

*Skripsi Geofisika*

**PERBANDINGAN PENCITRAAN PENGOLAHAN DATA  
SEISMİK METODA KONVENSIIONAL DENGAN  
METODA CRS (COMMON REFLECTION SURFACE)**



Oleh :

**AZWAR ARSYAD**  
**H 221 08 273**

**Program Studi Geofisika Jurusan Fisika**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**  
**Universitas Hasanuddin**  
**Makassar**  
**2013**

**PERBANDINGAN PENCITRAAN PENGOLAHAN DATA SEISMIK  
METODA KONVENSIONAL DENGAN METODA CRS (COMMON  
REFLECTION SURFACE)**

*Skripsi Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi  
Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Sains*

OLEH :  
**AZWAR ARSYAD**  
**H 221 08 273**

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2013**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERBANDINGAN PENCITRAAN PENGOLAHAN DATA SEISMIK  
METODA KONVENSIONAL DENGAN METODA CRS (COMMON  
REFLECTION SURFACE)**

Makassar, Mei 2013

**Disetujui oleh :**

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pertama**

**Drs. Lantu, M.Eng. Sc, DESS**  
NIP. 19540717 197301 1 003

**Sabrianto Aswad, S.Si, M.T**  
NIP. 19780524 200501 1 002

**Pembimbing Kedua**

**Syamsuddin, S.Si, M.T**  
NIP. 19740115 200212 1 001

## SARI BACAAN

Tujuan utama dari metoda seismik eksplorasi adalah meningkatkan rasio perbandingan sinyal terhadap kebisingan untuk mempermudah mengidentifikasi batas perlapisan batuan dan memberikan pencitraan model geologi yang semirip mungkin dengan keadaan sebenarnya. Oleh sebab itu, setiap tahapan prosesing memiliki peranan yang sangat penting. Salah satu tahapan tersebut adalah *stacking*. *Stacking* telah lama digunakan dalam pengolahan data seismik. Meskipun trend umum saat ini, pengolahan data mulai bergeser ke arah metode *pre-stack* pencitraan, *stacking* masih merupakan tahapan yang penting dalam pengolahan data seismik, karena penampang *stack* merupakan intrepertasi awal dari pencitraan bawah permukaan. Beberapa metode baru dikembangkan untuk memperbaiki metode *stacking* yang sudah dipakai selama ini, salah satunya adalah metoda *stacking Common Reflection Surface*. Dengan pengolahan data menggunakan metoda ini dapat dilihat model struktur geologi dan batas perlapisan batuan yang tampak jelas dibandingkan dengan pengolahan data seismik metode konvensional.

Kata kunci : *kebisingan, stacking, stack, pre-stack, pencitraan, common reflection surface, konvensional*

## **ABSTRACT**

The main purpose of seismic exploration method is to increase the signal-to-noise ratio for ease of identifying the boundaries of rock layering and provide imaging geological model as closely as possible to the real situation. Therefore, each stage of processing has a very important role. One of these stages is stacking. Stacking has long been used in seismic data processing. Although the general trend of the moment, the data processing methods began to shift toward pre-stack imaging, stacking is an important step in seismic data processing, because the cross section of the stack is the initial interpretation subsurface imaging. Some new methods are developed to improve the stacking method that has been used for this, one of which is the Common Reflection Surface stacking method. By processing the data using this method can be seen geological structure model and limit its apparent bedding rock compared to the conventional method of processing seismic data.

Key word : *noise, stacking, stack, pre-stack, imaging, common reflection surface, conventional*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala Puji Bagi Allah SWT, Tuhan Semesta Alam atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya di muka bumi ini. Salawat dan Taslim tak henti-hentinya kita panjatkan atas kehadiran Baginda Nabiullah Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan pembawa cahaya terang bagi kehidupan manusia.

Alhamdulillah, atas Berkat dan Rahmat Allah SWT kepada saya sehingga Skripsi geofisika dengan Judul “perbandingan pencitraan pengolahan data seismik metoda konvensional dengan metoda crs (common reflection surface) ” dapat diselesaikan. Saya sadar akan kekurangan dan kesalahan sebagai umat manusia dalam penyusunan Skripsi ini, sehingga segala bentuk kritik dan saran masih selalu saya harapkan.

Terima Kasih yang sebesar-besarnya saya hanturkan kepada :

- Allah SWT. Karena atas berkat dan rahmmatnya skripsi ini dapat selesai, dan juga junjungan kita nabiullah Muhammad SAW.
- Terima kasih kepada kedua orang tua saya Bapak Muh. Arsyad dan Hj.P. Mardiah yang tak henti – hentinya melantunkan doa untuk ananda tercintanya.\
- Special thaks’ for Apriani Amir Budu ( UPIL) yang tetap tabah mendampingi disaat susah maupun senang selama penyusunan skripsi ini.

- Bapak Drs. Lantu, M.Eng, Sc. DESS selaku pembimbing Utama, Bapak Sabriano Aswad S.Si, MT selaku pembimbing Pertama, dan bapak Syamsuddin S.Si, MT selaku pembimbing Kedua yang telah membantu dan meluangkan waktu untuk saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- Bapak Dr. Muhammad Hamzah, MT. ibu Makharani, S.Si, M.Si, ibu Nur Hasanah S.Si, M.Si selaku tim penguji Skripsi.
- Bapak Syamsuddin S.Si, MT selaku penasehat akademik atas saran-saran dan motivasinya selama saya kuliah.
- Bapak Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.Sc selaku Ketua Jurusan Fisika dan Dr. Paulus Lobo Gareso, M.Sc selaku sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Unhas dan serta seluruh Dosen Pengajar Jurusan Fisika FMIPA Unhas.
- Bapak dan ibu dosen jurusan fisika fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam yang telah membimbing dan memberikan kami pelajar yang tak ternilai harganya.
- Para Staf Administrasi Jurusan Fisika Pak Aji, K'Latif, K'Salma, Pak Syukur, Pak Mus, Pak Syahrir, dan para Staf Administrasi Fakultas MIPA Pak Iswan, Pak Anwar, Pak Sangkala, Pak Rahmat, serta Staf lainnya yang belum sempat saya sebutkan.
- Kanda – kanda alumni Kak ikus 98, Kak Imo 98, kak akmal 99, kak Nas 00, kak Jabal 00, kak echang dg sanggoe 01, kak culling 01, kak james kim 02, kak lubis 02, kak amul 02, dan beberapa lagi kanda – kanda yang tidak sempat saya sebutkan namanya.

- Buat kanda – kanda pengurus BEM priode 2006/2007( angkatan 2003) : kak upi (math), kak oi (fis), kak ahmad(fis),kak mail (fis) kak ivan (fis), kak Tardes(fis), kak cunni (fis), kak sapa(fis), kak iccang (fis), kak gufi (fis), kak ramlis (fis), kak zil (bio) kak Najar (bio) dan mohon maaf bagi kanda yang tidak tercantumkan namanya. “ saya tidak akan menjadi seperti ini tanpa bantuan dari kanda – kanda”.
- Buat kanda pengurus HIMAFI periode 2006/2007 (angkatan 2004) : kanda Tata (ketua Himpunan), kak Maknamal, kak Yudhie lesmana, kak Misbah, kak Roro, kak Tomi ansar, kak Davied, Kak hendra, Om, Kak Ariel, Kak Baiz, Kak Adjie, kak Ali imran, dan terspesial kanda Andika ( apa ji 28 /4 ). Dan kanda – kanda akhwat dan ikhwan yang belum sempat saya sebutkan namanya. Terimakasih telah menerima saya sebagai maba di periode itu.
- Buat kanda panitian Osilasai 06 ( angkatan 2005) : kanda Muh. Hasruddin, kak Tora, Kak Sadri, Kak Uching, kak Muh, kak vian, kanda Hendrawan Arsyad, kak ucap, kak Pluto, kak Akbar, kak Darman, kak Enos, kak Bili,, buat penghuni pondok kretek.
- Buat teman – teman maba sepengkaderan ( angkatan 2006): Rustam, Hasbi latief, Kamaruddin Musa, Soraya fadillah, Ristin, Fardiman, Teten, Riri, Ddolbek, Manja, Putri, Anas, Darmawan, Teguh, Zul (2A) Monox, Ismi, Selvi, Endang, Yanti,Greis, Milpa, Malik, Hamdal, Erwin, Hadri krebs, Bongganong, Ichal, Fadhiel, Asta, Amel, Akbar, Zul (2B), Ermin ansari, Asep, AMin, Ashadien, Naskar, Gun, Pai, Ardan, Arie, Andri, Halime, inang,



rena wahyuni, wardah, ani, niar, juned, dewi, dan beberapa lagi yang tidak sempat diucapkan.

- Kanda – kanda mipa 06: jendral ahmad dhani, gusti, dadang, abel, ucup, ujho, stendi tojeng, iwa, zul, dassir, dkk.
- Adik – adik 07 : Rian, Rusmin, Sahwan, Adhi, Imran, Ones, zul panjul, titian, hasna bone, dwitha, dkk
- Teman – teman kuliah 2008 : Gibezt, Irma, In, Tiur, waode, Nivi, Rina, Ira, Eka, Arina binti Arini, Jitik, Lidi, Chandra, yazid, papank, Zakie, Ammart, Arya dan Nyonya. Alam, Aryo, Budi, Wira, dll.
- Adik – adik 09 : fauzi, ipin, yudi, Eto, maknun, ani, Ayu, debi, dkk.
- Angkatan 10 “ SMILE” Ipank, Juritno, Bahar, Difar, Simon, Zulfitriah, Assad, Taufik L, Arlin, dil – dil, dana, jarwo, embak fit, embak yun, ibu UNI, MIskat Eltrit, Naje’ wahid, dkk banyak ko bela saya lupai.
- Special thak’s buat kanda – kanda di omega Khususnya kanda Naja, kanda Aco, Kanda Sawal, Kanda misbah. Dan adik – adik diksar 15, 16, 17, 18 semangat berlembaga jangan pernah kendor mari kita bawa OMEGA ke kanca internasional.

Tiada imbalan yang pantas penulis berikan kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini selain ucapan terima kasih yang tulus disertai doa semoga Allah SWT membalasnya dengan yang lebih baik.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis dengan senang hati untuk menerima segala kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis.

*Wassalamu Alaikum Wr. Wb.*

Makassar, Mei 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABLE</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Ruang Lingkup .....	2
I.3. Tujuan Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1. Metode Konvensional .....	4
II.1.1. <i>Common Mid Point (CMP) Stack</i> .....	4
II.1.2. <i>Stacking</i> .....	5
II.1.3. Koreksi NMO (Normal Move Out) .....	6
II.1.4. Analisa Kecepatan .....	9
II.2. Metode Common Reflection Surface .....	10

### **BAB III METODOLOGI**

III.1. Waktu dan Tempat .....	17
III.2. Data dan Perangkat Pengolahan Data .....	17
III.2.1. Data .....	17
III.2.2. Perangkat Pengolahan Data .....	17
III.3. Prosedur Penelitian .....	17
III.4. Bagan Alir Penelitian .....	19

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

IV.1. Hasil .....	20
VI.1.1 Penampang konvensional .....	21
VI.1.2 Penampang CRS .....	23
VI.2. Pembahasan .....	25
VI.2.1 Penampang konvensional .....	25
VI.2.2 Penampang CRS .....	28
VI.2.3 Perbandingan Penampang <i>Stack</i> Konvensional dan CRS .....	29

### **BAB V PENUTUP**

V.1. Kesimpulan .....	33
V.2. Saran .....	34

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Parameter Akusisi .....	20
-----------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi proses <i>stacking</i> .....	5
Gambar 2.2 Ilustrasi waktu tempuh dari gelombang seismik .....	6
Gambar 2.3 Geometri CMP <i>gather</i> di reflektor yang memiliki <i>dip</i> .....	7
Gambar 2.4 Ilustrasi akusisi data seismik 2D dengan menggunakan reflektor planar pada medium homogeny isotropic .....	11
Gambar 2.5 Kurva waktu tempuh untuk reflektor horizontal .....	11
Gambar 2.6 Detail yang menunjukkan daerah yang dianggap titik refleksi ..	12
Gambar 2.7 (a) Gelombang NIP yang dihasilkan pada titik sumber yang terletak pada titik R. Muka gelombang berwarna biru, radius kelengkungan berwarna hijau. (b) gelombang normal dihasilkan oleh ledakan reflektor, muka gelombang berwarna biru radius kelengkungan berwarna merah .....	14
Gambar 2.8 Eksperimen <i>eigenwave</i> .....	16
Gambar 3.1 Perbandingan metode konvensional dan CRS .....	19
Gambar 4.1 Pengolahan data metode konvensional .....	22
Gambar 4.2 Pengolahan data metode CRS .....	24
Gambar 4.3 Tampilan hasil Pre-Processing .....	26
Gambar 4.4 Beberapa tes aperture dekonvolusi .....	27
Gambar 4.5 Hasil Konvensional <i>stack</i> CDP 4621 – 5941 time 2000-2500...	32
Gambar 4.6 Hasil CRS <i>stack</i> CDP 4621 – 5941 time 2000-2500 .....	32

## **DAFTAR LAMPIRAN**

### **LAMPIRAN I**

Tampilan RAW data

Tampilan Konvensional *Stack*

Tampilan CRS *Stack*

Tampilan *Stacking Chart*

### **LAMPIRAN II**

Data Observer Report ( Geometri )

### **APPENDIKS**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### **I.1 Latar Belakang**

Salah satu metoda geofisika yang memiliki peranan penting dalam invetigasi sumber daya geoteknik adalah metoda seismik. Metoda ini memanfaatkan penjalaran gelombang elastis ke dalam lapisan bumi untuk mengetahui kondisi bawah permukaan bumi. Umumnya metoda seismik digunakan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan bumi, namun pada perkembangannya metoda seismik juga dapat diterapkan untuk menganalisis kandungan fluida dari suatu lapisan di bawah permukaan bumi.

Tujuan utama dari metoda seismik eksplorasi adalah menghasilkan citra bawah permukaan yang memiliki rasio perbandingan sinyal terhadap bising yang besar. Oleh sebab itu, setiap tahapan pengolahan data memiliki peranan yang sangat penting. Salah satu tahapan tersebut adalah *stacking*. *Stacking* telah lama digunakan dalam pengolahan data seismik. Meskipun umum saat ini, pengolahan data mulai bergeser ke arah metoda *pre-stack (time* maupun *depth)* pencitraan, *stacking* masih merupakan tahapan yang penting dalam pengolahan data seismik, karena penampang *stack* merupakan intepretasi awal dari pencitraan bawah permukaan. Beberapa metoda yang baru dikembangkan untuk memperbaiki metoda *stacking* yang sudah dipakai selama ini, salah satunya adalah metoda *stacking Common reflection surface (CRS)*. Metoda ini merupakan pengembangan dari metoda konvensional *Common Mid Point (CMP) stack gather* dengan menggunakan pendekatan yang berbeda, yaitu dengan menambahkan



beberapa parameter yang terkait dengan bentuk reflektor bawah permukaan dan mendapatkan kecepatan *stacking* yang paling tepat dapat dipakai pada proses *pre-stack* selanjutnya. (Anggraeni,P.D, 2008)

Pada pengolahan data seismik, data disusun kedalam satu CMP yang sama menjadi CMP *gather*. Pada bidang reflektor datar, titik refleksi untuk setiap pasangan *source-receiver* berada pada satu titik sehingga dapat disebut *Common Depth Point (CDP) gather*. Refleksi primer dalam penampang CMP *gather* akan tepat berada di sepanjang fungsi waktu tempuh hiperbola. Parameter yang berperan dalam penentuan kelengkungan hiperbola ini hanyalah kecepatan medium bawah permukaan. Namun, ketika medium tidak lagi berupa lapisan horizontal, bentuk dari kelengkungan hiperbola dipengaruhi lebih dari satu parameter. Sebagai contoh untuk *reflektor* yang berbentuk miring planar, ada dua parameter yang berpengaruh terhadap fungsi *traveltime* hiperbola: parameter pertama adalah parameter yang menentukan *local slope* dari fungsi kecepatan, parameter kedua adalah parameter yang berhubungan dengan kelengkungan hiperbola. Parameter pertama hanya tergantung pada *dip* atau kemiringan reflektor saja, parameter yang kedua merupakan parameter kombinasi antara pengaruh *dip* dan pengaruh kecepatan medium. (Taufiqurrahman. 2009).

## **I.2 Ruang Lingkup**

Penelitian ini dibatasi pada pengolahan, analisis dan interpretasi data seismik pantul di wilayah blok X dengan menggunakan metoda konvensional dan CRS, kemudian mengkorelasikan hubungan antara kedua metoda tersebut.

### **I.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menggunakan metoda konvensional dan CRS untuk menentukan batas perlapisan batuan
2. Menggunakan metoda konvensional dan CRS untuk menginvestigasi model geologi yang terdapat pada lokasi penelitian.
3. Memperlihatkan perbandingan visual antara metoda konvensional dan CRS.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Metoda akuisisi yang paling sering digunakan saat ini adalah metoda *multi-coverage data acquisition*. Akuisisi data seismik refleksi menggunakan metoda ini biasanya dilakukan secara berulang, sehingga satu titik refleksi bisa dipantuli oleh beberapa pasangan *source* dan *receiver*. Hasilnya akan mendapatkan beberapa *fold coverage* untuk satu titik CMP (*Common Mid Point*) dalam data 2D. Data *multicoverage* ini yang dimanfaatkan oleh metoda seismik untuk memberikan pencitraan, kemudian dikumpulkan menjadi kumpulan data dari *common cause* untuk dipetakan ke posisi sebenarnya, sehingga menjadi satu kumpulan data *Zero-offset* (simulasi ZO) yang lebih mudah untuk di-intepretasi (Anggareni,P.D.2009).

#### **II.1 Metoda Konvensional**

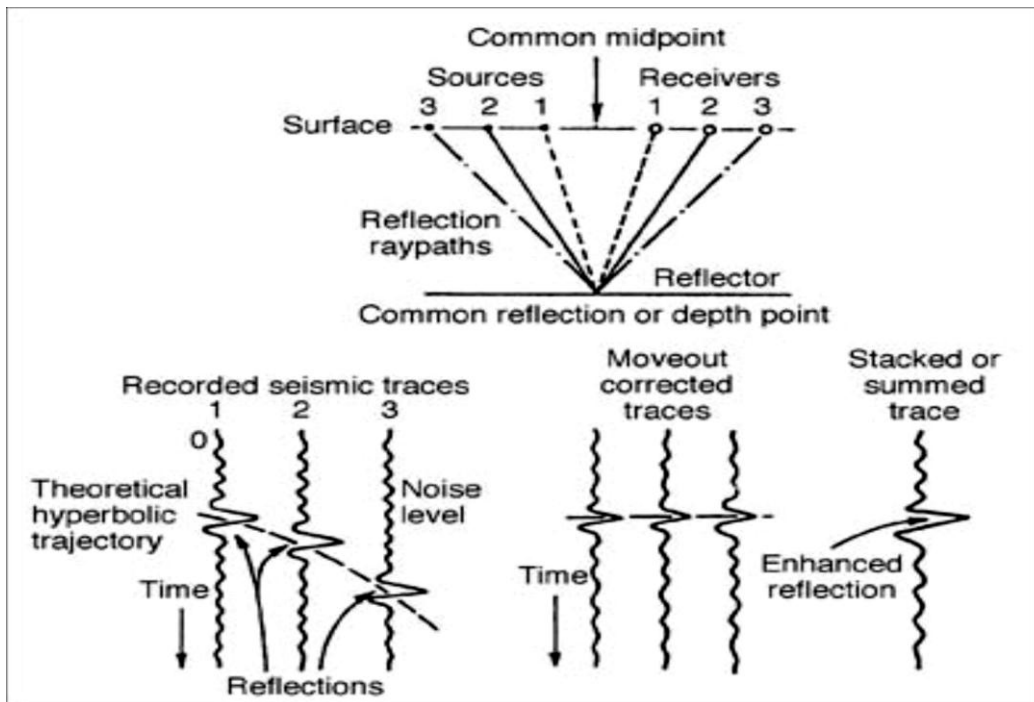
##### **II.1.1 *Common Mid Point ( CMP ) Stack***

Perulangan data seismik dipakai dalam pengolahan data, pertama kali pada tahun 1962 oleh Mayne dengan metoda *Common Reflection Point (CRP)* pada akuisisi dan pengolahan data. Rasio sinyal terhadap *noise* ditingkatkan dengan penjumlahan konstruktif dari event reflektor dan penjumlahan destruktif dari *noise* yang tidak koheren. Model kecepatan untuk *stacking* ini akan dengan mudah didapatkan dari data CMP *gather*.

Sebenarnya istilah CMP dan CRP berbeda, hanya pada kasus lapisan datar saja dua istilah ini memiliki kesamaan, namun ketika lapisan reflektor memiliki kemiringan, maka CMP dan CRP akan berbeda. (Taufiqurahamn, 2009)

## II. 1.2 *Stacking*

*Stacking* merupakan proses penjumlahan *trace* yang bertujuan untuk memperbesar perbandingan sinyal terhadap *noise*/bising. Pada proses ini sinyal koheren akan saling menguatkan dan bising yang *incoherent* akan saling menghilangkan (memperlemah). Selain itu proses *stacking* juga dapat menghilangkan bising yang bersifat acak (*random*). *Stacking* dapat dilakukan berdasarkan *common depth point* (CDP), *common offset*, *common source point*, maupun *common receiver point*.

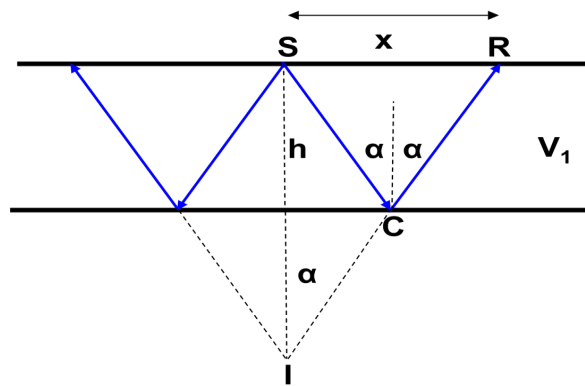


Gambar 2.1. Ilustrasi proses *stacking* (Sukmono S., 1999)

Proses peningkatan kualitas dari *trace* melalui *stacking* diperlihatkan pada Gambar 2.1. di atas. Hasil *stacking* diasumsikan sebagai *trace* seismik normal *incident*, yaitu *trace* yang dihasilkan oleh gabungan seismik dengan sudut datang gelombang  $0^0$  terhadap bidang normal dan dipantulkan sempurna sampai ke penerima. *Trace* ini juga disebut sebagai *zero-offset trace* (tidak ada *offset* antara sumber dan penerima) (Sukmono S., 1999).

### II.1.3. Koreksi NMO ( Normal Move Out )

Untuk kasus sederhana, medium dua lapis dengan kecepatan yang konstan, seperti dalam gambar 2.1. di atas, *raypath* SCR akan memiliki fungsi *traveltime* sebagai berikut (penurunan rumusnya dapat dilihat pada appendiks) :



Gambar 2.2 Ilustrasi waktu tempuh dari gelombang seismik

$$t^2(h) = t_0^2 + \frac{x^2}{v^2} \quad (2.2)$$

dimana :

$x$  = jarak antara *Source* dan *receiver*,

$v$  = kecepatan

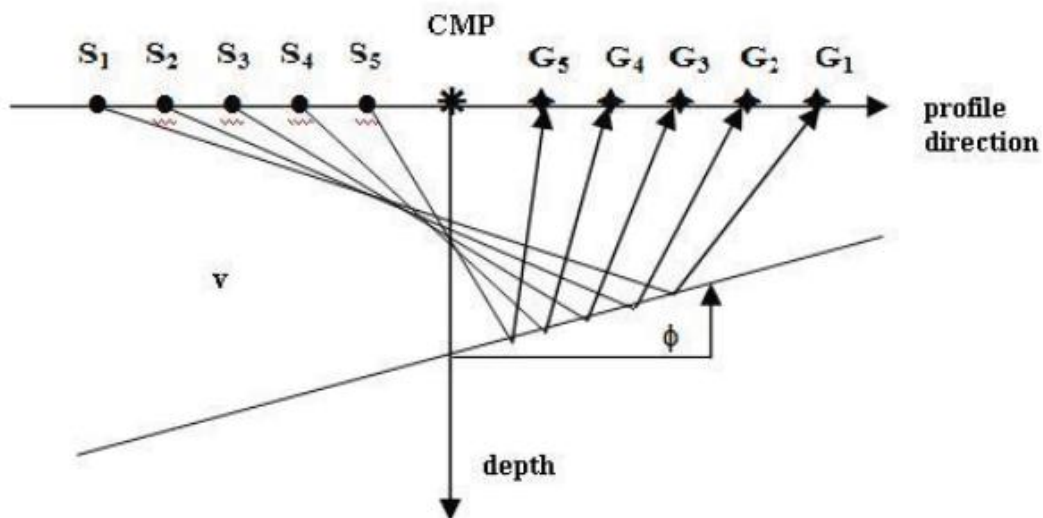
$t_0$  = waktu tempuh *zero-offset*.

$t(h)$  = waktu tempuh dengan fungsi *offset*.

Beda waktu tempuh antara  $t(h)$  dan  $t(0)$  dinamakan  $\Delta t_{NMO}$ , bisa disebut sebagai koreksi NMO. Dengan kata lain koreksi NMO adalah koreksi waktu tempuh karena pengaruh jarak. Pengaruh jarak itu dapat dihilangkan dengan menggunakan koreksi NMO, dengan melakukan penyederhanaan mengembalikan waktu tempuh  $t(h)$  menjadi waktu tempuh *zero-offset*, melalui koreksi persamaan berikut :

$$\Delta t_{NMO} = t_0 \left\{ \left[ 1 + \left( \frac{x}{vt_0} \right)^2 \right]^{1/2} - 1 \right\} \quad (2.3)$$

Persamaan 2.3 hanya sesuai untuk kasus sederhana medium dua lapis, untuk medium yang lebih kompleks, persamaan ini tidak lagi sesuai, namun persamaan (2.3) masih bisa digunakan untuk menurunkan persamaan waktu tempuh untuk medium yang lebih kompleks.



Gambar 2.3. Geometri CMP *gather* di reflektor yang memiliki kemiringan

Untuk model 2D yang terdiri dari satu reflektor yang memiliki kemiringan  $\phi$ , seperti pada gambar 2.2., Levin (1971), menurunkan fungsi waktu tempuh terhadap jarak untuk model di atas, melalui persamaan berikut :

$$t^2(h) = t_0^2 + \frac{x^2}{v_{NMO}^2} \quad (2.4)$$

dimana kecepatan NMO untuk kasus yang memiliki  $dip(\phi)$  diturunkan dari persamaan kecepatan berikut :

$$v_{NMO} = \frac{v}{\cos \phi} \quad (2.5)$$

Kecepatan NMO disini disebut sebagai kecepatan seluruhnya atau *Stacking Velocity*. Adanya sudut  $\phi$  menyebabkan kurva waktu tempuh menjadi lebih datar dari pada waktu tempuh untuk lapisan seismic. Oleh karena itu, kecepatan NMO akan selalu lebih besar dari pada kecepatan interval medium (lihat diappendiks). Inversi kecepatan yang didasarkan pada *moveout* ini akan menghasilkan kecepatan seluruhnya yang lebih tinggi dari pada kecepatan medium yang sebenarnya, sehingga untuk kasus seperti ini, koreksi NMO masih akan menyisakan *residual* (sisa) NMO. Pada kasus lapisan seismik dangkal, kecepatan NMO akan sama dengan kecepatan interval medium.

Pada tahun 1980, Hubral dan Krrey menurunkan formulasi waktu tempuh untuk model yang terdiri dari lapisan miring tidak beraturan dan model dengan lapisan yang melengkung. Persamaan (2.5), tergantung pada kekompleksan dari model bawah permukaan, makin kompleks model bawah permukaan, maka makin banyak

parameter yang harus dimasukkan dalam persamaan, seperti parameter *emergence angle*, kecepatan interval, dan kelengkungan dari reflektor. Secara umum penggunaan koreksi NMO dalam data CMP *gather* senantiasa membutuhkan penentuan kecepatan NMO.

#### II.1.4. Analisis Kecepatan

Analisis kecepatan merupakan satu proses yang berkaitan erat dengan koreksi NMO. Dengan melakukan analisis kecepatan, maka akan dihitung kecepatan *stacking*, dan dengan kecepatan *stacking* ini koreksi NMO dilakukan pada CMP *gather*. Analisis kecepatan sebenarnya dilakukan dengan analisis koherensi dari tes hiperbola yang dikorelasikan dengan data pengukuran. Biasanya dilakukan secara interaktif, dengan memilih pasangan *zero-offset* dan kecepatan NMO yang memiliki koherensi paling tinggi.

Ada beberapa jenis kecepatan pada metoda seismik yang berhubungan dengan waktu datang dan jarak tempuh, antara lain :

1. Kecepatan interval, yaitu kecepatan pada batas interval antara lapisan pantul atas dengan lapisan pantul bawah.

$$V_{int} = \frac{\Delta z}{\Delta t} \quad (2.6)$$

2. Kecepatan rata – rata, yaitu kecepatan interval sepanjang suatu *geology section* ketika puncak interval adalah datum referensi untuk pengukuran seismic

$$V_{rata-rata} = \frac{v_{int1}\Delta t_1 + v_{int2}\Delta t_2 + \dots + v_{intz}\Delta t_z}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_z} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{int i}\Delta t_i}{\sum_i^n \Delta t_i} \quad (2.7)$$



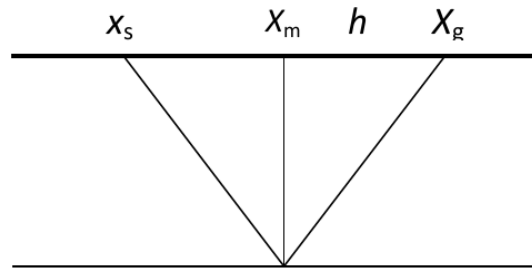
3. Kecepatan RMS (*Root Mean Square*), yaitu akar kuadrat rata – rata dari kecepatan interval. Dimana persamaannya

$$V_{rms} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n v_{int\ i} \Delta t_i}{\sum_i \Delta t_i} \right]^{1/2} \quad (2.8)$$

4. Kecepatan NMO (*Normal Move Out*), yaitu kecepatan yang diperlukan untuk melakukan proses NMO. ( persamaan 2.5)

## II. 2. Metoda Common Reflection Surface

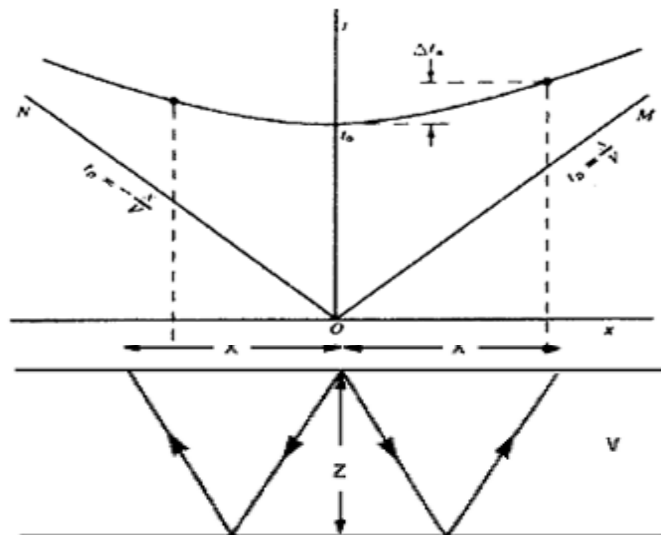
Pengolahan data seismik bertujuan untuk memberikan gambaran bawah permukaan dengan cara meningkatkan signal refleksi dan menghilangkan pengaruh *noise*. Kumpulan data seismik multicoverage didapatkan dengan cara memindahkan *Source* dan *receiver* disepanjang lintasan seismik. Setiap *shot point* terdiri dari *Common shot gather (CS)* yang memiliki koordinat ( $x_s$ ). Pada *CS gather*, setiap seismik *trace* digambarkan dengan koordinat receiver  $x_G$ . Semua *CSD gather* disusun dalam suatu multicoverage *dataset* yang terdiri dari  $x_1$ -  $x_G$  - t, dimana t adalah waktu tempuh. Sehingga pemrosesan data seismik biasanya dilakukan dalam koordinat *midpoint* ( $x_m$ ) dan setengah offset ( $h$ ).



Gambar 2.4 Ilustrasi akuisis data seismik 2D dengan menggunakan reflektor planar pada medium homogen isotropik

Ketika data seismik diperoleh dari reflektor horizontal pada lapisan homogen, maka refleksinya tersusun sebagai fungsi waktu tempuh berupa persamaan hiperbola yang tergantung pada fungsi kecepatan. Misalkan model geologi yang sederhana dengan lapisan horisontal. Sumber diletakkan di tengah dan penerima diletakkan sejauh  $x$  dari sumber, maka akan didapat kurva waktu tempuh (traveltime) berupa hiperbola(

Gambar 2.1)



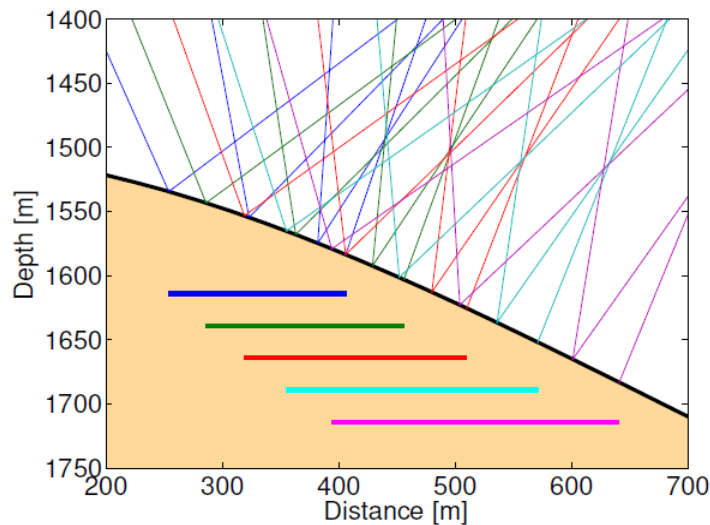
Gambar 2.5. Kurva waktu tempuh untuk reflektor horizontal

Menurut Sherrif and Geldart (1995), persamaan waktu tempuh dapat dituliskan sebagai berikut,

$$t^2 = \frac{x^2}{v^2} + \frac{4z^2}{v^2} \quad (2.9)$$

Jika data seismik diurut ke dalam *common midpoint (CMP) gather*, persamaan waktu tempuh dapat direpresentasikan sesuai persamaan 2.6.

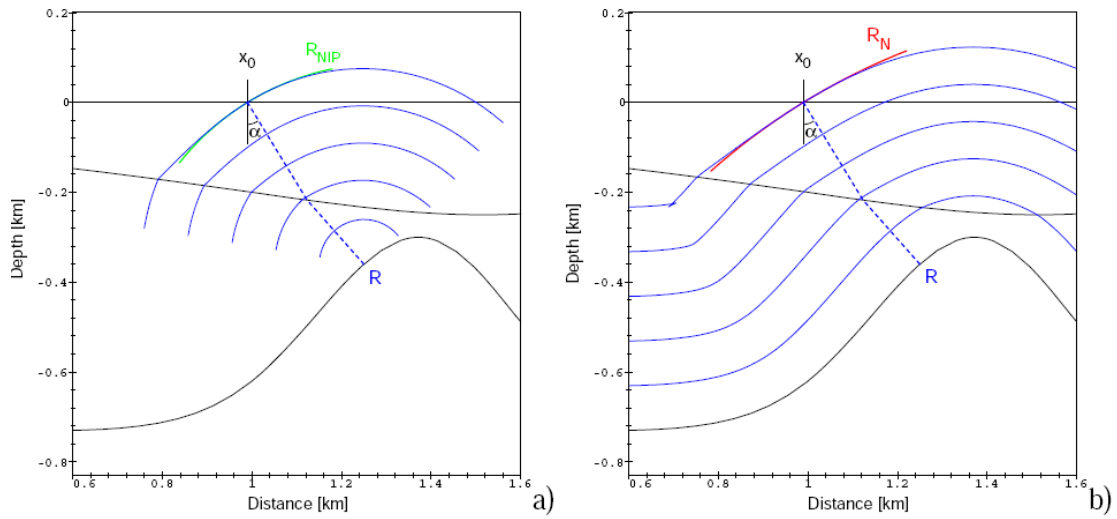
Persamaan 2.6 sebagai persamaan waktu tempuh gelombang tepat digunakan jika *trace* yang didapatkan memiliki titik refleksi yang sama. Karena pada kondisi inilah koreksi NMO baru bisa diterapkan setelah dilakukan penjumlahan data seismik. Namun jika titik reflektornya memiliki kemiringan, maka dibutuhkan koreksi DMO, dan jika reflektornya berbentuk kurva parabolik, maka CMP tidak lagi memiliki satu titik refleksi yang sama (Gambar 2.6) tapi berupa sebuah segmen atau permukaan (dalam analisis 3D), sehingga persamaan 3 tidak lagi dapat diterapkan.



Gambar 2.6. Detail yang menunjukkan daerah yang dianggap titik refleksi

Untuk kasus seperti Gambar 2.6. informasi dari refleksi yang sama pada CMP gather yang berdekatan digunakan untuk meningkatkan hasil dari CMP *stack*. Ketika digunakan prosedur CRS dalam melakukan *stacking*, informasi di CMP *gather* dimasukkan dalam proses *stacking*. Dengan konsep CRS maka kita mendapatkan titik- titik yang merupakan proyeksi titik refleksi di permukaan atau bisa disebut juga dengan *Common Reflection Point* (CRP). Untuk mendapatkan *stack* yang lebih mendekati kondisi bawah permukaan yang sebenarnya. Seharusnya *stacking* yang dilakukan berdasarkan *surface* atau permukaan dari reflektor. Teknik ini dikenal dengan *Common Reflection Surface* (CRS).

CRS bertujuan untuk menentukan operator *stacking* tanpa perlu menggunakan model kecepatan. Melalui dua eksperimen dengan sumber yang diletakkan pada daerah CRS, didapat dua jenis muka gelombang yang dinamakan *eigenwave*. *Eigenwave* pertama di sebabkan oleh titik R yang menghasilkan gelombang *normal incidence point* (NIP) (Gambar 2.7a). *eigenwave* kedua disebabkan oleh ledakan reflektor yang menghasilkan gelombang normal (N) (Gambar 2.7b). kedua muka gelombang diibaratkan sebagai lingkaran dengan radius kelengkungan  $R_{NIP}$  dan  $R_N$ .



Gambar 2.7. (a) gelombang NIP dihasilkan pada titik sumber yang terletak pada titik R. Muka gelombang berwarna biru, radius kelengkungan berwarna hijau. (b) gelombang normal dihasilkan oleh ledakan reflektor, muka gelombang berwarna biru, radius kelengkungan berwarna merah.

Untuk akusisi geometri yang tidak teratur, dibutuhkan representasi eksplisit dari operator *stacking*. Ekspansi deret Taylor orde dua, yang bisa diturunkan pada teori sinar paraxial, menyatakan

$$t^2(x_m, h) = \left[ t_0 + \frac{2(x-x_m) \sin \alpha}{v_0} \right]^2 + \frac{2t_0 \cos^2 \alpha}{v_0} \left[ \frac{(x_m - x)^2}{R_N} + \frac{h^2}{R_{NIP}} \right] \quad (3.0)$$

Pertengahan jarak antara sumber dan penerima dilambangkan dengan  $h$ , dimana  $x_m$  melambangkan titik tengah antara sumber dan penerima. Model parameter yang dibutuhkan adalah kecepatan dekat permukaan ( $v_0$ ).

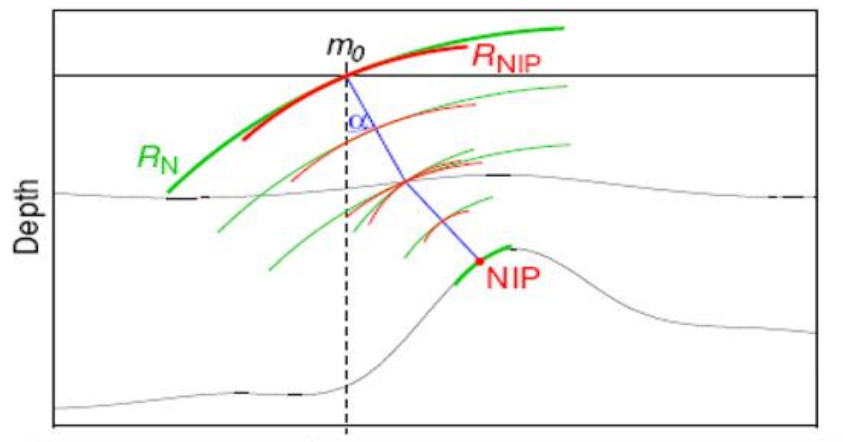
Persamaan (3.1) Hubral (1983) merupakan persamaan waktu tempuh untuk metoda CRS. Pada persamaan tersebut terlihat tiga parameter yang mempengaruhi CRS *stack*, yaitu :

- sudut antara sinar dan garis normal ( $\alpha$ )
- radius kelengkungan gelombang Normal Incidence Point ( $R_{NIP}$ ).
- radius kelengkungan gelombang Normal ( $R_N$ ).

Ketika 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 teoritik (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 ( $\alpha$ ) dihitung antara sinar normal dengan permukaan pada  $x_o$ . Sedangkan kelengkungan lokal dari muka gelombang  $x_o$  merupakan atribut radius kelengkungan gelombang NIP ( $R_{NIP}$ ). Disebut kelengkungan lokal karena secara umum muka gelombang tidak berbentuk lingkaran ketika berbenturan dengan permukaan pada saat terjadi refraksi.



Gambar 2.8. Eksperimen *eigenwave*

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 ( $\alpha$ ) dihitung kembali antara permukaan dan sinar normal titik  $x_0$ . Radius kelengkungan gelombang normal pada  $x_0$  merupakan radius kelengkungan muka gelombang normal ( $R_N$ ). Sudut kritis ( $\alpha$ ) bersifat identik untuk kedua eksperimen. Sehingga hanya tiga atribut CRS yang perlu ditentukan pada kasus dua dimensi.