihat lebih teratenuasi dibandingkan sebelum diterapkan metode atenuasi pada Gambar 6.a, 6.c, dan 6.d.

Dari penerapan ketiga metode atenuasi dapat disimpulkan hasilnya secara umum seperti pada Tabel 1. Pada *line 3*, *peg-leg*, *intrabed*, dan *salt multiple* dapat diatenuasi dengan *Predictive Deconvolution* dan *TauP Deconvolution*. Untuk *line 4*, *peg-leg multiple* yang teratenuasi sedangkan pada *line 12* dan *line 13* yang dapat diatenuasi, yaitu *peg-leg* dan *intrabed multiple*. Namun, *water-bottom multiple* tidak teratenuasi dengan menggunakan *Predictive Deconvolution*, *TauP Deconvolution* dan Transformasi Radon pada *line 3*, *line 4*, *line 12*, dan *line 13*.

(a)

(b)

(c)

(d)

Gambar 6 Penampang seismik setelah diatenuasi dengan metode *TauP Deconvolution* pada (a) *Line 3* (b) *Line 4* (c) *Line 12* (d) *Line 13*

Tabel 4.1 Hasil penerapan metode atenuasi pada data seismik.

| Line ke- | Identifikasi Multiple | Metode | | |
|----------|-----------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------|
| | | <i>Predictive Deconvolution</i> | Transformasi Radon | <i>TauP Deconvolution</i> |
| Line 3 | <i>Water-bottom</i> | × | × | × |
| | <i>Peg-leg</i> | ✓ | × | ✓ |
| | <i>Intrabed</i> | ✓ | × | ✓ |
| | <i>Salt multiple</i> | ✓ | × | ✓ |

| | | | | |
|---------|--------------|---|---|---|
| Line 4 | Water-bottom | × | × | × |
| | Peg-leg | ✓ | × | ✓ |
| Line 12 | Water-bottom | × | × | × |
| | Peg-leg | ✓ | × | ✓ |
| | Intrabed | ✓ | × | ✓ |
| Line 13 | Water-bottom | × | × | × |
| | Peg-leg | ✓ | × | ✓ |
| | Intrabed | ✓ | × | ✓ |

IV. KESIMPULAN

Dari penerapan metode atenuasi *multiple* pada *line 3*, *line 4*, *line 12*, dan *line 13* data seismik 2D *Bryant Canyon* dapat disimpulkan bahwa metode yang efektif dalam mengatenuasi *multiple* adalah metode *Predictive Deconvolution* dan *TauP Deconvolution*. Penerapan kedua metode ini berhasil mengatenuasi *peg-leg*, *intrabed*, *salt multiple* serta berhasil menghilangkan efek *dead trace* namun kedua metode tersebut tidak berhasil mengatenuasi *water-bottom multiple*. Pada penelitian ini, metode *TauP Deconvolution* memiliki efektivitas yang sama dengan metode *Predictive Deconvolution* dalam hal atenuasi *multiple* dan meningkatkan *signal to noise ratio*. Untuk struktur bawah permukaan dengan variasi kecepatan vertikal dan lateral yang kompleks seperti *Bryant Canyon* tidak dapat dipilih satu metode metode atenuasi tunggal dalam mengatenuasi *multiple* namun metode-metode tersebut saling menunjang (*complimentary*) dari segi struktur maupun penanganan *noise*. Metode Transformasi Radon terbukti tidak efektif digunakan untuk *multiple* laut dalam dengan morfologi struktur yang kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Cao, Z., 2006, Analysis and Application of the Radon Transform, Tesis, Department of Geology and Geophysics, University of Calgary, Calgary.
- Peacock, K.L. dan Treitel, S., 1969, Predictive Deconvolution: Theory and Practice, Geophysics, Vol. 34, hal. 155-169.
- Stewart, P., 2004, Multiple Attenuation Technique Suitable for Varying Water Depths, GX Technology, hal. 1-2.
- Verschuur, D.J., Berkhout, A.J. dan Wapenaar, 1992, Adaptive Surface Related Multiple Elimination, Geophysics, Vol. 64, hal. 1166-1177.
- Weglein, A.B., 1999, Multiple Attenuation: An Overview of Recent Advances and the Road Ahead, The Leading Edge, Vol. 18, No. 1, hal. 40-44.
- Xiao, C., Bancroft, J.C., Brown, R.J. dan Cao, Z., 2003, Multiple Suppression: A Literature Review, CREWES Research Report, Vol. 15, hal. 1-17.
- Yenti, V.L., 2014, Pre-Stack *Time* Migration (PSTM) Berbasis Seismic Unix Pada Data Seismik 2D Cekungan Bryant Canyon Lepas Pantai Teluk Louisiana Texas, Skripsi, FMIPA, Universitas Andalas, Padang.
- U.S Geological Survey, 1997, Regional Map of the GYRE 1997 Cruise, http://pubs.usgs.gov/of/1999/of99-449/disc2/html_docs/regional.html, diakses Desember 2014.