

Aplikasi Metode 3D Common Reflection Surface Stack Pada Data Real Seismik Darat Lapangan “AP”

Asdi Prasetyo, Eko Minarto

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: e.minarto@gmail.com

Abstrak—Metode stacking yang selama ini umum digunakan dalam pengolahan data seismik adalah NMO/DMO stack. Namun metode ini memiliki kelemahan yang sangat bergantung pada model kecepatan yang dihasilkan dari proses velocity analysis yang sangat bersifat subjektif. Selain itu metode konvensional tidak mampu mengatasi kompleksitas bawah permukaan. Sehingga, terdapat metode unconventional stacking yang sedang berkembang saat ini adalah metode Common Reflection Surface (CRS) stack. Metode ini tidak banyak bergantung pada model kecepatan akan tetapi memasukkan kemiringan reflektor dalam estimasi operator stacking. Pada perkembangannya, CRS stack memiliki perbedaan untuk diaplikasikan pada data seismik 2D dan 3D. Sehingga metode CRS stack sendiri diperkenalkan secara berbeda antara metode 2D CRS stack dan 3D CRS stack. Pada penelitian ini, metode 3D CRS stack diaplikasikan pada data real seismik darat 3D lapangan “AP”. Namun sebelumnya dilakukan pula pengolahan menggunakan metode 2D CRS stack pada data untuk mendapatkan parameter yang paling baik sebagai inisiasi awal proses 3D CRS stack.

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mendapatkan penampang stack yang paling optimal serta menganalisis parameter dip dan aperture yang berpengaruh pada data seismik terukur, membandingkan penampang seismik darat hasil pengolahan menggunakan metode konvensional stack dengan metode 3D CRS stack. Penampang stack hasil pengolahan menggunakan metode 3D CRS stack memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan hasil proses konvensional dilihat dari kemenerusan reflektor yang semakin baik pada struktur yang kompleks. Pengolahan data menggunakan metode CRS stack baik 2D dan 3D dipengaruhi oleh dip dan aperture pada operator CRS yang didasarkan pada kualitas data multicoverage, sehingga diperoleh hasil penampang stack yang optimal.

Kata kunci : common reflection surface, super gather, 3D seismik..

I. PENDAHULUAN

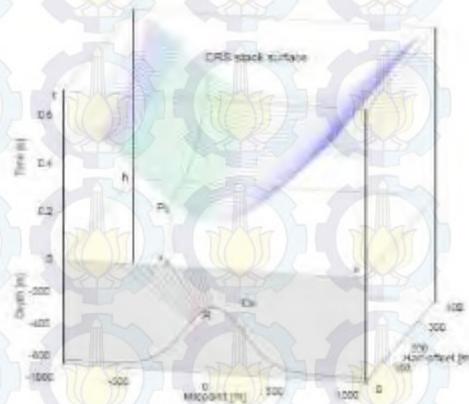
Dalam eksplorasi seismik, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu akuisisi data (*data acquisition*), pengolahan data (*data processing*) dan interpretasi data (*data interpretation*). Proses pengolahan data memegang peranan sangat penting dalam serangkaian eksplorasi seismik refleksi. Pada tahap ini, seorang geofisikawan melakukan serangkaian proses untuk mengolah data mentah (*raw data*) menjadi data yang siap untuk diinterpretasikan. Salah satu tahap dalam pengolahan data seismik yang sangat penting adalah tahap *stacking*. *Stacking* bertujuan untuk memperkuat amplitudo dan meningkatkan rasio sinyal terhadap noise (S/N). Metode *stacking* konvensional selama ini yang sering dipakai adalah metode *CMP Stack* dan *NMO/DMO Stack* dimana keduanya sangat bergantung pada model kecepatan

yang didapat dari hasil *velocity analysis*. Pada proses *velocity analysis* perlu digunakan beberapa acuan untuk mendapatkan nilai kecepatan yang tepat sesuai dengan data yang ada. Biasanya acuan tersebut berupa panel-panel yang terdiri dari gather, semblance, *stack*, dan juga section. Hal ini tentu tidak baik terus dilakukan, karena hasil pengolahan data dari satu orang belum tentu sama dengan hasil yang dilakukan oleh orang lain. Selain itu metode *CMP Stack* tidak mampu mengatasi *dip* pada kasus medium miring dan planar, sedangkan *NMO/DMO Stack* tidak dapat mengatasi *curvature* pada medium yang melengkung dan homogen.

Perkembangan pengolahan data seismik telah menemukan metode *unconventional* yang diharapkan mampu memberikan solusi terhadap permasalahan dalam metode konvensional. Salah satunya adalah metode *Common Reflection Surface (CRS) stack*. Metode ini memberikan solusi dari permasalahan subjektifitas pada metode konvensional serta untuk mengatasi kasus struktur bawah permukaan yang kompleks. Metode *CRS stack* pertama kali diperkenalkan oleh Konsorsium *Wave Inversion Technology (WIT)* pada tahun 1998 (Muller *et al.*, 1998).

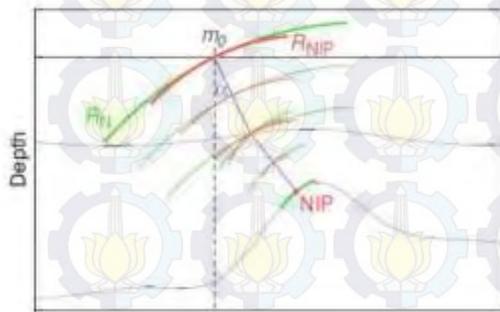
Penggunaan metode *CRS stack* pada penelitian sudah dilakukan secara luas untuk data 2D namun belum banyak yang menggunakan data 3D. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengaplikasikan metode *3D CRS stack* pada data *real survey* seismik 3D serta melakukan uji coba metode *2D CRS stack* untuk mendapatkan parameter *CRS* yang paling optimal. Parameter yang didapatkan dari hasil uji coba metode *2D CRS stack* ini yang akan digunakan pada proses *3D CRS stack*.

1.1 Common Reflection Surface Stack



Gambar 1.1 Operator *Stacking CRS*

Metode *Common Reflection Surface stack* merupakan metode yang dimasukkan dalam kelompok metode *macro-model independent imaging method*. Metode ini tidak membutuhkan informasi kecepatan selain informasi mengenai kecepatan dekat permukaan. Höcht (1998), Jäger (1999), dan Müller (1998) secara impresif menunjukkan bahwa operator *stacking* ZO CRS *stack* mendekati peristiwa dalam data *prestack* lebih baik dari operator *stacking* konvensional (NMO/DMO *stack*). CRS *stacking* bergantung pada tiga parameter seismik dan kecepatan dekat permukaan, ketiga parameter *stacking* ini menjelaskan operator CRS yang ditentukan otomatis sepenuhnya berdasarkan analisa koherensi dalam data *prestack*. Secara kontras dibandingkan dengan metode *imaging* konvensional tertentu seperti *CMP stack*, CRS *stack* menggunakan fungsi volum data *multi-coverage* selama prosesnya.



Gambar 1.2 Atribut *Common Reflection Surface*

Penjelasan mengenai operator *stacking* ZO CRS dapat kita lihat dalam gambar 1.1. Operator untuk ZO CRS-Stack ditentukan oleh *raypath* yang memantul di permukaan R (warna merah). Pada “*time-half offset cube*” terlihat bahwa operator tersebut (warna hijau) ditentukan dari data seismik yang cukup banyak jumlahnya (warna biru). Operator *zero-offset* CRS *stacking* didasarkan pada 3 atribut muka gelombang seperti terlihat pada gambar 1.2, yaitu sudut datang atau *emergence angle* (α) sinar pada *zero offset* dan 2 jari-jari kurvatur dari bentuk muka gelombang yang diwakili dengan R_N (jari-jari gelombang *Normal*) dan R_{NIP} (jari-jari gelombang *Normal Incident Point*). Dari ekspansi Taylor orde ke dua untuk persamaan waktu tempuh, kita mendapatkan persamaan waktu tempuh CRS atau *CRS stacking curve* untuk kondisi *Zero offset*. Persamaan waktu tempuh ini valid untuk permukaan pengukuran yang lurus. Persamaan waktu tempuh CRS sebagai berikut:

$$t^2(x_m, h) \approx \left[t_0 + \frac{2 \sin \alpha}{v_0} (x_m - x_0) \right]^2 + \frac{2t_0 \cos^2 \alpha}{v_0} \left(\frac{(x_m - x_0)^2}{R_N} + \frac{h^2}{R_{NIP}} \right) \quad (1.1)$$

Parameter yang muncul dalam persamaan (1.1), yaitu α , R_N , dan R_{NIP} merepresentasikan orientasi, lokasi reflektor secara lebih tepat. Secara berturut-turut merupakan sudut datang

sinyal seismik yang dipantulkan, jari-jari gelombang *Normal* dan jari-jari gelombang *Normal Incident Point*. Ketiga parameter tersebut adalah atribut *kinematic wavefield*.

1.2 *3D Common Reflection Surface Stack*

Perbedaan utama antara *CRS stack* 2D dan 3D adalah jumlah atribut yang digunakan. Metode *CRS stack* 2D menggunakan tiga atribut yang memberikan informasi mengenai lokasi, orientasi dan bentuk reflektor, yaitu *emergence angle* α , jari-jari kelengkungan gelombang *NIP* (R_{NIP}) dan jari-jari kelengkungan reflektor gelombang normal (R_N). Sementara 3D *CRS stack* memiliki delapan atribut, yaitu masing-masing tiga buah atribut yang merepresentasikan R_{NIP} dan R_N dalam bidang 3 dimensi dan dua buah atribut *azimuth* dan *dip* yang menggambarkan sudut dari reflektor.

Operator *CRS stack* untuk seismik 3D merupakan fungsi dari delapan atribut kinematik *wavefront* atau atribut *CRS*. Persamaan *traveltime* hiperbolik yang digunakan dalam perhitungan metode *CRS stack* dituliskan pada persamaan berikut (Bergler, 2002) :

$$t_{hyp}^2(\Delta m, h) = (t_0 + 2p_0 \cdot \Delta m)^2 + \frac{2t_0}{v_0} \Delta m \cdot R K_N R^T \Delta m + \frac{2t_0}{v_0} h \cdot R K_N R^T h \quad (1.2)$$

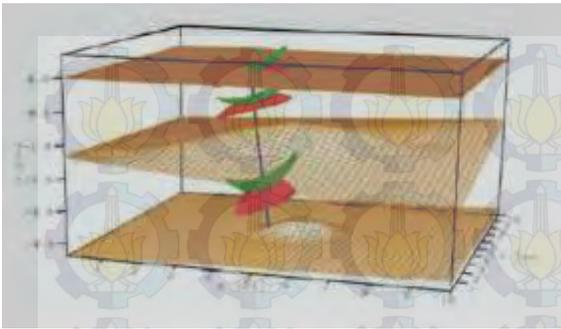
dimana:

$$K_N = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ R_{N00} & R_{N01} \\ 1 & 1 \\ R_{N01} & R_{N11} \end{bmatrix} \quad K_N = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ R_{NIP00} & R_{NIP01} \\ 1 & 1 \\ R_{NIP01} & R_{NIP11} \end{bmatrix} \quad R = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

maka persamaan (2.8) dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$t_{hyp}^2((x_m - x_0), h) = \left[t_0 + \frac{2 \sin \beta}{v_0} (\cos \alpha) \cdot (x_m - x_0) \right]^2 + \left\{ \frac{2t_0}{v_0} (x_m - x_0)^2 \cdot \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ R_{N00} & R_{N01} \\ 1 & 1 \\ R_{N01} & R_{N11} \end{bmatrix} \right\} + \left\{ \frac{2t_0}{v_0} h^2 \cdot \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ R_{NIP00} & R_{NIP01} \\ 1 & 1 \\ R_{NIP01} & R_{NIP11} \end{bmatrix} \right\} \quad (1.4)$$

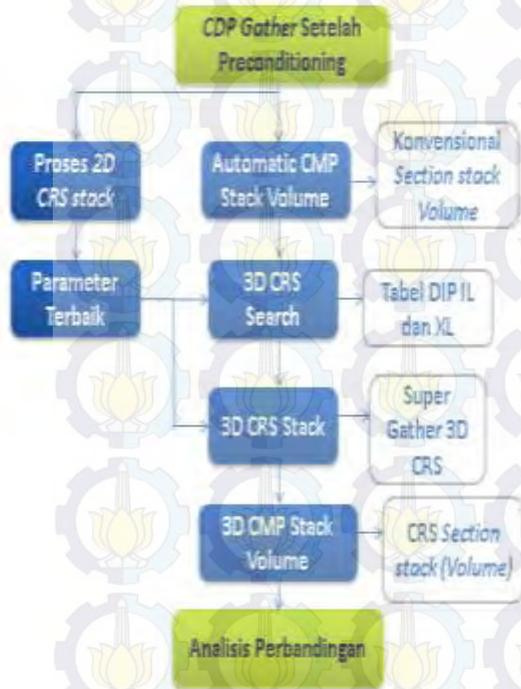
dimana t_0 merupakan *traveltime*, v_0 adalah kecepatan di dekat permukaan, Δm adalah koordinat dari *midpoint* (x, y), R adalah koordinat dari titik yang digunakan, p_0 adalah arah propagasi, h adalah koordinat dari *half-offset*, K_N adalah matrik 2x2 dari *curvature* pada gelombang N (normal), dan K_{NIP} adalah matrik 2x2 *curvature* gelombang *NIP* (*Normal Incidence Point*).



Gambar 2.10 Atribut 3D CRS untuk simulasi penampang ZO (Hocht, 2002)

II. METODE

Penelitian ini menggunakan data seismik *real* survei darat berupa CDP *gather* yang telah melewati tahap *preconditioning*. Untuk mendapatkan parameter terbaik sebagai inisiasi awal proses 3D CRS *stack*, terlebih dahulu dilakukan serangkaian proses uji coba metode 2D CRS *Stack* pada data seismik yang diambil dalam satu *inline* nomor 27. Hasil test parameter 2D CRS *stack* yang menghasilkan penampang seismik yang paling baik akan digunakan pada proses 3D CRS *stack*. Hal ini dilakukan agar penelitian berlangsung secara efektif dikarenakan apabila pengujian parameter langsung menggunakan 3D CRS *stack* akan membutuhkan waktu yang lama. Secara garis besar, penelitian ini dapat dijelaskan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 2.1 Alur pengolahan data penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Coba Metode 2D CRS Stack

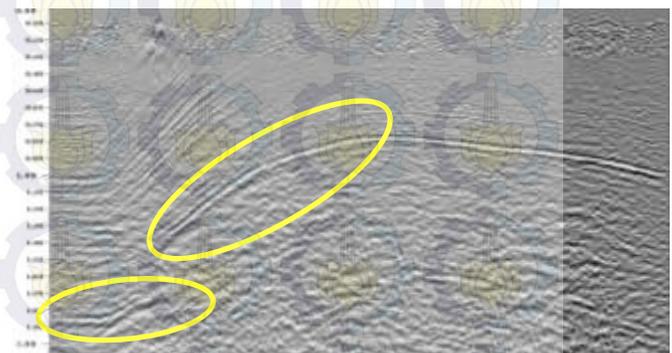
Pengolahan data menggunakan metode 2D *Common Reflection Surface Stack* dilakukan dengan pengambilan 1 *inline* data *real* seismik 3 dimensi lapangan “AP” yakni diambil pada nomor *inline* 24. Tujuan dari langkah ini adalah mendapatkan parameter input paling optimal yang dapat digunakan sebagai inisiasi awal proses 3D CRS *stack*.

Pada proses ini, kualitas *stacking* dapat dilihat dari *gather* yang dihasilkan saat proses CRS *stack* serta persebaran *fold* yang dibuat lebih banyak setelah proses CRS *stack*. Untuk mendapatkan hasil *stacking* CRS yang optimal, penulis melakukan test parameter sebanyak 43 kali dan didapatkan parameter terbaik sebagai berikut:

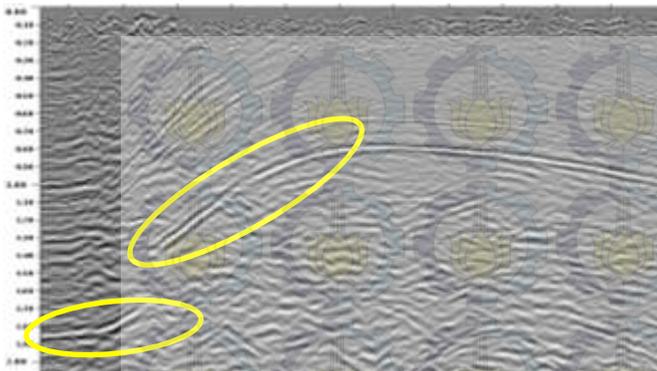
Tabel 4.1. Parameter Terbaik Zero Offset CRS Search

No.	Parameter	Nilai
1	CDP Search Aperture	60
2	CDP Search Spacing	5
3	Time Search Spacing	20
4	Maximum dip for search	0.7
5	Minimum aperture	20
6	Maximum aperture	100

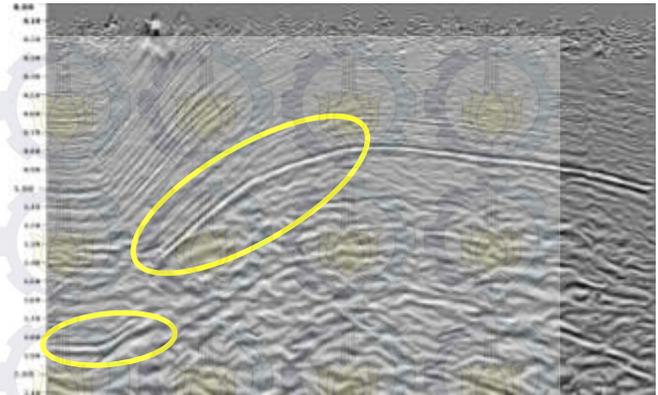
Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 menunjukkan perbandingan penampang *stack* hasil pengolahan menggunakan metode konvensional dan 2D CRS *stack*. Pada penampang CRS terlihat kemenerusan reflektor semakin baik pada bagian yang lurus. Sementara pada daerah dengan reflektor yang miring (lingkaran kuning) tidak mampu diatasi dengan baik. Hal ini dikarenakan data yang digunakan adalah data 3D yang diolah menggunakan metode 2D CRS. Dimana geometri data 3D berbeda dengan data seismik 2D.



Gambar 3.1. Penampang *stack* konvensional pada *inline* 24



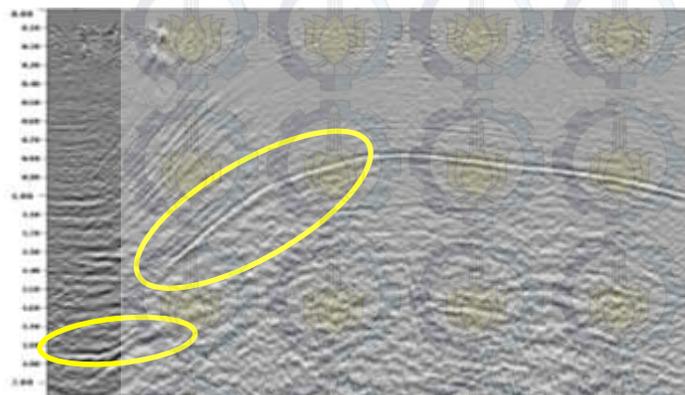
Gambar 3.2. Penampang 2D CRS Stack pada inline 24



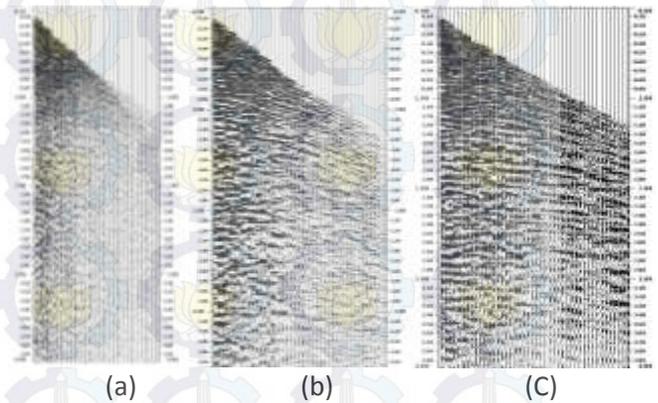
Gambar 3.4. Penampang 3D CRS stack pada inline 24

Jika dilihat dari kualitas *gather* dan persebaran *fold* yang dihasilkan terlihat semakin baik. Pada Gambar 3.5b terlihat *super gather* hasil proses *2D CRS stack* yang memiliki jumlah *trace* yang semakin banyak dan *wiggle* yang semakin tajam. Sedangkan pada Gambar 3.6b menunjukkan persebaran *fold* hasil *CRS Stack* menjadi semakin banyak. Hal ini cukup untuk merepresentasikan kualitas proses *2D CRS stack* dan mengambil parameter terbaiknya untuk digunakan pada proses *3D CRS Stack*.

Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode *3D CRS stack* dapat dilihat penampang seismik memiliki kemenerusan reflektor lebih baik dibandingkan dengan hasil *3D stacking* konvensional. Pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 dapat dilihat kualitas reflektor yang lebih baik terutama dibagian miring untuk hasil proses *3D CRS stack*. Dan dilihat pada *CDP gather* yang dihasilkan dari proses *3D CRS* (Gambar 3.5c) menunjukkan semakin banyak *trace* dan *wiggle* yang terbentuk semakin lurus tajam dibandingkan dengan *gather* hasil proses konvensional maupun *2D CRS stack*.

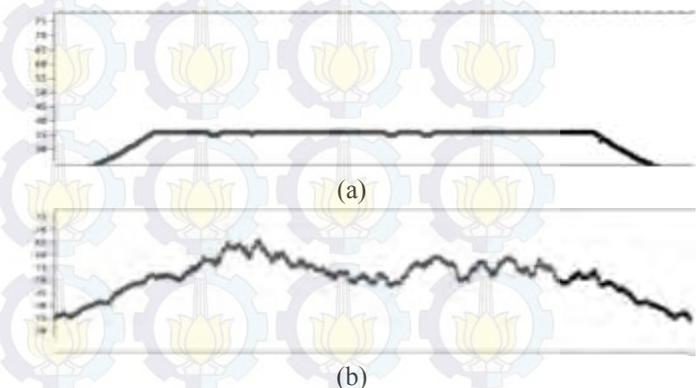


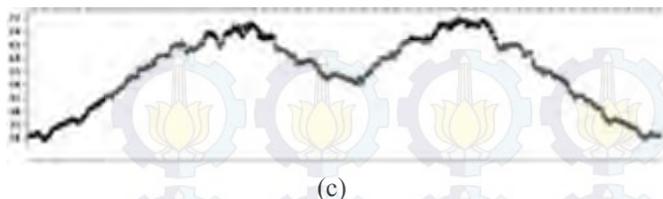
Gambar 3.3 Penampang 3D stack konvensional pada inline 24



Gambar 3.5. CDP *gather* data seismik (a) *gather* awal (konvensional) (b) *gather 2D CRS stack* (c) *gather 3D CRS Stack*

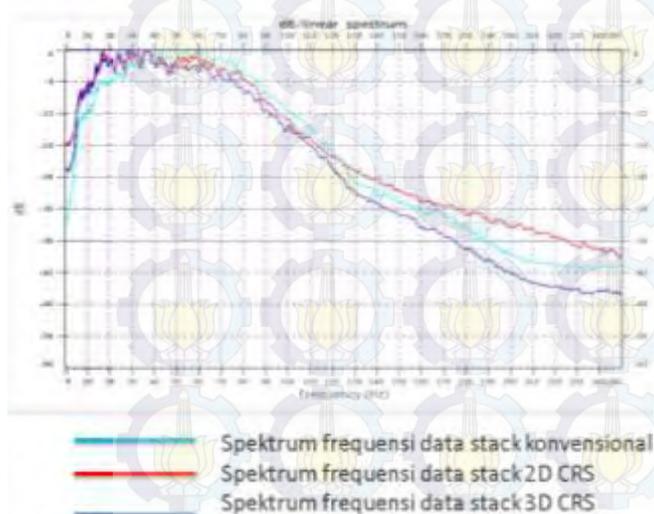
Gambar 3.6 menunjukkan perbedaan persebaran *fold* pada penampang seismik inline 24 hasil pengolahan data. *Fold* menunjukkan banyaknya *raypath* yang melewati satu titik *CDP* sepanjang satu *line* perekaman data seismik. Hasil pengolahan menggunakan metode *3D CRS Stack* menunjukkan *fold* yang bertambah jumlahnya dibandingkan dengan hasil metode konvensional dan *2D CRS Stack*. Sehingga dapat dikatakan kualitas stacking *3D CRS Stack* adalah yang paling baik.





(c)
Gambar 3.6. *Fold* data seismik pada *inline* 24 (a) konvensional (b) *2D CRS Stack* (c) *3D CRS Stack*

Hasil penampamng *stack* yang dihasilkan proses *3D CRS Stack* menunjukkan penampang yang lebih *artificial*. Artinya data seismik didominasi oleh *trace* dengan frekuensi rendah. Hal ini menunjukkan metode *CRS Stack* efektif digunakan untuk mengatasi lapisan reservoir yang memiliki reflektor yang tebal seperti reservoir karbonat. Sedangkan untuk kasus lapisan tipis metode *CRS* kurang efektif digunakan. Gambar 3.7 menunjukkan spektrum frekuensi antara data konvensional, *2D CRS Stack*, dan *3D CRS Stack*.



Gambar 3.7. Spektrum frekuensi pada penampang seismik hasil pengolahan.

IV. KESIMPULAN

Dari Penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Untuk mendapatkan penampang *stack* yang baik, metode *2D CRS stack* kurang efektif diaplikasikan pada data *real* seismik darat 3D lapangan “AP”. Namun apabila dilihat dari kualitas *super gather* dan jumlah *fold* yang dihasilkan terlihat semakin baik, maka dapat dikatakan parameter *CRS* yang digunakan dapat dipakai sebagai inisiasi awal proses *3D CRS stack*.
2. Proses *stacking* pada *2D CRS stack* dipengaruhi oleh *dip* dan *aperture* pada operator *CRS* yang didasarkan pada kualitas data *multicoverage*, sehingga diperoleh hasil penampang *stack* yang optimal.

3. Pengolahan data *real* seismik darat 3D lapangan “AP” dapat menggunakan input parameter yang digunakan pada tahap uji coba proses *2D CRS stack*. sehingga akan menghemat waktu pengolahan data.
4. Penampang *stack* hasil pengolahan menggunakan metode *3D CRS stack* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan hasil proses konvensional dilihat dari kemenerusan reflektor yang semakin baik pada struktur yang kompleks.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. rer. nat. Bagus Jaya Santosa, S.U dan Akhmad Aksin S.Si selaku dosen pembimbing dan Angke dan Pambayun yang selalu di hati ku, serta semua pihak yang terlibat dalam penelitian tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aina, 1999, Penggunaan Metoda Post Stack Time Migration dan Metoda Pre Stack Depth Migration pada Data Seismik Lapangan Mentari, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [2] Akbar, Yona., 2009, *Penentuan Model Kecepatan Bawah Permukaan dengan Metode Tomografi Refleksi Memanfaatkan Atribut Common Reflection Surface*, Skripsi, Institut Teknologi Bandung.
- [3] Cerveny, V., 2001. *Seismic Ray Theory*, Cambridge: Cambridge University Press.
- [4] Duvencek, E., 2004, *Tomographic Determination of Seismic Velocity Model With Kinematic Wavefield Attributes*, Berlin: Logos Verlag.
- [5] Höcht, G., 1998, *The Common Reflection Surface Stack*, Master’s Thesis, University at Karlsruhe.
- [6] Hubral, P., Hocht, G., and Jager, R., 1999, “*Seismic Illumination*”, *The Leading Edge*, 18(11):1268-1271.
- [7] Jäger, R., 2001, *Kirchoff Migration and Demigration-Theory, Implementation and Application*, Master’s Thesis, University at Karlsruhe.
- [8] Klüver, Tilman and Jurger Mann, 2005, *Event Consistent Smoothing And Automatic Picking in CRS Based Seismic Imaging*, Karlsruhe: Geophysical Institute University of Karlsruhe.
- [9] Mann, J., 2002, *Extensions And Application of The Common Reflection Surface Stack Method*, Berlin: Logos Verlag.
- [10] Müller, T., 1998, “*Common Reflection Surface Stack VS NMO/STACK and NMO/DMO/STACK*”, 60th Annual Internat. Mtg., Eur. Assn. Geosci. Eng, Extended Abstract. Session I-20.
- [11] Tarantola, A., 1987, *Inverse Problem Theory: Method For Data Fitting and Model Parameter Estimation*, Amsterdam: Elsevier.
- [12] Yilmaz, O., 2001. *Seismic Data Analysis Volume 1& 2*, Society of Exploration Geophysicist, Tulsa.
- [13] Yilmaz, O., 1987, *Seismic Data Processing*, Society of Exploration Geophysicist, Tulsa.