

**PRE-STACK TIME MIGRATION (PSTM) BERBASIS SEISMIC UNIX
PADA DATA SEISMIK 2D CEKUNGAN BRYANT CANYON LEPAS
PANTAI TELUK LOUISIANA TEXAS**

Vivi Lispa Yenti, Elistia Liza Namigo

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang
Kampus Unand Limau Manih, Pauh Padang 25163
e-mail: vivilispayenti@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan *pre-stack time migration* (PSTM) berbasis *Seismic Unix* pada data 2D cekungan *Bryant Canyon* lepas pantai teluk *Louisiana Texas*. Penelitian ini menggunakan data *Marmousi* sebagai data uji untuk menentukan metode migrasi paling tepat. Dari hasil pengujian, metode *Phase Shift*, *Finite-Difference* dan *Kirchhoff* dipilih sebagai metode yang diterapkan pada data *Bryant Canyon* pada *line 9* dan *12* yang diidentifikasi memiliki struktur kompleks (sinklin, patahan dan *salt body*) dan mengandung banyak *noise* (*bowtie*, difraksi dan *multiple*). Metode *Phase Shift* baik digunakan pada struktur yang memiliki kemiringan di atas 90° sedangkan metode *Finite-Difference* mampu menangani variasi kecepatan horizontal dengan kemiringan yang terbatas. Metode *Kirchhoff* efektif menghilangkan pola-pola difraksi sehingga struktur yang ada pada penampang seismik terlihat jelas. Dari penelitian ini terlihat bahwa struktur bawah permukaan dengan variasi kecepatan vertikal dan lateral yang kompleks tidak dapat dipilih satu metode migrasi terbaik namun ketiganya saling menunjang dari segi struktur maupun penanganan *noise*.

Kata Kunci : metode *Phase Shift*, metode *Finite Difference*, metode *Kirchhoff*

ABSTRACT

Seismic Unix based - pre-stack time migration (PSTM) on 2D seismic data of Bryant Canyon trough the Louisiana gulf of coast has been conducted. This research uses Marmousi data set to determine the most appropriate method of migration. From the test, Phase Shift, Finite-Difference and the Kirchhoff methods were chosen to be applied on line 9 and 12 of Bryant Canyon data set where complex structures such as syncline, fault and salt body and several types of noise e.g bowties, diffractions and multiples were identified. Phase Shift method is reliable for defining structures that have slopes above 90° where as Finite-Difference method is good in handling lateral velocity variation in the subsurface structure. Kirchhoff method eliminates diffraction patterns so that the existing structure is clearly visible in the seismic cross-section. From this research, it was found that for complex structures can not be selected one of excellent migration methods but the three methods complimentary each other in terms of structure and handling noise.

Keywords : Phase Shift method, Finite-Difference method, Kirchhoff method

I. PENDAHULUAN

Metode seismik refleksi merupakan metode eksplorasi geofisika yang paling umum digunakan untuk mengidentifikasi reservoir hidrokarbon (minyak dan gas bumi). Metode ini terdiri atas tiga tahapan, yaitu akuisisi data seismik, pengolahan data seismik dan interpretasi data seismik. Pada saat akuisisi data seismik banyak terdapat *noise* yang bersumber baik dari instrumen, perambatan gelombang maupun dari lingkungan. *Noise* ini dapat berupa difraksi, *multiple* dan efek *bowtie* yang membuat gambaran bawah permukaan menjadi tidak jelas dan tidak akurat. Gambaran penampang seismik yang dihasilkan pada struktur kompleks harus detail agar terlihat seperti struktur bawah permukaan yang sebenarnya. Ada beberapa koreksi yang dapat digunakan untuk mengolah data seismik agar *image* yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan dapat meminimalisir atau menghilangkan *noise*, salah satunya adalah migrasi.

Migrasi adalah proses mengembalikan posisi reflektor semu (bidang pantul) yang terlihat pada rekaman data seismik ke posisi yang sebenarnya sesuai dengan posisi di bawah permukaan. Proses migrasi dapat dilakukan sebelum *stack* (*pre-stack migration*) dan sesudah *stack* (*post-stack migration*) baik dalam domain waktu atau domain kedalaman (Bednar, 2013). Sidabalok (2012) menyebutkan bahwa hasil proses migrasi *post-stack time migration* kurang

memuaskan terutama untuk data seismik yang memiliki struktur yang kompleks. Oleh karena itu untuk data seismik yang memiliki struktur geologi kompleks diaplikasikan *pre-stack time migration* (PSTM).

Metode migrasi yang umum digunakan adalah metode *Stolt*, *Split Step*, *Phase Shift*, *Finite-Difference* dan *Kirchhoff* karena sudah sering diuji untuk penelitian dalam berbagai struktur. Metode *Stolt* dapat melakukan migrasi dengan sudut kemiringan sampai 90° namun banyak menghasilkan *noise* (Munadi, 2002). Untuk metode *Split Step*, migrasi yang dilakukan membutuhkan waktu yang singkat dalam hal proses komputasi (Krismansyah, 2009). Metode *Phase Shift* sangat akurat jika diterapkan pada kemiringan di atas 90° tetapi pada metode ini efek dari difraksi masih muncul dengan jelas (Prayudha, 2009). Metode *Finite-Difference* mampu menangani variasi kecepatan horizontal namun terbatas pada keadaan struktur dengan kemiringan yang curam (Badley, 1947). Metode *Kirchhoff* diaplikasikan dengan baik pada berbagai keadaan tetapi tidak untuk *noise* pada data seismik seperti *multiple* (Badley, 1947; Sukmana, 2014). Menurut Geoltrain dan Versteeg (Bednar, 2013) bahwa satu metode saja tidak cukup optimal untuk menggambarkan struktur-struktur geologi yang ada. Pada penelitian ini dilakukan *pre-stack time migration* pada struktur geologi kompleks bawah permukaan yang berlokasi di cekungan *Bryant Canyon* lepas pantai teluk *Louisiana Texas*. Struktur kompleks pada cekungan *Bryant Canyon* ini diperkirakan terdiri dari *fault*, *salt dome*, antiklin dan sinklin. Secara geologi daerah tersebut memiliki variasi kecepatan lateral yang tinggi. Dari analisis data awal sebelum migrasi terlihat bahwa penampang seismik masih mengandung *noise* seperti efek *bowtie*, *multiple* dan difraksi sehingga perlu diterapkan migrasi untuk mendapatkan gambaran bawah permukaan yang lebih optimal.

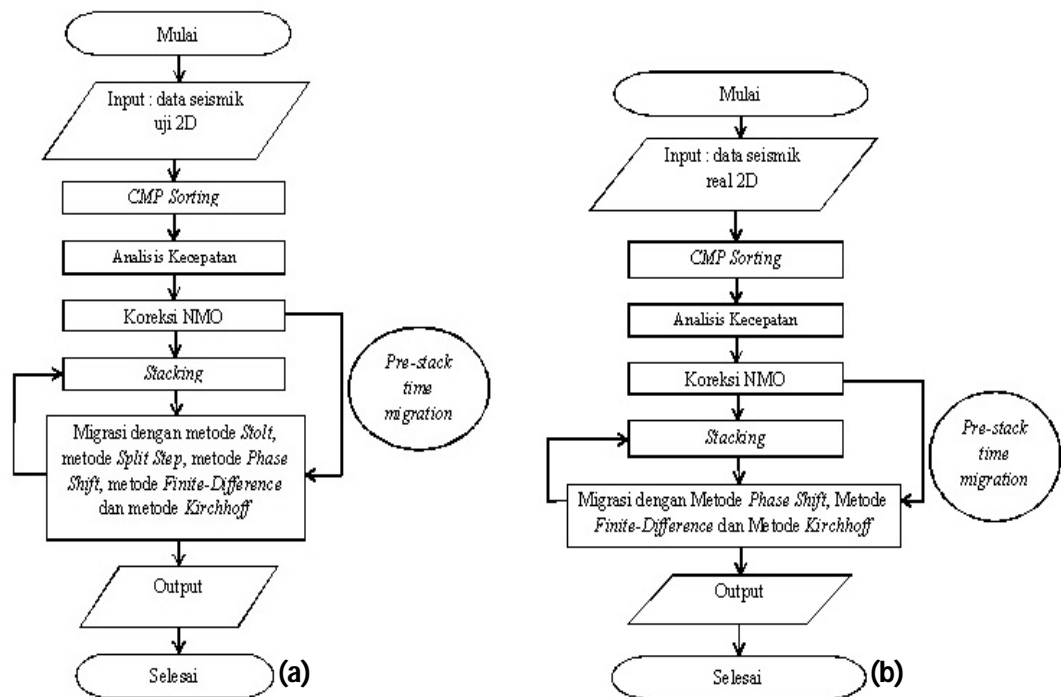
II. METODE

2.1 Data seismik uji 2D

Data seismik uji 2D ini adalah data model *Marmousi*. Data *Marmousi* merupakan data seismik sintetik 2D yang dibuat pada tahun 1988 oleh Institut Français du Pétrole (IFP). Model ini dibuat berdasarkan profil cekungan *North Quenguela* pada palung *Cuanza* (*Cuanza basin*) di lepas pantai *Angola*, Afrika Barat. Sejak tahun 1990 data *Marmousi* ini sudah dipakai sehingga standar dalam riset dan pengembangan aspek praktis pengolahan data seismik. Pengolahan data untuk data seismik uji 2D dapat dilihat pada Gambar 1.a. Pengolahan data yang dilakukan pada data seismik uji 2D untuk memilih beberapa metode migrasi yang terbaik dan kemudian diaplikasikan pada data seismik *real* 2D untuk memperoleh penampang seismik yang optimal.

2.2 Data seismik *real* 2D

Data seismik *real* 2D dengan 2 *line* seismik merupakan data hasil akuisisi yang dilakukan oleh USGS pada bulan April 1997 dengan kapal *GYRE* yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dengan tujuan untuk mengetahui gambaran bawah permukaan cekungan *Bryant Canyon*. Data *Bryant Canyon* merupakan data *open source*. Menurut Gadallah dan Fisher (2009) di sekitar daerah *Bryant Canyon* diperkirakan memiliki morfologi dasar laut yang kompleks (patahan, antiklin, sinklin beserta *salt dome*) dan stratigrafi yang variatif. Data diperoleh dalam bentuk format SEG-Y. Pengolahan data *Bryant Canyon* dapat dilihat pada Gambar 1.b.



Gambar 1 Diagram alir pengolahan data (a) seismik uji 2D (b) seismik real 2D

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Data seismik uji 2D

Data sintetik ini digunakan untuk menguji beberapa metode migrasi terbaik untuk struktur geologi yang kompleks. Metode migrasi yang digunakan pada data ini adalah metode *Stolt*, *Split Step*, *Phase Shift*, *Finite-Difference* dan *Kirchhoff*.

3.1.1 Metode *Stolt*

Hasil yang didapat dari migrasi dengan menggunakan metode *Stolt* dapat dilihat pada Gambar 2.a. Penanganan kemiringan pada penampang seismik ini dapat diatasi dengan sudah mulai terlihatnya struktur patahan pada hasil migrasi tersebut. Struktur sinklin menjadi tidak terlihat karena ditutupi oleh efek difraksi yang muncul setelah dimigrasi dengan metode *Stolt*. Efek difraksi sangat terlihat jelas dan banyak, padahal sebelumnya difraksi hanya muncul pada struktur bagian bawah penampang seismik tersebut. Selain itu, efek *bowtie* yang terdapat pada penampang seismik yang belum dimigrasi telah diminimalisir dengan metode ini namun muncul efek *bowtie* baru pada struktur lainnya. Inilah masalah yang ditimbulkan oleh metode ini yaitu dalam hal penanganan *noise*. Akibatnya, setelah dilakukan migrasi dengan metode ini bermunculan *noise-noise* baru seperti makin banyaknya efek *bowtie* dan difraksi pada penampang seismik tersebut sehingga gambaran yang dihasilkan tidak akurat.

3.1.2 Metode *Split Step*

Penampang seismik yang dihasilkan dengan menggunakan metode *Split Step* dibandingkan dengan metode sebelumnya sudah cukup berhasil untuk menghilangkan efek difraksi, namun efek *bowtie* masih ada. Dalam hal kemiringan, penampang seismik yang dihasilkan dengan metode *Split Step* kurang akurat untuk struktur kompleks seperti model *Marmousi* ini sehingga patahan-patahan yang terdapat pada penampang seismik ini terlihat tidak terlalu jelas dibandingkan dengan metode *Stolt*. Jika dilihat penampang seismik pada Gambar 2.b, struktur sinklin mulai melebar ditunjukkan pada lingkaran putih. Ini merupakan salah satu keunggulan dari metode *Split Step* yaitu bekerja baik pada kecepatan secara lateral dengan dibuktikan sinklin yang mulai melebar.

3.1.3 Metode *Phase Shift*

Dalam hal penanganan *noise*, tidak semua jenis *noise* bisa diminimalisir atau dihilangkan dengan metode *Phase Shift*. Efek *bowtie* yang awalnya terdapat pada data *Marmousi* ini setelah dilakukan migrasi sudah tidak terlihat lagi sehingga puncak-puncak yang ada saling berhubungan satu sama lain menggambarkan struktur yang terlihat jelas. Tidak sama halnya dengan efek difraksi yang masih tetap ada pada data ini. Meskipun begitu setidaknya struktur-struktur pada migrasi metode ini sudah lebih terlihat walaupun belum optimal. Hasil penampang seismik dengan metode *Phase Shift* dapat dilihat pada Gambar 2.c.

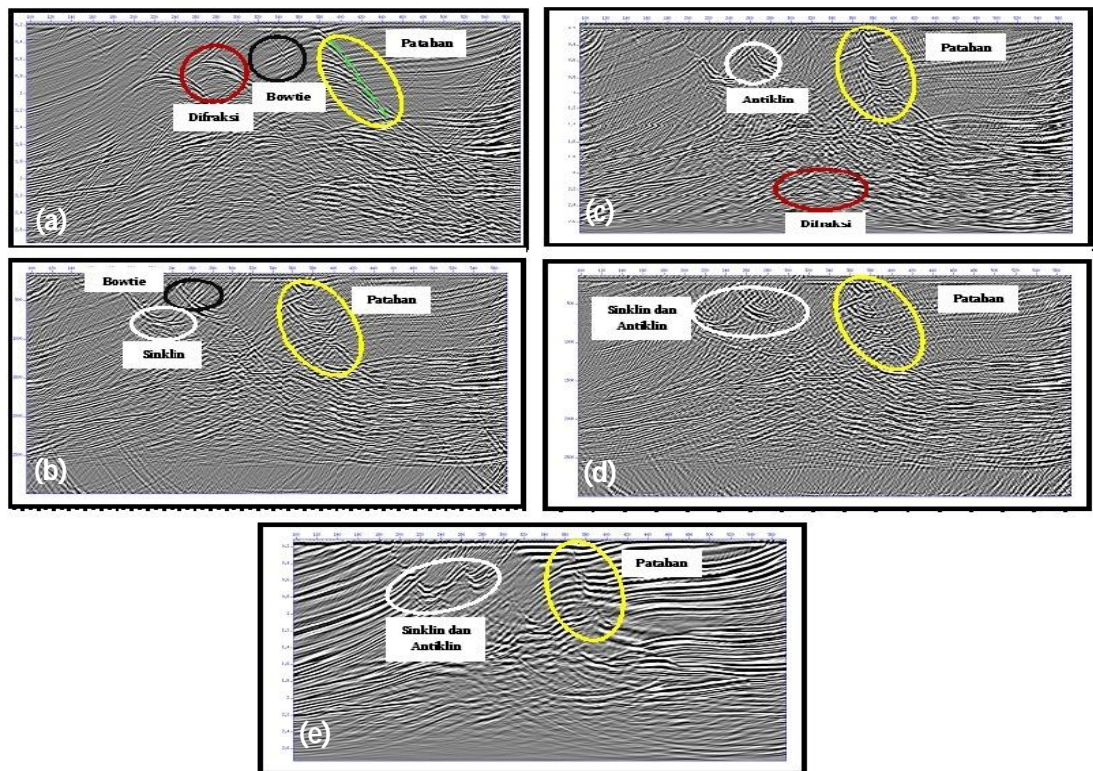
3.1.4 Metode *Finite-Difference*

Metode *Finite-Difference* memiliki keterbatasan jika diaplikasikan pada struktur geologi yang memiliki kemiringan yang curam. Bentuk struktur geologi yang seharusnya merupakan turunan puncak yang teratur atau patahan menjadi tidak jelas ketika diaplikasikan metode ini seperti terlihat pada Gambar 2.d.

Hasil migrasi dengan metode ini lebih detail secara vertikal ataupun lateral dibandingkan dengan metode sebelumnya dengan terlihatnya sinklin dan antiklin pada penampang seismik. Efek difraksi yang dihasilkan pada penampang seismik sebelumnya sudah dapat sedikit dihilangkan dengan menggunakan metode *Finite-Difference* seperti terlihat pada Gambar 2.d. Pembatasan kemiringan pada metode ini menyebabkan dapat meminimalisir *noise*.

3.1.5 Metode *Kirchhoff*

Hasil migrasi dari metode ini pada Gambar 2.e telah merepresentasikan bentuk struktur-struktur geologi seperti patahan, sinklin dan antiklin sesuai dengan model geologinya. Ini disebabkan bahwa pada metode *Kirchhoff*, efek difraksi sudah tidak kelihatan sehingga struktur geologi pada penampang seismik terlihat jelas. Kelemahanpun muncul pada hasil penampang seismik pada metode *Kirchhoff* ini yaitu dari segi resolusi. Berdasarkan penampang yang dihasilkan terlihat bahwa kualitas resolusinya kurang baik disebabkan frekuensi pada penampang seismik dengan metode ini rendah.



Gambar 2 Penampang seismik dengan metode (a) *Stolt* (b) *Split Step* (c) *Phase Shift* (d) *Finite-Difference* (e) *Kirchhoff*

Dari kelima metode migrasi yang telah diaplikasikan pada data seismik *Marmousi* maka dipilihlah metode-metode terbaik diantaranya adalah metode *Phase Shift*, *Finite-Difference* dan *Kirchhoff*. Hal ini berdasarkan fakta bahwa ketiga metode ini menghasilkan penampang seismik yang lebih baik pada struktur geologi yang kompleks.

3.2 Data seismik *real* 2D

3.2.1 Metode *Phase Shift*

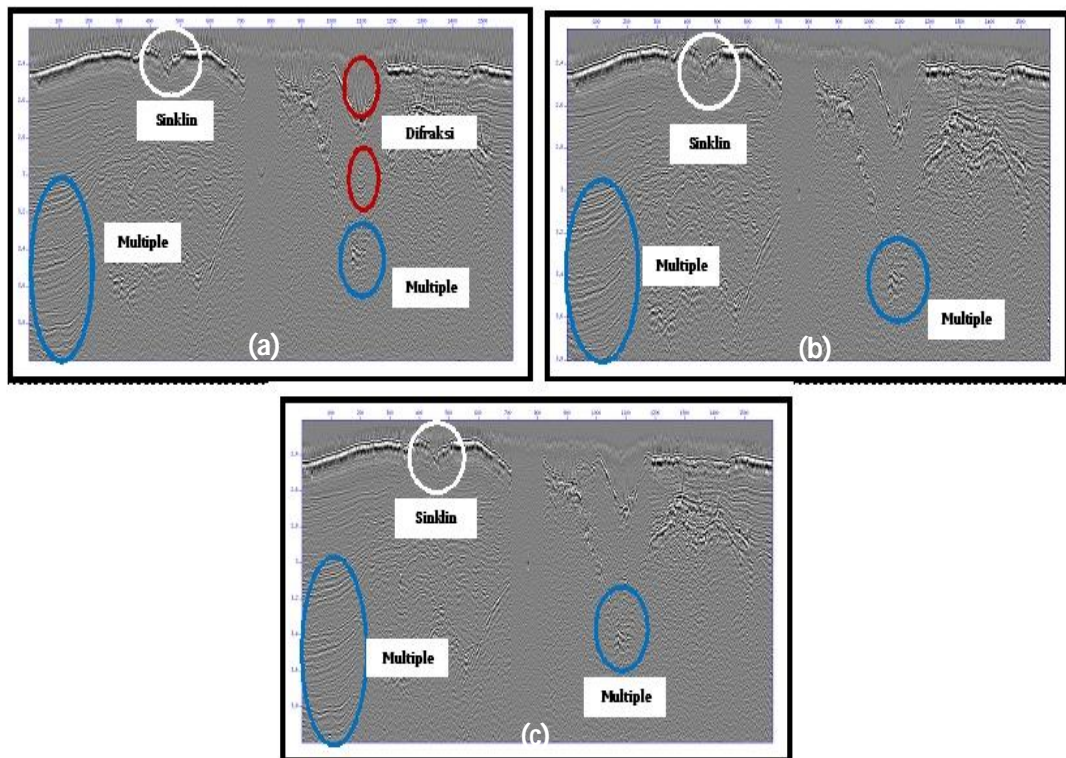
Berdasarkan hasil migrasi menggunakan metode *Phase Shift* pada *line* 9 (Gambar 3.a) dan 12 (Gambar 4.a) bahwa untuk data *real* yang banyak mengandung *noise* metode *Phase Shift* tidak bekerja optimal sedangkan untuk struktur yang memiliki kemiringan yang curam seperti contoh *salt body* pada *line* 12 metode ini baik digunakan.

3.2.2 Metode *Finite-Difference*

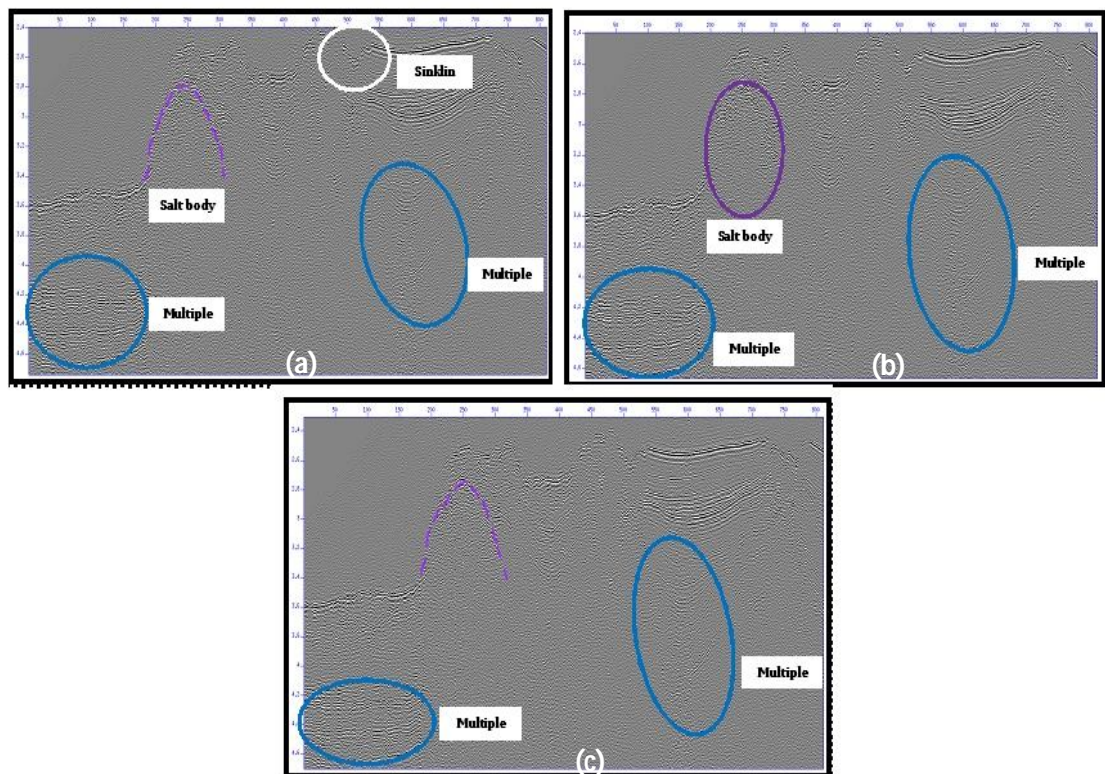
Metode *finite-difference* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bekerja baik pada kecepatan lateral dan vertikal serta pola difraksi yang ditimbulkan pada metode sebelumnya dapat diminimalisir oleh metode ini sebagaimana yang terlihat pada Gambar 3.b dan 4.b. Struktur sinklin yang sebelumnya adalah efek *bowtie* sedikit melebar dan pola difraksi sudah tidak terlihat secara jelas lagi. Akan tetapi *multiple* masih tetap saja ada pada penampang seismik kedua *line* ini.

3.2.3 Metode *Kirchhoff*

Metode *Kirchhoff* yang diterapkan untuk *line* 9 berhasil menghilangkan pola difraksi (Gambar 3.c). Efek *multiple* pada *line* 9 masih tetap terlihat. Penampang seismik yang dihasilkan setelah dilakukan migrasi dengan metode *Kirchhoff* menghasilkan struktur sinklin yang terlihat lebih jelas dibandingkan dua metode sebelumnya. Dari penampang seismik pada data *Bryant Canyon line* 12 (Gambar 4.c) juga terlihat bahwa efek difraksi sudah diminimalisir sehingga struktur *salt body* yang ada pada *line* ini sudah terlihat. Kondisi yang sama dengan *line* 9 terlihat juga pada *line* 12 yaitu *multiple* masih terdapat pada penampang seismik yang dihasilkan dengan metode *Kirchhoff*.



Gambar 3 Penampang seismik data *Bryant Canyon line* 9 metode (a) *Phase Shift* (b) *Finite-Difference* (c) *Kirchhoff*



Gambar 4 Penampang seismik data *Bryant Canyon line 12* metode (a) *Phase Shift* (b) *Finite-Difference* (c) *Kirchhoff*

Efek *multiple* tidak hanya bisa dihilangkan dengan proses migrasi tapi bisa pada proses dekonvolusi. Proses dekonvolusi yang diterapkan pada data *real Bryant Canyon* ini adalah dekonvolusi prediktif dimana proses ini mudah dan cepat tetapi struktur geologi yang diasumsikan terkadang tidak ada hubungan atau *random*. Oleh karena itu, proses dekonvolusi yang tepat akan menghilangkan atau meminimalisir *multiple* pada data seismik (Badley, 1947).

IV. KESIMPULAN

Dari penerapan beberapa metode migrasi pada data *Marmousi*, metode *Phase shift*, *Finite-Difference* dan *Kirchhoff* adalah metode yang paling efektif dalam meminimalisir *noise* dan mendefinisikan struktur. Penerapan ketiga metode ini pada *line 9* dan *12* data *Bryant Canyon* berhasil menghilangkan efek *bowtie* dan mengatenuasi sebagian besar pola-pola difraksi. Namun, *noise* berupa *multiple* tidak bisa dihilangkan dengan proses ini.

Dari penampang seismik yang dihasilkan teridentifikasi struktur-struktur berupa sinklin, antiklin, patahan dan *salt dome*. Untuk struktur bawah permukaan dengan variasi kecepatan vertikal dan lateral yang kompleks seperti *Bryant Canyon* tidak dapat dipilih satu metode migrasi terbaik namun ketiganya saling menunjang (*complimentary*) dari segi struktur maupun penanganan *noise*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badley, M.E., 1947, *Practical Seismic Interpretation*, International Human Resource Development Corporation, Boston.
- Bednar, J.B., 2013, *Modeling, Migration and Velocity Analysis in Simple and Complex Structure*, Panorama Technologies, Inc.
- Gadallah, M.R. dan Fisher R., 2009, *Exploration Geophysics*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Houston.
- Krismansyah, 2009, Komparasi Migrasi Data Seismik dengan Menggunakan Metode *Fourier Split Step* dan *Finite-Difference* Berbasis *Seismic Un*x*, *Skripsi*, Universitas Indonesia, Depok.

- Munadi, S., 2002, *Pengolahan Data Seismik Prinsip Dasar dan Metodologi*, Universitas Indonesia, Depok.
- Prayudha, R., 2009, *Analisa Konsep Migrasi Data Seismik dengan Algoritma Phase Shift, Kirchoff, Finite Difference*, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.
- Sidabalok, D.F., 2012, *Studi Komparasi Pre-Stack Time Migration dengan Post Stack Time Migration Seismik 2D Multichannel di Perairan Maluku Utara*, Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Sukmana, A., 2014, *Analisis Post Stack Migration Metode Kirchoff dan Metode Finite-Difference pada Seismik Refleksi 2D Land Lapangan H*, Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.