

ANALISIS PENGOLAHAN DATA SEISMIK LAPANGAN “R” DENGAN METODE CRS (COMMON REFLECTION SURFACE) STACK PADA DATA CROSS SECTION MARINE 2D

Rezyta Handani¹⁾, Udi Harmoko¹⁾ dan Istiqomah Ari Kusuma²⁾

¹⁾Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang,

²⁾Jurusan Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

Email: rezyta.handani@st.fisika.undip.ac.id, diansya5@gmail.com, istiqomah.kusuma@gmail.com,

ABSTRACT

In complex geological data processing, conventional method has not been able to produce good imaging. The result of conventional method processing can be supported by Common Reflection Surface Method (CRS) stacking. This method is believed to have better mathematical operation compared to conventional method, especially in Normal Move Out (NMO) correction. CRS stack method using correct operator stacking for recorded reflector in pre-stack data is proven better than conventional method. Operator CRS stacking consists of 3 kinematic wavefield attributes namely α , R_{NIP} and R_N . CRS stacking process to acquire good CRS section involved angle, aperture, and dip test. The selected parameter was then released as CRS supergather which then was used as the input of PSTM process. The best CRS operator was obtained using the parameters as follows: aperture 500 – 2000m and angle 45°. This result was able to increase the continuity and the reflector accuracy. Nevertheless, CRS stack also caused spectrum reduction in high frequency but it was able to be overcome using Whitening. CRS supergather shows better result than conventional supergather using PSTM process. During the research, CRS analysis in the cross section of two tracks as the development of CRS application was also performed, where the sections resulted from CRS Stack did not influence the cross section of those two tracts.

Key words: Common Reflection Surface (CRS), kinematic wavefield attribute, Stacking

ABSTRAK

Pengolahan data geologi yang kompleks menggunakan metode konvensional belum dapat menghasilkan imaging yang baik. Hal ini dapat dibantu dengan menggunakan metode Common Reflection Surface (CRS) stack. Metode CRS stack ini dianggap memiliki operasi matematis yang lebih baik dibandingkan metode pengolahan konvensional, terutama dalam koreksi Normal Move Out (NMO). Metode CRS stack menggunakan stacking operator yang tepat untuk reflektor yang terekam pada data pre-stack lebih baik dari pada konvensional. Stacking operator CRS terdiri dari 3 atribut kinematic wavefield yaitu emergence angle (α), jari-jari gelombang Normal Incidence Point (R_{NIP}) dan jari-jari gelombang normal (R_N). Pada proses CRS stack untuk memperoleh hasil penampang CRS yang baik dilakukan uji angle, aperture, dip. Parameter yang sudah ditentukan dapat dikeluarkan berupa CRS supergather yang selanjutnya digunakan untuk masukan dalam proses Pre Stack Time Migration (PSTM). Operator CRS yang terbaik menggunakan parameter aperture 500 – 2000 m, angle 45°. Hasil CRS stack mampu meningkatkan kontinuitas dan ketajaman reflektor. Namun hasil CRS stack juga memiliki kelemahan yaitu menimbulkan penurunan spectrum pada frekuensi tinggi tetapi dapat diatasi dengan whitening. Supergather CRS menunjukkan hasil yang lebih baik daripada gather konvensional melalui proses PSTM. Pada penelitian ini juga dilakukan analisis CRS pada zona pertemuan dua lintasan cross section sebagai pengembangan dari aplikasi CRS, dimana pada hasil section yang diperoleh CRS stack tidak begitu mengubah cross section pada dua lintasan.

Kata kunci : Common Reflection Surface(CRS), atribut kinematic wavefield, Stacking

PENDAHULUAN

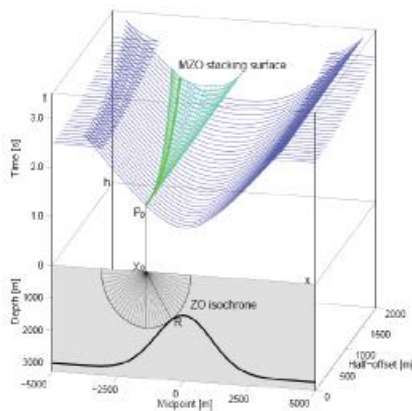
Sumber daya alam seperti mineral, hidrokarbon, dan gas bumi dapat ditemukan dengan aplikasi metode geofisika. Metode seismik merupakan salah satu metode geofisika yang memiliki peran penting dalam eksplorasi dan geoteknik. Metode ini berkembang dengan pesat, baik pada teknologi yang digunakan pada saat akuisisi, maupun proses pengolahan data-data seismik. Berdasarkan data rekaman inilah dapat diperkirakan bentuk lapisan atau struktur dibawah permukaan bumi.

Pengolahan data seismik dengan geologi yang kompleks, menggunakan metode konvensional belum dapat menghasilkan *imaging* yang baik. Hal ini dapat dibantu dengan menggunakan metode *common reflection surface* (CRS). Metode CRS ini dianggap memiliki operasi matematis yang lebih baik dibandingkan metode pengolahan konvensional, terutama dalam koreksi *Normal Move Out* (NMO) (Muller,1998). Hal ini didasari bahwa muka gelombang seismik yang mengenai bidang reflektor berada dalam bentuk suatu luasan. Berbeda dengan konsep pengolahan

data secara konvensional dimana gelombang mencapai bidang reflektor dalam bentuk titik. Metode CRS *stack* berhasil menghasilkan penampang *Zero-Offset (ZO)* yang memiliki perbandingan sinyal terhadap *noise* yang tinggi. Selain itu metode ini juga menghasilkan *kinematic wavefield* atau *CRS attribute* yang dapat digunakan untuk pengolahan data seismik lebih lanjut. Perbandingan antara proses konvensional dengan proses menggunakan metoda CRS yang diaplikasikan pada model yang memiliki struktur geologi kompleks bawah permukaan bumi, metode CRS ini mampu menghasilkan gambaran bawah permukaan yang lebih baik. Selain itu hasil penampang CRS apabila diaplikasikan pada data *cross section*, lintasannya masih saling berkaitan antar data satu dengan yang lain.

DASAR TEORI

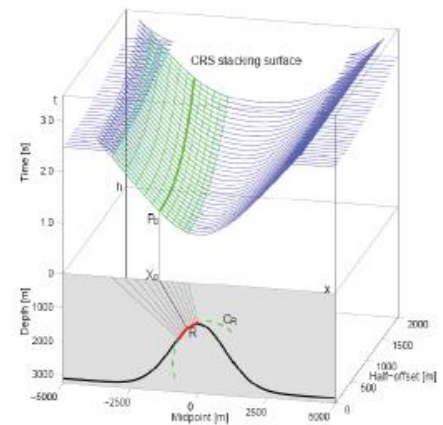
Metode *stacking* konvensional menggunakan beberapa *gather* tertentu dalam proses *stacking*. Padahal sejumlah *trace* yang diabaikan tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan bawah permukaan. Selain itu alasan dasar mengapa metode baru dalam *stacking* ini diusulkan, karena tidak tepatnya pendekatan titik dari reflektor sebagai operator *stacking*. Proses *stacking* dengan menggunakan operator *stacking* konvensional, tidak mampu untuk memperbaiki respon refleksi dengan tepat



Gambar 1 Operator stacking NMO/DMO (konvensional)

Pada Gambar 1 dilustrasikan mengenai operator CMP *stack* dan CRP (*Common Reflection Point*) *stack* (Jager, 1999). Teknik simulasi ZO

dalam metode ini adalah penjumlahan sepanjang satu garis *multicoverage* data menjadi satu *trace* yang ditempatkan di titik P_0 . Pada Gambar 1. merupakan operator *stacking* NMO/DMO proses konvensional, untuk metode CMP *stack* penjumlahan dilakukan sepanjang hiperbola dalam satu CMP *gather* yang mewakili respon seismik di titik P_0 . Sedangkan pada gambar 2 adalah permukaan operator *stacking* pada proses CRS *stacking surface*, pada CRS *stack* penjumlahan dilakukan disepanjang permukaan yang ditandai dengan garis berwarna hijau yang hasilnya dikumpulkan di titik P_0 .



Gambar 2 Operator *stacking* menggunakan metode CRS (Jager, 1999)

Persamaan waktu tempuh dari CRS diturunkan dari ekspansi *hyperbolic Taylor* orde kedua yaitu: (Mann,2002)

$$t^2(x_m, h) = \left[t_0 + \frac{2 \sin \alpha}{v_0} (x_m - x) \right]^2 + \frac{2t_0 \cos^2 \alpha}{v_0} \left[\frac{(x_m - x)^2}{R_N} + \frac{h^2}{R_{NIP}} \right] \quad (1)$$

dengan $\Delta x = x_m - x_0$, adalah selisih jarak *mid point* (m), t_0 adalah waktu tempuh pada normal *incidence* (s), v_0 adalah kecepatan awal (m/ms). *Mid point* diwakili oleh x_m dan *half offset* (m) diwakili oleh h . Parameter α , R_{NIP} , R_N adalah parameter atribut *wavefield*, dimana α merupakan sudut gelombang terhadap garis normal, R_N adalah radius gelombang normal (m) dan R_{NIP} adalah radius gelombang NIP (m).

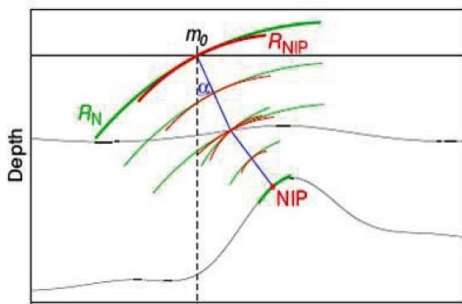
Pada CMP *Gather* $x_m = x$, sehingga persamaan menjadi (Mann,2002):

$$t^2(x_m, h) = t_0^2 + \frac{2t_0 \cos^2 \alpha}{v_0} \left[\frac{h^2}{R_{NIP}} \right] \quad (2)$$

Maka dapat diperoleh :

$$t_{(h)}^2 = t_0^2 + \frac{4h^2}{v_{NMO}^2} \quad (3)$$

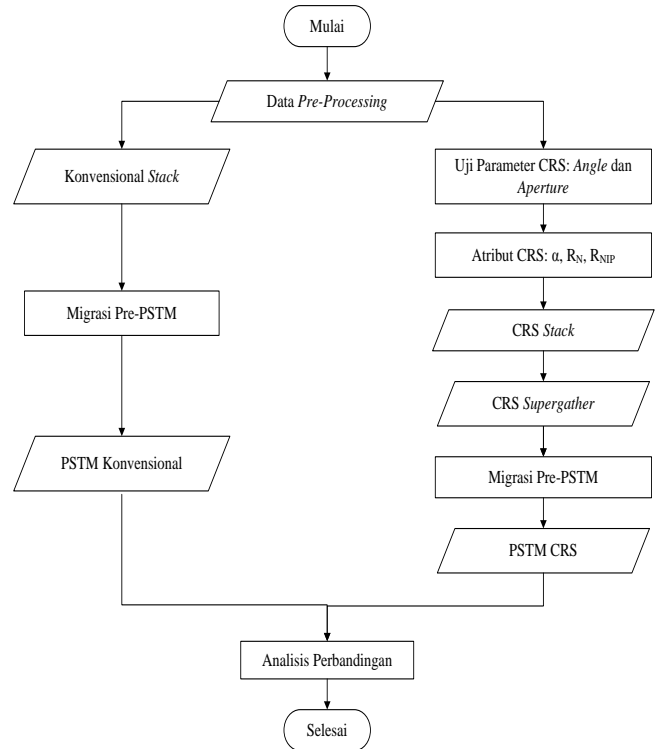
Persamaan (3) merupakan persamaan waktu tempuh dalam metode konvensional, dan identik dengan persamaan (2). Oleh karena itu, CRS Stack tergantung pada tiga atribut seismik (Gambar 3) yang dapat menjelaskan respon medium refleksi kinetik, atribut tersebut yaitu sudut antara sinar ZO dengan bidang normal (α), radius kelengkungan gelombang *Normal Incidence Point* (R_{NIP}), dan radius kelengkungan gelombang Normal (R_N). Parameter α , R_N , R_{NIP} adalah parameter yang tidak bergantung pada model kecepatan.



Gambar 3 Curvature gelombang normal (hijau) dan Curvature gelombang NIP (merah) (Duvencek, 2004)

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data seismik 2D *Marine lapangan* "R" terdiri dari dua *line* (lintasan) yaitu *line 60* dan *line 75*, dengan parameter akuisisi. Data tersebut sudah diolah sampai tahapan *Pre-prosesing* dalam bentuk *CMP Gather* sebagai input untuk dilakukan proses *CRS stack*.



Gambar 4 Diagram alir penelitian

Pengolahan data seismik menggunakan *software Wave Inversion Technology (WIT)*, merupakan *software* untuk pengolahan metode CRS dengan format perintah dalam seismik Unix. Serta digunakan juga *software Geocluster CCGVERITAS*, merupakan *software* pada pengolahan data seismik. *Software* ini menggunakan *command unique* dalam pengaplikasiannya karena setiap perintah yang diberikan pada *software* ini merupakan perintah dalam bentuk numerik. Perintah-perintah yang terdapat dalam *software* ini didesain dalam format job, dan untuk penamaan data pada setiap job harus dilakukan dengan format angka.

Melakukan Input Data dan Uji Parameter CRS data berupa data *raw* yang sudah dilakukan tahap *preprocessing*. Data yang dipergunakan berupa data *CDP gather*, kemudian *gather* tersebut diberi input beberapa parameter CRS untuk menghasilkan *CRS stack*.

Beberapa nilai dari parameter yang ada seperti kecepatan di dekat permukaan, *dip* reflektor, *mean* frekuensi, dan *aperture* bukan dari *observer* melainkan dari data itu sendiri, pada *midpoint* didapat dari *observer*, sedangkan untuk nilai parameter yang lain seperti parameter

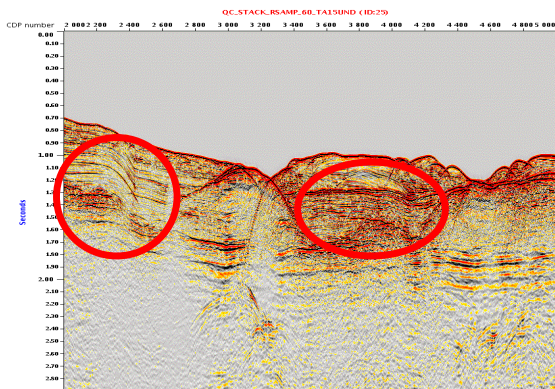
CRS dilakukan tes untuk menentukan nilai yang paling baik.

Parameter *aperture* ditentukan dengan melakukan percobaan beberapa nilai yang menjadi nilai masukan, dari mulai 0 m hingga 300 m untuk nilai *aperture* minimum, sedangkan nilai *aperture* maksimum digunakan nilai antara interval 500 m hingga 2000 m, dengan pengasumsian zona Fresnel sesuai frekuensi dan kecepatan permukaan maka dapat diperkirakan besaran *aperture* yang diinginkan. Tetapi untuk melakukan *quality control* adalah dengan melihat hasil *stack*. Berdasarkan uji parameter ditentukan nilai *angle* 45° , *aperture* minimum 500 m dan *aperture* maksimum 2000 m.

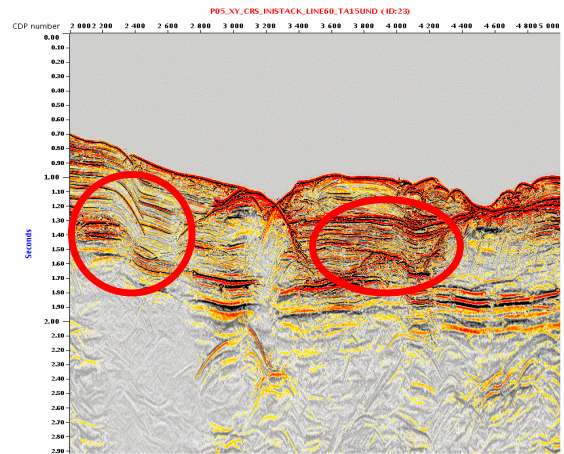
HASIL DAN PEMBAHASAN

CRS-Stack

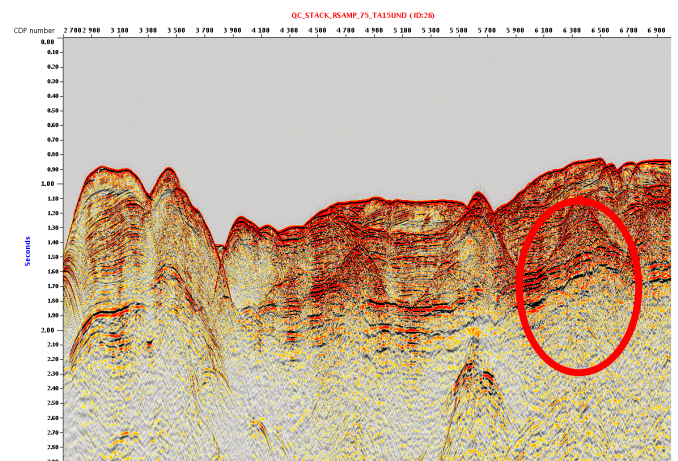
Dari hasil penampang CRS *stack* Gambar 5 menunjukkan citra yang lebih baik dibandingkan dengan *stack* konvensional Gambar 6 perbedaannya dapat dilihat di lingkaran berwarna merah. Keberadaan reflektor menjadi lebih jelas terlihat pada penampang CRS *stack*. Selain itu penampang yang dihasilkan juga lebih bersih dengan mengurangi sinyal yang memiliki koherensi kecil serta mempertajam sinyal yang memiliki koherensi tinggi. Resolusi penampang dalam membedakan lapisan reflektor pada CRS *stack* juga lebih tinggi dibandingkan dengan *stack* konvensional. Reflektor yang memiliki kemiringan karena pada metode konvensional belum secara baik menunjukkan kemenerusan pada daerah tersebut.



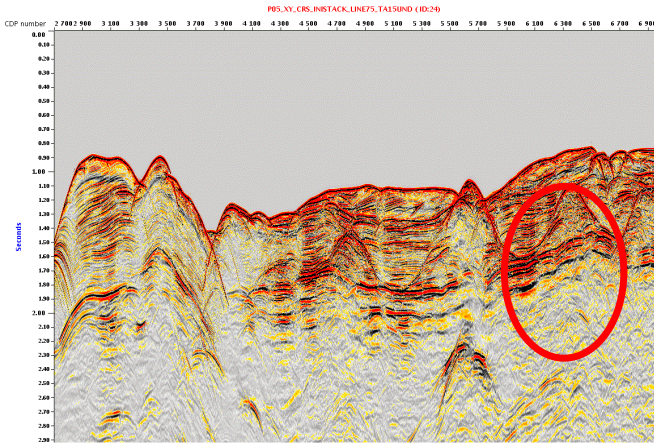
Gambar 5 Hasil *stack* line “R” menggunakan metode konvensional line 60



Gambar 6 Hasil *stack* line “R” menggunakan metode CRS line 60



Gambar 7 Hasil *stack* line “R” menggunakan metode konvensional line 75

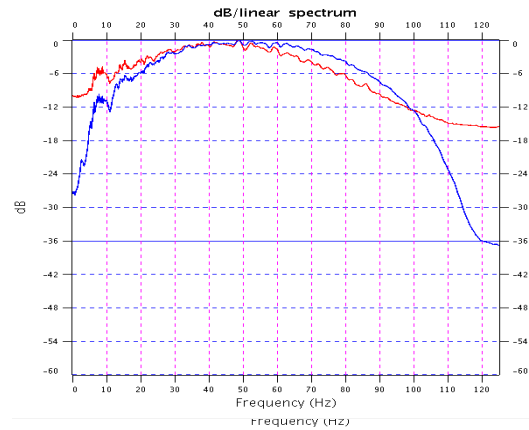


Gambar 8 Hasil *stack line* "R" menggunakan metode CRS *line 75*

Hasil CRS *stack* mampu meningkatkan kontinuitas dan ketajaman reflektor, namun hasil CRS *stack* juga memiliki kelemahan yaitu menimbulkan penurunan *spectrum* pada frekuensi tinggi tetapi dapat diatasi dengan *whitening*. Terlihat Gambar 9 dan 10 hasil perbandingan *spectrum* amplitudo bahwa penggunaan CRS (warna merah) dapat meningkatkan nilai amplitudo pada frekuensi rendah dan frekuensi tinggi. Hal ini disebabkan CRS menggunakan multi CMP pada *stack*. Pada frekuensi antara 0-45 Hz dan frekuensi diatas 60 Hz pada proses konvensional nilai amplitudo menurun tajam hal ini menunjukkan adanya atenuasi energi gelombang, sedangkan pada metode CRS terlihat nilai amplitudo lebih tinggi hal ini menunjukkan atenuasi energi gelombang yang lebih rendah.

Secara teori data seismik dimulai pada frekuensi antara 8-90 Hz. Dalam hal ini CRS memiliki beberapa kelemahan dan keunggulan untuk *spectrum* amplitudo. Keunggulan CRS pada Gambar 9 untuk frekuensi rendah masuk rentang frekuensi data tinggi. Sedangkan kelemahan pada metode CRS ditinjau dari *spectrum* amplitudo ini yaitu pada frekuensi tinggi diatas 60 Hz, CRS *stack* menghasilkan penampang dengan frekuensi lebih rendah namun bisa diatasi dengan *whitening frequency*. Terlihat pada Gambar 10 setelah dilakukan *whitening* terjadi peningkatan *spectrum* rendah difrekuensi tinggi.

Gambar 9 Perbandingan *spectrum* amplitudo *stack* konvensional (Biru) dengan *stack* CRS (Merah) ditinjau dari *line 60*

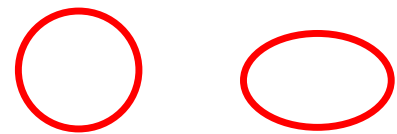


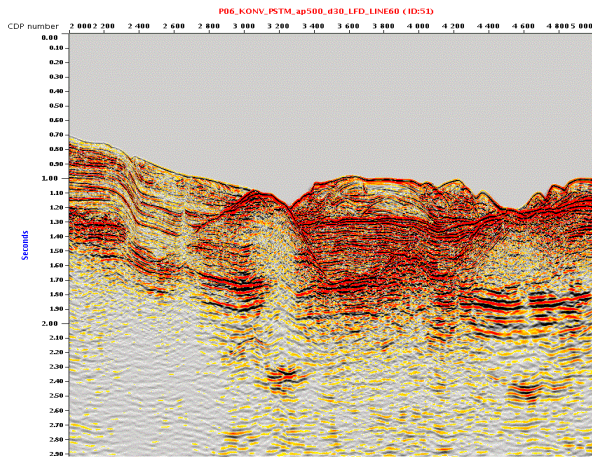
Gambar 10 Perbandingan *spectrum* amplitudo *stack* konvensional (Biru) dengan *stack* CRS menggunakan *whitening* (Merah) ditinjau dari *line 60*

Pre Stack Time Migration

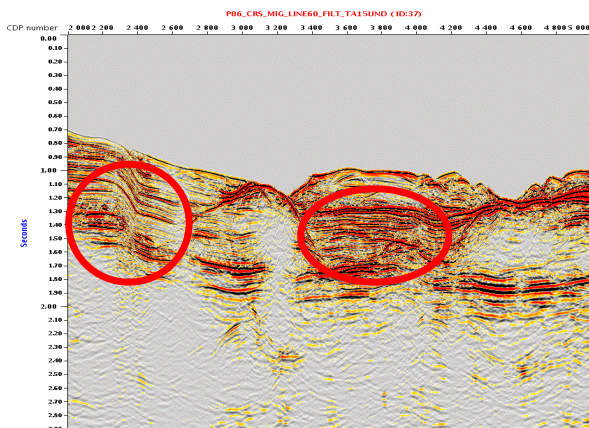
Evaluasi perbedaan hasil *section* metode CRS dengan metode konvensional, dilakukan tahapan selanjutnya yaitu *Pre- Stack Time Migration*. Input dalam proses ini menggunakan data *supergather* CRS yang akan dibandingkan dengan input dari data *CMP gather*. Proses PSTM dilakukan menggunakan *software Geocluster* dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 11 sampai Gambar 14. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa metode konvensional dan metode CRS menunjukkan hasil kemenerusan reflektor yang lebih baik setelah melewati proses PSTM terutama pada kemiringan yang lebih tinggi dan posisi yang lebih dalam.

Hasil PSTM dari CRS menunjukkan kemenerusan yang lebih baik. Hal ini karena input data berupa *supergather* CRS yang multi CMP sehingga penggambaran pada reflektor yang memiliki undulasi akan lebih baik. Pada *supergather*, CMP sekitarnya akan mengoreksi posisi CMP tersebut. Berbeda pada konvensional selain karena S/N rendah juga titik reflektor pada daerah berundulasi tinggi akan terkena faktor *smearing*.

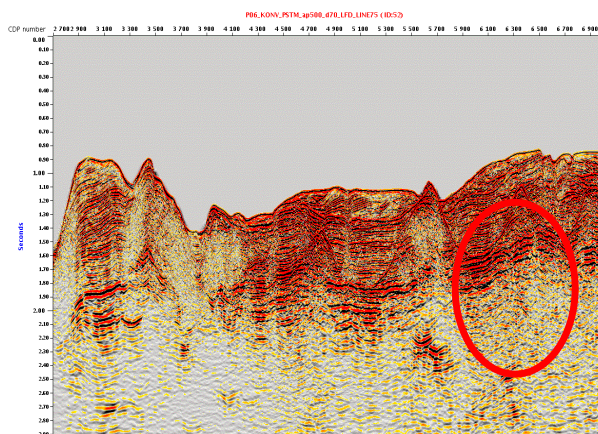




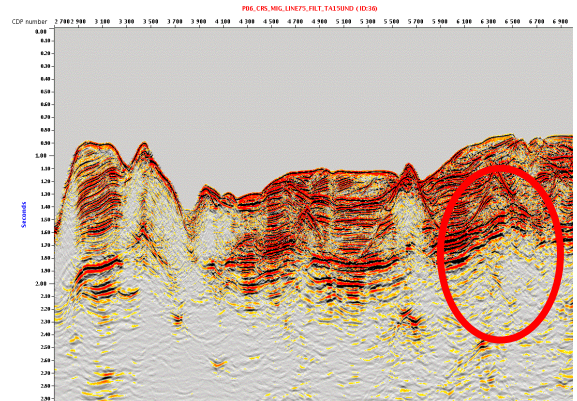
Gambar 11 Hasil stack konvensional PSTM line “R” menggunakan metode CRS pada line 60



Gambar 12 Hasil stack CRS PSTM line “R” menggunakan metode CRS pada line 60



Gambar 13 Hasil stack konvensional PSTM line “R” menggunakan metode CRS pada line 75

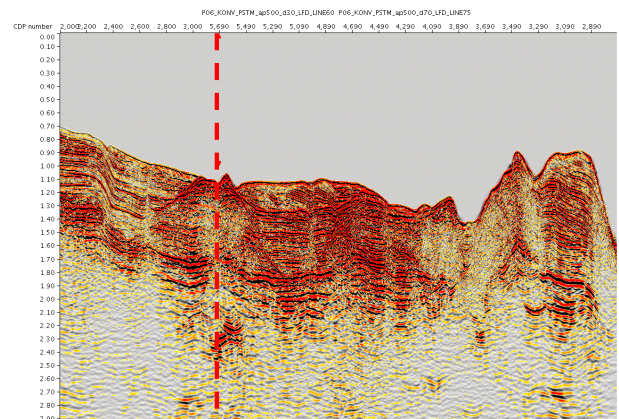


Gambar 14 Hasil stack CRS PSTM line “R” menggunakan metode CRS pada line 75

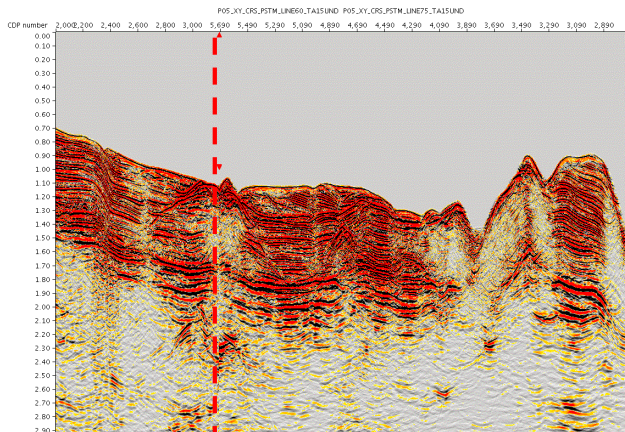
Cross Section Line

Gambar cross section ditunjukkan pada Gambar 15 dan Gambar 16 terlihat pada penampang line 60 dan line 75 seperti diputar, dimana gambar penampang cross section memang sengaja diputar untuk melihat pertemuan secara section nya dalam gambar 2D, sehingga diharuskan untuk diputar. Bertemuinya kedua line berada dititik CDP 5690 untuk line 75 dan di titik CDP 3200 untuk line 60 yang ditunjukkan pada garis putus-putus berwarna merah dibawah ini.

Pada penelitian ini terbukti bahwa di titik pertemuan kedua line lapisannya tidak bergeser, sehingga meskipun menggunakan metode CRS bila dibandingkan dengan metode konvensional terlihat tetap tie pada titik yang sama atau tidak terjadi pergeseran di titik tersebut. Kemenerusan reflektor juga tampak lebih jelas pada penampang cross section stack CRS PSTM.



Gambar 15 Hasil Cross section stack konvensional PSTM lapangan “R”



Gambar 16 Hasil *Cross section stack CRS PSTM* lapangan "R"

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil *common reflection surface* (CRS) yang paling baik menggunakan parameter CRS : *aperture* 500 – 2000 m, *angle* 45°.
2. Perubahan *aperture* mempengaruhi jangkauan dan pada perubahan *angle* dapat menentukan tingkat kemiringan reflektor, sehingga semakin miring nilai reflektor maka semakin besar nilai *angle*.
3. Hasil CRS *stack* meningkatkan kontinuitas reflektor. Namun hasil CRS *stack* juga memiliki kelemahan yaitu menimbulkan penurunan *spectrum* pada frekuensi tinggi tetapi dapat diatasi dengan *whitening*. Pada *supergather* CRS menunjukkan hasil yang lebih baik dari pada *gather* konvensional melalui proses *Pre Stack Time Migration* (PSTM).
4. CRS *stack* tidak begitu mengubah *cross section* pada dua lintasan.

SARAN

1. Pada hasil CRS cenderung amplitudonya besar ini dikarenakan frekuensinya menurun, sehingga perlu kajian lebih lanjut.
2. Diperlukan pengembangan dan analisis lanjutan dari penelitian ini terutama pada data *cross section* untuk keterkaitan kontinuitas reflektor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Duvencek, E, 2004, a) *Velocity model estimation with data derived wavefront attributes: Geophysics*, 69, 265–274. b) *Tomographic Determination of Seismic Velocity Models with Kinematic Wavefield Attributes*, Disertation, University Karlsruhe
- [2]. Hocht, G., Bazelaire, E., Majer, P. And Hubral, P., 1999, *Seismic and Optics: Hyperbola and Curvatures*, J. Appl. Geoph., 42(3,4),261-281
- [3]. Hubral, P., H'ocht, G., and Jager, R., 1999, *Seismic illumination*, The Leading Edge, 18(11),1268–1271
- [4]. Jager, R., 1999, *The Common Reflection Surface Stack - Theory and Application*, Master's thesis, Universitat Karlsruhe
- [5]. Mann, J., 2002, *Extensions and applications of the Common-Reflection Surface Stack method*, Logos Verlag, Berlin
- [5]. Muller, T., 1998, *Common Reflection Surface Stack versus NMO/STACK and NMO/DMO/STACK*. 60th Annual Internat. Mtg., Eur. Assn. Geosci. Eng., Extended Abstracts, Session 1-20