

## Analisis Velocity Model Building Pada Pre Stack Depth Migration Untuk Penggambaran Struktur Bawah Permukaan Daerah "X"

Yose Rizal Triarto, Hernowo Danusaputro, dan Udi Harmoko

Lab. Geofisika Jurusan Fisika UNDIP Semarang,

### Abstract

*Pre Stack Depth Migration method has been carried out for 2D seismic reflection data on Line KPH-11807 at "X" area. This method was chosen for reconstruction geology features and imaging the subsurface structure. Based on previous investigation which done October, 2004-January, 2005, Line KPH-11807 at "X" area was a potential development as hydrocarbon prospect area which complex geology structure and strong lateral velocity variations.*

*In the same area has been done previously with Pre Stack Time Migration by Elnusa Geosains, PT. Therefore the result of the PSDM can be compared to PSTM method. Seismic section with complex geology structure and/or strong lateral velocity variations area, which often there are at seismic data migrated stack can be overcome using an accurate velocity model. Velocity model building with the IVMB (interval velocity model building) concept consist of the coherency inversion and global tomography yield the right subsurface geological model. Hereinafter the velocity model will be used for the PSDM (pre stack depth migration) process.*

*Result of PSDM shows a significant image enhancement, able to assure the reflection pattern at the horizons with strong lateral velocity variations and give the more coherence resolution compared with Pre Stack Time Migration seismic data. This study is very valuable in building exploration concept and development of the area, especially in a complex structure with strong lateral velocity variations.*

**Keywords:** PSDM, velocity model building.

### Abstrak

*Telah dilakukan penelitian pada Line KPH-11807 daerah "X" dengan metode Pre Stack Depth Migration untuk data seismik refleksi 2D. Metode ini dipilih agar dapat menggambarkan struktur bawah permukaan. Karena berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan pada bulan Oktober 2004-Januari 2005, Line KPH-11807 daerah "X" merupakan daerah pengembangan yang potensial dengan adanya struktur geologi yang kompleks dan perubahan variasi kecepatan lateral yang besar yang diduga sebagai tutupan hidrokarbon.*

*Pada daerah yang sama sebelumnya telah dilakukan penelitian dengan metode Pre Stack Time Migration oleh PT. Elnusa Geosains sehingga pada proses akhirnya akan dibandingkan hasil dari kedua metode yang digunakan. Penampang seismik dengan geologi yang kompleks dan/atau adanya variasi kecepatan lateral yang besar yang terdapat pada data seismik time migrated stack suatu daerah dapat diatasi dengan pembuatan model kecepatan yang akurat. Model kecepatan yang dibuat (velocity model building) dengan konsep IVMB (interval velocity model building) meliputi coherency inversion dan global tomography menghasilkan model yang mencerminkan keadaan geologi yang sebenarnya. Selanjutnya model kecepatan yang dihasilkan digunakan untuk melakukan proses PSDM (Pre Stack Depth Migration).*

*Data seismik hasil PSDM menunjukkan peningkatan citra yang cukup signifikan, mampu mempertegas pola refleksi pada horizon dengan variasi kecepatan lateral yang besar dan memberikan resolusi yang lebih koheren dibandingkan data seismik Pre Stack Time Migration. Studi ini sangat membantu dalam membuat konsep eksplorasi dan pengembangan suatu daerah, khususnya untuk daerah dengan struktur geologi yang kompleks dengan perubahan variasi kecepatan lateral yang besar.*

**Kata-Kata Kunci:** PSDM, velocity model building.

## PENDAHULUAN

Pengolahan data seismik dengan struktur geologi yang kompleks merupakan tantangan tersendiri bagi para *processing-geophysicist* untuk dapat menghasilkan *data migrated stack* yang

mampu memperlihatkan *event-event* geologi secara jelas. Kompleksitas struktur yang disertai variasi kecepatan secara lateral bisa disebabkan oleh perubahan ketebalan, dan atau perubahan fasies. Efek stratigrafi akibat perubahan fasies ini

seringkali menjadi kendala dalam *Post Stack Time Migration* (POTM) maupun *Pre Stack Time Migration* (PSTM).

Sampai saat ini PSDM masih merupakan solusi paling baik dan akurat untuk mencitrakan struktur bawah permukaan. Keakuratan ini karena kemampuan metoda ini untuk melakukan *focusing* terhadap suatu titik reflektor pada kondisi dimana terjadi perubahan kecepatan secara lateral. Oleh karena itu, *velocity model building* menjadi kunci keberhasilan dalam pencitraan bawah permukaan.

Saat ini, dengan kemajuan teknologi komputasi, PSDM dengan konsep *interval velocity model building* (IVMB) menjadi prosedur rutin dalam pemrosesan data seismik. Secara praktik, konsep ini membutuhkan interaksi yang kuat antara *processing-geophysicist* dan interpreter karena untuk memperbaharui model kecepatan akan memerlukan input geologi sebagai konstrain model.

### **KENAPA PERLU MIGRASI/PSDM?**

Ada banyak alasan kenapa kita harus mengaplikasikan migrasi pada data seismik yang digunakan. Dua hal yang cukup penting berhubungan dengan hal ini yaitu permasalahan *imaging* dan *positioning*.

Migrasi merupakan proses untuk memindahkan titik reflektor dari titik perekaman ke titik reflektor yang sebenarnya. Pada penampang *stack* domain waktu (*time stack section*), migrasi dapat menghilangkan adanya efek difraksi. Sementara itu untuk kasus lapisan yang miring, *CMP gather* dikaitkan dengan dispersi dari titik reflektor, yang disebut sebagai *CMP smearing*. Pada migrasi domain waktu, koreksi NMO diaplikasikan untuk mem-flat-kan *gathers*. Ketika asumsi dari NMO ini tidak valid pada kasus daerah yang diproses, maka akan menghasilkan distorsi amplitudo. Hal ini dapat dimaklumi karena jejak sinar (*raypath*) dari *near-offset* dan *far-offset* akan merambat melewati medium dengan kecepatan yang berbeda, sehingga koreksi NMO yang dilakukan akan menyebabkan gagalnya proses *focusing*. Untuk mengatasi hal ini, PSDM menjadi perlu untuk dilakukan.

Dari sini dapat disimpulkan, dari sudut pandang *positioning*, perlu diaplikasikan migrasi untuk memindahkan reflektor ke titik sebenarnya serta menghilangkan efek difraksi. Sedangkan dari sudut pandang *imaging*, perlu diaplikasikan migrasi *prestack* untuk menghindari distorsi amplitudo karena adanya *CMP smearing* dari amplitudo dan efek dari *non hyperbolic moveout*.

## **PENGOLAHAN DATA**

### **1. Time Model**

Pada studi yang telah dilakukan, sebelum proses PSDM, terlebih dahulu dilakukan proses PSTM (*Pre Stack Time Migration*). Proses PSTM ini dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama menggunakan penampang kecepatan RMS dari kecepatan *stacking* dan tahap kedua menggunakan penampang kecepatan RMS berdasarkan horison yang telah dilakukan interpretasi sebelumnya. Tahap ini dilakukan untuk memberikan kontrol struktural terhadap model kecepatan RMS yang dibuat. Kecepatan RMS untuk setiap horison dibuat lebih akurat dengan menggunakan *model velocity navigator* dengan tipe aplikasi: penghalusan kecepatan RMS sepanjang horison waktu termigrasi.

### **2. Depth Model**

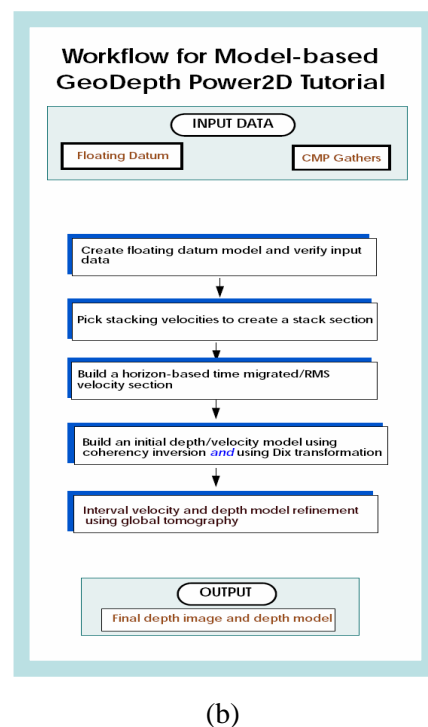
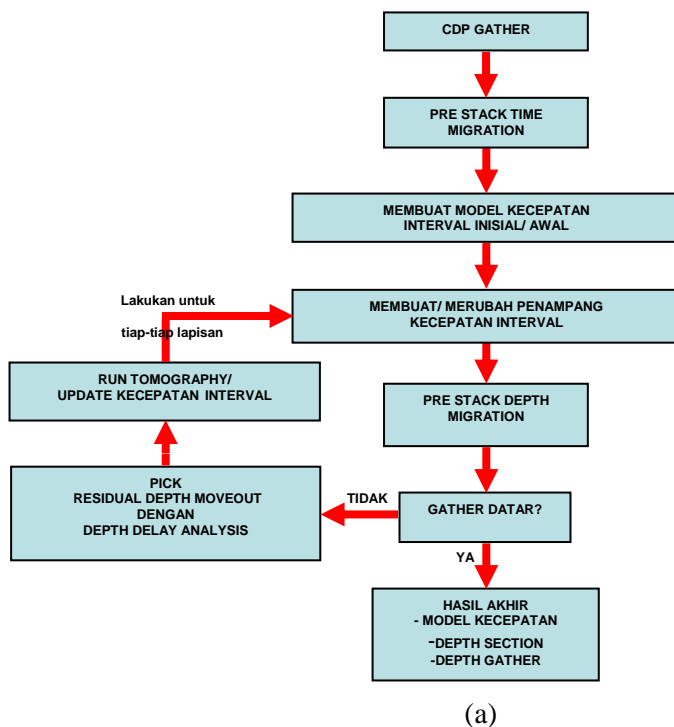
Model kedalaman (*depth model*) dan model kecepatan interval diturunkan dari model kecepatan RMS yang diperoleh dari PSTM. Untuk dua horison pertama, digunakan formula Dix untuk merubah kecepatan RMS ke kecepatan interval. Syarat penggunaan formula Dix adalah perlapisan datar serta untuk dua lapisan saja. Untuk lapisan ketiga dan seterusnya digunakan *coherency inversion* yang mempersyaratkan masukan (*input*) berupa horison yang belum termigrasi. Oleh karena itu horison yang sebelumnya telah termigrasi di-demigrasi terlebih dahulu sebelum proses *coherency inversion*. Setelah model awal kedalaman/kecepatan interval diperoleh, tahap selanjutnya adalah meng-*update* (*refining*) model kedalaman dan kecepatan interval dengan metoda *tomography*.

2.1. Model Awal – Coherency Inversion

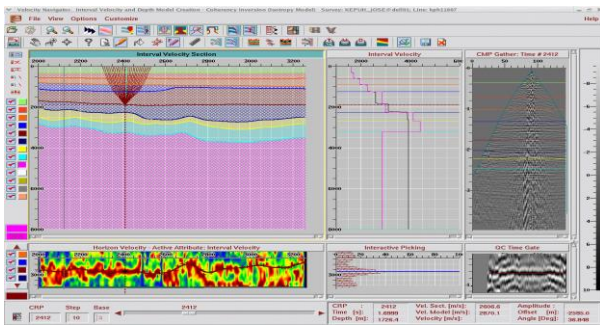
Coherency inversion memodelkan kuva ray tracing untuk dibandingkan dengan kurva waktu tempuh sebenarnya dari perekaman yang memiliki kecocokan terbaik dengan refleksi koheren dari gather. Dalam ray tracing tidak menggunakan asumsi hyperbolic moveout, memperhitungkan variasi kecepatan baik secara lateral maupun vertikal, refraksi dan struktural dip dalam model. Coherency inversion menggunakan pendekatan layer-stripping, pemodelan dilakukan berurutan satu persatu dari lapisan atas ke lapisan bawahnya secara berurutan. Pemodelan kecepatan pada suatu lapisan memerlukan kecepatan interval dari depth model semua lapisan di atasnya. Pada lapisan yang dimodelkan diberikan kisaran nilai kecepatan untuk menentukan kecepatan interval yang optimum pada lapisan tersebut. Semblance dihitung pada tiap CMP untuk menghitung korelasi antara rekaman CMP gather dengan pemodelan kurva waktu tempuh untuk tiap kecepatan interval yang digunakan, semblance tinggi menunjukkan kecepatan yang tepat untuk mem-flat-kan gather.

2.2. Perbaikan Model – Tomography

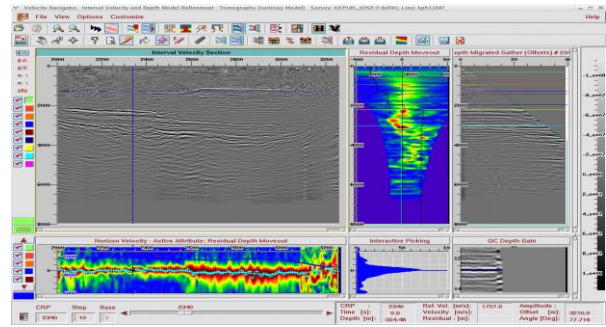
Model kecepatan awal yang diperoleh dari coherency inversion digunakan untuk melakukan proses PSDM. Pendekatan layer-stripping dalam coherency inversion seringkali menghasilkan akumulasi error pada lapisan yang lebih dalam bila pada lapisan di atasnya tidak tepat sehingga akan menghasilkan error waktu tempuh. Untuk itu dilakukan refining model secara iteratif dengan global tomography. Metoda ini disebut global tomography karena perubahan parameter model kecepatan dan depth dilakukan secara simultan tidak berdasarkan pendekatan layer-stripping. Pada studi yang telah dilakukan digunakan horizon-based tomography dimana model kecepatan interval dari coherency inversion dan residual moveout out CRP depth gather sebagai data masukannya. Depth model di-update secara iteratif dengan memodifikasi interface kedalaman dan kecepatan lapisan untuk mem-flat-kan gather. Dengan ray tracing, error dari tiap lapisan digunakan untuk membuat matrix tomography sepanjang lintasan gelombang. Error dari tiap lapisan diselesaikan secara simultan dengan menggunakan tiga kali tomografi.



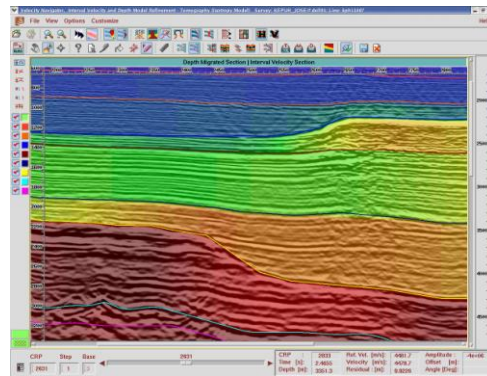
Gambar 1. Alur kerja velocity model building (a) yang dilakukan dan (b) GeoDepth Power2D Tutorial 8.1.



(a)



(b)



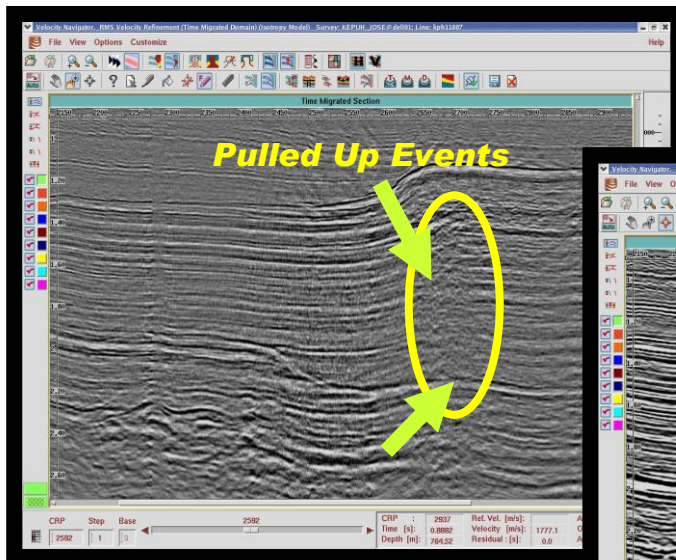
(c)

Gambar 2. (a) *Coherency inversion*, (b) *Horizon-based tomography*, dan (c) Model kecepatan interval.

**ANALISA DAN DISKUSI**

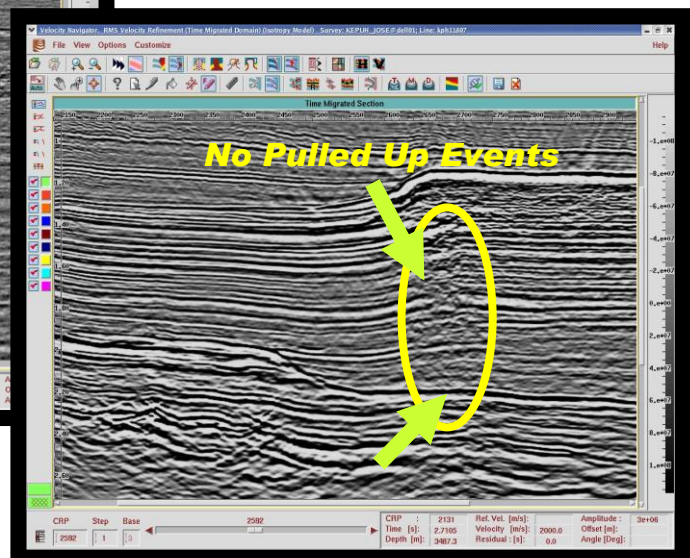
Data hasil PSDM yang dilakukan pada data seismik pada *Line KPH-11807* daerah "X" memperlihatkan adanya peningkatan citra cukup

signifikan dibandingkan data *Pre Stack Time Migration* yaitu pada citra *reef build up* yang lebih tegas (koheren), kemampuan menghilangkan *pull-up effect* dan mempertegas pola reflektor.



**Time Migrated Section**

**Depth Migrated Section**



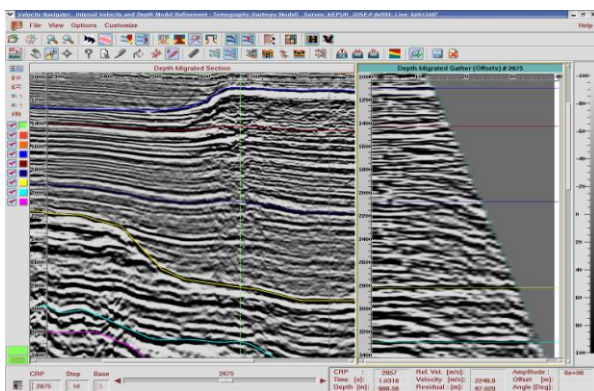
Gambar 3. Penampang seismik untuk (*Time Migrated Section*) PSTM dan (*Depth Migrated Section*) PSDM.

Gambar 3 memperlihatkan citra *reef build up* dengan PSDM mampu memberikan hasil yang jelas dan lebih koheren, pada sayap-sayap (*flank reef*) yang lebih menerus dibandingkan hasil dari PSTM. Fenomena tersebut dapat dijelaskan bahwa pada data migrasi domain waktu berasumsikan *hyperbolic moveout* koreksi NMO yang dilakukan pada *time gather* relatif tidak tepat, sehingga mengakibatkan terjadinya distorsi amplitudo sehingga saat *time gather* tersebut dilakukan *stacking* maka menghasilkan citra yang tidak menerus.

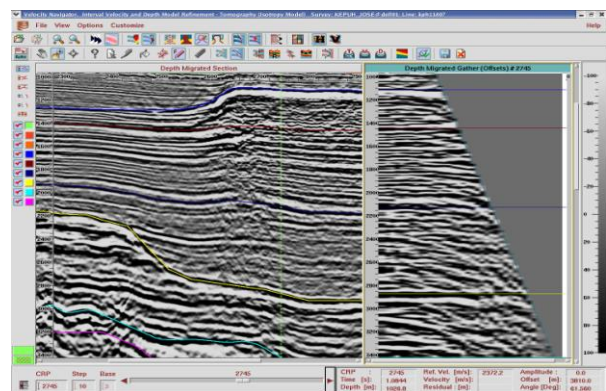
Top formasi BRF yang berada tepat di bawah *reef build-up* pada data *time migrated* terlihat sebagai tinggian (*pull-up anomaly*) padahal dalam *depth imaging* reflektor ini relatif datar. *Pull up anomaly* terjadi karena adanya variasi kecepatan secara lateral dan vertikal serta variasi ketebalan batuan antara time domain 1200-1600 ms pada CMP sekitar 2600-2700, khususnya pada *reef build-up* yang akan mempengaruhi waktu tempuh gelombang seismik. Lintasan yang ditempuh gelombang seismik ke titik di bawah variasi ketebalan batuan tersebut melewati *reef* dengan ketebalan yang berbeda antara *near-offset* dan *far-offset*. Untuk mencapai titik reflektor tersebut gelombang seismik pada *near-offset* akan melewati daerah *reef* yang lebih tebal dibandingkan lintasan *far-offset* sehingga waktu tempuh *near-offset* relatif lebih cepat akibat efek kecepatan tinggi dari *main-reef* di atasnya.

Ketidakterusan reflektor pada data *stack time domain* disebabkan gagalnya *positioning* pada pencitraan *time migrated*, hal ini menyebabkan citra data seismik pada daerah-daerah tertentu (daerah sesar misalnya) menjadi tidak tegas. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada daerah-daerah tersebut terjadi variasi kecepatan secara lateral, pencitraan pada time domain dengan kecepatan RMS menghasilkan kesalahan dalam mendeskripsikan geometri kurva difraksi, *Apex* kurva difraksi (waktu tempuh minimum) tidak berimpit dengan titik difraksi, *apex* berada pada posisi tegak lurus terhadap kedatangan gelombang pada permukaan. Posisi tersebut merupakan lintasan terpendek antara permukaan dengan titik difraktor sehingga teridentifikasi sebagai *apex* kurva difraksi sehingga menghasilkan ketidaktepatan posisi (*mispositioning*) event.

Berbeda dengan migrasi pada domain waktu, PSDM tidak berasumsi pada *hyperbolic moveout*, akan tetapi setiap titik pada data seismik dilakukan *focusing* sehingga setiap amplitudo pada setiap *offset* berada pada posisi kedalaman yang sebenarnya. *Coherency inversion* dengan pemodelan *ray tracing* tidak menggunakan asumsi *hyperbolic moveout*, memperhitungkan variasi kecepatan baik secara lateral maupun vertikal, refraksi dan struktural *dip* dalam model sehingga mampu mencitrakan titik reflektor pada posisi kedalaman sebenarnya.

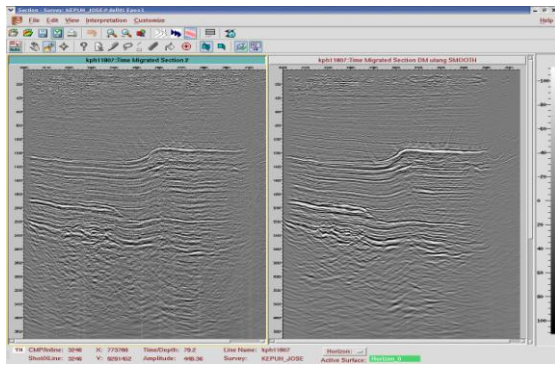


(a)

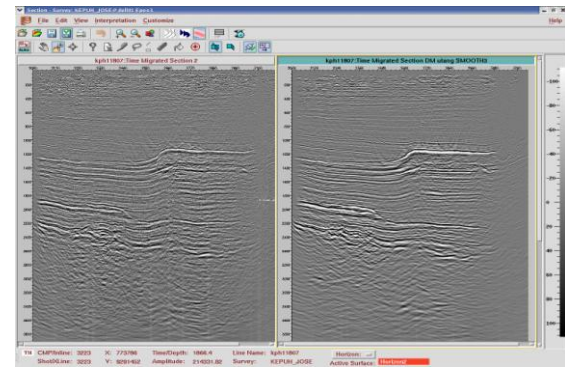


(b)

Gambar 4. (a) PSDM dengan *depth migrated moveout* pada CRP 2675, (b) PSDM dengan *depth migrated moveout* pada CRP 2745.

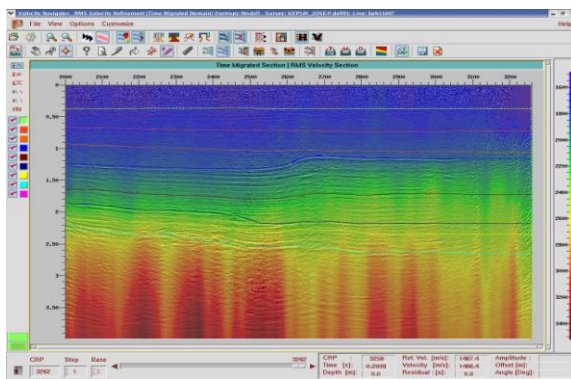


(a)

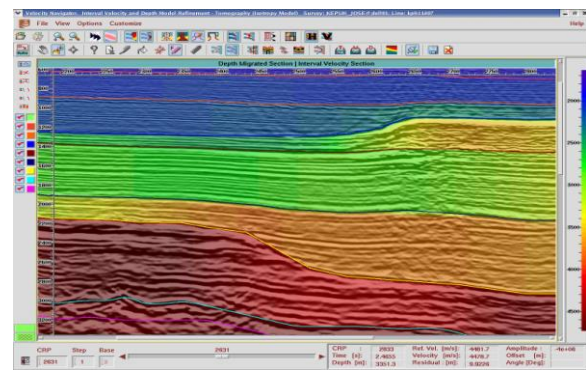


(b)

Gambar 5. Perbandingan *section* dari (a) PSTM dan PSDM hasil *smoothing* pertama , (b) PSTM dan PSDM hasil *smoothing* ketiga.



(a)



(b)

Gambar 6. Perbandingan *attribute section* dengan *view horizon interpretation* dari (a) Kecepatan RMS, (b) Kecepatan Interval

**KESIMPULAN**

1. PSDM dapat mencitrakan struktur bawah permukaan yang lebih baik dibandingkan PSTM.
2. Hasil PSDM memberikan peningkatan citra yang signifikan yaitu citra *reef build-up* yang lebih jelas, mengeliminir *pull-up anomaly* dan mempertegas pola reflektor.

**SARAN**

Akurasi model kecepatan yang cukup baik hasil PSDM ini, dapat digunakan untuk prosesing lanjut seperti inversi AI dan AVO. Diharapkan parameter yang akan diturunkan nantinya akan lebih baik pula.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada PT. ELNUSA GEOSAINS Jakarta atas ijin dan dukungannya untuk mempublikasikan tulisan ini. Serta kepada Paradigm Geophysical Indonesia atas dukungannya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Adie, Permana Citra, 2007, Pre-Stack Depth Migration: A Better View for Subsurface Imaging, Presentasi PT. Elnusa Geosains, Jakarta.
- [2] Anonim, 2000, PG 2.0 GeoDepth Power2D Tutorial, Paradigm Geophysical, Houston.
- [3] Dix, C.H., 1955, Seismic Velocities from Surface Measurements, Geophysics, v.20, SEG, Tulsa.
- [4] Fagin, Stuart, 1999, Model-Based Imaging, Course Note Series, No.10, SEG, Tulsa.
- [5] Furniss, Andy, 1999, Velocity Modelling for Depth Conversion and Depth Imaging, Pre Course 24<sup>th</sup> HAGI Annual Meeting, Surabaya.
- [6] Mualimin, dkk, 2004, Velocity Model Building pada Pre Stack Depth Migration; (Pencitraan pada Struktur yang Kompleks), Prosiding PIT HAGI ke-29, Yogyakarta.