



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS *APERTURE* UNTUK MENINGKATKAN HASIL
STACKING PADA METODE *COMMON REFLECTION SURFACE*
*STACK***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains**

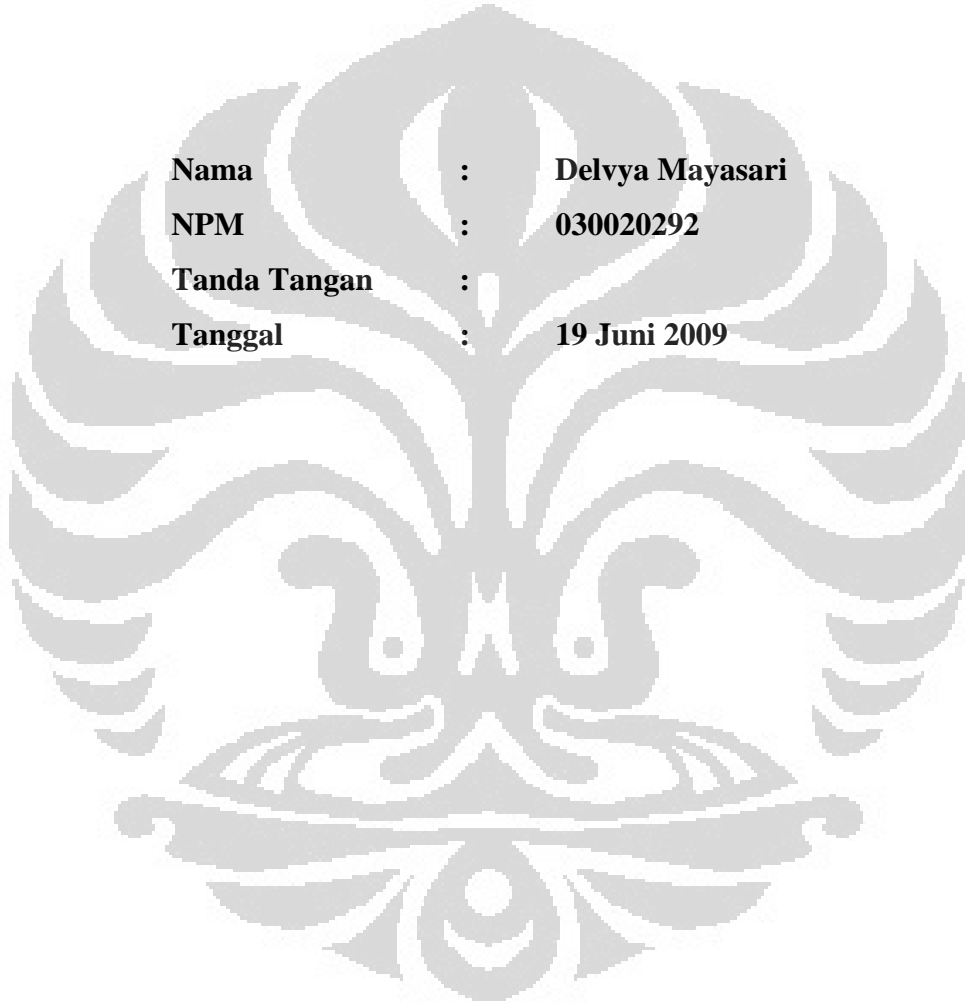
**DELVYA MAYASARI
0305020292**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN FISIKA
PROGRAM STUDI GEOFISIKA
DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Delvya Mayasari
NPM : 030020292
Tanda Tangan :
Tanggal : 19 Juni 2009



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Delvy Mayasari
NPM : 03050202092
Program Studi : Fisika
Judul Skripsi : Analisis *Aperture* untuk Meningkatkan Hasil
Stacking pada Metode *Common Reflection*
Surface Stack

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains ada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. rer. nat. Abdul Haris ()

Pembimbing : Eddy Arus Sentani, MT ()

Penguji : Dr. Eng. Yunus Daud ()

Penguji : Yendri, MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 19 Juni 2009

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, petunjuk, dan ilmu kepada penulis, sehingga akhirnya penulis bisa menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul: “**ANALISIS APERTURE UNTUK MENINGKATKAN HASIL STACKING PADA METODE COMMON REFLECTION SURFACE STACK**” dengan baik.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar kesarjanaan di Departemen Fisika, Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. rer. nat. Abdul Haris dan Bapak Eddy Arus Sentani, MT, selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak mengorbankan waktunya untuk memberikan pengarahan dan pengertian akan banyak hal.
2. Bapak Dr. Yunus Daud dan Bapak Yendri, MT selaku Penguji I dan II atas waktunya untuk berdiskusi dan masukan yang sangat berharga
3. Bapak Dr. Santoso, selaku Ketua Departemen Fisika.
4. Bapak Dr. Yunus Daud, selaku Ketua Program Peminatan Geofisika FMIPA UI.
5. Pihak PT.Elnusa yang telah memberikan fasilitas kepada penulis.
6. Kedua orang tua ku, adikku, kakak serta seluruh keluarga atas doa dan dukungannya selama penulis mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Kak Syaiful, Kak Paulus, Kak Agus, Kak Andri, Kak Rian dan Mas Amri atas bantuan ilmu yang sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman S1 reguler 2005 yang selalu memberikan dukungan moril dan spiritual, serta banyak informasi berharga kepada penulis.
9. Teman-teman Griya Astuti yang telah menemani penulis dalam melewati hari-hari yang mendebarkan.

10. Vici, Fia, Indah, Anggi, Ira dan Cut yang telah memberikan semangat lebih kepada penulis untuk bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih banyak atas dukungannya.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis juga menyadari laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis maupun pembaca semua.

Jakarta, Juni 2009

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Delvya Mayasari
NPM : 0305020292
Program Studi : Geofisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Aperture untuk Meningkatkan Hasil Stacking pada Metode Common Reflection Surface Stack

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 19 Juni 2009

Yang menyatakan

(Delvya Mayasari)

ABSTRAK

Nama : Delvya Mayasari
Program studi : Geofisika
Judul : Analisis *Aperture* Untuk Meningkatkan Hasil *Stacking* Pada Metode *Common Reflection Surface Stack*

Common reflection surface (CRS) stack merupakan metode baru yang digunakan untuk menentukan *ZO section* pada kumpulan data seismik refleksi. Jika metode *stacking* konvensional membutuhkan model kecepatan untuk memberikan hasil yang tepat, *CRS stack* tidak bergantung pada model kecepatan tersebut. Operator *CRS* justru bergantung kepada tiga atribut gelombang yang menjelaskan respon refleksi kinematik medium. *CRS stack* memberikan hasil lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional biasa, karena *CRS stack* tidak hanya menggunakan data dari *CMP* yang sama saja, tetapi juga melibatkan *CMP* yang berdekatan. Oleh karena itu diperlukan suatu kriteria penentuan *CMP* berdekatan tersebut, yaitu *aperture*. Pemilihan *aperture* bergantung kepada kedalaman zona target dan juga kelengkungan reflektor. Selain itu, besarnya *aperture* yang digunakan dibatasi oleh zona Fresnel. Pemilihan *aperture* yang tepat akan memberikan hasil *stacking* terbaik dalam waktu yang singkat, sehingga hal ini bisa mengurangi biaya komputasi.

Kata kunci:
stacking, *CMP* berdekatan, *aperture*, kedalaman zona target, kelengkungan reflektor

ABSTRACT

Name : Delvya Mayasari
Study Program : Geofisika
Title : Aperture Analysis for Improving Stacking Result in Common Reflection Surface Stack Method

Common reflection surface (CRS) stack offer a new method to obtain ZO section for multi-coverage reflection data. Whereas conventional imaging method require a macro-velocity model to yield appropriate results, CRS stack does not depend on macro-velocity model. CRS stacking operator depends on three wavefield attributes that represent kinematic multicoverage reflection response. CRS stack gives better image than conventional stack, because CRS stack not only provides data from the same CMP, but also from neighboring CMP. Because of that, we need criteria to choose neighboring CMP, that is aperture. This aperture depends on the deep of target zone and the curvature of reflector. Beside that, the aperture stacking is limited by Fresnel zone. The right aperture will yield best image on the short time, so that it can reduce computation cost.

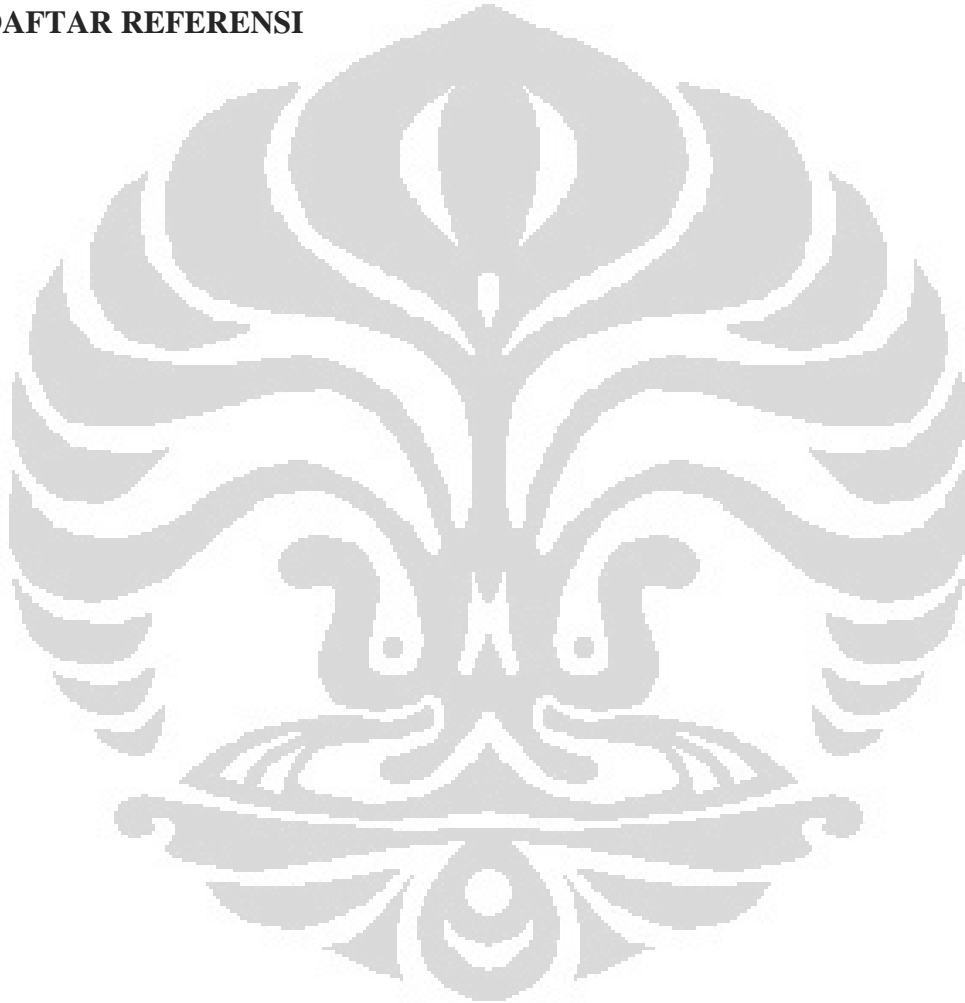
Key words:

stacking, neighboring CMP, aperture, deep of target zone, curvature of reflector

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Metodologi Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB II. TEORI DASAR	
2.1. Pengolahan Data Konvensional	7
2.2. Common Reflection Surface <i>Stack</i>	13
2.2.1. Persamaan waktu tempuh CRS	16
2.2.2. Atribut CRS	18
2.2.3 Penentuan Atribut CRS	19
2.2.4 Zona Fresnel	22
2.2.5 <i>Aperture</i>	
2.2.5.1 <i>ZO aperture</i>	25
2.2.5.2 <i>CMP aperture</i>	26
2.2.5.3 <i>CRS aperture</i>	26
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Penentuan <i>Aperture</i> Pada Metode <i>Common Reflection Surface</i>	27
3.2. Aplikasi Pada Model Sintetik Marmousi	
3.2.1 Akuisisi data dan <i>preprocessing</i>	29
3.2.2 <i>Stacking</i> metode konvensional	32
3.2.3 <i>CRS stack</i>	33

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis <i>Aperture CRS stack</i>	35
4.2 Perbandingan Metode Konvensional dan Metode CRS.....	51
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	57
DAFTAR REFERENSI	



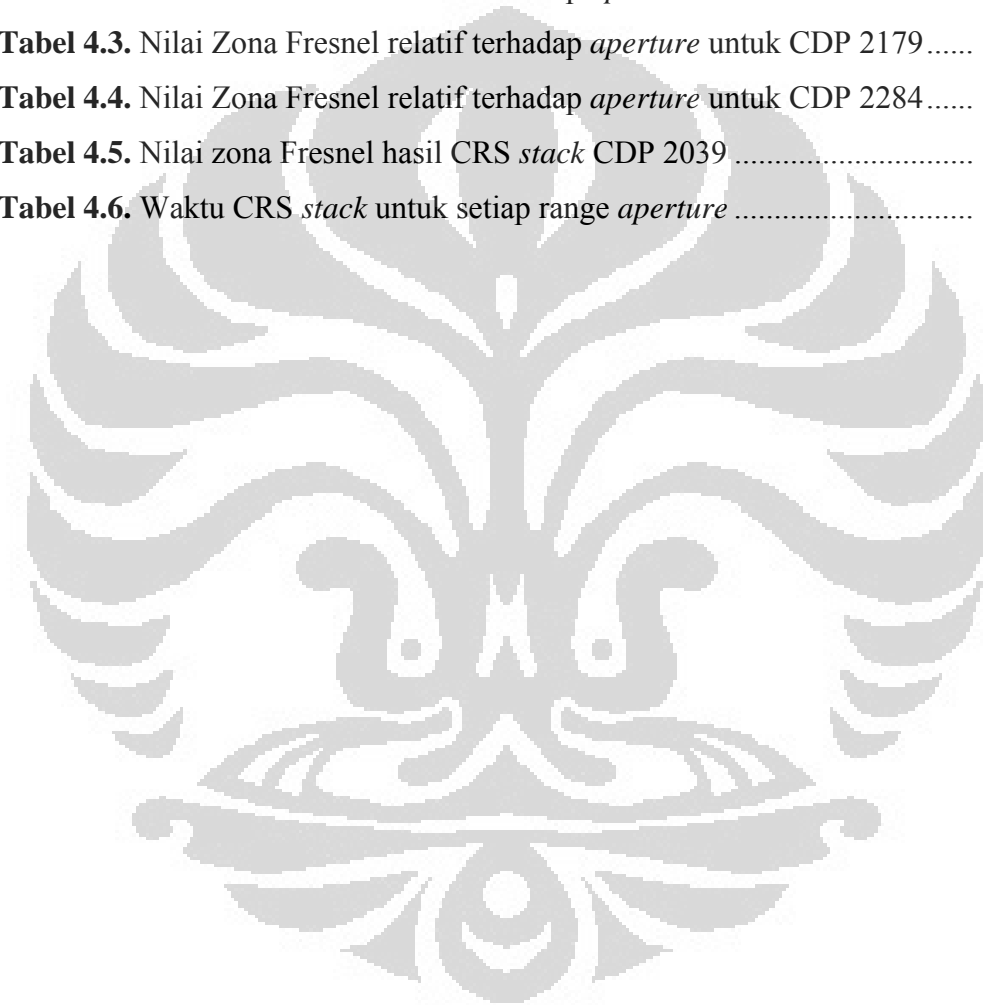
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bagan Metode Penelitian	5
Gambar 2.1. Konfigurasi <i>Common Shot</i>	7
Gambar 2.2. <i>Flow</i> Pengolahan Data Seismik	8
Gambar 2.3. <i>Common Mid Point</i>	10
Gambar 2.4. MZO Operator	11
Gambar 2.5. <i>Reflection Point Smear</i>	12
Gambar 2.6. Perbandingan metode CRS dan metode Konvensional	14
Gambar 2.7. <i>Reflection Point Smear</i>	15
Gambar 2.8. <i>CRS stacking surface</i>	16
Gambar 2.9. Sinar utama dan sinar paraksial	17
Gambar 2.10. Eksperimen <i>Eigenwave</i>	19
Gambar 2.11. Diagram <i>CRS stack</i>	20
Gambar 2.12. Zona <i>Fresnel interface</i>	23
Gambar 2.13. Proyeksi Zona <i>Fresnel interface</i> di permukaan	23
Gambar 2.14. a. <i>ZO aperture</i> b. <i>CMP aperture</i> c. <i>Aperture untuk CRS supergather</i>	26
Gambar 3.1. Metode Penelitian	28
Gambar 3.1. Model Marmousi	29
Gambar 3.2. Geometri	31
Gambar 3.3. Dekonvolusi	31
Gambar 3.4. Hasil <i>Picking</i> Kecepatan	32
Gambar 3.5. NMO	33
Gambar 4.1. Hasil <i>stacking range aperture 0-375</i>	37
Gambar 4.2. Hasil <i>stacking range aperture 0-500</i>	37
Gambar 4.3. Hasil <i>stacking range aperture 0-750</i>	38

Gambar 4.4. Hasil <i>stacking range aperture 0-1500</i>	39
Gambar 4.5. Hasil <i>stacking range aperture 0-2250</i>	39
Gambar 4.6. Zona Fresnel relatif terhadap <i>range aperture 0-375</i>	40
Gambar 4.7 Zona Fresnel relatif terhadap <i>range aperture 0-500</i>	41
Gambar 4.8. Zona Fresnel relatif terhadap <i>range aperture 0-750</i>	41
Gambar 4.9. Zona Fresnel relatif terhadap <i>range aperture 0-1500</i>	42
Gambar 4.10. Zona Fresnel relatif terhadap <i>range aperture 0-2250</i>	42
Gambar 4.11. Koherensi <i>range aperture 0-750</i>	49
Gambar 4.12. Sudut kritis <i>range aperture 0-750</i>	49
Gambar 4.13. R_{NIP} <i>range aperture 0-750</i>	50
Gambar 4.14. R_N <i>range aperture 0-750</i>	50
Gambar 4.15. CMP <i>gather</i>	51
Gambar 4.16. CRS <i>supergather</i>	52
Gambar 4.17. Hasil <i>stacking data marmousi</i>	
a. Metode konvensional	
b. Metode CRS	54
Gambar 4.17. Hasil migrasi data marmousi	
a. Metode konvensional	
b. Metode CRS	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Parameter akusisi marmousi.....	30
Tabel 4.1. Nilai Zona Fresnel relatif terhadap <i>aperture</i> untuk CDP 2039.....	43
Tabel 4.2. Nilai Zona Fresnel relatif terhadap <i>aperture</i> untuk CDP 2249.....	44
Tabel 4.3. Nilai Zona Fresnel relatif terhadap <i>aperture</i> untuk CDP 2179.....	44
Tabel 4.4. Nilai Zona Fresnel relatif terhadap <i>aperture</i> untuk CDP 2284.....	45
Tabel 4.5. Nilai zona Fresnel hasil CRS <i>stack</i> CDP 2039	47
Tabel 4.6. Waktu CRS <i>stack</i> untuk setiap range <i>aperture</i>	48



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan peningkatan penggunaan hidrokarbon untuk industri dan kehidupan sehari-hari, produsen minyak dan gas bumi di seluruh dunia dituntut untuk dapat meningkatkan produksinya. Peningkatan produksi hidrokarbon dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu dengan memperoleh lapangan minyak baru, melalui kegiatan eksplorasi, dan dengan memaksimalkan produksi pada lapangan minyak yang telah ada.

Dalam eksplorasi hidrokarbon, gambaran atau pemetaan struktur lapisan batuan bawah permukaan sangatlah penting. Karena dengan mengacu pada gambaran itulah para interpreter memberikan rekomendasi titik pengeboran. Rekomendasi yang tepat tentunya berawal dari pemetaan yang tepat. Untuk menghasilkan pemetaan struktur lapisan batuan yang benar, metode seismik eksplorasi masih merupakan metode geofisika yang paling diandalkan, baik dalam tahap eksplorasi maupun pada tahap produksi dan pengembangan.

Metode seismik eksplorasi memanfaatkan gelombang seismik untuk memetakan struktur geologi bawah permukaan. Gelombang seismik dikirim ke dalam formasi batuan, kemudian diukur waktu penjalarnya dari sumber ke perekam. Data berupa sinyal-sinyal seismik biasanya terekam secara digital dalam pita magnetik. Namun data yang didapatkan di lapangan, tidak bisa diinterpretasikan secara langsung. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengolahan terhadap data tersebut. Tahapan ini dikenal dengan pengolahan data seismik.

Secara umum, ada 3 tahapan dasar pengolahan data seismik yaitu *deconvolution*, *stacking* dan migrasi (Yilmaz, 1987). Dalam tugas akhir ini, akan dibahas tentang tahapan dasar seismik yang kedua, yaitu *stacking*. Tahapan *stacking* memberikan gambaran awal kepada interpreter tentang area yang diselidiki dan juga merupakan input untuk *post-stack* migrasi. Tahapan ini bertujuan untuk meningkatkan signal dan mengurangi *noise* dengan cara menjumlahkan semua *event* pada data *multicoverage*.

Metode *stacking* yang umum digunakan adalah *common midpoint* (CMP) *stack*. CMP *stack* diperkenalkan oleh Mayne. Pada CMP *stack*, dilakukan penjumlahan *trace* seismik berdasarkan titik *mid point* yang sama, dengan asumsi bahwa *trace* dengan titik *mid point* yang sama akan memiliki titik refleksi yang sama (CMP=CDP). Pada CMP *stack* ini digunakan parameter kecepatan medium. Namun kondisi ini hanya berlaku jika bidang reflektor berbentuk horizontal. Jika reflektor memiliki kemiringan (*dipping reflektor*), maka dilakukanlah koreksi NMO (*normal moveout correction*).

Pada koreksi NMO, digunakan parameter tambahan, yaitu kecepatan NMO (v_{NMO}). *Stacking* yang dilakukan pada data setelah mengalami koreksi NMO, dapat meningkatkan perbandingan sinyal terhadap noise (*S/N ratio*). Namun untuk mendapatkan hasil yang optimal, diperlukan jumlah refleksi yang banyak pada suatu reflektor.

Pada *planar dipping reflektor*, data pada CMP *gather* yang sama, memiliki titik refleksi yang berbeda (CMP \neq CDP). Hal ini dikenal dengan *reflection point smear*. Untuk mengatasi hal ini, maka dilakukanlah koreksi DMO (*dip moveout correction*). Hal ini mengakibatkan CMP *gather* hanya terdiri dari satu titik refleksi. Ketika reflektor semakin lengkung atau mediumnya tidak homogen, koreksi ini tidak bisa lagi ditentukan secara pasti dan harus dilakukan suatu pendekatan.

Jika tidak dilakukan koreksi DMO pada data, maka refleksi dari titik refleksi yang berbeda akan dikumpulkan pada satu CMP *gather*. Sehingga untuk

mendapatkan hasil CMP *stack* yang bagus, maka reflektor harus kontiniu paling tidak di area titik refleksi. Oleh sebab itu diperlukan parameter tambahan yang dapat menunjukkan karakter dari reflektor itu sendiri. Parameter ini berkaitan dengan sifat-sifat reflektor, seperti lokasi, arah dan kelengkungan. Terkait dengan parameter tersebut, maka dilakukanlah beberapa pengembangan dalam proses *stacking*, salah satunya adalah metode *Common Reflection Surface (CRS) stack*.

CRS *stack* pertama kali dipresentasikan pada konvensi EAGE tahun 1998 oleh Hubral dan Müller (Hertweck et al., 2007). CRS *stack* bergantung kepada tiga atribut gelombang, yaitu sudut antara sinar ZO dengan bidang normal (α), radius kelengkungan gelombang Normal Incidence Point (R_{NIP}) dan radius kelengkungan gelombang Normal (R_N). Ketiga atribut tersebut menjelaskan respon refleksi kinematik gelombang. Pada metode CRS ini, tidak dibutuhkan lagi model kecepatan seperti pada koreksi NMO, yang dibutuhkan hanyalah kecepatan permukaan (*near surface velocity*).

Pada metoda CRS *stack*, proses *stacking* tidak hanya dibatasi pada titik refleksi tertentu saja. Tetapi semua data refleksi dari reflektor digunakan, dimana *stacking* didasarkan pada refleksi yang terjadi pada *common reflection surface*. Hal ini didasarkan pada asumsi bahwa refleksi yang terkumpul pada CMP *gather* yang berdekatan memiliki titik refleksi pada bagian reflektor yang sama. Berdasarkan asumsi tersebut, maka sangatlah mungkin untuk menggunakan informasi dari bagian reflektor yang sama yang mengandung *trace* dari CMP *gather* yang berdekatan untuk meningkatkan hasil *stack* dari *central* CMP *gather*. Jika *trace* tersebut diikutsertakan dalam proses *stack* pada *central* CMP *gather*, maka hasil dari *stacking* bisa didapatkan. Karena semakin banyak *trace* yang *distack*, maka semakin baik peningkatan *S/N ratio* yang didapatkan (Mayne, 1962).

Ketika kita menggunakan *trace-trace* dari CMP yang berdekatan, maka harus diperhatikan seberapa banyak CMP yang akan kita libatkan dan seberapa jauh perpindahan *midpoint* yang dapat digunakan. Atau dengan kata lain kita memerlukan

suatu kriteria yaitu *aperture stack*. *Aperture* yang digunakan akan mempengaruhi kualitas hasil yang didapatkan. Selain itu, besar *aperture* yang digunakan juga akan mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk pengolahan data. Maka dari itu perlu dilakukan pemilihan *aperture* yang tepat sehingga didapatkan hasil yang optimal dalam waktu seefisien mungkin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang dirumuskan dalam tugas akhir ini adalah menentukan *aperture* yang tepat pada *Zero-Offset Common Reflection Surface (CRS) Stack*. Sedangkan uji ketepatan dari *aperture* yang digunakan adalah hasil *stacking* yang paling optimal.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah dapat menentukan nilai *aperture* yang tepat sehingga hasil *stacking* dari metode *Common Reflection Surface (CRS)* dapat ditingkatkan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui hubungan antara *aperture* dan zona Fresnel.

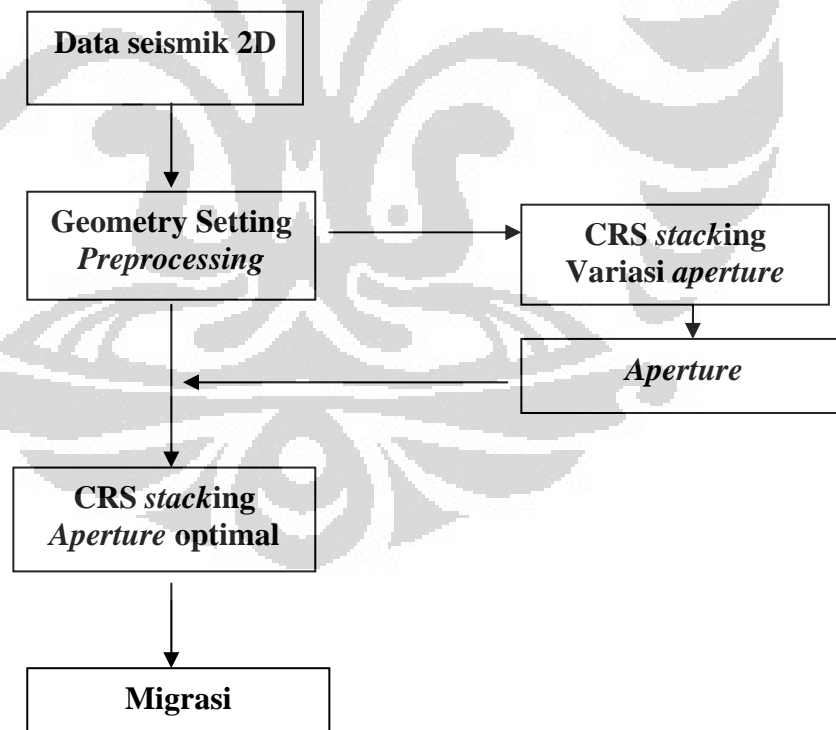
1.4 Batasan Penelitian

1. Data yang dipakai adalah data sintetik Marmousi
2. *Software* yang digunakan adalah ProMAX dan CRS 2D ZO Elnusa
3. Hasil yang diharapkan berupa nilai *aperture* yang tepat untuk mendapatkan hasil *stacking* terbaik

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

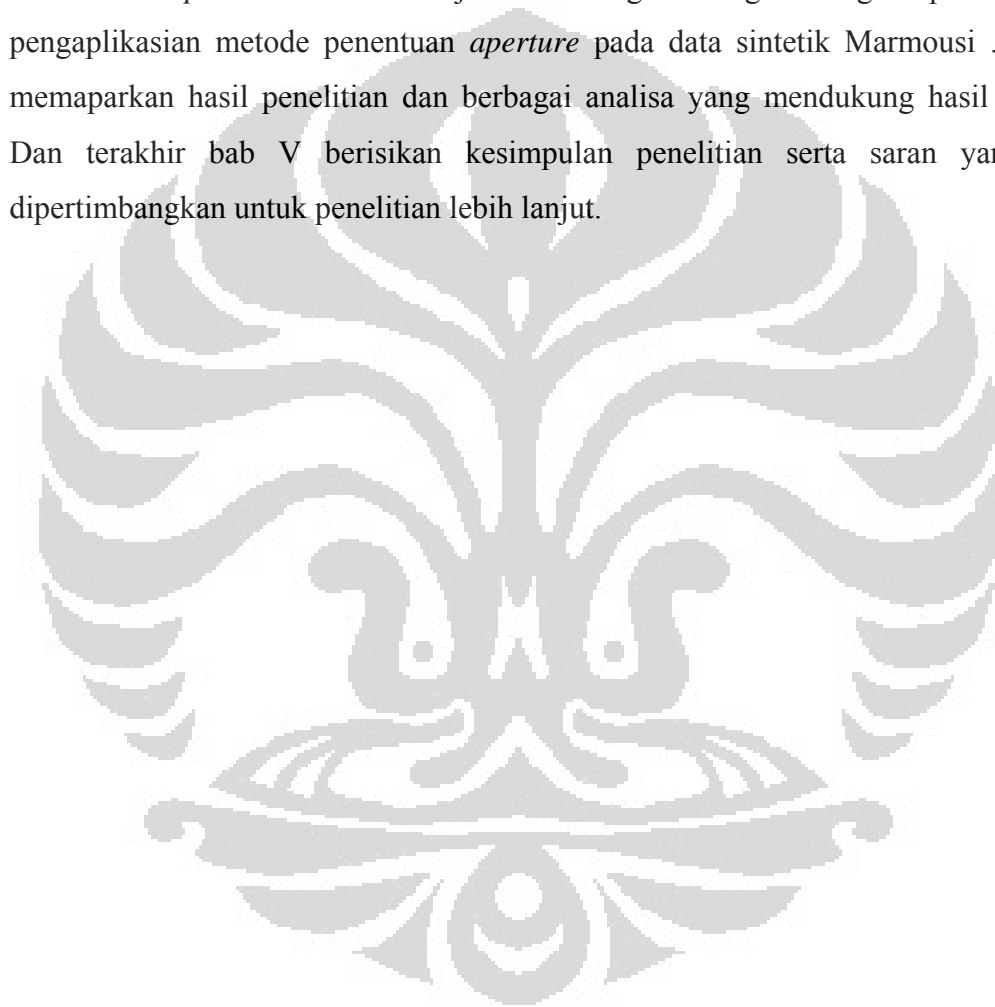
1. Melakukan geometri terhadap data sintetik Marmousi
2. Melakukan *preprocessing* terhadap data sintetik Marmousi yang telah digeometri.
3. Melakukan *stacking* konvensional pada data Marmousi
4. Melakukan *CRS stack* terhadap data hasil *preprocessing* dengan *aperture* yang berbeda
5. Melakukan analisa *aperture* terhadap hasil *CRS stack*.
6. Melakukan *CRS stack* pada data sintetik Marmousi dengan menggunakan *aperture* yang tepat.
7. Membandingkan hasil *stacking* konvensional dengan hasil *stacking* metode CRS
8. Melakukan migrasi terhadap hasil *stacking*



Gambar 1.1 Bagan metode penelitian

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut: Bab I merupakan bab pendahuluan yang menjabarkan tentang latar belakang, tujuan studi, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan laporan. Bab II berisikan teori dasar mengenai pengolahan data konvensional, CRS *stack*, penentuan atribut CRS, zona Fresnel dan *aperture*. Bab III menjelaskan mengenai langkah-langkah penelitian dan pengaplikasian metode penentuan *aperture* pada data sintetik Marmousi . Bab IV memaparkan hasil penelitian dan berbagai analisa yang mendukung hasil tersebut. Dan terakhir bab V berisikan kesimpulan penelitian serta saran yang perlu dipertimbangkan untuk penelitian lebih lanjut.

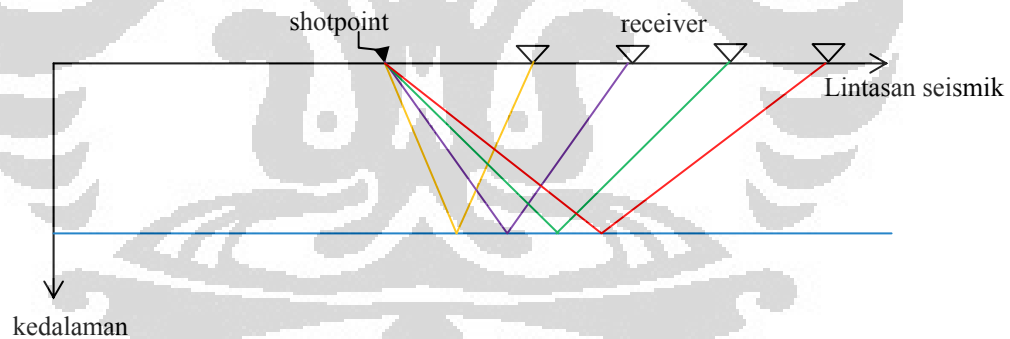


BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pengolahan Data Konvensional

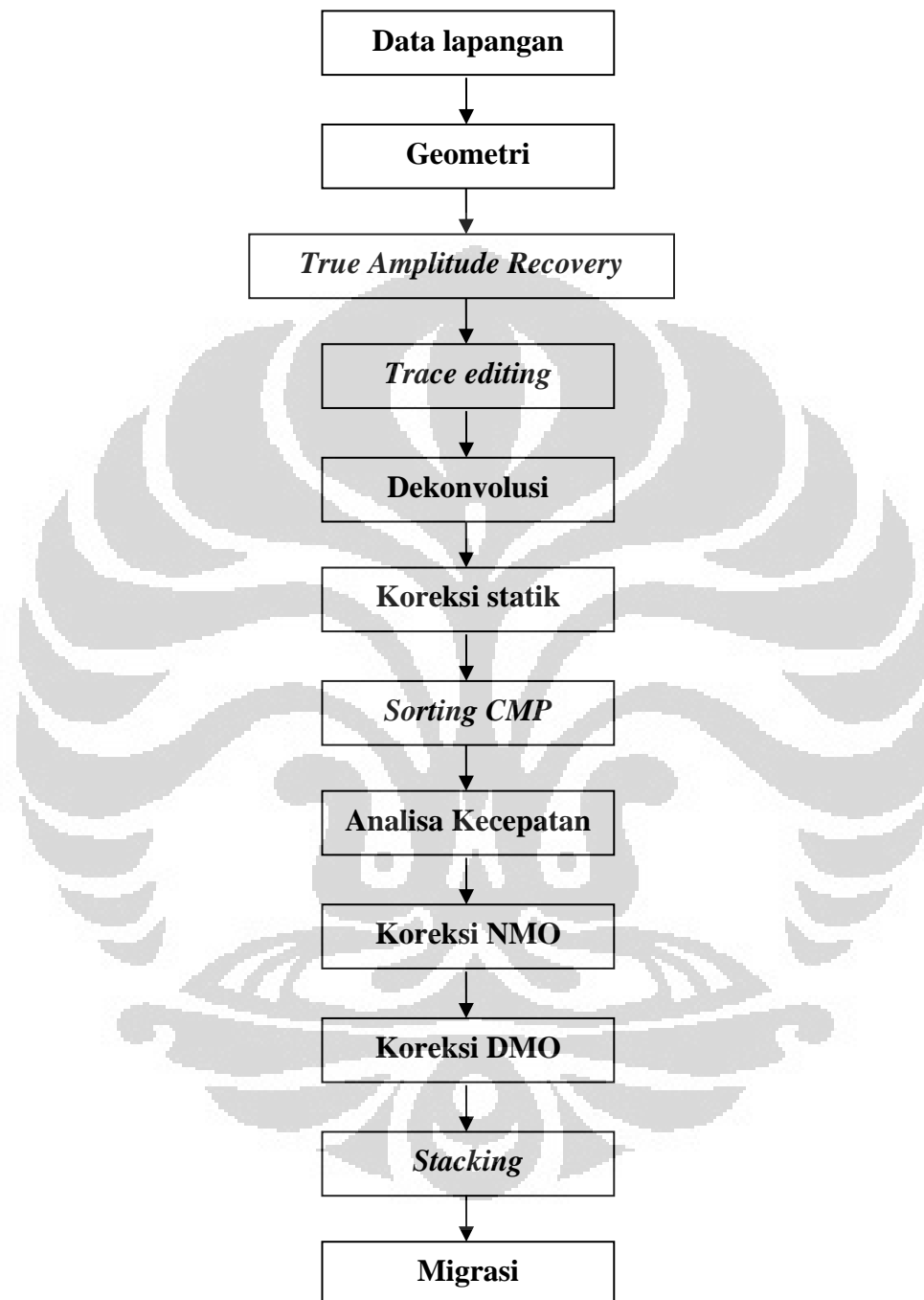
Metode seismik diawali dengan pengambilan data di lapangan atau lebih dikenal dengan akuisisi. Akuisisi data seismik dilakukan dalam konfigurasi *common-shot* (CS) untuk menentukan respon refleksi bawah permukaan. Akuisisi dilakukan di sepanjang lintasan seismik. Hasil rekaman seismik (*seismogram*) berupa *trace* yang diurutkan berdasarkan pertambahan *offset* dikumpulkan pada CS *gather*. Semua data hasil rekaman membentuk kumpulan data (*multicoverage data set*) dalam domain koordinat *shot*, koordinat *receiver* dan waktu perekaman (x_s-x_G-t).



Gambar 2.1 Konfigurasi *common-shot*

Data yang didapat dari proses akuisisi seismik tidak hanya mengandung sinyal, tetapi juga *noise*. Sehingga data yang didapat dari proses akuisisi tidak bisa langsung diinterpretasi, melainkan harus diolah terlebih dahulu. Pengolahan data seismik ini bertujuan untuk meningkatkan resolusi temporal dari data seismik, meningkatkan kualitas sinyal terhadap *noise*, dan meningkatkan resolusi lateral dari data seismik.

Secara umum, pengolahan data seismik dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 *Flow* pengolahan data seismik

Secara garis besar, pengolahan data seismik dibagi menjadi tiga tahapan utama, yaitu

- Dekonvolusi

Dilakukan untuk menghilangkan atau mengurangi pengaruh *ground roll*, *multiple*, *reverberation*, *ghost* serta memperbaiki bentuk *wavelet* yang kompleks akibat pengaruh *noise*. Dekonvolusi merupakan proses *invers filter* karena bumi merupakan suatu filter. Bumi merupakan *low pass filter* yang baik sehingga sinyal impulsif diubah menjadi *wavelet* yang panjangnya sampai 100 ms. *Wavelet* yang terlalu panjang mengakibatkan turunnya resolusi seismik karena kemampuan untuk membedakan dua *event* refleksi yang berdekatan menjadi berkurang.

- *Stacking*

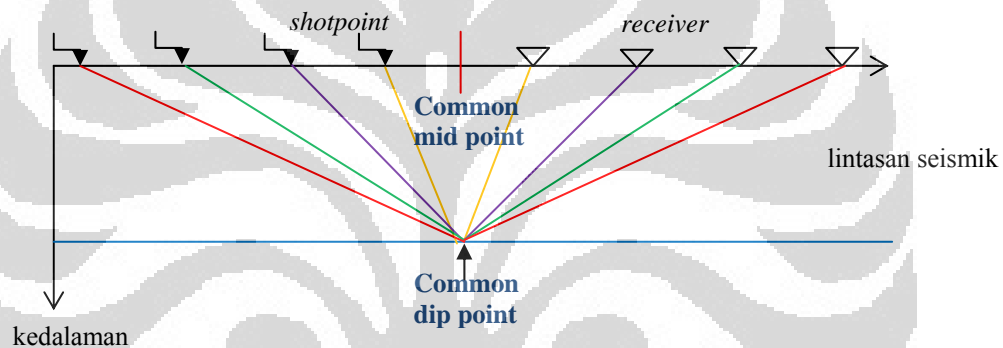
Stacking adalah proses penjumlahan *trace* dalam satu *gather* data yang bertujuan untuk meningkatkan *S/N ratio*. Proses ini biasanya dilakukan pada *trace* yang terdapat pada satu CMP dan telah dikoreksi NMO kemudian dijumlahkan untuk mendapat satu *trace* yang tajam dan bebas *noise* inkoheren.

- Migrasi

Migrasi adalah suatu proses untuk memindahkan kedudukan reflektor pada posisi dan waktu pantul yang sebenarnya berdasarkan lintasan gelombang. Hal ini disebabkan karena penampang seismik hasil *stack* belumlah mencerminkan kedudukan yang sebenarnya, karena rekaman *normal incident* belum tentu tegak lurus terhadap bidang permukaan, terutama untuk bidang reflektor yang miring. Selain itu, migrasi juga dapat menghilangkan pengaruh difraksi gelombang yang muncul akibat adanya struktur-struktur tertentu (patahan, antiklin).

Pada tugas akhir ini, pembahasan difokuskan pada tahapan *stacking*.

Proses *stacking* bertujuan untuk meningkatkan sinyal dan mengurangi *noise* dengan cara menjumlahkan semua *event* pada data *multicoverage*. Proses *stacking* tidak dilakukan dalam domain x_s-x_G-t , melainkan dalam domain *midpoint* (x_m), *half offset* (h) dan waktu (t). Sehingga CS *gather* perlu ditransformasi menjadi *common mid point* (CMP) *gather*. Pada CMP *gather* setiap *trace* dibedakan berdasarkan *midpoint* antara lokasi *shot* dan *receiver*. *Trace* yang memiliki koordinat *midpoint* (x_m) yang sama dikumpulkan dalam satu grup kemudian diurutkan berdasarkan *half-offsetnya* (h). Maka pada CMP *gather* data berada pada domain $x_m - h - t$.

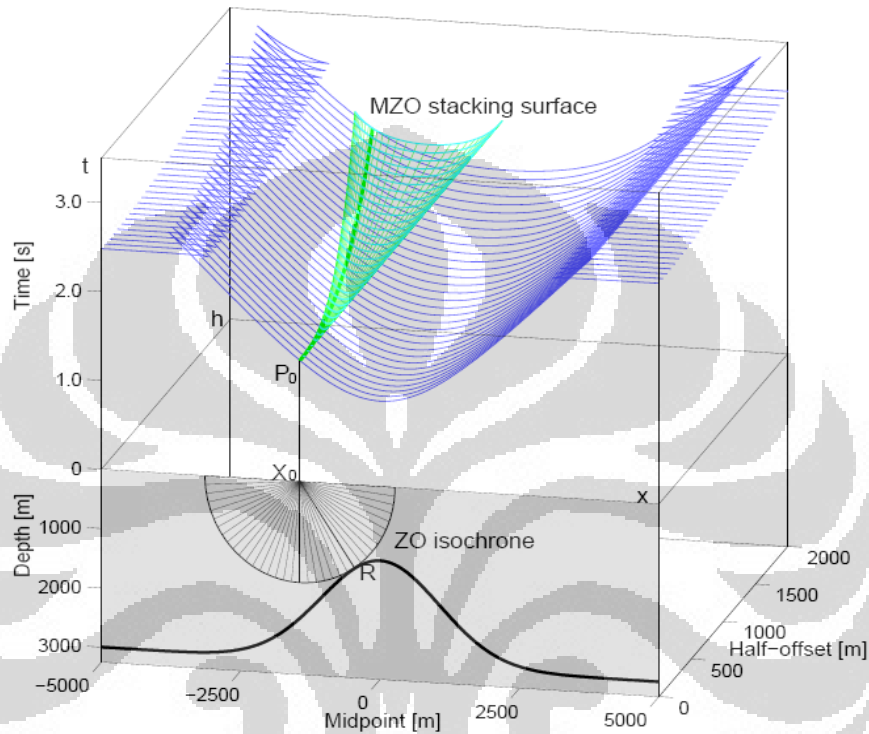


Gambar 2.3 *Common mid point*

CMP *gather* umumnya digunakan pada pengolahan data konvensional. Pada pengolahan data ini, berbagai metode analisis kecepatan digunakan untuk mendapatkan kecepatan *stacking*. Dengan bervariasikan kecepatan *stacking*, didapatkan kurva waktu tempuh CMP yang cocok dengan refleksi.

Salah satu metode pengolahan data konvensional adalah migrasi terhadap ZO (*migration to ZO, MZO*). Metode ini bertujuan untuk mengoreksi pengaruh *offset* dari peristiwa refleksi pada CMP dan CO *gather* dalam menghasilkan ZO *section*. MZO menjumlahkan semua amplitudo disepanjang lintasan CRP untuk semua refleksi pada isokron ZO. Hasil *stack* signal dikumpulkan pada point P_0 . Pada gambar 2.4 terdapat

titik refleksi R dengan kecepatan lapisan v_0 . Untuk kasus ini, isokron ZO berbentuk setengah lingkaran dengan titik tengah x_0 dan jari-jari $v_0 t_0/2$.



Gambar 2.4 Bentuk MZO operator merupakan respon refleksi dari isokron ZO. Bawah : model dan dimana isokron ZO menyentuh reflektor pada titik R. Atas : waktu refleksi (biru gelap) dimana NMO dan DMO *stack* untuk P_0 (biru terang) merupakan tangen disepanjang lintasan CRP (hijau) untuk titik R.

(Jager, 1999)

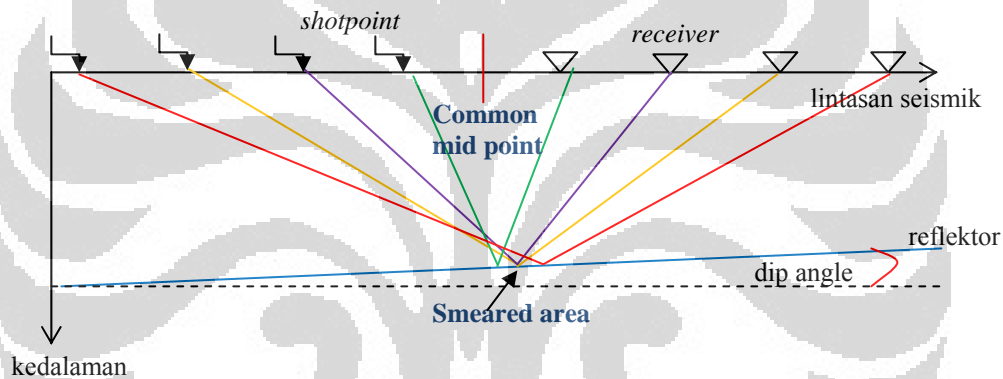
Bentuk isokron bisa ditentukan jika diketahui nilai model kecepatan. Namun, pada umumnya nilai dari model kecepatan ini tidak diketahui, sehingga MZO ini dibagi dalam beberapa tahapan, yaitu *normal moveout correction* (NMO), *dipmoveout correction* (DMO) dan *stacking*.

Kurva waktu tempuh untuk *interface* horizontal dengan lapisan homogen pada konfigurasi CMP memiliki bentuk hyperbola (Yilmaz, 1987)

$$t^2(h) = t_0^2 + \frac{4h^2}{v_{NMO}^2} \quad (2.1)$$

dimana t_0 merupakan waktu tempuh ZO. Kecepatan NMO (v_{NMO}) identik dengan konstanta kecepatan pada lapisan.

Untuk reflektor bidang dengan dip yang kecil, digunakan koreksi DMO untuk titik refleksi yang bergeser (*reflection point smear*) yang diakibatkan oleh dip pada reflektor (Gambar 2.4)



Gambar 2.5 Reflection Point Smear

Waktu tempuh untuk *single reflector dipping* (Levin,1971)

$$t^2(h) = t_0^2 + \frac{4h^2 \cos^2 \delta}{v_{NMO}^2} \quad (2.2)$$

Dengan δ merupakan sudut dip. Suku kedua dapat dipisahkan menjadi NMO dan DMO

$$t^2(h) = t_0^2 + \frac{4h^2}{v_{NMO}^2} - \frac{4h^2 \sin^2 \delta}{v_{NMO}^2} \quad (2.3)$$

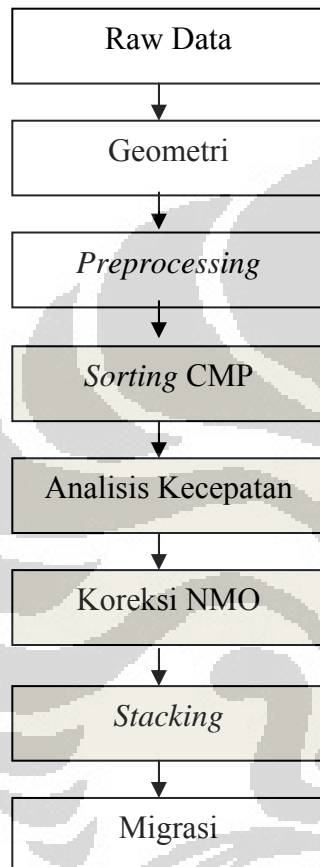
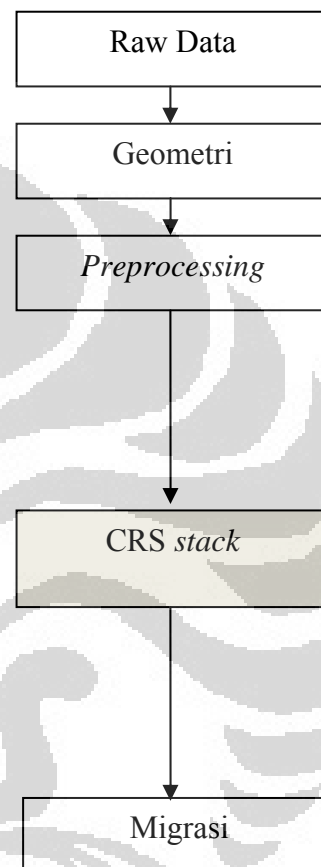
Persamaan 2.3 menyiratkan bahwa koreksi NMO/DMO bisa dibagi menjadi dua bagian. Pertama, koreksi NMO pada CMP *gather* dilakukan untuk menentukan estimasi kecepatan. Kemudian, koreksi DMO digunakan untuk reflektor dengan *dip* yang tidak terlalu besar. Koreksi DMO mengeliminasi *dip* yang bergantung pada v_{NMO} , sehingga persamaan 2.3 dapat disederhanakan menjadi persamaan 2.1. Dan akhirnya ZO section didapatkan melalui *stacking* semua signal yang berada pada waktu tempuh yang telah dikoreksi.

MZO bertujuan untuk menghasilkan ZO section dengan S/N ratio yang tinggi. Dengan peningkatan S/N ratio, akan lebih mudah mengidentifikasi refleksi. Operator MZO seperti terlihat pada gambar 2.3 hanya akan memberikan hasil yang baik untuk penjumlahan amplitudo refleksi pada lintasan CRP pada titik R. Sedangkan bagian *stack* lainnya juga ikut menjumlahkan *noise* yang ada. Sehingga hal ini dapat merusak hasil *stack*. Dan hal ini menjadi salah satu keterbatasan dari MZO.

2.2 Common Reflection Surface Stack

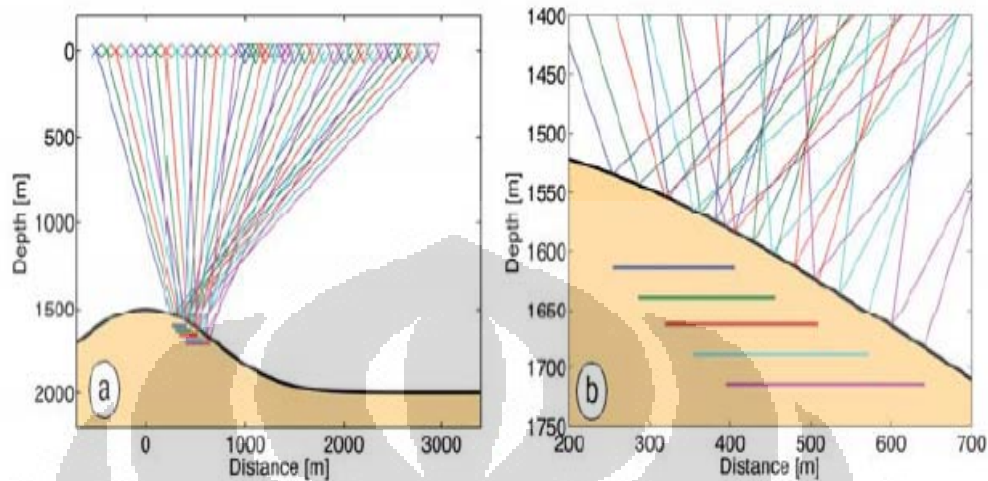
Common reflection surface (CRS) *stack* merupakan salah satu metode *stacking* yang menghasilkan ZO section, misalnya untuk tujuan migrasi. Berbeda dengan metode konvensional yang membutuhkan model kecepatan untuk memberikan hasil yang tepat, metode CRS *stack* bebas dari model kecepatan. Yang dibutuhkan hanyalah kecepatan permukaan (*near surface velocity*).

Pada metode konvensional, perlu dilakukan koreksi NMO dan DMO terhadap data yang akan *distack*. Namun pada metode CRS, *stacking* dapat langsung dilakukan pada data, tanpa dikoreksi NMO dan DMO terlebih dahulu.

Metode Konvensional**Metode CRS**

Gambar 2.6 Perbandingan metode CRS dan metode Konvensional

Pada metode CRS, digunakan lebih banyak data dibandingkan dengan metode konvensional. *CRS stack* didasarkan pada refleksi yang terjadi pada *common reflection surface*. Semua data refleksi digunakan dengan asumsi bahwa refleksi yang terkumpul pada *CMP gather* yang berdekatan memiliki titik refleksi pada bagian reflektor yang sama (Gambar 2.7).

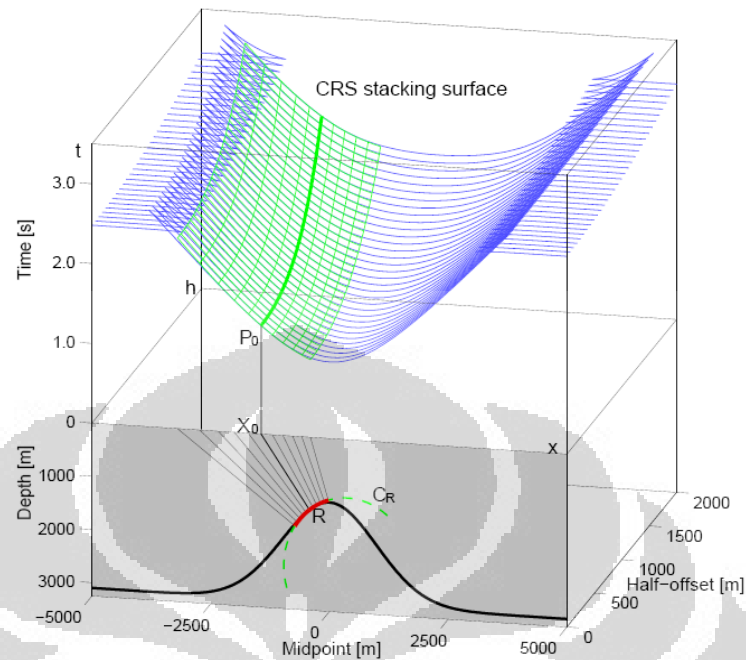


Gambar 2.7 *Reflection Point Smear*. Garis horizontal menunjukkan bagian reflektor yang mencakup titik refleksi dari kumpulan CMP tertentu.

(Mann et al., 2007)

Pada metode konvensional, *stacking* dilakukan pada *trace* yang berasal dari satu titik pusat, yaitu CMP. Sedangkan pada metode CRS permukaan *stacking* didesain untuk menjumlahkan refleksi dari semua pasangan *source* dan *receiver* yang berada disekitar titik pusat (Gambar 2.8).

Berbeda dengan metode konvensional yang hanya bergantung kepada satu parameter *stacking* (kecepatan *stacking*), operator CRS *stack* bergantung kepada tiga atribut kinematik gelombang. Sehingga metode CRS menggunakan lebih banyak informasi model bawah permukaan dibandingkan dengan metode konvensional. Atribut ini bisa diturunkan langsung dari data *input* dengan cara analisis koherensi. Atribut kinematik gelombang ini juga bisa digunakan untuk membentuk model kecepatan makro, menghitung *geometrical-spreading*, dan membedakan *event* refleksi dan difraksi.



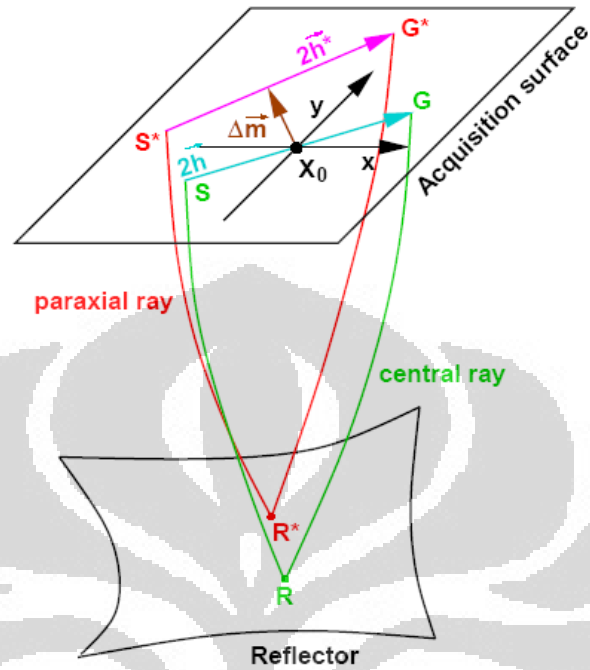
Gambar 2.8 Permukaan hijau merupakan *stacking* CRS. Hasil *stacking* dikumpulkan pada titik P_0 (Mann, 2002)

2.2.1 Persamaan waktu tempuh CRS

Persamaan waktu tempuh CRS merupakan pendekatan teori sinar paraksial. Menurut teori ini terdapat hubungan linear antara sinar utama (*central ray*) dan sinar sekitar (*paraxial ray*). Perbedaan waktu tempuh antara sinar utama yang menghubungkan titik S dan G dan sinar paraksial yang menghubungkan S^* dan G^* dapat dituliskan :

$$dt = t(S, G) - t(S^*, G^*) = p' dx' - \hat{p} d\hat{x} \quad (2.4)$$

$d\hat{x}$ menunjukkan jarak antara titik S dan S^* , sedangkan dx' merupakan jarak antara titik G dan G^* . Persamaan 2.4 merupakan persamaan Hamiltonian.



Gambar 2.9 Sinar utama dan sinar paraksial

Berdasarkan teori sinar paraksial ini, maka dapat diturunkan persamaan waktu tempuh. Untuk CRS stack, digunakan ekspansi Taylor orde dua. Ekspansi Taylor t , merupakan pendekatan waktu tempuh CRS parabolik

$$t_{par}(x, h) = t_0 + \frac{2}{v_0} (x - x_0) \sin \alpha + \frac{\cos^2 \alpha}{v_0} \left[\frac{(x - x_0)^2}{R_N} + \frac{h^2}{R_{NIP}} \right] \quad (2.5)$$

Dan ekspansi Taylor t^2 merupakan pendekatan waktu tempuh hiperbolik

$$t_{hyp}^2(x, h) \Big|_{(h=0)} = \left[t_0 + \frac{2}{v_0} (x - x_0) \sin \alpha \right]^2 + \frac{2}{v_0} t_0 \cos^2 \alpha \left[\frac{(x - x_0)^2}{R_N} + \frac{h^2}{R_{NIP}} \right] \quad (2.6)$$

2.2.2 Atribut CRS

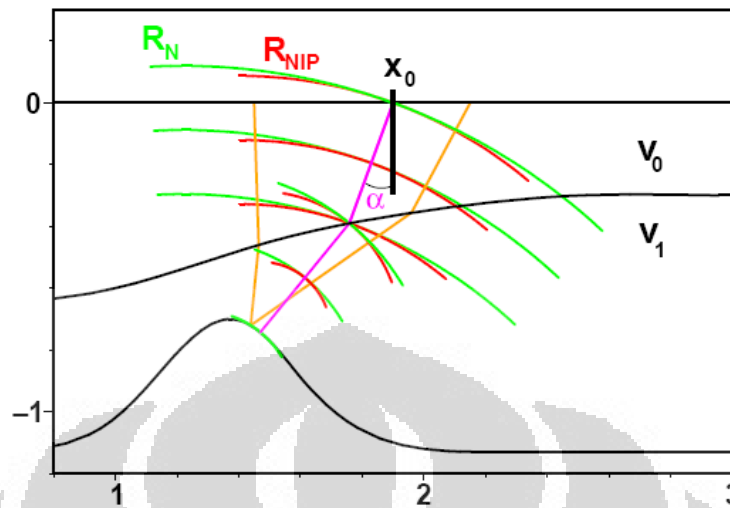
Pada persamaan waktu tempuh CRS terlihat bahwa metode CRS *stack* bergantung kepada tiga atribut seismik yang dapat menjelaskan respon refleksi kinematik medium :

1. Sudut antara sinar ZO dengan bidang normal (α).
2. Radius kelengkungan gelombang *Normal Incidence Point* (R_{NIP}).
3. Radius kelengkungan gelombang Normal (R_N).

Ketiga atribut seismik tersebut dicari dengan menggunakan optimasi global yaitu dengan melakukan perhitungan koherensi (*semblance*) sepanjang permukaan waktu tempuh. Hasil yang optimal didapatkan ketika dicapai nilai koherensi mencapai nilai maksimal.

Atribut seismik pada CRS *stack* dapat diterangkan melalui dua eksperimen teoritikal (Hubral, 1983). Kedua eksperimen ini disebut eksperimen *eigenwave*, yang berarti bahwa masing-masing muka gelombang sebelum dan sesudah refleksi pada titik yang dicari sama, kecuali arah dari perambatannya

Eksperimen *eigenwave* pertama merupakan eksperimen gelombang *normal incidence point* (NIP). Eksperimen ini bisa diinterpretasikan sebagai ledakan titik sumber pada titik akhir dari *normal incidence ray* pada bawah permukaan. Sudut kritis (α) dihitung antara sinar normal dengan permukaan pada x_0 . Sedangkan kelengkungan lokal dari muka gelombang x_0 merupakan atribut radius kelengkungan muka gelombang NIP (R_{NIP}). Disebut kelengkungan lokal karena secara umum muka gelombang tidak berbentuk lingkaran ketika berbenturan dengan permukaan pada saat terjadi refraksi.



Gambar 2.10 Eksperimen *eigenwave*
(Mann, et al., 1999)

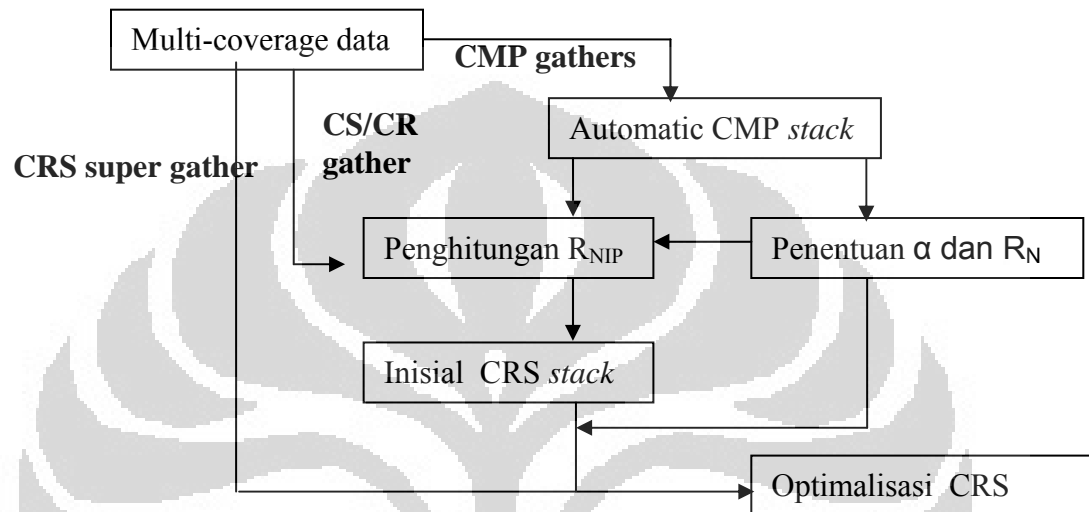
Eksperimen *eigenwave* kedua merupakan eksperimen gelombang normal. Pada eksperimen ini terjadi ledakan reflektor termasuk titik reflektor NIP. Muka gelombang yang dihasilkan tegak lurus terhadap sinar normal. Sudut kritis (α) dihitung kembali antara permukaan dan sinar normal pada titik x_0 . Radius kelengkungan gelombang normal pada x_0 merupakan radius kelengkungan muka gelombang normal (R_N).

Sudut kritis (α) bersifat identik untuk kedua eksperimen. Sehingga hanya tiga atribut CRS yang perlu ditentukan pada kasus dua dimensi.

2.2.3 Penentuan Atribut CRS

Berdasarkan persamaan hiperbolik waktu tempuh CRS, ketiga atribut CRS harus ditentukan secara tepat sehingga menghasilkan permukaan yang sesuai dengan *event* refleksi yang sebenarnya. Penentuan atribut ini dapat dilakukan dengan cara pencarian ketiga parameter (*three parametric search*), namun cara ini membutuhkan waktu yang sangat lama. Oleh sebab itu, atribut CRS ini sebaiknya dilakukan dengan cara *three subsequent one parametric search* (Muller, 1999). Optimalisasi lokal bisa

dilakukan pada domain atribut dimana nilai inisial ditentukan pada langkah awal kemudian dilakukan optimalisasi pada langkah selanjutnya.



Gambar 2.11 Diagram CRS stack

Langkah-langkah penentuan atribut CRS adalah sebagai berikut :

- *Automatic CMP stack*

Pada konfigurasi CMP ($x_m = x_0$), operator CRS (persamaan 2.6) hanya bergantung pada satu (kombinasi) parameter

$$t_{hyp}^2(x, h)|_{(x=x_0)} = t_0^2 + 2 \frac{t_0}{v_0} \cos^2 \alpha \frac{h^2}{R_{NIP}} \quad (2.7)$$

Dibandingkan dengan persamaan 2.1, maka kecepatan *stack* bisa dituliskan dalam bentuk α dan R_{NIP} (Hubral and Krey, 1980)

$$v_{stack}^2 = \frac{2v_0 R_{NIP}}{t_0 \cos^2 \alpha} = \frac{2v_0}{t_0 q} \text{ dengan } q = \frac{\cos^2 \alpha}{R_{NIP}} \quad (2.8)$$

Parameter q dicari untuk parameter kombinasi (persamaan 2.8). Parameter ini divariasikan untuk mendapatkan kurva hiperbola yang cocok terhadap kurva waktu tempuh pada CMP *gather*. Koherensi maksimum menunjukkan kurva yang paling tepat.

- *Linear ZO stack*

Berdasarkan langkah pertama, bagian *ZO stack* ditentukan. Dengan asumsi $R_N = \infty$ dan $h=0$, maka persamaan 2.6 dapat disederhanakan menjadi

$$t_{hyp}(x, h) \Big|_{(h=0, R_N=\infty)} = t_0 + \frac{2}{v_0}(x - x_0) \sin \alpha \quad (2.9)$$

Berdasarkan persamaan 2.9, maka nilai sudut kritis (α) dapat ditentukan. Jika nilai sudut kritis dimasukkan pada persamaan 2.8 maka didapatkan nilai R_{NIP} .

- *Hyperbolic ZO stack*

Setelah parameter R_{NIP} dan α diperoleh, maka nilai R_N dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$t_{hyp}^2(x, h) \Big|_{(h=0)} = \left[t_0 + \frac{2}{v_0}(x - x_0) \sin \alpha \right]^2 + \frac{2}{v_0} t_0 \cos^2 \alpha \frac{(x - x_0)^2}{R_N} \quad (2.10)$$

Nilai R_N diperoleh melalui koherensi maksimum disepanjang kurva waktu tempuh pada data *prestack*.

Dengan ketiga atribut yang didapat, maka operator *CRS stacking* dapat ditentukan. Kemudian dilakukan *stacking* menggunakan operator tersebut. Metode ini dilakukan untuk setiap titik *ZO*, dan menghasilkan *initial CRS stack*. Hasil dari *initial stack* digunakan sebagai nilai awal untuk proses optimalisasi. Hasil *stack* yang didapat melalui proses optimalisasi ini disebut *optimized CRS stack*.

Penentuan operator CRS *stack* terbaik yang berhubungan dengan *event* refleksi, dilakukan melalui analisis koherensi. Hal ini berarti bahwa melalui proses perhitungan, didapat banyak nilai operator, setiap operator memiliki nilai koherensi masing-masing, dan ketiga atribut yang menghasilkan koherensi tertinggi dipilih sebagai atribut CRS.

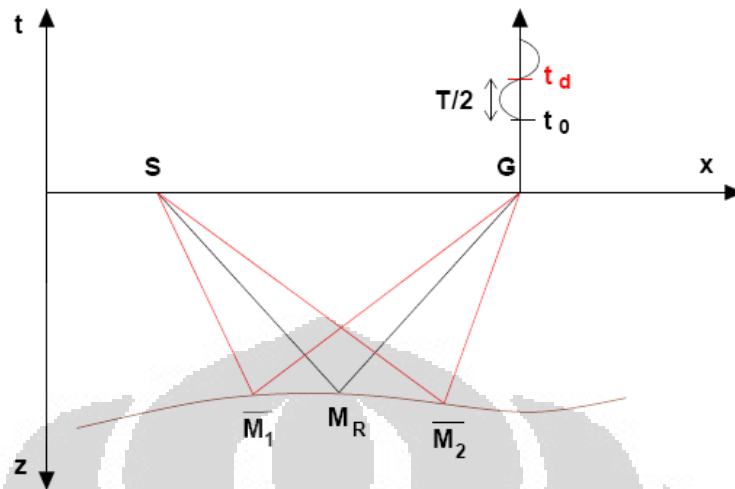
2.2.4 Zona Fresnel

Operator stacking CRS harus dibatasi agar *noise* yang terdapat pada data tidak ikut terjumlah, seperti pada metode konvensional. Penentuan *zero-offset aperture* merupakan langkah utama yang dapat dilakukan untuk membatasi operator *stacking* ini. Zona Fresnel merupakan nilai yang dapat digunakan untuk merepresentasikan ukuran dari *zero offset aperture* (Vieth, 2001).

Zona Fresnel adalah ukuran resolusi lateral yang nilainya bergantung kepada frekuensi, kecepatan medium dan waktu tempuh. Untuk menentukan zona fresnel pertama pada zona target, misalnya zona Fresnel *interface* antara titik M_1 dan M_2 , dapat digunakan perbedaan waktu tempuh antara dua sinar berdasarkan perbedaan lintasannya (Gambar 2.11).

Sinar pertama merupakan sinar refleksi (SM_RG) sedangkan sinar lainnya merupakan sinar difraksi (SM_1G) atau (SM_2G). Perbedaan waktu tempuh antara sinar refleksi (t_0) dan difraksi (t_d) sebanding dengan setengah dari perioda ($T/2$) gelombang mono frekuensi.

$$|t_d(x_R) - t_0(x_P)| \leq \frac{T}{2} \quad (2.11)$$



Gambar 2.12 Zona Fresnel *interface* merupakan reflektor antara titik M_1 dan M_2 (Koglin,2001)

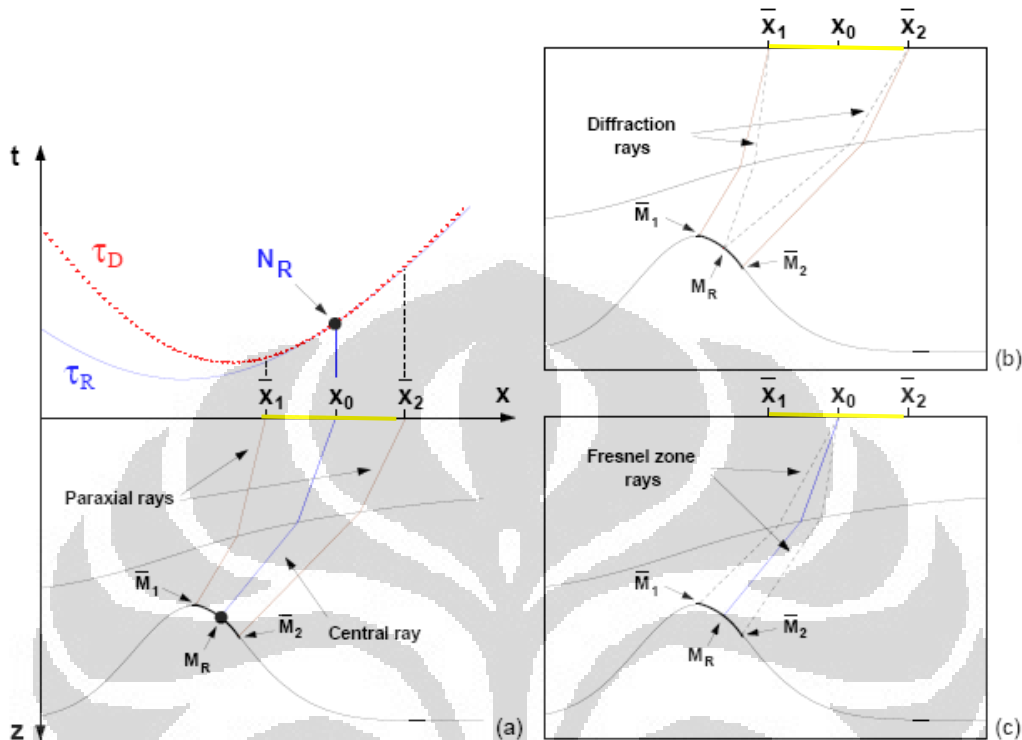
Zona Fresnel *interface* berada pada domain kedalaman, sedangkan jika kita ingin mengetahui zona Fresnel pada domain waktu, maka digunakan zona Fresnel pertama terproyeksi. Zona Fresnel pertama terproyeksi ini merepresentasikan *aperture stacking* optimal untuk setiap proses *stacking*. Zona Fresnel terproyeksi digambarkan melalui sinar paraksial yang tegak lurus terhadap reflektor pada zona Fresnel *interface*. Garis kuning pada gambar 2.12 menunjukkan zona Fresnel terproyeksi.

Berdasarkan analogi terhadap kondisi zona Fresnel *interface*, maka nilai dari zona Fresnel terproyeksi disekitar *receiver* dapat ditentukan oleh

$$|t_D(x) - t_R(x)| \leq \frac{T}{2} \quad (2.12)$$

Dengan vektor x merupakan posisi dari *shot* dan *receiver* untuk geometri akuisisi sembarang. Untuk kasus *zero offset* 2 dimensi, x dapat dianggap sebagai perpindahan *midpoint* ($x_m - x_0$). Untuk pendekatan waktu tempuh, maka border dari zona Fresnel terproyeksi dapat disederhanakan menjadi :

$$|t_D(x_m - x_0, h) - t_R(x_m - x_0, h)| = \frac{T}{2} \quad (2.13)$$



Gambar 2.13 Proyeksi *interface Fresnel zone* di permukaan
(Koglin,2001)

Dengan menggunakan pendekatan waktu tempuh parabolik (persamaan 2.6) untuk t_R dan $R_N = R_{NIP}$ untuk t_D , maka

$$\frac{T}{2} = \left| \frac{\cos^2 \alpha (x - x_m)^2}{v_0} \left(\frac{1}{R_N - R_{NIP}} \right) \right| \quad (2.14)$$

Pada persamaan ini terlihat bahwa nilai $T/2$ tidak bergantung kepada *offset*. Untuk $(x_m - x_0)$ dihasilkan pendekatan untuk zona Fresnel pertama terproyeksi untuk konfigurasi *zero offset*. Pendekatan ini dinamakan width W_F yang dapat didefinisikan dengan

$$\frac{W_F}{2} = |x_m - x_0| = \frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{v_0 T}{2 \left| \frac{1}{R_N} - \frac{1}{R_{NIP}} \right|}} \quad (2.15)$$

2.2.5 Aperture

Operator CRS *stacking* merupakan pendekatan dari respon refleksi kinematik dari kurva *interface* disekitar sinar utama. Sehingga perlu ditentukan *aperture* yang tepat untuk menghasilkan pendekatan yang akurat.

2.2.5.1 ZO aperture

ZO *aperture* berhubungan dengan zona Fresnel pertama terproyeksi. Nilai zona Fresnel pertama terproyeksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.15. Namun perhitungan ini akan sulit dilakukan pada awal *stack*, karena nilai R_N belum diketahui saat *zero-offset stack*. Sehingga, zona Fresnel pertama terproyeksi baru cocok digunakan untuk menentukan *aperture zero offset* setelah dilakukan proses CRS.

Pada saat pengolahan data, untuk penentuan zona Fresnel digunakan model sederhana yang dinamakan *interface horizontal* dengan lapisan yang homogen dan kecepatan v . Pada kasus ini, zona Fresnel *interface* dan proyeksinya di permukaan memiliki ukuran yang sama. Dengan menggunakan notasi yang sama pada bagian 2.2.3, zona Fresnel *interface* pada kedalaman z_0 dapat dihitung melalui

$$\frac{T}{2} = |t_R(z_0) - t_d(x_m - x_0, z_0)| = \frac{2}{v} \left| z_0 - \sqrt{z_0^2 + (x_m - x_0)^2} \right| \quad (2.16)$$

Untuk waktu tempuh *zero offset* t_0 dan penyelesaian untuk $(x_m - x_0)$ setengah lebar (*half-width*) zona Fresnel dapat didefinisikan

$$\frac{W_F}{2} = |x_m - x_0| = \frac{v}{2} \sqrt{\frac{T^2}{4} + Tt_0} \approx \frac{v}{2} \sqrt{Tt_0} \quad (2.17)$$

Untuk menyederhanakan definisi ZO *aperture*, kecepatan tidak dianggap konstan, akan tetapi dianggap sebagai kecepatan RMS yang merupakan fungsi dari waktu tempuh *zero offset* t_0 dengan gradien kecepatan vertikal dianggap konstan dimana $v(t_0=0)=v_0$ dan $v(t_0=t_{\max})=v_{\max}$. Selain itu digunakan *aperture* $\sqrt{2}$ kali lebih besar dari nilai yang diberikan oleh persamaan 2.17 karena juga mengandung zona Fresnel

kedua untuk migrasi Kirchof. Sehingga didapatkan nilai *ZO aperture* untuk lokasi *zero-offset*

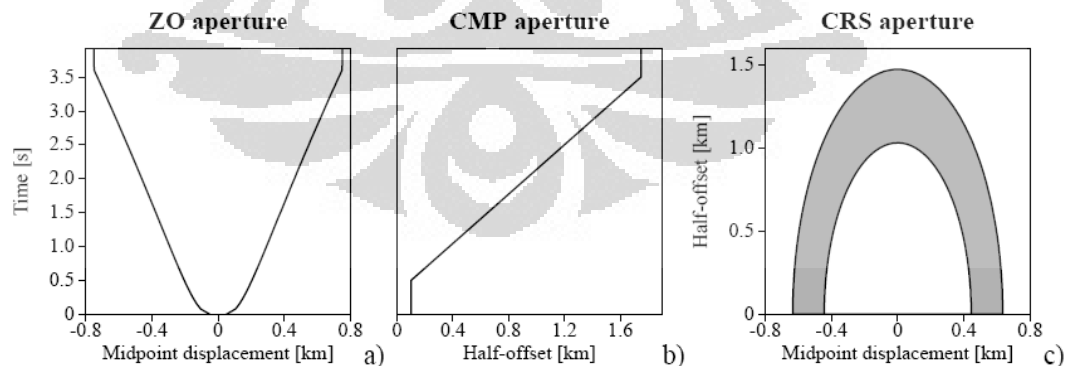
$$\frac{W_F}{2} = |x_m - x_0| = \min \left| W_{F.\max}, \frac{v_0 + (v_{\max} - v_0) \frac{t_0}{t_{\max}}}{2} \sqrt{2Tt_0} + W_{F.\min} \right| \quad (2.18)$$

2.2.5.2 CMP aperture

Atribut CRS tidak bergantung pada informasi *offset aperture* CMP gather. Sehingga nilai *CMP aperture* bisa ditentukan secara empirik. Dalam implementasinya, *CMP aperture* merupakan fungsi linear dari waktu tempuh *ZO*, yang dibatasi oleh 2 titik (Gambar 2.14.b). Interpolasi *CMP aperture* bersifat linear, sedangkan ekstrapolasinya bersifat konstan.

2.2.5.3 Aperture untuk CRS supergather

ZO aperture digunakan untuk *ZO stack*, dan *CMP aperture* digunakan untuk *CMP stack*. Sedangkan untuk *stack* secara keseluruhan, definisi *aperture* juga diperlukan. *Aperture* ini berbentuk permukaan elips pada domain *offset-midpoint*. *CRS aperture* secara keseluruhan dibentuk oleh *CMP aperture* dan *ZO aperture* (Gambar 2.14c).



Gambar 2.14 a. *ZO aperture* b. *CMP aperture*
c. *CRS aperture* yang dibentuk oleh *ZO* dan *CMP aperture* pada $t_0=3s$
(Mann, 2002)

BAB III

METODE PENELITIAN

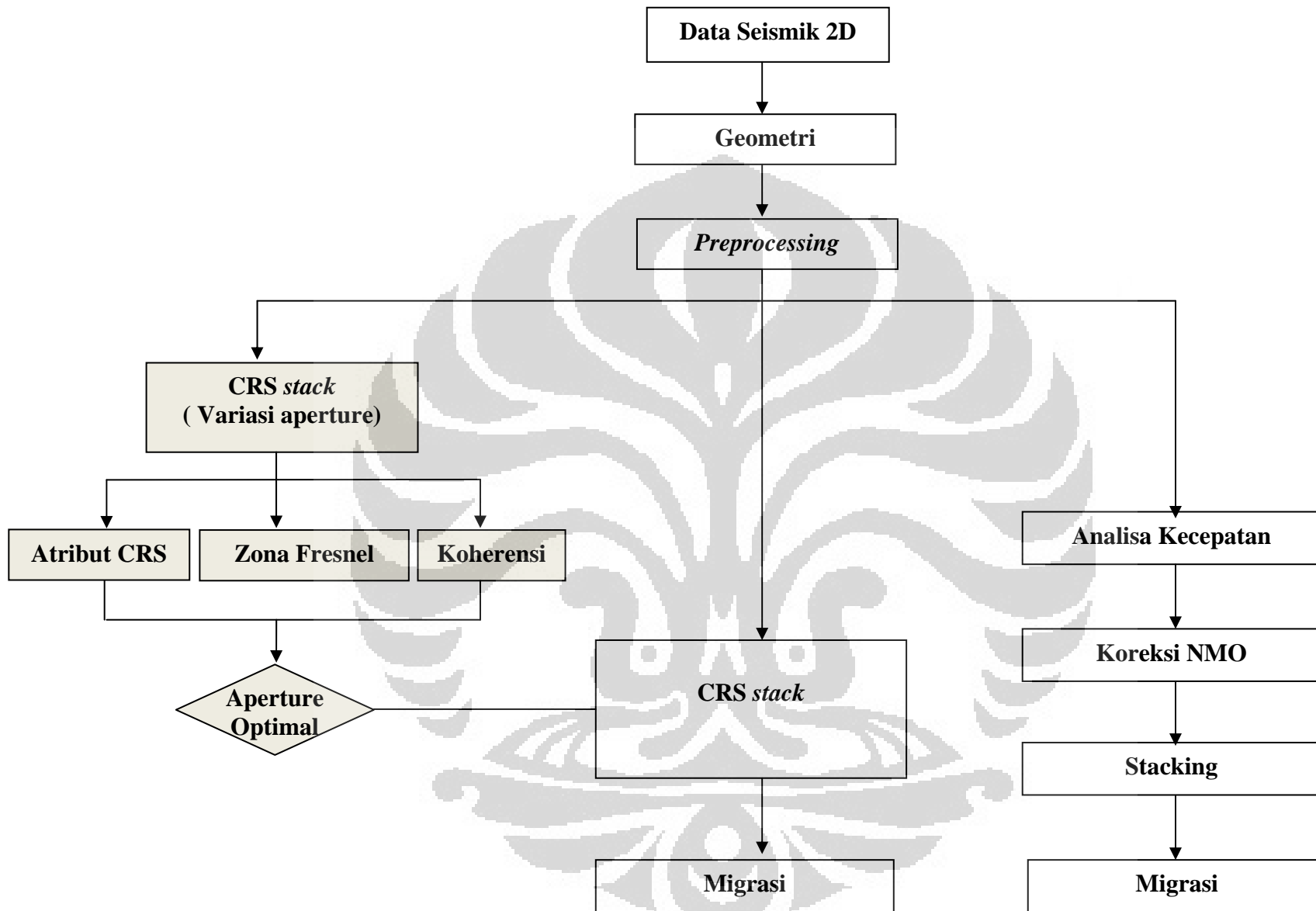
3.1 Penentuan *Aperture* Pada Metode *Common Reflection Surface* (CRS)

Stacking data dalam tugas akhir ini menggunakan metode *Zero Offset* (ZO) *Common Reflection Surface* (CRS). Metode ini merupakan salah satu jenis metode CRS, dimana pada metode ini *source* dan *receiver* berada pada posisi yang sama. Pada metode CRS, *stacking* tidak hanya melibatkan *trace* yang berasal dari CMP yang sama saja, tetapi juga melibatkan *trace* dari CMP yang berdekatan. Sehingga perlu ditentukan seberapa banyak CMP yang berdekatan yang dapat digunakan untuk melakukan *stacking*. Selain itu operator *stacking* CRS juga harus dibatasi, agar *noise* yang ada pada data juga tidak ikut terjumlah. Untuk menentukan seberapa banyak CMP berdekatan yang digunakan, dan batasan operator *stacking* CRS, maka perlu dilakukan pemilihan *aperture* yang tepat.

Aperture yang tepat dapat ditentukan melalui zona Fresnel. Akan tetapi hal ini baru bisa dilakukan setelah proses CRS stack. Oleh sebab itu dilakukan pendekatan untuk mendapatkan zona Fresnel yang tepat dengan cara menginput nilai *ZO aperture* pada data yang akan akan *distack*. Nilai *aperture* ini divariasikan, agar didapatkan nilai zona Fresnel yang optimal. Berdasarkan zona Fresnel yang dihasilkan, maka bisa ditentukan *aperture* input yang merupakan *aperture* yang paling optimal. *Aperture* optimal akan memberikan nilai zona Fresnel yang optimal, nilai koherensi yang tinggi serta nilai atribut yang tepat. Dan tentunya *aperture* yang tepat akan memberikan hasil *stacking* yang paling optimal.

Nilai *aperture* optimal yang didapatkan dari analisa *aperture* digunakan sebagai input *aperture* untuk *stacking* data hasil *preprocessing*. Hasil *stacking* CRS ini dibandingkan dengan hasil *stacking* konvensional.

Untuk lebih jelas mengenai alur kerja metode ini, berikut bagannya :

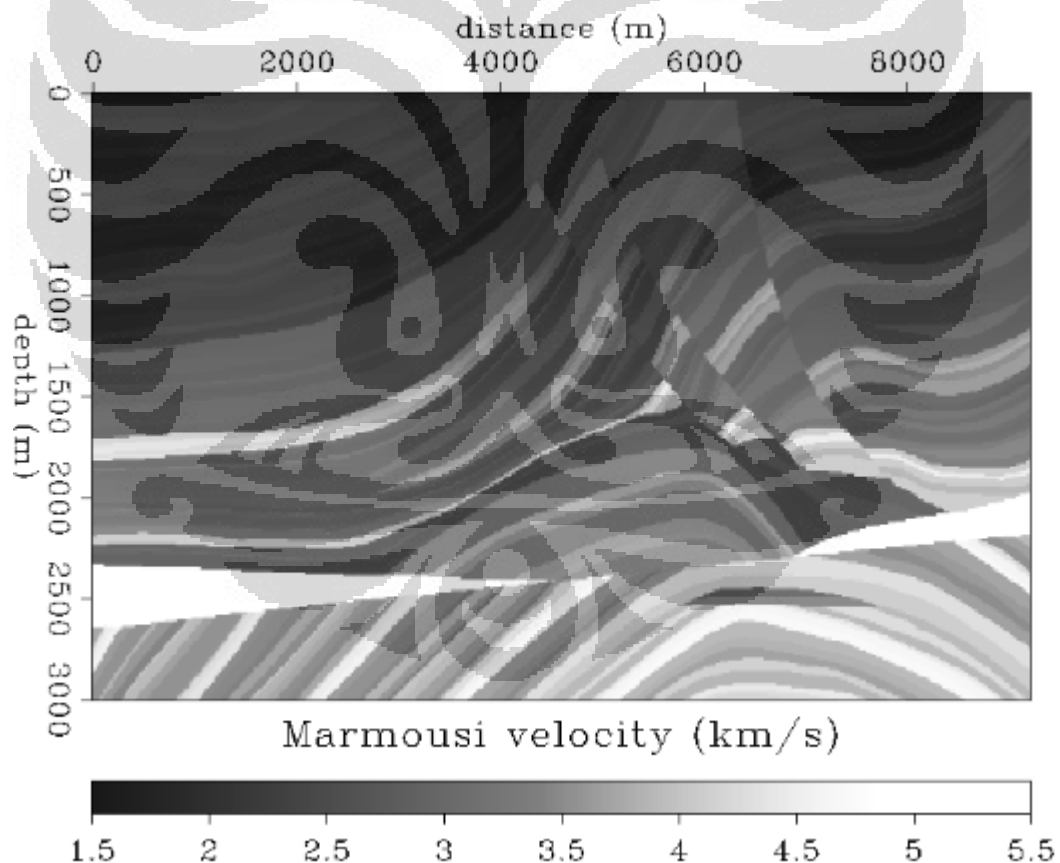


Gambar 3.1 Metode Penelitian

3.2 Aplikasi terhadap Data Sintetik Marmousi

3.2.1 Akusisi data dan *preprocessing*

Untuk melakukan analisis *aperture* pada metode CRS ini, digunakanlah data sintetik Marmousi. Data sintetik Marmousi didasarkan pada keadaan geologi daerah Palung North Quenguela, Basin Cuanza, Angola (Versteeg, Roelef, 1994). Daerah ini terdiri dari 2 fase geologi yang berbeda. Pada fase pertama terjadi sedimentasi karbonat. Pada akhir sedimentasi, terjadi antiklin dan erosi di permukaan, sehingga permukaan menjadi datar. Fase kedua dimulai dengan pengendapan *clayey-marly*. Selama pengendapan juga terjadi patahan.



Gambar 3.2 Model Marmousi

(<http://sepwww.stanford.edu/public/docs/sep87/Gif/velfig.gif>)

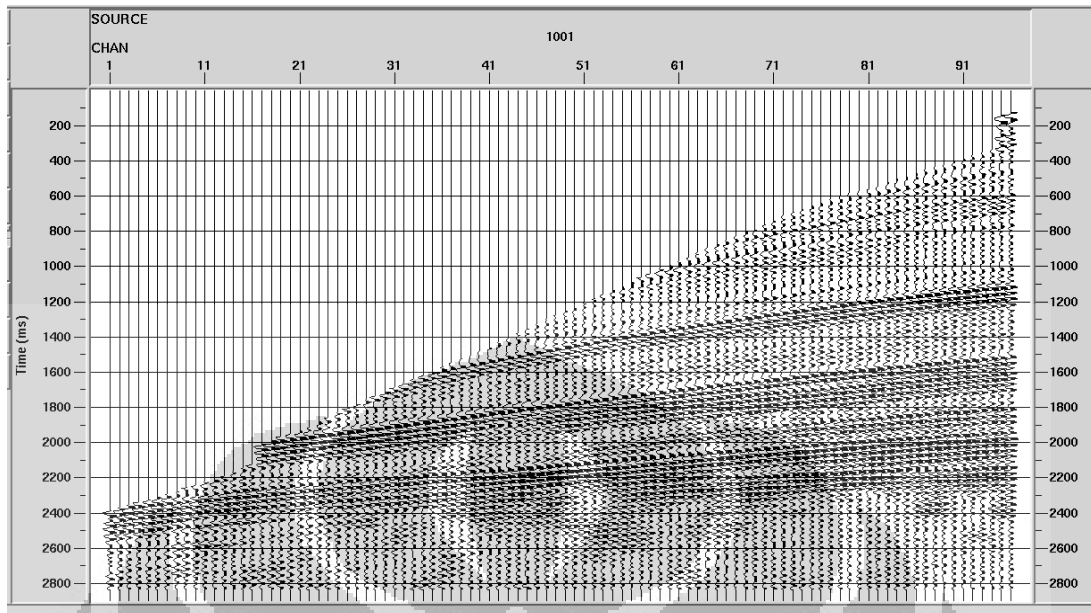
Model Marmousi ditunjukkan pada gambar 3.2 dengan *offset* sepanjang 9200 m dan kedalaman 3 km. Model ini memiliki struktur yang kompleks, dimana terdapat 160 lapisan, patahan, dan juga antiklin. Pembuatan model sintetik Marmousi menggunakan software modelling Sierra. Sama halnya dengan semua metode eksplorasi, langkah pertama yang harus dilakukan untuk membuat model sintetik ini adalah akuisisi data. Parameter lapangan yang digunakan saat akuisisi data terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter Akuisisi Marmousi

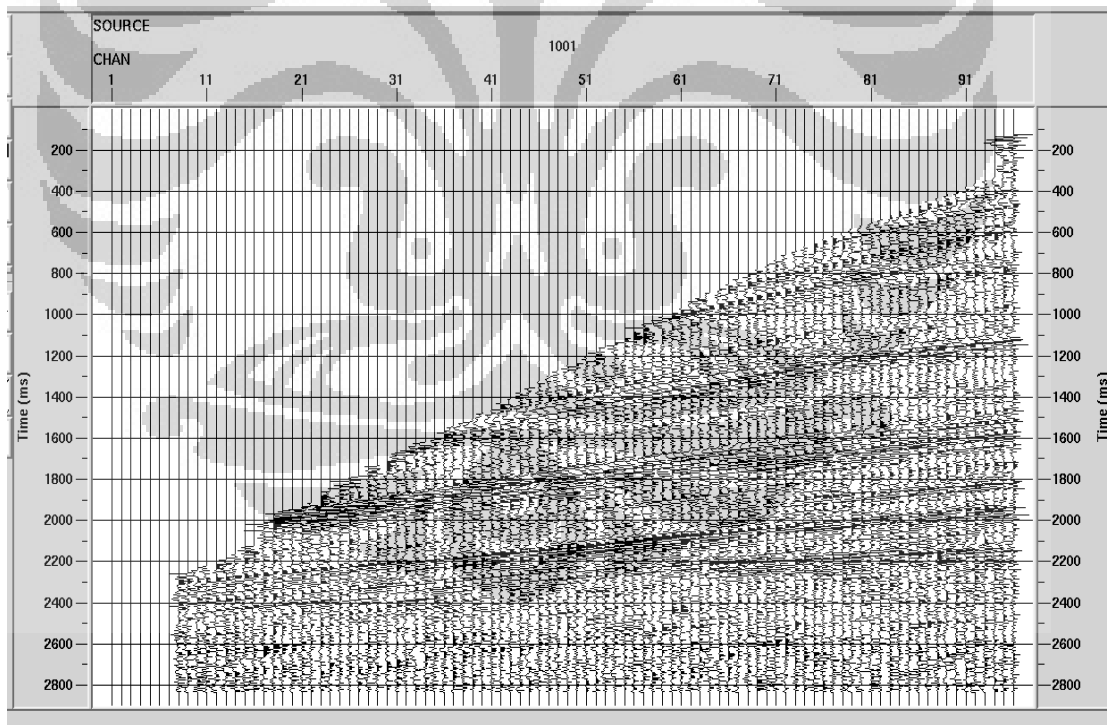
<i>Source</i>		<i>Receiver</i>	
Tipe	Airgun	Tipe	Hydrophone
Kedalaman	8 m	Kedalaman	12 m
Lokasi pertama <i>source</i>	3000 m	Lokasi pertama <i>receiver</i>	200 m
Jarak penembakan	25 m	Jarak receiver	25 m
Lokasi terakhir <i>source</i>	8975 m	Lokasi terakhir receiver	2575 m
Jumlah sumber	240	Jumlah receiver	96

Berdasarkan akuisisi yang dilakukan oleh kelompok geofisika Intitut Francais du Petrole dengan software Sierra, didapatlah hasil berupa data SEG-Y. Data yang didapatkan memiliki konfigurasi *off-end*, sesuai dengan konfigurasi akuisisi data. Sebelum dilakukan *stacking*, baik secara konvensional maupun CRS, data SEG-Y ini harus diolah terlebih dahulu. Pengolahan data ini dilakukan dengan software ProMAX 19.

Pengolahan dimulai dengan pendefinisian geometri terhadap data SEG-Y. Proses geometri ini bertujuan untuk memasukkan parameter lapangan ke dalam dataset. Setelah dilakukan geometri, pengolahan dilanjutkan pada tahap *preprocessing*. Pada tahapan ini, data hasil geometri didekonvolusi. Dekonvolusi bertujuan untuk menghilangkan efek filter bumi. Pada penelitian ini, digunakan dekonvolusi jenis *spiking*.



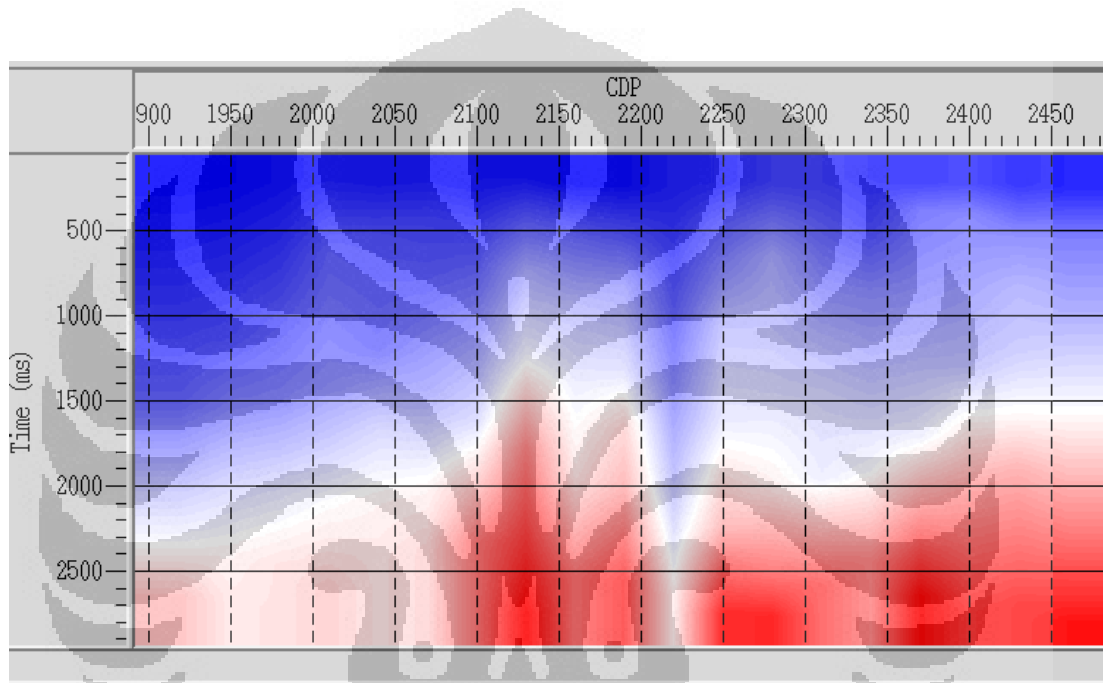
Gambar 3.3 Geometri



Gambar 3.4 Dekonvolusi

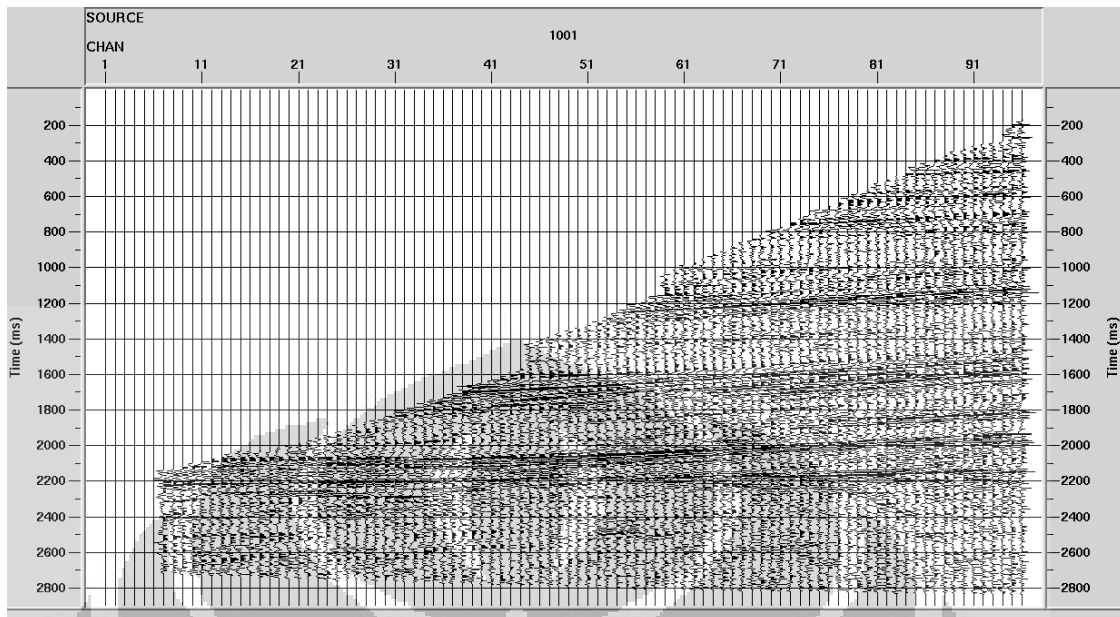
3.2.2 *Stacking* metode konvensional

Pada metode konvensional, data hasil dekonvolusi diurutkan berdasarkan CMP. Hal ini dikarenakan pada tahap *preprocessing*, data masih berada dalam bentuk *common shot gather*. Kemudian dilakukan analisis kecepatan. Analisis kecepatan dilakukan dengan cara *picking* secara interaktif.



Gambar 3.5 Hasil *picking* kecepatan

Kecepatan yang didapat dari proses *picking* digunakan untuk koreksi NMO. Koreksi NMO berfungsi untuk efek jarak *offset* antara *shot point* dan *geophone* pada *trace* yang berasal dari satu CDP *gather*. Setelah dilakukan koreksi NMO, barulah dilakukan *stacking*.



Gambar 3.6 NMO

3.2.3 CRS stack

Pada metode CRS, data hasil dekonvolusi langsung digunakan sebagai input pada proses *stacking*. Proses *CRS stack* ini menggunakan software CRS 2D ZO Elnusa. Pada penelitian ini, metode *CRS stack* dilakukan dengan beberapa *aperture* ZO yang berbeda. *Aperture* maksimal ZO (*maxap*) divariasikan dari *aperture* kecil sampai besar (375,500,750,1500,2250). Sedangkan parameter lainnya dibuat konstan untuk semua kondisi. Parameter-parameter input yang digunakan untuk *CRS stacking* ini dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Parameter CRS *stack*

Target widow	Lower time boundary of ZO	0.0
	CRS <i>stack</i>	
	No. of time sample per <i>trace</i>	1250
	Time sample spacing	0.004
	Minimum CDP	1899
	Maximum CDP	2472
Velocities	Survel	1500 m/s
	Avgvel	2500 m/s
	Vnmo min	1500 m/s
	Vnmo max	5500 m/s
<i>Aperture</i>	Minofftime	0 s
	Minoffsetap	200 m
	Maxofftime	3 s
	Maxoffsetap	2575 m
	Minxap	0 m
	Maxap	375,500,750,1500,2250 m
Angle and R_N search	Maxangle	45^0
	Minangle	-45^0
	Dangle	1^0
Conflicting dip handling	Globacohthresh	0.2
	Relcohthresh	0.1
	Ndips	1
Local Optimization	Mincohthresh	0
	Maxcohthresh	0

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis *Aperture CRS stack*

Sebelum membahas mengenai hasil *stack* CRS dengan beberapa *aperture* yang berbeda, lebih baik dibahas terlebih dahulu mengenai input parameter. Dengan menganalisa bagian ini maka akan didapat gambaran tentang pemberian parameter yang tepat untuk pemrosesan suatu data.

Pada proses *CRS stack*, ada beberapa parameter yang harus diinput. Parameter ini dikelompokkan menjadi *target window*, *velocity*, *angle* dan R_N *search*, *conflicting dip handling*, dan *aperture*. Pemilihan parameter yang tepat tentunya akan dapat meningkatkan hasil *stacking*.

Parameter utama yang harus ditentukan adalah *target window*. Parameter ini terdiri dari *lower time boundary of ZO CRS stack*, *no. of time sample per trace*, *time sample spacing*, *minimum CDP* dan *maximum CDP*. Pengisian nilai parameter ini disesuaikan dengan informasi yang terdapat pada *observer report*.

Walaupun metode CRS bebas dari model kecepatan makro, tetapi pada saat melakukan pengolahan data, nilai dari kecepatan juga harus ditentukan. Kecepatan yang diperlukan adalah kecepatan permukaan (*survel*), kecepatan rata-rata (*avgvel*) dan kecepatan NMO (*vnmomin*, *vnmomax*). Nilai *survel* dapat dilihat pada *observer report*. Besarnya nilai *survel* sama dengan *near surface velocity*, dimana untuk data *offshore*, *survel* merupakan nilai kecepatan di *water bottom*, sedangkan untuk data *onshore*, *survel* merupakan kecepatan di tempat sumber berada. Selain *survel*, juga perlu ditentukan *avgvel*. *Avgvel* merupakan kecepatan rata-rata model. Nilai *avgvel* diasumsikan sama dengan nilai *survel*. *Vnmo* juga merupakan parameter yang diperlukan pada *CRS stack*. Sebaiknya kecepatan NMO diberi *range* yang agak besar, agar *event* refleksi dapat diidentifikasi. Untuk hasil yang lebih baik, biasanya juga digunakan *vnmoref*.

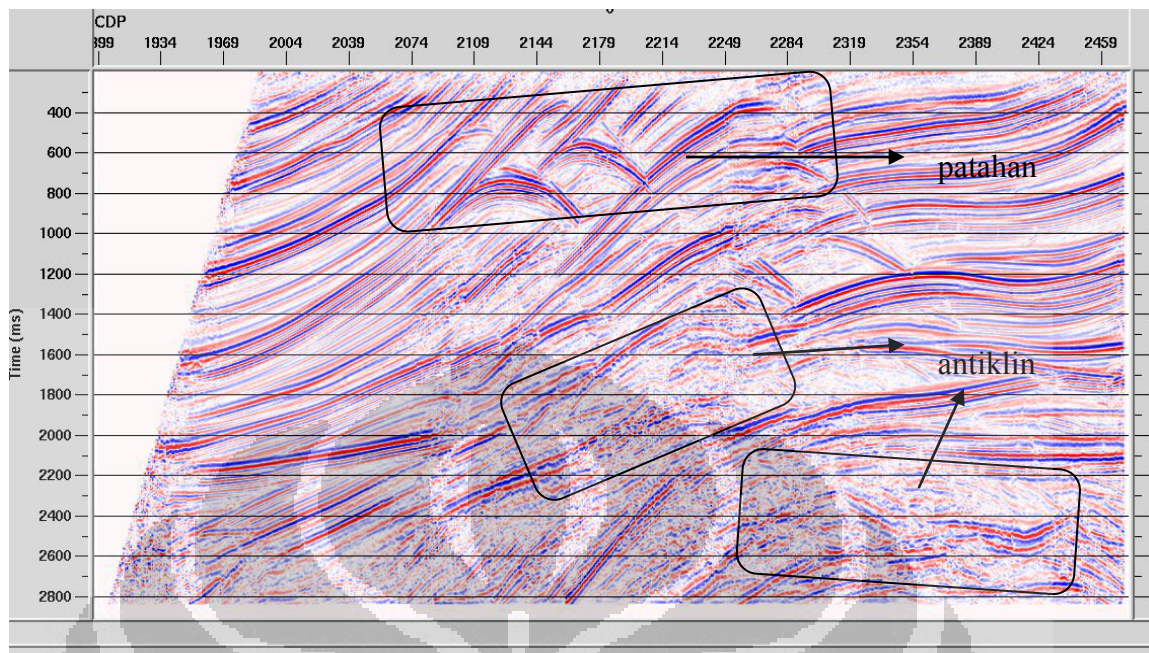
Conflicting dip handling merupakan parameter yang harus ditentukan dengan tepat. Penentuan *dip handling* yang tepat akan memberikan nilai slope parameter yang benar, sehingga dapat memberikan hasil *dip correction* yang optimal. Parameter *conflicting dip handling* ini terdiri dari *ndips*, *globalcothresh*, dan *relcothresh*. Nilai *ndips* berkaitan dengan jumlah maksimum dari *conflicting dips*. Nilainya berkisar dari 1-5. *Ndips* ini berfungsi untuk mengurangi pengaruh difraksi oleh CRS *stack*. Semakin besar nilai *ndips*, maka difraksinya akan semakin kecil. Hal ini mengakibatkan hasil *stack* semakin blur dan mendekati hasil konvensional.

Aperture merupakan parameter yang sangat mempengaruhi hasil *stack* CRS. Sebagaimana dijelaskan pada teori dasar, *aperture* CRS terdiri dari CMP *aperture* dan ZO *aperture*. Nilai dari CMP *aperture* berkisar antara nilai minimum (*minoffsetap*, *minoffsetap*) dan nilai maksimum (*maxoffsetap*, *maxoffsetap*). Nilai *maxoffsetap* dan *maxoffsetap* disesuaikan dengan input data, dimana *maxoffsetap* merupakan nilai maksimum *offset* input data, sedangkan *maxoffsetap* merupakan waktu tempuh dari *maxoffsetap*.

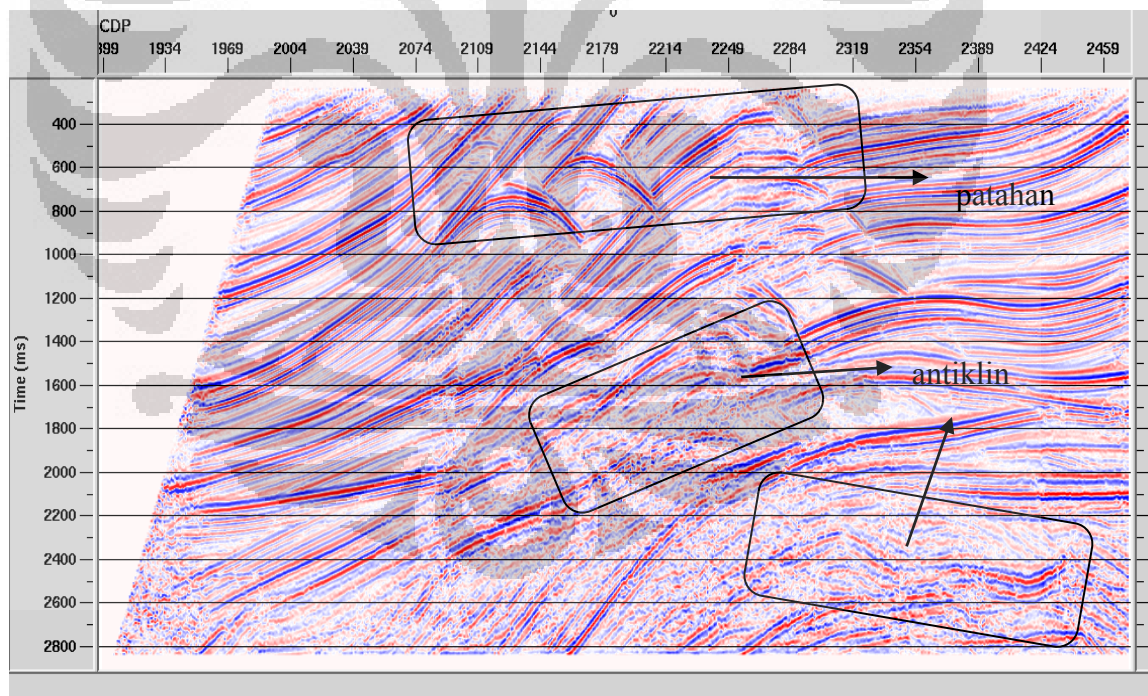
Data Marmousi sebagai input untuk CRS *stack*, memiliki nilai *offset* maksimum 2575 m dan berada pada waktu tempuh 3 s. Sehingga dipilih *maxoffsetap* 2575 dan *maxoffsetap* 3. Jika *maxoffsetap* dan *maxoffsetap* yang diberikan lebih kecil dari input, maka akan banyak koheren energi yang hilang. Sehingga koherensi maksimum akan sulit tercapai.

Nilai minimum ZO *aperture* dipilih 0, sedangkan nilai maksimum dari ZO *aperture* divariasikan. Mulai dari 375, 500, 750, 1500, dan 2250. ZO maksimum mengindikasikan seberapa banyak CMP berdekatan di sekitar titik refleksi yang dilibatkan untuk proses *stacking*. Untuk *aperture* maksimum 375, berarti pada proses *stacking* dilibatkan CMP yang berada 375 m disekitar titik refleksi. Karena interval CMP pada data marmousi adalah 12.5 m, maka pada *aperture* 375, dilibatkan 30 CMP disekitar titik refleksi. Begitu juga dengan *aperture* 500, 750, 1500, dan 2250, dilibatkan 40, 50, 120, dan 180 CMP secara berturut-turut.

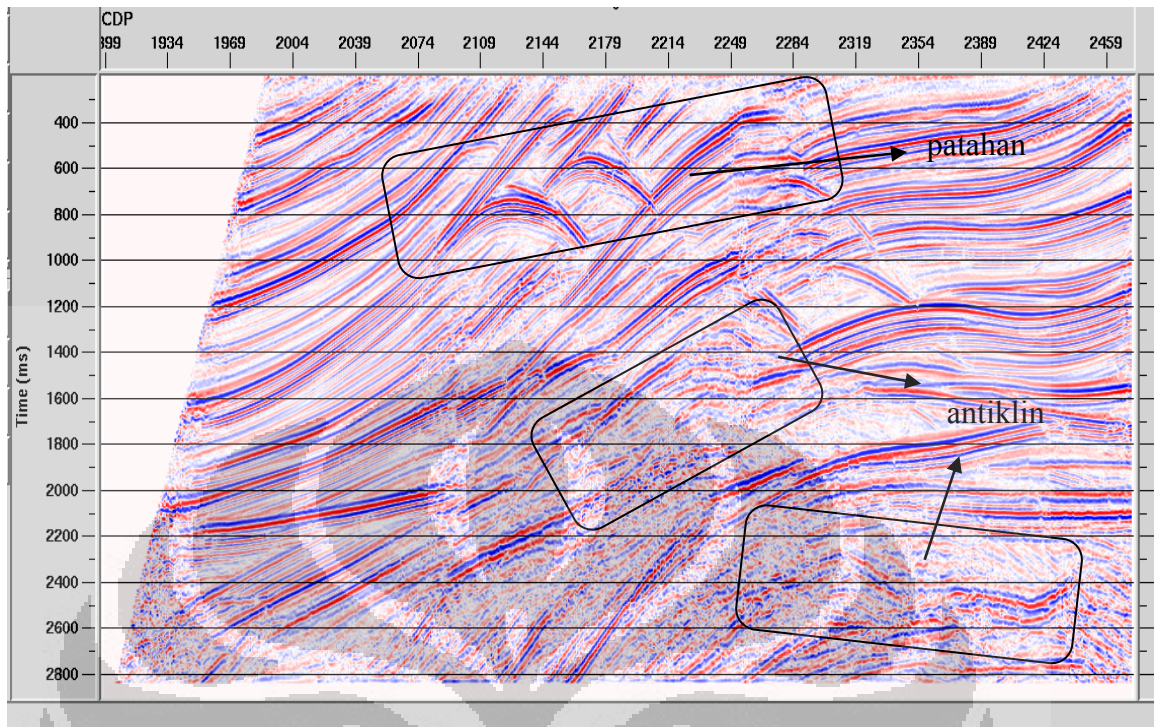
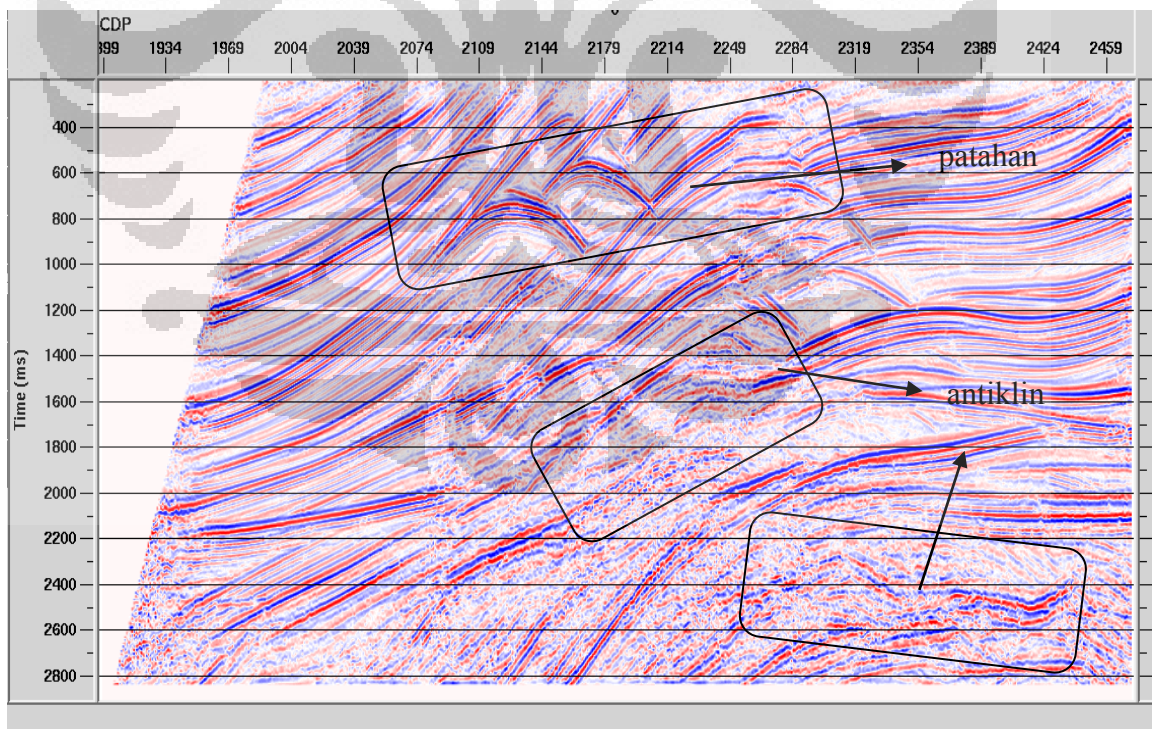
Untuk masing-masing *aperture* didapatkan hasil *stacking* sebagai berikut :

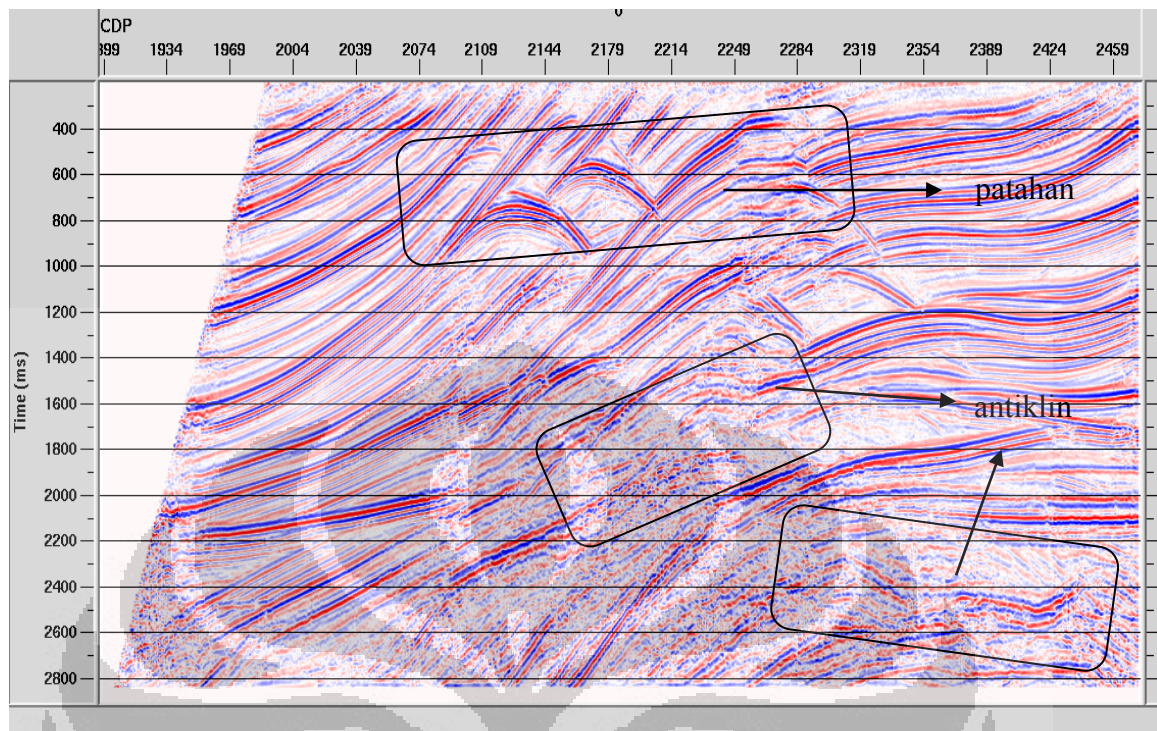


Gambar 4.1 Hasil stacking *range aperture* 0-375



Gambar 4.2. Hasil stacking *range aperture* 0-500

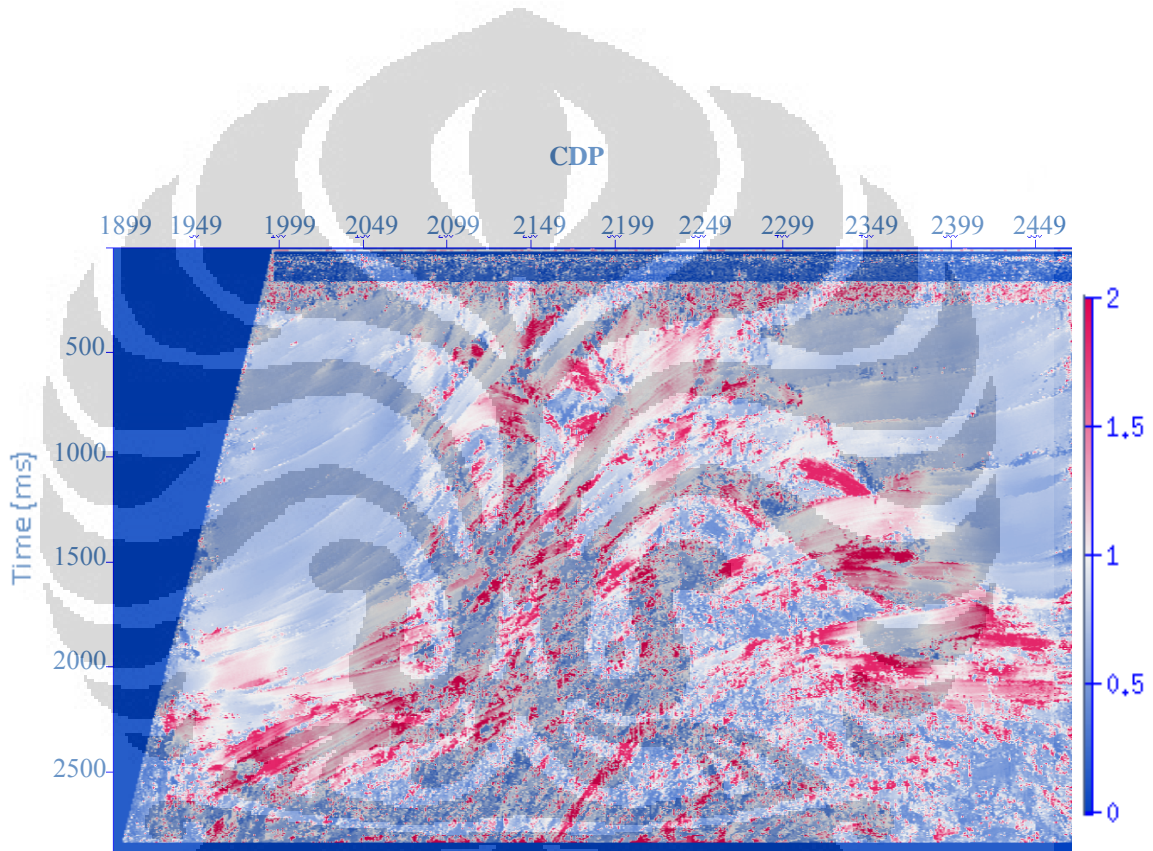
Gambar 4.3. Hasil stacking *range aperture* 0-750Gambar 4.4. Hasil stacking *range aperture* 0-1500



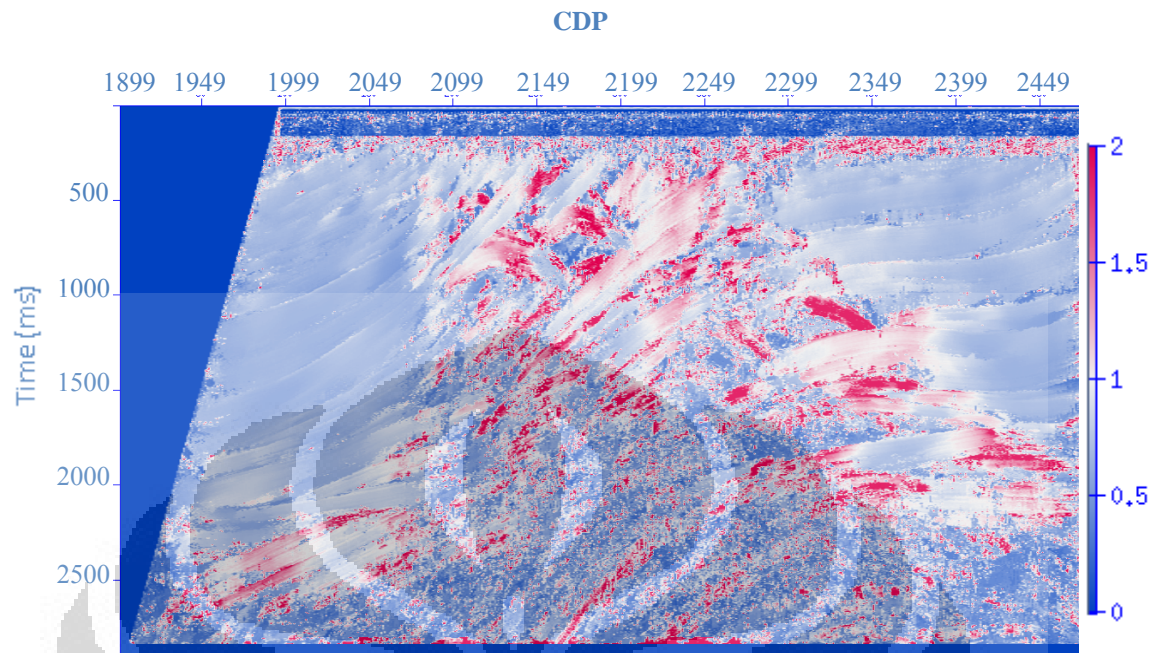
Gambar 4.5. Hasil stacking *range aperture* 0-2250

Range aperture 0-375 memberikan hasil *stacking* yang cukup baik. *Aperture* ini mampu memberikan gambaran yang baik pada struktur patahan pada zona atas dan antiklin pada zona tengah. Namun *aperture* ini belum memberikan gambaran yang maksimal pada struktur antiklin yang terdapat pada zona bawah. Dibandingkan dengan *range aperture* 0-375, *range aperture* 0-500 memberikan hasil *stacking* yang lebih baik. Kontinuitas dari *event* refleksi lebih tinggi dibandingkan dengan *range aperture* 0-375. Selain itu, *range aperture* 0-500 juga bisa menggambarkan antiklin pada zona bawah dengan lebih jelas. Hasil *stacking* yang lebih baik ditunjukkan oleh *range aperture* 0-750. Disini, *event* refleksi terlihat lebih jelas dan kontiniu dibandingkan *range aperture* 0-500, baik pada struktur patahan dan antiklin. *Range aperture* 0-1500 dan 0-2250 memberikan hasil *stacking* yang sama dengan *range aperture* 0-750.

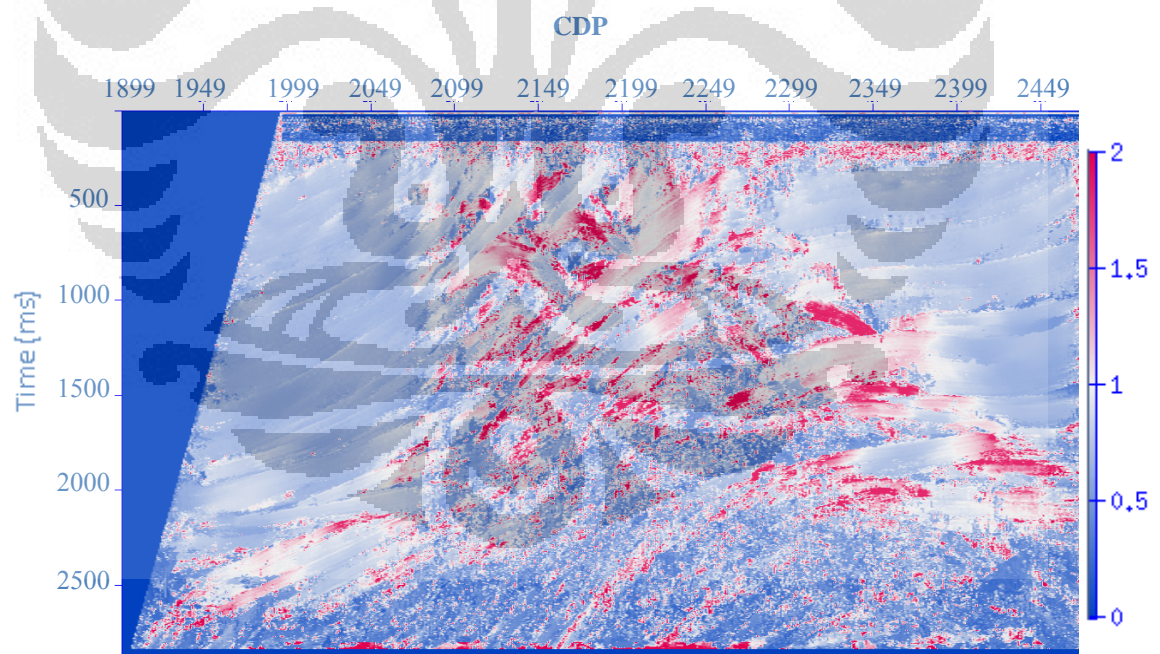
Perbedaan hasil *stacking* yang didapatkan terkait dengan zona Fresnel yang dihasilkan oleh *range aperture* yang diberikan. Hal ini dapat diamati pada nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* untuk masing-masing *range aperture*. Untuk menentukan *aperture* yang optimal, maka dilakukanlah analisa terhadap zona Fresnel relatif terhadap *aperture* (*OptRelFzone*) pada beberapa CDP.



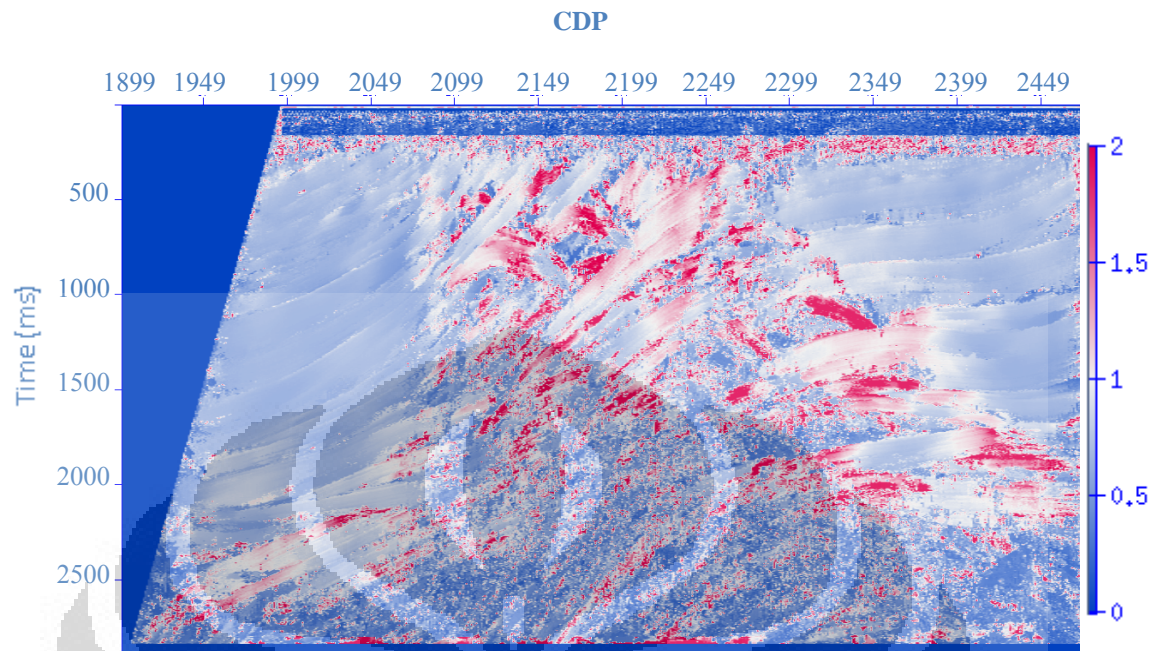
Gambar 4.6 Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* pada *range aperture* 0-375



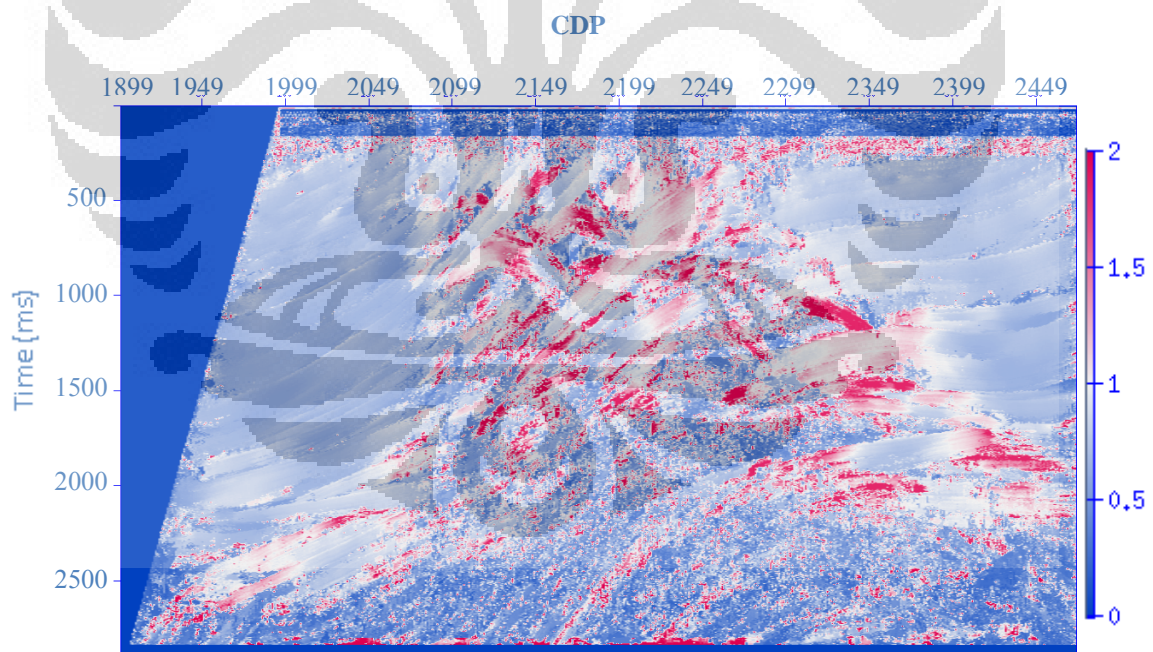
Gambar 4.7 Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* pada *range aperture* 0-500



Gambar 4.8 Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* pada *range aperture* 0-750



Gambar 4.9 Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* pada *range aperture* 0-1500



Gambar 4.10 Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* pada *range aperture* 0-2250

Tabel 4.1 Nilai Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* untuk CDP 2039

<i>Aperture</i> (m) / <i>Time</i> (s)	Min=0 Max=375	Min=0 Max=500	Min=0 Max=750	Min=0 Max=1500	Min=0 Max=2250
0.6	0.655	0.655	0.655	0.655	0.655
0.95	0.659	0.659	0.659	0.659	0.659
1.55	0.678	0.685	0.685	0.685	0.685
2.2	0.705	0.713	0.770	0.770	0.770

Untuk CDP 2039 terlihat bahwa nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Untuk waktu yang kecil, yaitu 0.6 – 0.95s didapatkan nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang sama untuk semua range *aperture*. Akan tetapi untuk waktu tempuh yang besar, terdapat perbedaan nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture*. Dimana pada CDP 2039 untuk waktu tempuh 1.55 s dan 2.13 s, nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* pada range *aperture* 0-375 lebih kecil dibandingkan range *aperture* yang lainnya. Begitu juga dengan nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang dihasilkan oleh range *aperture* 0-500 pada waktu tempuh 2.13 s.

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa, range *aperture* yang kecil akan memberikan nilai zona Fresnel relatif yang tepat untuk waktu tempuh yang kecil. Sedangkan untuk waktu tempuh yang cukup besar, range *aperture* kecil tidak dapat menghasilkan zona Fresnel relatif yang optimal.

Untuk range *aperture* 0-750, 0-1500 dan 0-2250 didapatkan nilai Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang sama untuk semua waktu. Walaupun range *aperture*nya tidak sama, tetapi nilai Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang didapatkan sama. Jadi terlihat bahwa terdapat suatu nilai optimal zona Fresnel relatif terhadap *aperture*. Jika telah mencapai nilai maksimal ini, sekalipun *aperture*nya bertambah besar, tetapi nilai zona Fresnel relatif yang dihasilkan tetap sama. Jadi range *aperture* yang lebih besar, tidak selalu menghasilkan zona Fresnel yang lebih besar pula.

Tabel 4.2 Nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* untuk CDP 2249

<i>Aperture</i> (m) \ <i>Time</i> (s)	Min=0 Max=375	Min=0 Max=500	Min=0 Max=750	Min=0 Max=1500	Min=0 Max=2250
0.7	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142
1.4	0.702	0.702	0.702	0.702	0.702
1.9	1.260	1.149	1.260	1.260	1.260
2.4	0.867	0.692	0.694	0.694	0.694

Untuk CDP 2249, nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* juga meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Namun pada waktu 2.4 s, nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* lebih kecil dibandingkan waktu 1.9 s. Hal ini dikarenakan pada waktu 1.9 s, terdapat struktur dengan dua kelengkungan yang berbeda, dan membentuk struktur seperti sinklin. Sehingga zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang didapatkan lebih kecil dibandingkan dari reflektor datar. Pada CDP 2249 juga terlihat bahwa *range aperture* kecil yaitu 0-375 dan 0-500 hanya menghasilkan nilai Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* optimal untuk waktu tempuh yang kecil. Sedangkan *range aperture* 0-750, 0-1500 dan 0-2250 memberikan zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang sama untuk semua waktu.

Tabel 4.3 Nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* untuk CDP 2179

<i>Aperture</i> (m) \ <i>Time</i> (s)	Min=0 Max=375	Min=0 Max=500	Min=0 Max=750	Min=0 Max=1500	Min=0 Max=2250
0.55	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529
1	1.002	1.004	1.004	1.004	1.004
2	0.644	1.070	1.070	1.070	1.070
2.7	0.309	0.319	2.420	2.420	2.420

Pada CDP 2179 didapatkan nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang sangat besar. Terlihat pada waktu 0.55 s, didapat nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* sebesar 1.529. Dan pada waktu 2.7 s, didapat nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* sebesar 2.420. Nilai Zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang besar ini diakibatkan adanya *bow-tie* pada 0.55 s, dan difraksi pada 2.7 s. Hal ini mengindikasikan bahwa *aperture* semakin meningkat dengan meningkatnya kelengkungan refleksi. *Range aperture* kecil (0-375 dan 0-500) mampu memberikan nilai zona Fresnel optimal untuk struktur *bow-tie* yang berapa pada waktu kecil, sedangkan untuk difraksi yang terjadi pada waktu besar, *range aperture* kecil tidak dapat memberikan zona Fresnel yang optimal. Sama seperti CDP 2039 dan 2249, *range aperture* 0-750, 0-1500 dan 0-2250 memberikan nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang sama untuk semua waktu.

Tabel 4.4 Nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* untuk CDP 2284

<i>Aperture</i> (m) \ Time (s)	Min=0 Max=375	Min=0 Max=500	Min=0 Max=750	Min=0 Max=1500	Min=0 Max=2250
0.7	0.647	0.647	0.647	0.647	0.647
1.4	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930
1.9	0.704	2.060	2.060	2.060	2.060
2.4	0.807	1.770	2.350	2.350	2.350

Pada CDP 2284 juga terlihat nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang besar untuk waktu 1.9 dan 2.4 s. Hal ini dikarenakan pada waktu 1.9 terdapat difraksi, sedangkan pada waktu 2.4 terdapat antiklin. *Range aperture* 0-375 tidak mampu menghasilkan zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang optimal baik untuk difraksi pada waktu 1.9 maupun struktur antiklin pada waktu 2.4. Sedangkan *range aperture* 500 yang hanya bisa menghasilkan zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang

optimal untuk difraksi pada waktu 1.9 s, akan tetapi tidak mampu menghasilkan zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang optimal untuk struktur pada waktu 2.4 s. Sama dengan CDP lainnya, nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang dihasilkan oleh *range aperture* 0-750, 0-1500 dan 0-2250 sama untuk semua waktu.

Untuk mengetahui nilai zona Fresnel pada proses *stacking* ini, maka nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* ini harus diubah kedalam zona Fresnel. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengalikan nilai zona Fresnel relatif terhadap *aperture* dengan *ZO aperture*. Nilai *ZO aperture* untuk masing-masing *range aperture* dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.18. Hasil perhitungan zona Fresnel dapat dilihat pada Tabel 4.5 .

Berdasarkan nilai zona Fresnel yang didapat terlihat bahwa *aperture* kecil (0-375 dan 0-500) tidak dapat menghasilkan zona Fresnel optimal untuk waktu yang besar. Hal ini mengindikasikan bahwa *aperture* kecil memiliki suatu batas untuk menghasilkan zona Fresnel. Jika zona Fresnel pada suatu daerah lebih besar daripada *aperture* yang diberikan, maka pada daerah tersebut bukanlah zona Fresnel yang digunakan untuk proses *stacking*, melainkan *aperture*. Atau dengan kata lain, untuk *aperture* yang lebih kecil dari zona Fresnel, maka *aperture* digunakan sebagai batas maksimum pada proses *stacking*.

Pada Tabel 4.5 juga terlihat bahwa zona Fresnel optimal didapatkan pada *aperture* 0-750, 0-1500 dan 0-2250. Walaupun *aperture* inputnya berbeda, tetapi zona Fresnel yang didapatkan sama. Hal ini mengindikasikan bahwa ada suatu batas zona Fresnel yang dihasilkan oleh suatu *aperture*. Jika nilai *aperture*nya lebih besar daripada zona Fresnel, maka zona Fresnel yang digunakan untuk proses *stacking*. Atau dengan kata lain, jika zona Fresnel lebih kecil dari *ZO aperture*, maka *stacking* dibatasi hanya pada zona Fresnel saja.

Tabel 4.5 Nilai zona Fresnel hasil CRS *stack* CDP 2039

Aperture (m)	Min=0 Max=375			Min=0 Max=500			Min=0 Max=750			Min=0 Max=1500			Min=0 Max=2250		
	O	Z (m)	F (m)	O	Z (m)	F (m)	O	Z (m)	F (m)	O	Z (m)	F (m)	O	Z (m)	F (m)
0.6	0.655	125.5	82.20	0.655	125.5	82.20	0.655	125.5	82.20	0.655	125.5	82.20	0.655	125.5	82.20
0.95	0.659	238.8	157.3	0.659	238.8	157.3	0.659	238.8	157.3	0.659	238.8	157.3	0.659	238.8	157.3
1.55	0.678	375.0	254.3	0.685	456.9	312.5	0.685	456.9	312.5	0.685	456.9	312.5	0.685	456.9	312.5
2.13	0.705	375.0	264.4	0.713	500.0	356.5	0.770	744.6	573.4	0.770	744.6	573.4	0.770	744.6	573.4

Keterangan :

O = Zona Fresnel relatif terhadap *aperture*

Z = Nilai ZO *aperture* (m)

F = Nilai zona Fresnel (m)

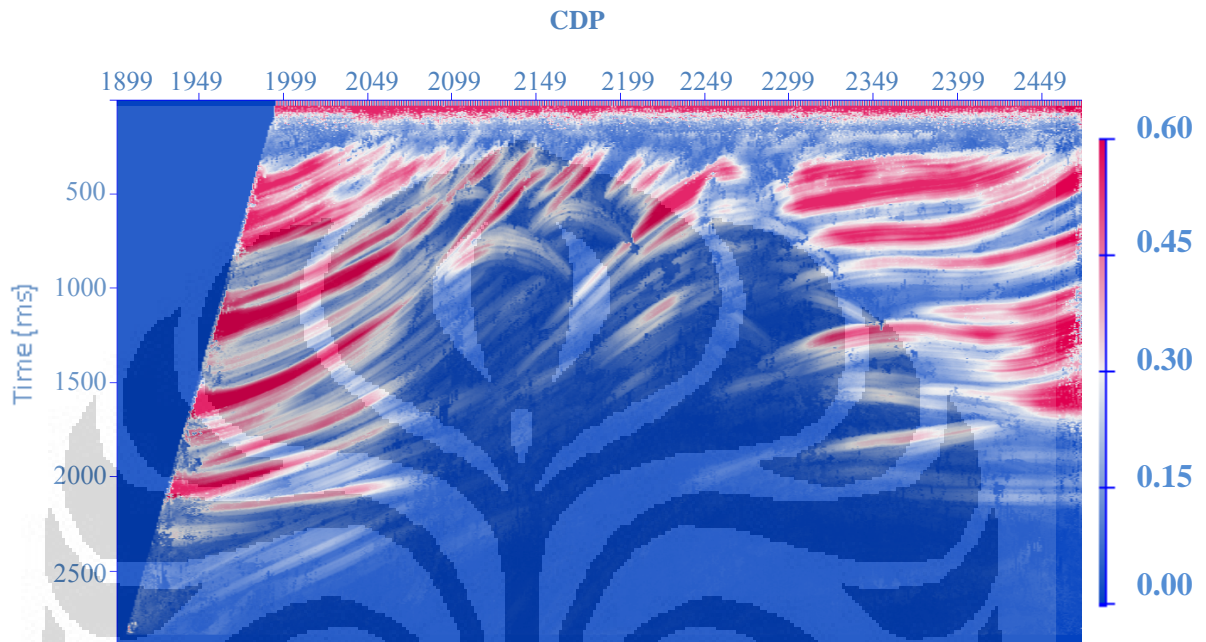
Besarnya *aperture* yang digunakan akan mempengaruhi besarnya waktu yang diperlukan untuk pengolahan data. Semakin besar *aperture* yang digunakan, maka semakin besar pula waktu yang dibutuhkan (Tabel 4.6). Oleh sebab itu, pada data marmousi ini, *range aperture* 0-750 merupakan *range aperture* yang paling optimal, karena mampu menghasilkan zona Fresnel relatif terhadap *aperture* yang optimal dengan waktu yang lebih singkat.

Tabel 4.6 Waktu CRS *stack* untuk setiap *range aperture*

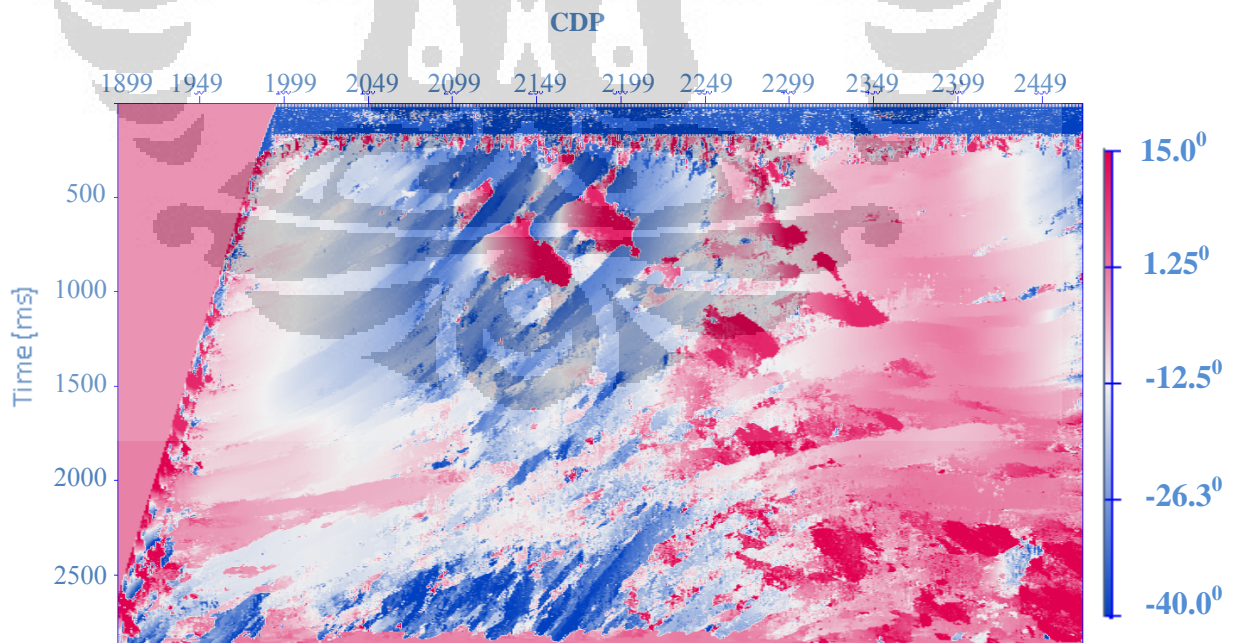
<i>Range aperture</i> (m)	Waktu (jam)
0-375	8.37
0-500	9.53
0-750	11.51
0-1500	13.35
0-2250	16.25

Aperture optimal tidak hanya mempengaruhi zona Fresnel, tetapi juga koherensi dan atribut CRS. Pemilihan *range aperture* 0-750 sebagai *range aperture* optimal, tidak hanya memberikan zona Fresnel optimal, tetapi juga akan menghasilkan koherensi yang tinggi dan atribut CRS yang sesuai. Koherensi tinggi bisa mengidentifikasi suatu *event* yang dominan. Selain itu *event* ini juga bisa dilihat dari sudut kritisnya. *Event* yang dominan akan memiliki sudut kritis yang besar. Sudut kritis ini berhubungan dengan *dip* dari *event* refleksi. Atribut CRS juga mencirikan suatu *event*. Perbandingan antara kelengkungan gelombang normal (R_N) dan kelengkungan gelombang *normal incident point* (R_{NIP}) bisa mencirikan *event* refleksi dan pola difraksi. Jika R_N sama dengan R_{NIP} , maka hal ini mengindikasikan

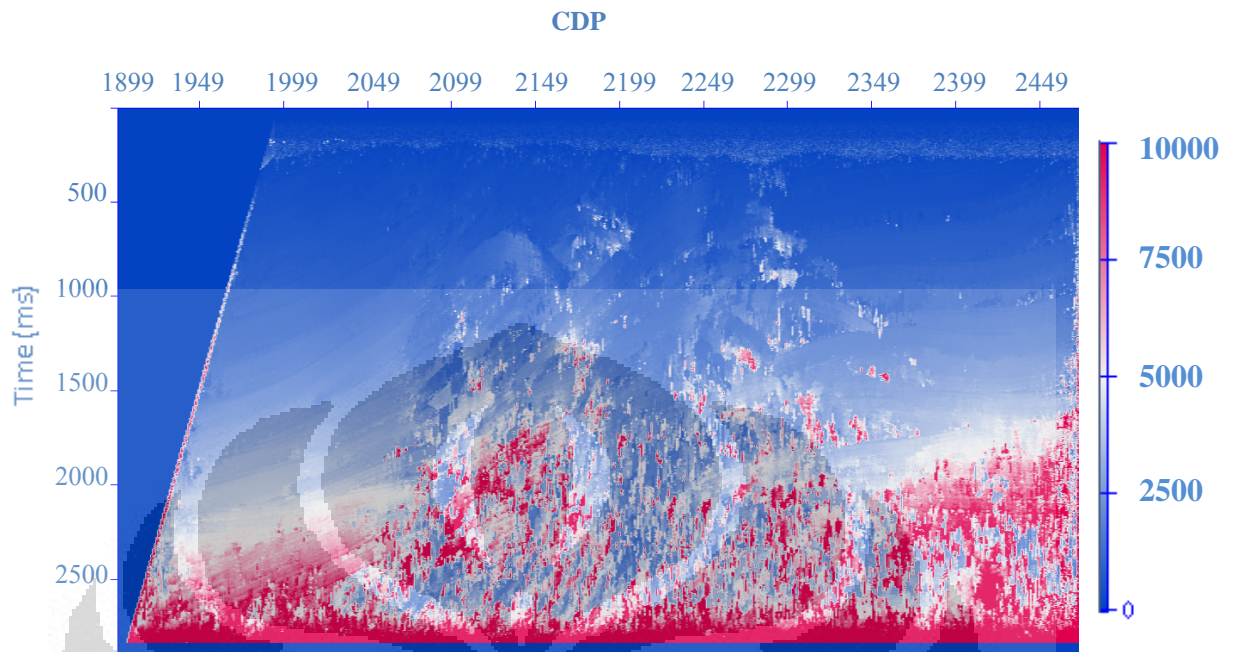
pola difraksi (waktu > 2.4 s). Sedangkan jika perbandingan R_N dan R_{NIP} lebih besar dari 1, hal ini mengindikasikan pada daerah tersebut terdapat *event* refleksi.



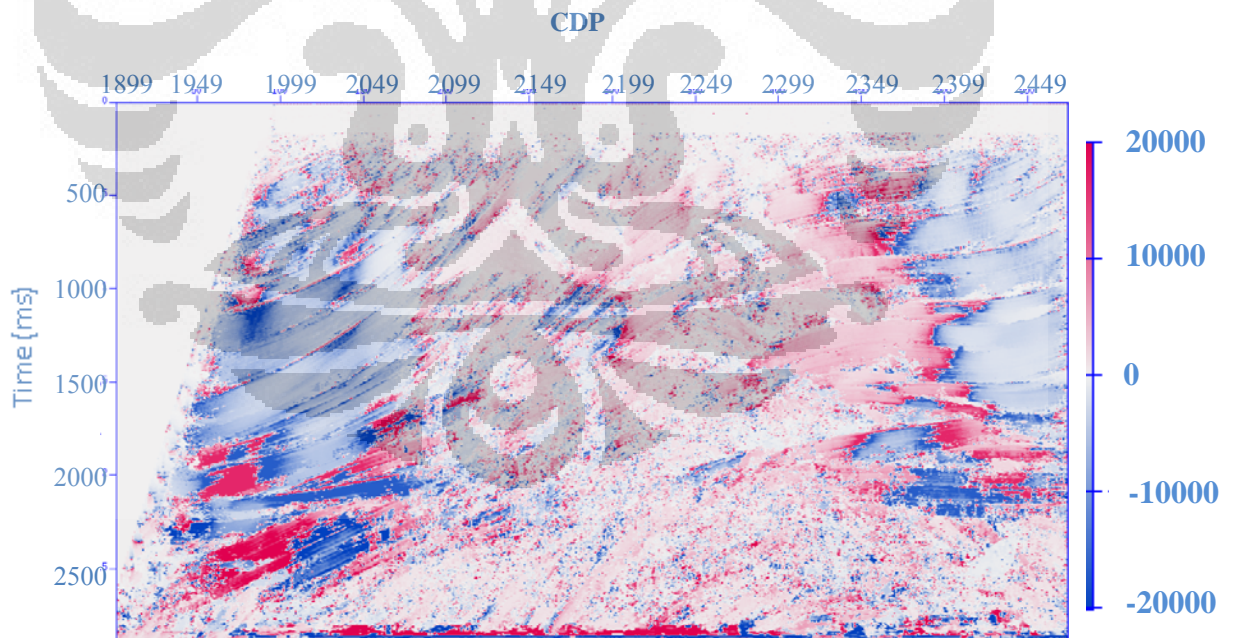
Gambar 4.11 Koherensi *range aperture* 0-750



Gambar 4.12 Sudut kritis (α) *range aperture* 0-750



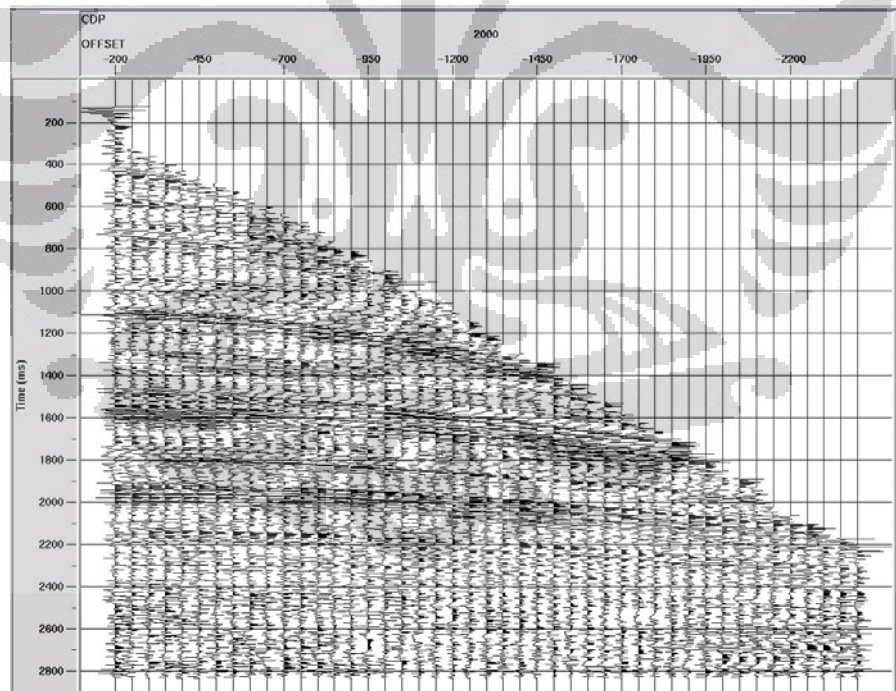
Gambar 4.123 R_{NIP} range aperture 0-750



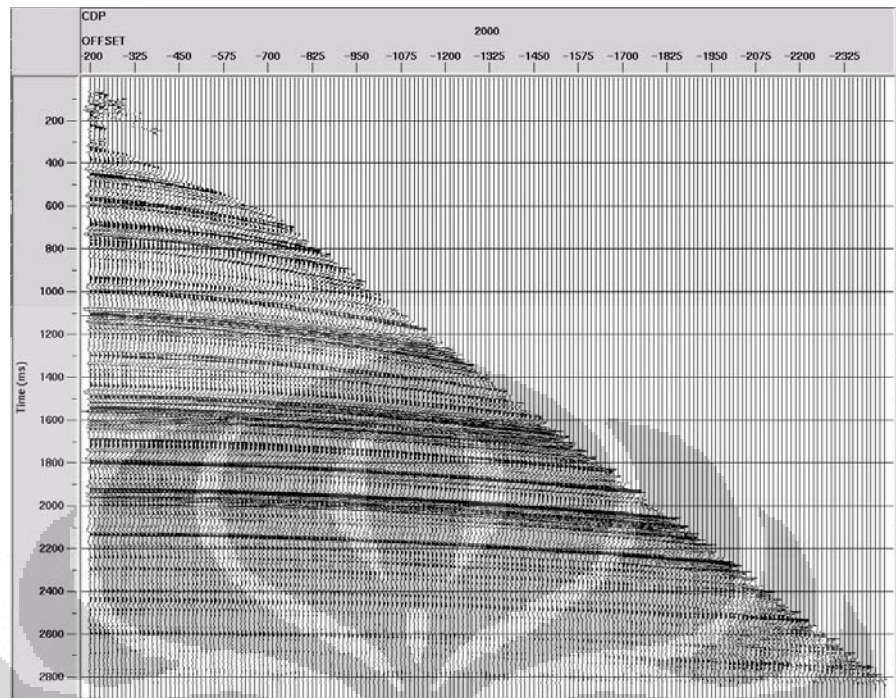
Gambar 4.14 R_N range aperture 0-750

4.2 Perbandingan Metode Konvensional dan Metode CRS

Input *stack* pada metode konvensional membutuhkan pengolahan terlebih dahulu setelah dilakukan *preprocessing*. Pengolahan ini meliputi pengurutan CMP, analisis kecepatan, dan koreksi NMO. Sedangkan input untuk metode CRS tidak memerlukan pengolahan setelah dilakukan *preprocessing*. Data bisa langsung *distack* setelah dilakukan dekonvolusi. Selain itu metode CRS merupakan metode yang bebas dari model kecepatan, sehingga tidak perlu dilakukan analisis kecepatan, yang diperlukan hanyalah kecepatan permukaan (v_0). Metode CRS juga menggunakan lebih banyak data dibandingkan dengan metode konvensional biasa. Hal ini dikarenakan metode CRS tidak hanya menggunakan data yang berada pada CMP yang sama saja, tetapi juga memanfaatkan data yang berada disekitar CMP tersebut. Hal ini bisa dilihat pada *gather* yang digunakan.



Gambar 4.15 CMP *gather*



Gambar 4.16 CRS supergather

Berdasarkan *gather*-nya, terlihat bahwa CRS supergather mengandung lebih banyak *trace* dibandingkan dengan CMP *gather* biasa. Banyaknya *trace* pada CRS supergather bergantung kepada *aperture* yang digunakan. Semakin kecil *aperture*-nya, maka semakin kecil pula *trace* yang digunakan. Hal ini dikarenakan *aperture* mengindikasikan seberapa banyak *trace* dari CMP berdekatan yang digunakan untuk proses *stacking*. Karena CRS supergather menggunakan *trace* dalam jumlah besar, maka refleksi pada CRS supergather terlihat lebih jelas dibandingkan dengan CMP *gather*.

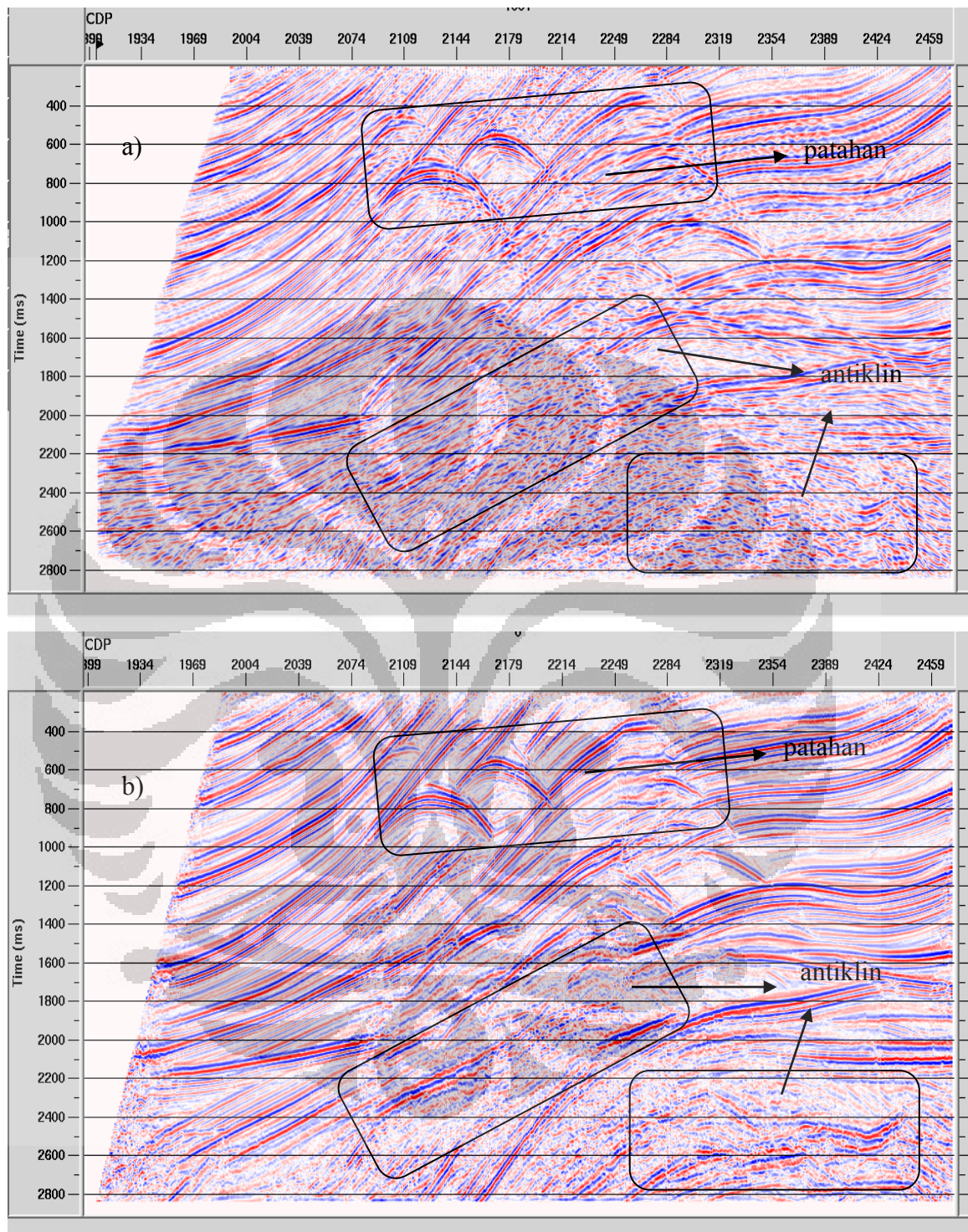
Selanjutnya dilakukan perbandingan hasil *stacking* metode konvensional dan metode CRS. Pada Gambar 4.17 terlihat bahwa pada struktur patahan dan lapisan dengan *dip* yang besar, metode CRS memberikan gambaran yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional. Pada metode CRS, kontinuitas dari

horizon pada semua waktu lebih tinggi dibandingkan metode konvensional, sehingga metode CRS dapat memberikan hasil *stack* yang lebih optimal.

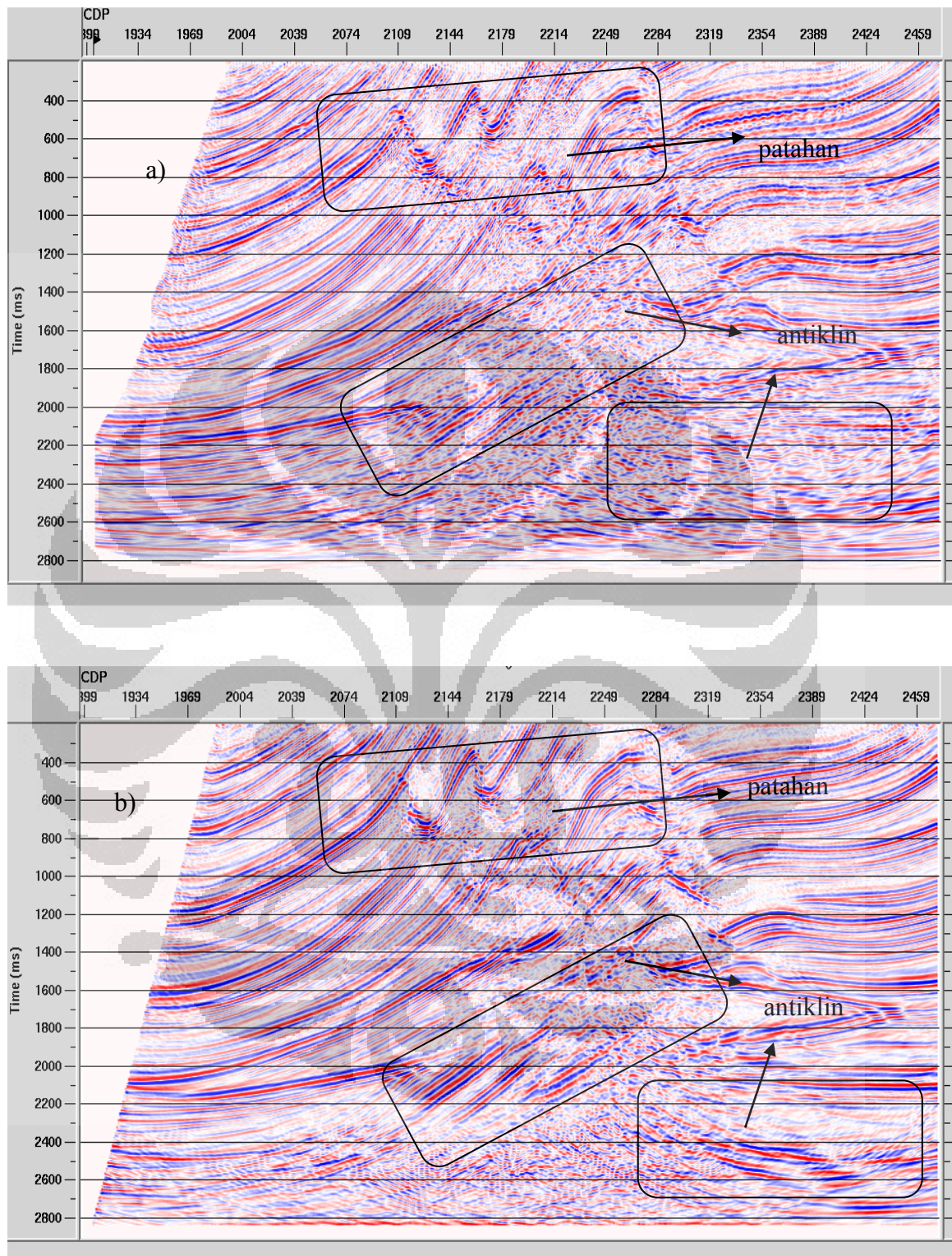
Metode CRS juga memberikan gambaran yang lebih baik pada zona yang lebih dalam, bahkan untuk daerah yang kompleks sekalipun. Terlihat bahwa metode CRS mampu menggambarkan dengan baik antiklin yang berada pada kedalaman lebih dari 1400 m. Sedangkan pada metode konvensional, daerah ini tidak tergambar dengan jelas. Hal ini mengindikasikan bahwa metode CRS mampu meningkatkan hasil *stacking* bahkan pada daerah dengan kondisi tektonik yang kompleks.

Sebagai perbandingan akhir dari metode konvensional dan metode CRS, maka dilakukanlah migrasi terhadap hasil *stacking*. Pada penelitian ini digunakan metode *Post stack Kirchoff Time Migration*. Metode ini dipilih karena data marmousi memiliki struktur yang sangat kompleks, dan metode *Post stack Kirchoff Time Migration* mampu mengatasi hal ini. Perbandingan hasil migrasi dapat dilihat pada Gambar 4.18.

Sama seperti hasil *stacking*, migrasi terhadap *output* CRS memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan migrasi terhadap *output* konvensional. Struktur patahan dan antiklin pada zona atas terlihat dengan jelas. Begitu juga dengan struktur antiklin yang terdapat pada zona bawah. Hal ini mengindikasikan bahwa metode CRS mampu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional. Karena pada metode CRS digunakan lebih banyak data. Sehingga *signal to noise ratio* dapat ditingkatkan.



Gambar 4.17 Hasil *stacking* data Marmousi
 (a) Metode konvensional (b) Metode CRS



Gambar 4.18 Hasil migrasi data Marmousi
(a) Metode konvensional (b) Metode CRS

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

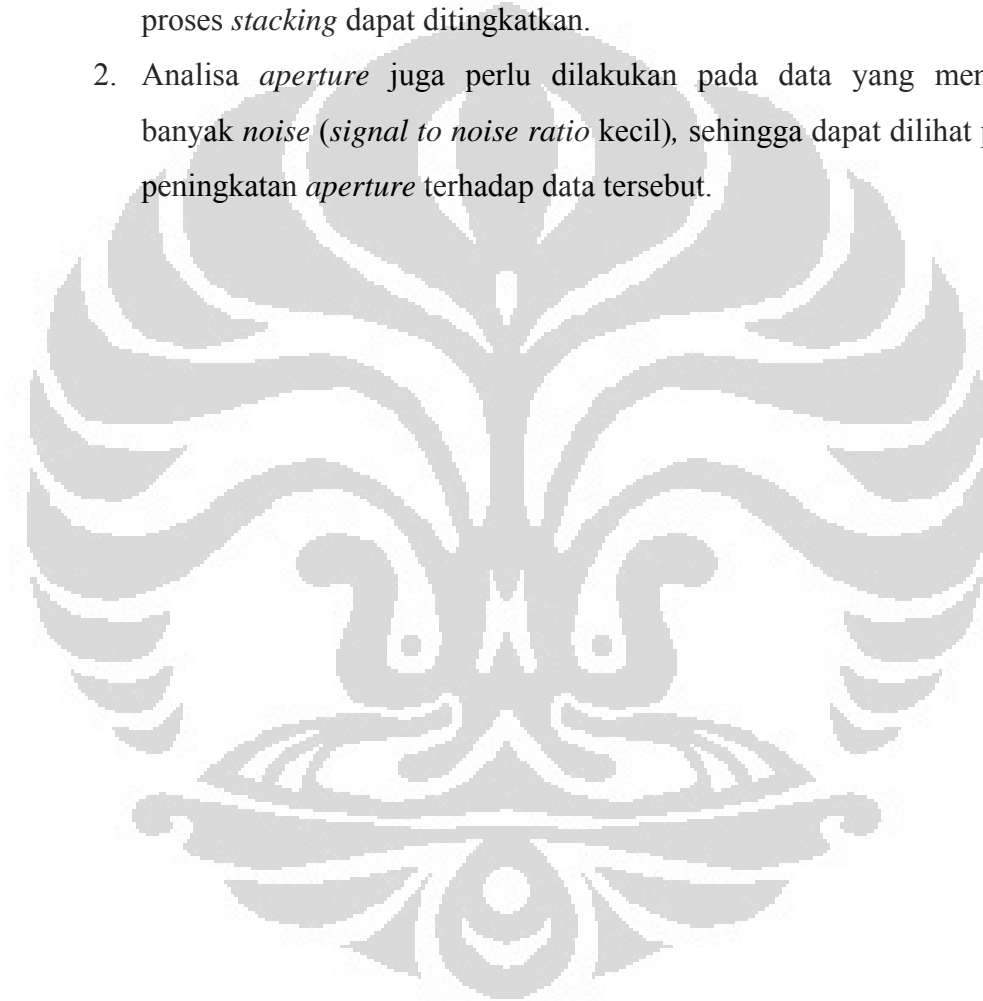
Berdasarkan hasil dan analisa *aperture* untuk data Marmousi, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemilihan *aperture* pada metode CRS didasarkan pada kedalaman zona target dan juga kelengkungan reflektor. Semakin dalam target yang ingin diselidiki, maka semakin besar *aperture* yang dibutuhkan. Semakin besar kelengkungan reflektor, *aperture* yang dibutuhkan juga semakin besar.
2. Zona Fresnel berfungsi sebagai *aperture stacking*. Besarnya zona Fresnel berhubungan dengan *range aperture* yang diinput.
3. *ZO aperture* membatasi zona Fresnel. Sehingga jika zona Fresnel lebih besar dari *ZO aperture*, maka *ZO aperture* digunakan sebagai batas maksimum *aperture* untuk proses *stacking*.
4. Zona Fresnel memiliki suatu batas maksimum. Sehingga *range aperture* besar tidak selalu menghasilkan *aperture stacking* yang besar pula. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.5, dimana *range aperture* 0-750, 0-1500 dan 0-2250 menghasilkan zona Fresnel yang sama.
5. Pada data Marmousi, *range aperture* 0-750 merupakan *range aperture* optimal. *Range aperture* ini mampu menghasilkan *aperture stacking* optimal dalam waktu singkat.
6. Metode CRS *stack* dapat meningkatkan *signal to noise ratio*, karena metode ini menggunakan lebih banyak data dibandingkan dengan metode *stacking* konvensional.
7. Metode CRS dapat memberikan gambaran yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional. Contohnya adalah struktur antiklin pada zona dalam yang terlihat pada migrasi pada metode CRS namun tidak terlihat pada hasil migrasi metode konvensional (Gambar 4.18).

5.2. Saran

Dari pengalaman yang didapat setelah melakukan proses pengolahan data untuk Tugas Akhir ini, ada beberapa yang dapat dijadikan pertimbangan dalam peningkatan hasil pengolahan data selanjutnya, yakni:

1. Diperlukan analisa pengaruh *offset* terhadap *aperture*, sehingga hasil dari proses *stacking* dapat ditingkatkan.
2. Analisa *aperture* juga perlu dilakukan pada data yang mengandung banyak *noise* (*signal to noise ratio* kecil), sehingga dapat dilihat pengaruh peningkatan *aperture* terhadap data tersebut.



DAFTAR ACUAN

- Jager, Rainer, 1999. *The Common Reflection Surface : Theory and Application*, Master Thesis, Geophysical Institute, University of Karlsruhe.
- Koglin, Igno, 2001. *Picking and Smoothing of Seismic Events and CRS attributes, Application for Inversion*, Geophysical Institute, University of Karlsruhe.
- Levin, F. K., 1971. *Apparent Velocity from Dipping Interface Reflections*, Geophysics, 36, 510 – 516
- Hertweck, T., Schleicher, J., Mann, J., 2007, *Data Stacking beyond CMP*, The Leading Edge, July, 818-827.
- Hubral, P., 1983. *Computing True Amplitude Reflections in a Laterally Inhomogeneous Earth*, Geophysics, 48, 1051 -1062
- Hubral, P., and Krey, T., 1980. *Interval Velocities from Seismic Reflection Time Measurement*, Society of Exploration Geophysics
- Mann, J., 2002. *Extensions and Applications of the Common-Reflection-Surface Stack Method*, Geophysical Institute, University of Karlsruhe
- Mann, J., Hubral, P., Hocht, G., and Jager, R., 1999. *Common Reflection Surface Stack Method – Seismic Imaging without Explicit Knowledge of The Velocity Model*, Der Andere Verlag Badlburg
- Mann, J., and Schleicher, J., Hertweck, T., 2007. *CRS – A Simplified Explanation*, EAGE 69th Conference and Technical Exhibiton
- Vieth, K.U, 2001. *Kinematic Wavefield Attribut in Seismic Imaging*, University of Karlsruhe
- Versteeg, Roelof, 1994. *The Marmousi experience : Velocity Model Determination on a Synthetic Complex Data Set*, The Leading Edge, 927-936
- Yilmaz, Oz, 1987. *Seismik Data Processing*, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.

<http://sepwww.stanford.edu/public/docs/sep87/Gif/velfig.gif>