

Perbandingan Metode *Model Based Tomography* dan *Grid Based Tomography* untuk Perbaikan Kecepatan Interval

Yuninggar Dwi Nugroho dan Sudarmaji

Program Studi Geofisika, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,
joeninggar@yahoo.co.id

Received 23-02-2013, Revised 17-07-2013, Accepted 20-10-2013, Published 30-04-2014

ABSTRACT

The input data for pre stack time migration and pre stack depth migration is velocity model. The exact velocity model can provide maximum result in seismic section. The best seismic section can minimize possibility of errors during interpretation. Model based and grid based tomography are used to refine the interval velocity model. The interval velocity will be used as input in the pre stack depth migration. Initial interval velocity is obtained from RMS velocity using Dix formula. This velocity will be refined by global depth tomography method. The global depth tomography method is divided into model based and grid based tomography. Velocity analysis is performed along the horizon (depth model). Residual depth move out is obtained from picking velocity. It is used as input in tomography method. The flat gather is obtained at tenth iteration. The interval velocity that is obtained from tenth iteration has the small errors. Tomography method can provide maximum result on velocity refinement. That is shown by the result that the pre stack depth migration is much better than using initial interval velocity. The pull up effect can be corrected by tomography method.

Keywords: Dix formula, model based tomography, grid based tomography, pull up, pre stack depth migration

ABSTRAK

Pada proses migrasi baik dalam kawasan waktu maupun kedalaman, model kecepatan yang tepat sangatlah dibutuhkan. Model kecepatan yang tepat dapat memberikan hasil yang maksimal pada penampang seismik sehingga dapat memperkecil kemungkinan kesalahan pada saat interpretasi. Pada penelitian ini dilakukan perbaikan kecepatan interval menggunakan metode *model based tomography* dan *grid based tomography*. Kecepatan interval tersebut nantinya akan digunakan sebagai masukan dalam proses *pre stack depth migration (PSDM)*. Kecepatan interval inisial didapatkan dari kecepatan *RMS* yang ditransformasi menggunakan rumus transformasi *dix*. Kecepatan interval inisial inilah yang akan mengalami perbaikan kecepatan. Metode yang digunakan merupakan metode *global depth tomography* berdasarkan *depth migrated gather* yaitu *model based tomography* dan *grid based tomography*. Analisis kecepatan dilakukan di sepanjang horizon pada setiap horizon yang ada. *Residual depth moveout* yang didapatkan dari *picking* kecepatan digunakan sebagai masukan pada metode ini. *Gather* yang datar (*flat*) didapatkan pada iterasi yang kesepuluh sehingga kecepatan interval yang dihasilkan dianggap sudah yang paling tepat dengan nilai kesalahan yang kecil. Metode tomografi mampu memberikan hasil yang maksimal dalam proses perbaikan kecepatan. Hal tersebut ditunjukkan dengan penampang seismik hasil *pre stack depth migration* yang jauh lebih baik dibandingkan dengan hasil migrasi menggunakan kecepatan interval inisial yang didapatkan dari transformasi *dix*. Efek *pull up* dapat terkoreksi dan kemenerusan reflektor dapat terlihat lebih jelas.

Kata kunci: transformasi *Dix*, *model based tomography*, *grid based tomography*, *pull up*, *pre stack depth migration (PSDM)*

PENDAHULUAN

Penampang seismik merupakan gambaran bawah permukaan bumi dimana dalam penampang seismik tersebut terlihat struktur-struktur yang berada di bawah permukaan bumi. Kualitas dari penampang seismik yang dihasilkan tergantung pada nilai kecepatan yang sesuai. Penampang seismik menjadi tidak maksimal ketika nilai kecepatan yang digunakan selama proses pengolahan tidak sesuai. Salah satu penyebab yang mengakibatkan kecepatan yang digunakan kurang sesuai adalah karena struktur bawah permukaan yang kompleks.

Pada awalnya proses migrasi dilakukan dalam kawasan waktu. Proses migrasi ini akan menempatkan gelombang pantul dari pantulan miring ke pantulan normal (tegak). Pada daerah dengan struktur yang kompleks, hasil migrasi pada kawasan waktu akan kurang maksimal. Oleh karena itu dibutuhkan migrasi dalam kawasan kedalaman. Kecepatan yang dipakai pada migrasi dalam kawasan kedalaman adalah kecepatan interval sehingga nilai kecepatan akan lebih sesuai di setiap perlapisan.

Pada penelitian kali ini nantinya akan dibuat model kecepatan dari kecepatan interval. Model kecepatan yang digunakan akan diiterasi berkali-kali menggunakan metode tomografi sampai didapatkan kecepatan yang paling sesuai untuk digunakan sebagai masukan dalam proses migrasi dalam kawasan kedalaman (*pre-stack depth migration – PSDM*).

DASAR TEORI

Kecepatan interval adalah laju rata-rata antara dua titik yang diukur tegak lurus terhadap lapisan yang dianggap sejajar. Menurut Yilmaz^[1], kecepatan interval ini sering diukur dari kecepatan *stack* menggunakan persamaan *Dix* yang dirumuskan:

$$V_{int} = \sqrt{\frac{V_n^2 t_n - V_{n-}^2 t_{n-}}{t_n - t_{n-}}}, \quad (1)$$

dengan V_{int} = kecepatan interval,
 V_n = kecepatan *rms* pada lapisan ke- n ,
 t_n = waktu tempuh gelombang pada lapisan ke- n .

Kecepatan interval yang didapatkan dari perhitungan berdasarkan transformasi *Dix* merupakan kecepatan interval yang masih memiliki nilai kesalahan. Untuk memperkecil nilai kesalahan tersebut dilakukan proses perbaikan kecepatan menggunakan metode tomografi. Metode tomografi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *model based tomography* dan *grid based tomography*.

Tomografi berdasarkan horizon (*model-based tomography*) dan tomografi berdasarkan grid (*grid-based tomography*) merupakan pendekatan global yang menggunakan persamaan simultan untuk memperbaiki parameter (kecepatan dan kedalaman) pada suatu model. Tomografi berdasarkan horizon membutuhkan model kecepatan dan model kedalaman sepanjang horizon. *Velocity section* dibutuhkan sebagai masukan dalam tomografi berdasarkan grid. Tomografi berdasarkan horizon akan memperbaiki model kecepatan dan model kedalaman sehingga *velocity section* pun akan ikut diperbarui. Tomografi berdasarkan grid hanya memperbaiki *velocity section* saja.

Tomografi berdasarkan grid sangat berguna ketika tomografi berdasarkan horizon tidak dapat dipakai akibat dari struktur yang sangat kompleks, kualitas data yang jelek, dan lain sebagainya. Hal tersebut bukan berarti bahwa tomografi berdasarkan grid lebih berguna daripada tomografi berdasarkan horizon. *Velocity section* yang dihasilkan oleh tomografi berdasarkan grid hanyalah berdasarkan perhitungan statistik tidak memperhitungkan kondisi geologi. Oleh karena itu ketika masih dimungkinkan menggunakan tomografi berdasarkan horizon maka metode tersebut lebih diutamakan.

Perhitungan tomografi dilakukan untuk memperbaiki *slowness* (kelambatan) dan waktu vertical (t_v) pada kecepatan dan batas per lapisan dalam formasi^[2]. Untuk mendapatkan persamaan tomografi dibutuhkan suatu hubungan antara *error* waktu $\delta\tau$ dengan model yang sudah diperbarui δt_v dan *slowness error* δs ^[3]:

$$\delta = \int_{xy} \delta'_{L} dl + \sum_{i=1}^{2N_L-1} \Delta P_z^i \delta'_{i}, \quad (2)$$

dengan δt = perubahan waktu rambat,
 δs = *slowness error*,
 N_L = horizon ke-N,
 P_z^i = perubahan *slowness* secara vertikal,
 δz = *depth error*.

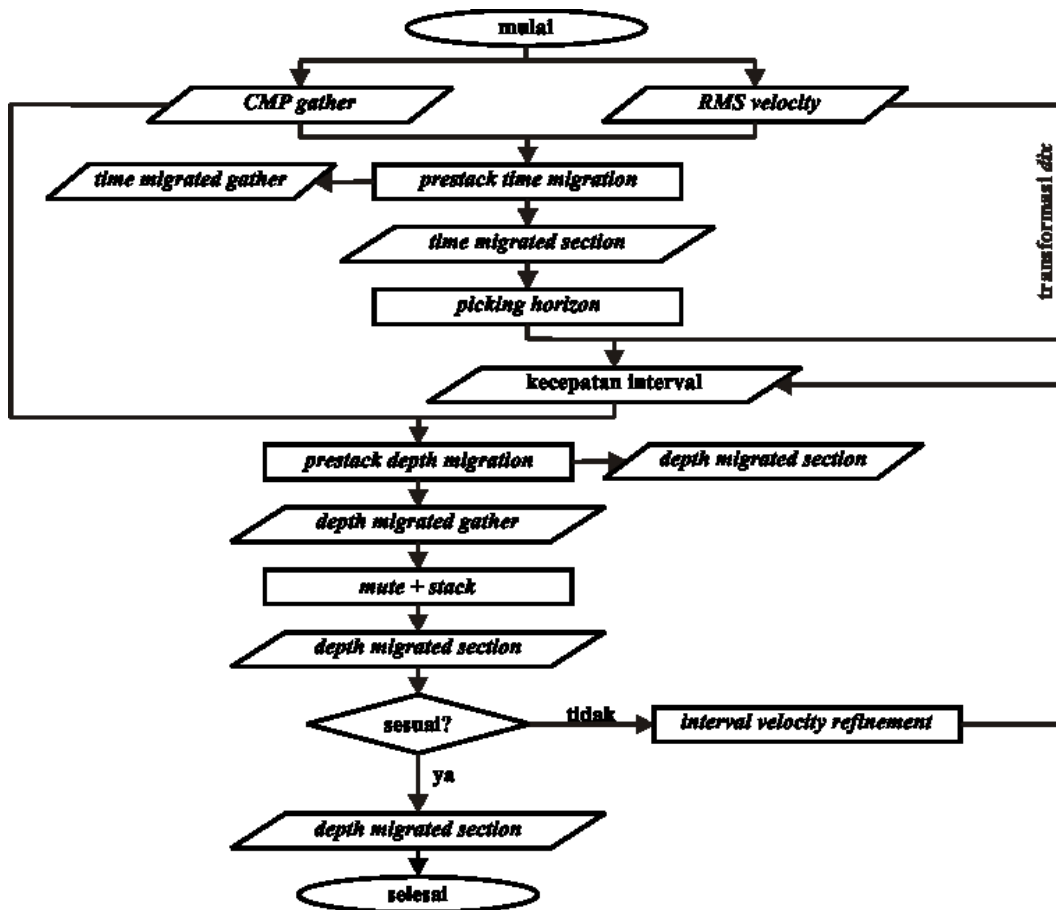
METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan dua data masukkan yaitu *CMP time gather* dan kecepatan *rms*. *CMP time gather* dan kecepatan *rms* yang digunakan merupakan hasil dari pengolahan menggunakan perangkat lunak *CGG* dan *PROMAX*. Dalam penelitian ini perangkat lunak yang digunakan adalah *GEODEPTH PARADIGM EPOS4*. Migrasi dalam kawasan waktu dilakukan untuk mendapatkan penampang seismik dalam kawasan waktu. Penampang Seismik kawasan waktu ini digunakan sebagai panduan untuk membuat horizon dalam kawasan kedalaman. Horizon tersebut digunakan saat proses perbaikan kecepatan menggunakan *model based tomography*.

Kecepatan interval inisial didapatkan berdasarkan perhitungan formula *Dix*. Kecepatan interval inisial inilah yang nantinya diiterasi berkali kali sampai didapatkan hasil yang maksimal. Diagram alir yang digunakan sesuai pada

Gambar 1.

Kecepatan interval inisial tersebut diiterasi menggunakan metode *model based tomography* dan *grid based tomography*. Kedua metode tersebut memiliki perbedaan dimana pada *model based tomography* memperhitungkan horizon (model geologi) sedangkan *grid based tomography* tidak memperhitungkan model geologinya.

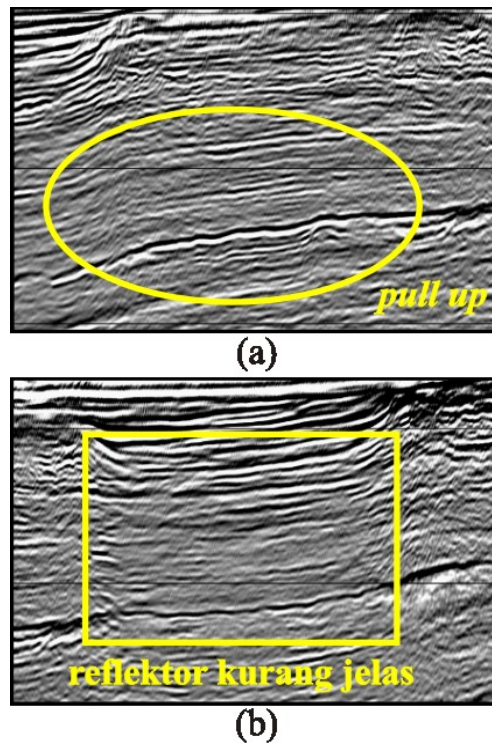


Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi geologi yang memiliki variasi kecepatan lateral yang tinggi apabila dilakukan migrasi dalam kawasan waktu hasilnya akan kurang maksimal. Variasi kecepatan lateral menunjukkan model geologi yang kompleks. Pada model geologi yang kompleks variasi kecepatan bukan hanya terjadi pada arah vertikal saja melainkan juga pada arah lateral.

Efek *pull up* yang terlihat pada Gambar 2 muncul karena terdapat suatu perlapisan yang memiliki kecepatan tinggi kemudian di bawah perlapisan tersebut terdapat perlapisan yang memiliki kecepatan yang lebih rendah. Akibat dari adanya kecepatan yang lebih rendah dibawahnya maka pada reflektor tersebut akan nampak sebagai struktur tinggian. Dalam penelitian ini reflektor yang memiliki kecepatan tinggi adalah pada *reef* karbonat. Hal yang paling utama dalam penelitian ini adalah proses perbaikan kecepatan interval. Pada proses ini dilakukan iterasi sampai 10 kali sehingga didapatkan kecepatan yang paling sesuai. Gambar 3 merupakan hasil perbaikan kecepatan menggunakan metode *model based* dan *grid based tomography*. Gambar 3a adalah kecepatan interval inisial. Secara lateral belum begitu terlihat variasi kecepatannya. Gambar 3b dan Gambar 3c merupakan hasil iterasi pertama menggunakan *model based* dan *grid based tomography*. Gambar 3b masih hampir sama dengan kecepatan interval inisial namun sudah sedikit berbeda nilai kecepatannya.

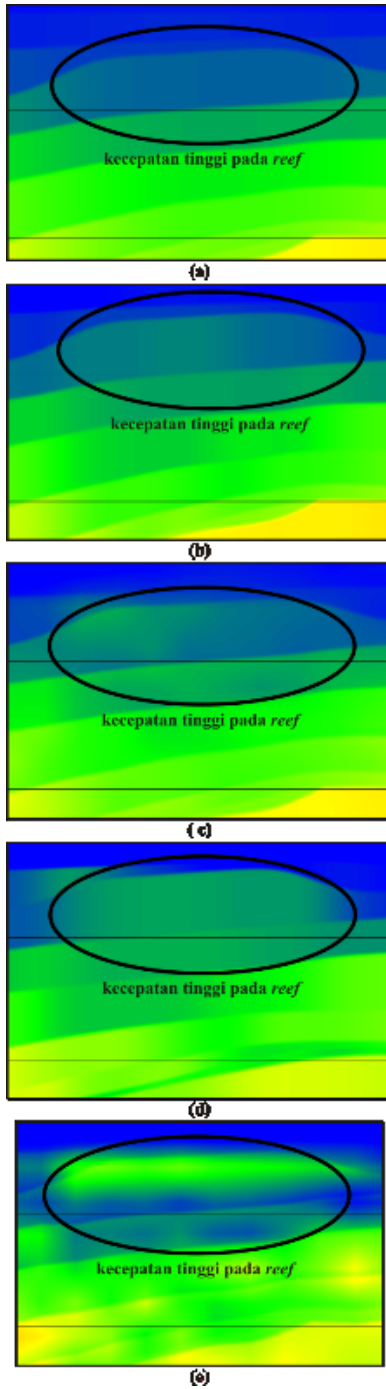


Gambar 2. (color online) Penampang PSTM dengan (a) efek *pull up* dan (b) reflektor yang kurang jelas

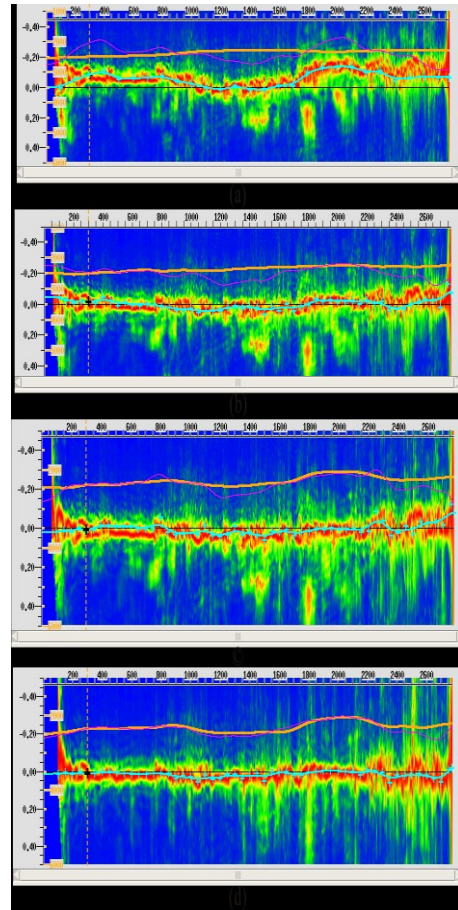
Hasil yang cukup signifikan terlihat pada hasil iterasi yang kesepuluh dimana variasi kecepatan secara lateral sudah sangat terlihat. Gambar 3d adalah hasil *model based tomography* sedangkan Gambar 3e adalah hasil *grid based tomography*. **Error! Reference source not found.**b merupakan *semblance residual moveout* tomografi berdasarkan model. **Error! Reference source not found.**a merupakan iterasi pertama dalam proses perbaikan. Terlihat bahwa *semblance* belum begitu fokus dan masih berosilasi besar sehingga nilai kesalahannya masih besar. Terlihat pada skala sebelah kiri, pusat energi masih agak besar nilai kesalahannya.

Error! Reference source not found.b merupakan *semblance residual moveout* pada iterasi kedua. Terlihat osilasi dari energi gelombang sudah mulai mengecil dan mendekati angka nol. Hal ini berarti nilai kesalahan sudah lebih kecil dari sebelumnya. Perubahan terlihat jelas pada *CMP 1800* yang pada iterasi pertama nilai kesalahan sebesar $-0,20$, pada iterasi kedua nilai kesalahan sudah mendekati $-0,01$.

Pada iterasi keempat hasilnya masih belum berbeda jauh dengan hasil iterasi kedua. Pada *CMP 1000* hasil *semblance* sudah lebih fokus daripada iterasi yang kedua. Hasil paling optimal pada iterasi kesepuluh dimana terlihat hampir tidak ada osilasi pada nilai *semblance* maksimum dan *semblance* maksimum berada pada nilai kesalahan yang sangat kecil dan hampir mendekati nol. Pada *CMP 1400*, *semblance* yang pada iterasi sebelumnya terputus, pada iterasi yang kesepuluh *semblance* tersebut sudah tersambung. Pada *CMP 2500* yang pada iterasi keempat nilai kesalahannya masih berkisar pada $-0,10$ namun pada hasil iterasi yang kesepuluh nilai kesalahannya sudah lebih kecil menjadi $-0,05$.

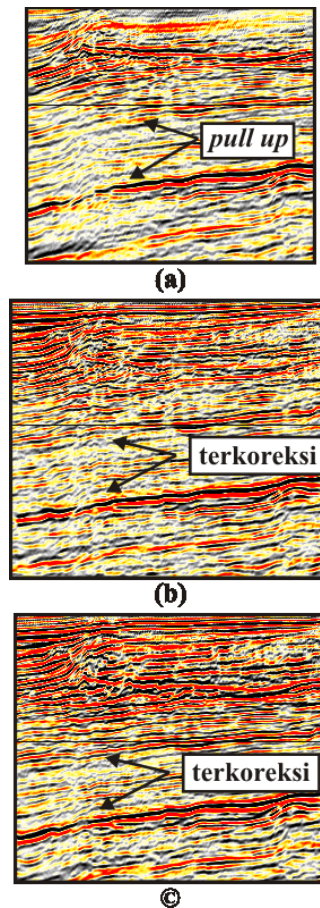


Gambar 3. (color online) Perbaikan kecepatan interval



Gambar 4. (color online) Semblance residual depth moveout

Proses migrasi dalam kawasan kedalaman menggunakan kecepatan interval dan *CMP time gather* sebagai masukannya. Pada tahap awal digunakan kecepatan interval inisial yang dihasilkan dari transformasi *Dix* sebagai masukannya.



Gambar 4. (color online) Penampang PSDM (a) inisial (b) iterasi kesepuluh *model based tomography* (c) iterasi kesepuluh *grid based tomography*

Hasil migrasi kawasan kedalaman inisial ini belum berbeda jauh dengan hasil migrasi kawasan waktu. Efek *pull up* masih muncul pada *CMP* 1000. Hal tersebut dikarenakan kecepatan interval yang digunakan masih kecepatan interval inisial yang masih sederhana variasi kecepatannya. Iterasi perbaikan kecepatan interval ke-10 menghasilkan kecepatan interval final yang dianggap paling sesuai dengan model geologi sebenarnya. Hasil migrasi kawasan kedalaman yang dihasilkan dari masing-masing kecepatan interval terlihat pada Gambar 4b dan Gambar 4c.

Penampang seismik hasil migrasi kawasan kedalaman sudah terlihat lebih jelas daripada sebelum mengalami perbaikan kecepatan. Reflektor-reflektor sudah terlihat menerus dan jelas. Efek *pull up* pada *CMP* 1000 sudah terkoreksi sehingga sudah tidak muncul lagi. Reflektor-reflektor sudah terlihat lebih jelas kemenerusannya. Batas-batas formasi batuan juga sudah dapat terlihat dengan jelas.

Gambar 4b merupakan hasil iterasi menggunakan *model based tomography*. Dalam hal ini (koreksi efek *pull up*) metode *model based tomography* memberikan hasil yang lebih maksimal dibandingkan dengan metode *grid based tomography* yang terlihat pada Gambar 4c. Pada Gambar 4c efek *pull up* masih sedikit muncul. Namun dalam hal kemenerusan lapisan metode *grid based tomography* lebih unggul. Hal tersebut dikarenakan pada *grid based tomography* memperbaiki kecepatan pada setiap *segment* yang muncul pada penampang seismik tetapi model geologi tidak dipertimbangkan pada metode ini. Sehingga

metode *grid based tomography* lebih cocok diterapkan ketika pembuatan model geologi susah dilakukan karena penampang seismik yang kurang begitu jelas.

KESIMPULAN

1. Analisis kecepatan menggunakan metode tomografi dapat menghasilkan kecepatan interval yang lebih baik dibandingkan dengan kecepatan interval hasil transformasi *Dix*.
2. *Model based tomography* menghasilkan kecepatan interval yang lebih baik dibandingkan dengan *grid based tomography*.
3. *Grid based tomography* sebaiknya dilakukan ketika model geologi sulit ditentukan.
4. Pengolahan data *pre stack depth migration* menggunakan kecepatan interval yang dihasilkan dari proses perbaikan kecepatan memberikan hasil yang lebih maksimal dibandingkan menggunakan kecepatan interval inisial hasil dari transformasi *dix*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yilmaz, O. 2001. *Seismic Data Analysis*, Tulsa: Society of Exploration Geophysicists
2. Kosloff, D. 1999. *Tomographic Interval Velocity Determination From Prestack Migrated Data*. Paradigm Geophysical.
3. Kosloff, D., Sherwood, J., Koren, Z., Machet, E. dan Falkovitz, Y. 1996, *Velocity and Interface Depth Determination by Tomography of Depth Migrated Gather*. Geophysics.