

Perbandingan Aplikasi Dekonvolusi Pada Domain T-X dan Tau-P Linear untuk Mereduksi Multipel Data Seismik 2D Laut

Devita Fisas Riyanti¹, Ahmad Zazeli Fuadi², Adi Susilo¹

¹Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya

²UTC Pertamina Jakarta

Email: devitafisas@gmail.com

Abstrak

Akibat adanya gelombang yang terperangkap dalam lapisan air laut maupun lapisan batuan, akan timbul efek multipel. Gelombang terpantul dalam lapisan yang sama, sehingga akan memberikan informasi waktu rambat gelombang yang lebih besar. Diperlukan suatu metode untuk menghilangkan multipel tersebut tanpa mengganggu *event* primernya. Salah satu metode adalah dekonvolusi yang bisa dilakukan pada domain *time-offset* ($t - x$) dan *intercept time-ray parameter* ($\tau - p$) linear.

Pada domain $t - x$, data langsung difilter menggunakan dekonvolusi prediktif. Sedangkan prinsip metode $\tau - p$ linear adalah mengubah domain $t - x$ menjadi domain $\tau - p$ dan multipel akan difilter menggunakan dekonvolusi prediktif. Data yang telah difilter tersebut akan dikembalikan ke domain $t - x$ dengan multipel yang telah tereduksi. Hasil dari kedua metode tersebut akan dibandingkan.

Perbandingan dapat dilihat melalui amplitudo, *spectral analysis* dan *stack*. Amplitudo multipel dekonvolusi $\tau - p$ linear memberikan nilai lebih rendah daripada dekonvolusi $t - x$. Pada *shot gather*, dekonvolusi $\tau - p$ linear mereduksi multipel di area *middle* sampai *far offset* yang terdapat perulangan tidak konsisten. *Spectral analysis* dekonvolusi $\tau - p$ linear lebih halus dibandingkan dekonvolusi $t - x$ yang mengindikasikan *noise* tereduksi. Hasil *stack* menunjukkan pereduksian multipel yang lebih bersih dengan reflektor primer yang lebih menerus pada *stack* dekonvolusi $\tau - p$.

Dekonvolusi $\tau - p$ linear memberikan hasil terbaik dalam pereduksian multipel. Pada domain tersebut perioditas multipel lebih stabil. Dekonvolusi dalam domain $t - x$ tidak maksimal mereduksi multipel karena perioditas multipel tidak stabil pada posisi *non-zero offset*. Pada domain $\tau - p$ perioditas multipel lebih stabil.

Kata Kunci: Multipel; Dekonvolusi Prediktif; *time-offset*; *intercept time-ray parameter*

Pendahuluan

Peningkatan *signal to noise ratio* (S/N ratio) merupakan aspek yang sangat penting dalam pengolahan data seismik. *Noise* yang sering muncul dalam rekaman data seismik laut adalah multipel. Gelombang seismik yang terperangkap dalam lapisan air laut maupun lapisan batuan sehingga terpantul dalam lapisan yang sama karena adanya kontras impedansi medium perambatan yang sangat besar disebut dengan multipel. Gelombang tersebut menginformasikan waktu rambat gelombang yang lebih lama dari pada saat gelombang tersebut hanya terpantulkan sekali oleh suatu lapisan sehingga menimbulkan efek lapisan baru yang sebenarnya tidak ada pada data seismik. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode khusus agar multipel tersebut dapat dihilangkan tanpa mengganggu informasi *event* primernya. Metode dekonvolusi prediktif merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mereduksi multipel. Dekonvolusi dapat dilakukan pada domain *time - offset* ($t - x$) dan *intercept time - ray parameter* ($\tau - p$) linear. Penerapan dekonvolusi pada domain $t - x$ berbeda dengan dekonvolusi $\tau - p$ yang sangat terlihat pada perioditas multipelnya. Oleh karena perbedaan tersebut, untuk mengetahui perbandingan keduanya, pentingnya dilakukan

penelitian ini adalah agar dapat diperoleh metode terbaik untuk mereduksi multipel secara maksimal.

Penerapan praktis prediktif dekonvolusi dimulai dari pemilihan autokorelasi sebagai petunjuk dari tingkatan prediktibilitasnya. Autokorelasi memberikan petunjuk bagi perancangan parameter *gap* dan *operator length*. Multipel dapat diatenuasi, sinyal dapat dikendalikan dan kehilangan energi horizon reflektor sebenarnya dapat dihindari [1].

Kekurangan dari dekonvolusi prediktif pada domain $t - x$ adalah multipel tidak bersifat periodik pada *trace non-zero offset* meskipun dalam media yang terpisah oleh lapisan secara horizontal sehingga dekonvolusi prediktif dalam domain $\tau - p$ dapat diaplikasikan untuk pereduksian multipel karena perioditasnya yang stabil [2].

Tiga tipe transformasi radon yang digunakan untuk mereduksi multipel antara lain transformasi Slant-stack atau $\tau - p$, transformasi Radon Parabolik dan transformasi Radon Hiperbolik. Bentuk *moveout* yang digunakan yang ditunjukkan pada persamaan di bawah ini.

$t = \tau + px$, transformasi Slant-stack

$t = \tau + px^2$, transformasi Radon Parabolik

$t = \sqrt{\tau^2 + px^2}$, transformasi Radon Hiperbolik [3].

Data input dalam domain $t - x$ akan diubah ke dalam domain $\tau - p$. Kemudian dilakukan koreksi *linear moveout* (LMO) pada data dengan suatu *offset* tertentu sehingga diketahui nilai p dan titik-titik yang terbentuk dalam domain $\tau - p$ dijumlahkan agar sebuah $\tau - p$ *gather* terbentuk (persamaan 2) [4].

$$\tau = t - px \quad (1)$$

$$S(p, \tau) = \sum_x P(x, \tau + px) \quad (2)$$

Transformasi ke dalam domain $\tau - p$ dipengaruhi beberapa hal antara lain *moveout* minimum, *moveout* maksimum, *offset* maksimum, dan frekuensi maksimum [5]. Jika pemilihan nilai untuk parameter transformasi tersebut kurang tepat, maka dapat menimbulkan terjadinya *aliasing* pada data dalam domain $\tau - p$. Output dari proses ini adalah sebuah *gather* Slant-stack yang kemudian didekonvolusi dengan parameter terbaik yang telah diperoleh. Hasil yang masih dalam domain $\tau - p$ ini ditransformasi balik ke domain $t - x$. Transformasi balik ke domain $t - x$ yakni dengan cara mengaplikasikan koreksi LMO seperti persamaan 3 dan dijumlahkan berdasarkan terhadap *ray parameter* (p) persamaan 4 [5].

$$t = \tau + px \quad (3)$$

$$S(x, t) = \sum_p P(p, t - px) \quad (4)$$

Metode Penelitian

Data masukan yang digunakan merupakan suatu data seismik laut 2D yang telah dikenai *reformat* dan geometri. Syarat yang penting salah satunya adalah bebas dari *noise*. Oleh karena itu, sebelum dilakukan dekonvolusi dalam domain $t - x$ dan $\tau - p$, dilakukan tahapan *Amplitude Attenuation*. Adapun secara umum penelitian ini menggunakan dua metode antara lain metode dekonvolusi dalam domain $t - x$ dan metode dekonvolusi $\tau - p$ linear. Prinsip metode $\tau - p$ linear dalam mereduksi multipel adalah mengubah domain data seismik dari domain $t - x$ menjadi domain $\tau - p$. Kemudian diaplikasikan dekonvolusi prediktif. Data yang telah terfilter akan dikembalikan ke domain $t - x$ sehingga diperoleh data seismik dengan multipel yang telah tereduksi. Hasil dari metode tersebut akan dibandingkan dengan hasil metode dekonvolusi dalam domain $t - x$.

Dekonvolusi yang digunakan adalah dekonvolusi prediktif dimana harus ditentukan besarnya *gap* dan *operator length* yang tepat. Parameter *gap* tetap, lebih besar dari *second zero crossing* agar tidak mengubah bentuk *wavelet*. Perubahan parameter hanya dilakukan pada

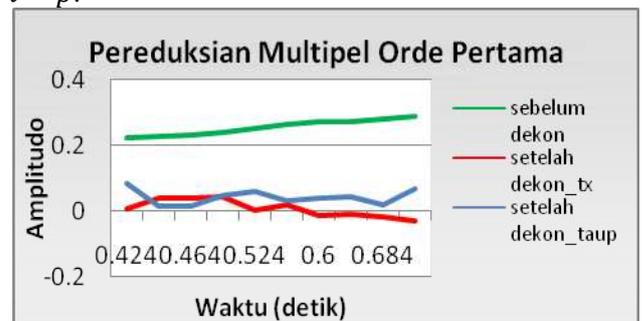
operator length untuk melakukan tes parameter lalu dipilih parameter yang terbaik untuk mereduksi multipel. Dekonvolusi dilakukan pada dua perlakuan metode dekonvolusi yang berbeda. Pertama, dekonvolusi yang dilakukan pada domain $t - x$ dan yang kedua dilakukan pada domain $\tau - p$ setelah dilakukan transformasi domain.

Hasil dan Pembahasan

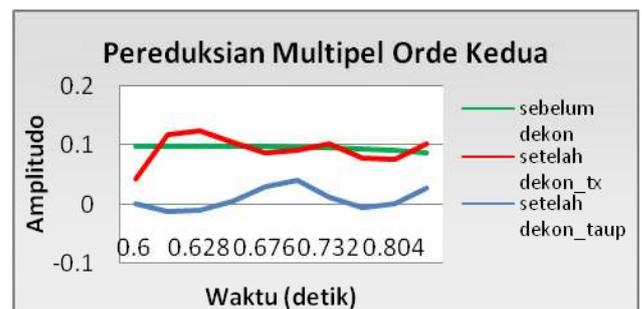
Amplitudo

Suatu pereduksian multipel dapat dilihat dari besarnya pengurangan amplitudo yang terjadi. Jika dilihat berdasarkan amplitudo pada even multipel orde pertama dan multipel orde kedua maka dapat dibandingkan antara sebelum dikenai dekonvolusi, setelah dekonvolusi $t - x$ dan setelah dekonvolusi $\tau - p$ yang diterapkan. Pada suatu model sintetik dengan satu even primer dan dua even multipel (orde pertama dan orde kedua) terjadi pengurangan amplitudo pada multipel orde pertama dan orde kedua.

Berdasarkan grafik pereduksian multipel orde pertama (gambar 3.1) dan orde kedua (gambar 3.2) menunjukkan bahwa pereduksian multipel oleh dekonvolusi $t - x$ hanya mampu mereduksi secara maksimal pada multipel orde pertama saja dan tidak pada multipel orde kedua sedangkan dekonvolusi $\tau - p$ linear mampu mereduksi baik multipel orde pertama maupun multipel orde kedua. Sehingga pereduksian multipel secara optimal dilakukan oleh dekonvolusi pada domain $\tau - p$.

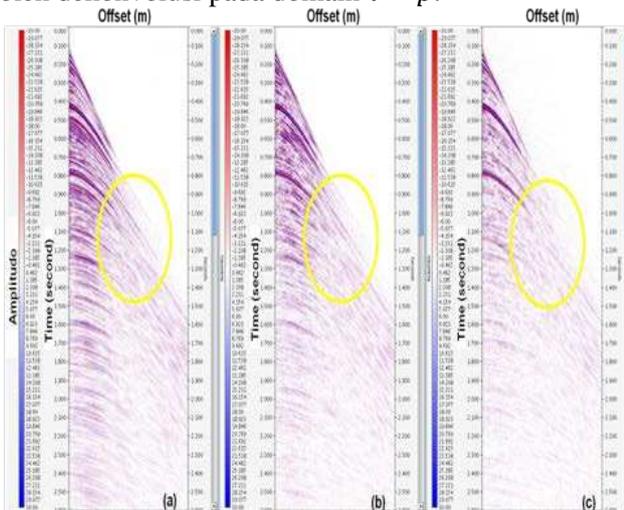


Gambar 3. 1 Grafik pereduksian multipel orde pertama



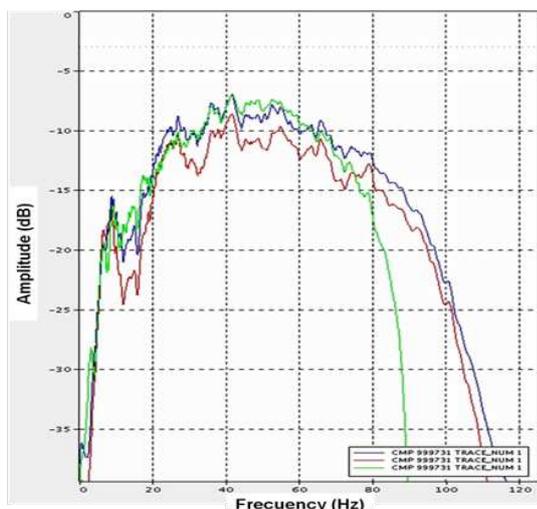
Gambar 3. 2 Grafik pereduksian multipel orde kedua

Pada data seismik 2D laut, pereduksian multipel dapat dilihat dari perbandingan *shot gather* sebelum dekonvolusi, setelah dekonvolusi $t - x$ dan setelah dekonvolusi $\tau - p$ linear seperti pada gambar 3.3. Amplitudo *short path multiple* dalam data sebelum proses dekonvolusi terlihat berkurang setelah diproses dekonvolusi pada domain $t - x$ (gambar 3.3b) dan semakin berkurang lagi setelah dilakukan dekonvolusi $\tau - p$ linear (gambar 3.3c). Area dimana perulangan yang tidak konsisten (*middle-far offset*) tidak bisa dihilangkan dengan dekonvolusi pada domain $t - x$ namun mampu dihilangkan oleh dekonvolusi pada domain $\tau - p$.



Gambar 3. 3 (a) *Shot gather* data seismik 2D laut awal sebelum dekonvolusi, (b) *Shot gather* setelah dekonvolusi $t - x$ dan (c) *Shot gather* setelah dekonvolusi $\tau - p$ linear, lingkaran kuning menunjukkan pereduksian multipel yang terjadi pada *middle-far offset*

Spectral Analysis



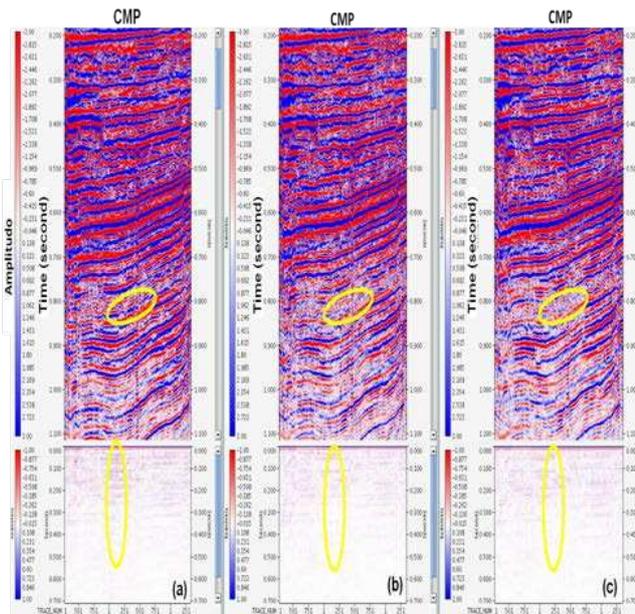
Gambar 3. 4 *Overlay spectral analysis* data seismik 2D laut: Merah = sebelum dekonvolusi, Biru = setelah dekonvolusi $t - x$, Hijau = setelah dekonvolusi $\tau - p$ linear

Pada data seismik laut 2D, pereduksian multipel juga dapat dinilai melalui perbandingan *spectral analysis*. Penghalusan grafik yang terbentuk pada *spectral analysis* juga nampak setelah proses dekonvolusi $t - x$ maupun $\tau - p$. Namun hasil dekonvolusi $\tau - p$ linear nampak lebih *smooth* dibandingkan dengan dekonvolusi $t - x$ yang ditunjukkan oleh gambar 3.4. Hal ini menunjukkan pereduksian multipel berjalan dengan baik untuk dekonvolusi $\tau - p$ linear. Kawasan frekuensi untuk hasil dekonvolusi $\tau - p$ linear berbeda dengan frekuensi data sebelum dan setelah dekonvolusi $t - x$ juga nampak pada gambar tersebut. *Sampling rate* pada data membuat frekuensi *nyquist* bernilai sebesar 125 Hz. Sedangkan frekuensi maksimum pada hasil dekonvolusi $\tau - p$ linear adalah 90 Hz. Nilai tersebut lebih kecil daripada frekuensi *nyquist* data untuk menghindari *noise* yang diperkirakan berada pada kawasan frekuensi di atas 90 Hz.

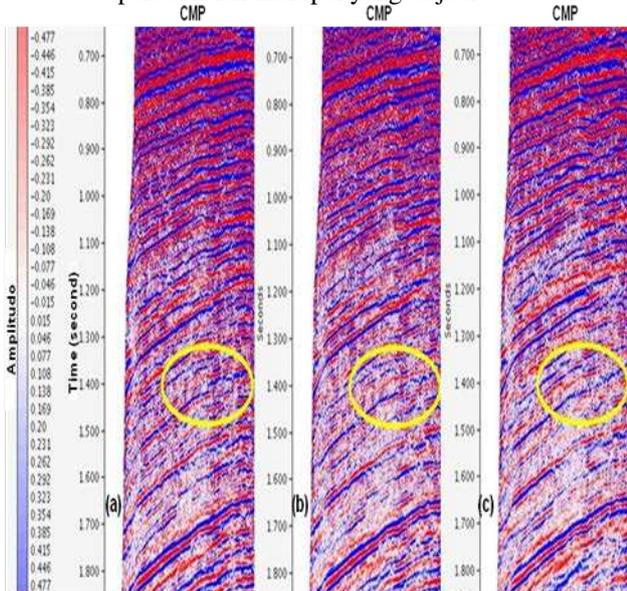
Stack

Hasil penampang *stack* mampu menunjukkan pereduksian multipel yang terjadi setelah proses dekonvolusi. Pereduksian multipel yang terjadi setelah dekonvolusi $t - x$ dan $\tau - p$ linear dapat dibandingkan berdasarkan penampang *stack* data seismik laut 2D seperti pada gambar 3.5. Berdasarkan gambar 3.5, pada kedalaman 500 ms dan 820 ms terlihat perbedaan antara ketiganya. Bagian yang dilingkari warna kuning diindikasikan sebagai multipel, yang kemudian dapat tereduksi oleh proses dekonvolusi. Pereduksian multipel yang paling maksimal dilakukan oleh dekonvolusi $\tau - p$ yang ditunjukkan pada gambar 3.5c.

Selain itu, dekonvolusi $\tau - p$ membuat data yang diperkirakan sebagai reflektor primer menjadi lebih menerus dibandingkan dengan data sebelum dikenai dekonvolusi dan setelah dekonvolusi $t - x$ yang dapat dilihat pada gambar 3.6. Bagian yang dilingkari warna kuning pada gambar tersebut merupakan bentuk reflektor yang diindikasikan sebagai primer yang terlihat lebih menerus pada hasil *stack* dekonvolusi $\tau - p$.



Gambar 3. 5 (a) *Stack* sebelum dekonvolusi, (b) *Stack* setelah dekonvolusi $t - x$ dan (c) *Stack* setelah dekonvolusi $\tau - p$, lingkaran kuning menunjukkan pereduksian multipel yang terjadi



Gambar 3. 6 *Stack* sebelum dekonvolusi, (b) *Stack* setelah dekonvolusi $t - x$ dan (c) *Stack* setelah dekonvolusi $\tau - p$, lingkaran kuning menunjukkan kemenerusan reflektor

Simpulan

Dekonvolusi $t - x$ dan $\tau - p$ linear sama-sama mampu mereduksi multipel periode pendek. Namun terdapat perbedaan hasil diantara keduanya. Perbedaan hasil pereduksian multipel diantara kedua metode tersebut dapat dilihat dari perbandingan amplitudo, *spectral analysis* dan *stack*. Perbedaan yang cukup signifikan pada amplitudo multipel dimana dekonvolusi $\tau - p$ linear memberikan nilai yang selalu lebih rendah daripada dekonvolusi $t - x$. Selain itu terlihat jelas pada *shot gather*, dekonvolusi $\tau - p$ linear mampu dengan baik mereduksi multipel di area

middle sampai *far offset* dimana daerah tersebut terdapat perulangan tidak konsisten. Pada perbandingan *spectral analysis*, dekonvolusi $\tau - p$ linear lebih *smooth* dibandingkan dengan dekonvolusi $t - x$ yang mengindikasikan *noise* tereduksi. Hasil *stack* pun menunjukkan pereduksian reflektor multipel yang lebih bersih pada metode $\tau - p$ linear. Reflektor primer juga lebih menerus pada *stack* dekonvolusi $\tau - p$. Berdasarkan perbandingan-perbandingan di atas, dekonvolusi $\tau - p$ linear lebih efektif dan optimal mereduksi multipel dibandingkan dengan dekonvolusi $t - x$.

Referensi

- [1] Muliani, Ratih. 2008. *Perbandingan Dekonvolusi Prediktif dan Dekonvolusi Surface Consistent Prediktif dalam Pengolahan Data Seismik*. Tugas Akhir Program S-1, Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [2] Cao, Zhihong. 2006. *Analysis and Application of The Radon Transform*. A thesis Department of Geology and Geophysics University of Calgary. Alberta.
- [3] Gu, Yu Jeffrey dan Mauricio Sacchi. 2009. *Radon Transform Methods and Their Application in Mapping Mantle Reflectivity Structure*. Journal of Survey Geophysics. Springer Science+Business Media.
- [4] Yilmaz, Ozdogan. 2001. *Seismic Data Analysis : Processing, Inversion, and Interpretation of Seismic Data*. Society of Exploration Geophysicists. Tulsa.
- [5] Anonimus. 2003. *Omega Software Seismic Data Processing User Manual*. WesternGeco.