

**PENGGUNAAN METODE SURFACE RELATED MULTIPLE
ELIMINATION 2D UNTUK MEREDUKSI MULTIPLE PADA
DATA 2D LAUT**

SKRIPSI

Oleh:

DHEWI VIOLETTA SYISWATI

0910930005-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**Penggunaan Metode Surface Related Multiple Elimination 2D
Untuk Mereduksi Multiple Pada Data 2D Laut**

SKRIPSI

Oleh:

DHEWI VIOLETTA SYISWATI

0910930005-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Penggunaan Metode Surface Related Multiple Elimination Untuk
Mereduksi Multiple Pada Data 2D Laut Dalam

Oleh:

DHEWI VIOLETTA SYISWATI
0910930005-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal _____
dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I

Drs. A. M. Juwono, M.Sc.
NIP. 196004211988021001

Pembimbing II

Ahmad Zazeli Fuadi, M.T
NK. 747831

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas
Brawijaya

Drs. Adi Susilo, M.Si., Ph.D
NIP. 196312271991031002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dhewi Violetta Syiswati
NIM : 0910930005
Jurusan : Fisika
Penulis skripsi berjudul:

Penggunaan Metode Surface Related Multiple Elimination Untuk
Mereduksi Multiple Pada Data 2D Laut

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tertulis dalam isi dan tercantum dalam Daftar Pustaka TA ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi TA saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 21 April 2014

Yang Menyatakan

(Dhewi Violetta Syiswati)

NIM. 0910930005

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRACT

In petroleum exploration seismic reflection method is often used to get a description of the earth's subsurface. Reflection seismic data obtained from the primary waves generated from a seismic source that is reflected off the reflector is then received by a receiver on the earth's surface. Results of data records often contain noises that disturbing the quality of the data. One of the noises that appears in the data especially the sea data is what referred as multiple. Multiple occurs because of the large difference impedance between one a layer with another layer, so that the waves trapped and reflected more than once within the layer. In order to improve the quality of data a special methods to eliminate the multiple is needed.

One of demultiple methods is the 2D Surface Related Multiple Elimination (SRME). The basic principle of the method of surface related multiple elimination is conducted through three stages, which are the reconstruction of missing near offsets that serve to eliminate the non- physical noise and reconstruct the data at zero offset, the multiple predictions which are constructed with wavelet inversion, and the subtraction of multiple from initial data using least square filter. All the steps were executed by using driven data without requiring additional data.

The 2D Surface Related Multiple Elimination method is good effect to reduce and eliminate multiple, and increase the quality of data for the 2D seismic sea data properly by using appropriate steps and predictions of the multiple.

Keywords: Multiple, 2D SRME, Data Driven

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRAK

Pada eksplorasi minyak Bumi sering kali digunakan metode seismik refleksi untuk mendapatkan gambaran lapisan bawah permukaan Bumi. Data seismik diperoleh dari pantulan gelombang primer yang dihasilkan dari sebuah sumber seismik yang terpantul pada reflektor kemudian diterima oleh perekam di permukaan Bumi. Hasil rekaman data sering kali mengandung *noise* yang mengganggu kualitas data. Salah satu *noise* yang muncul pada data khususnya data laut adalah multipel. Multipel terjadi karena adanya perbedaan impedansi yang besar antara satu lapisan dengan lapisan yang lainnya sehingga gelombang terperangkap dan terpantul lebih dari satu kali di dalam lapisan tersebut. Untuk meningkatkan kualitas data yang dimiliki dibutuhkan metode khusus untuk menghilangkan multipel tersebut.

Salah satu metode *demultiple* adalah *Surface Related Multiple Elimination 2D (SRME)*. Prinsip dasar metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* dilakukan melalui tiga tahapan yaitu rekonstruksi *missing near offset* yang berfungsi untuk menghilangkan *noise* non fisik dan merekonstruksi data pada *zero offset*, prediksi multipel yang dilakukan dengan inversi *wavelet*, dan substraksi multipel dari data awal menggunakan filter least square. Semua langkah dilakukan dengan menggunakan data *driven* tanpa memerlukan data tambahan lainnya.

Metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* berpengaruh baik untuk mereduksi dan menghilangkan multipel serta meningkatkan kualitas data pada data seismik 2D laut dengan menggunakan langkah dan prediksi multipel yang tepat.

Kata kunci: Multipel, 2D SRME, Data Driven

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, berkah, karunia dan hidayahnya sehingga penulis diberi kelancaran dan kemudahan untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulis Menyadari bahwa selesainya penulisan laporan ini banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah bersedia membantu terselesaikannya laporan tugas akhir ini, khususnya:

1. Orang paling istimewa, alasan saya tetap belajar, alasan saya tetap berbuat baik, alasan saya untuk tetap bersemangat dan alasan untuk segala hidup saya (Mama Srimiwati dan Bapak Mursidi) atas segala sesuatu yang tak dapat terwakili oleh semua rangkaian kata.
2. Bapak Alamsyah Mohammad Juwono selaku pembimbing I saya yang telah meluangkan waktunya membimbing dengan baik, pengertian dan sabar.
3. Bapak Adi Susilo, Ph.D selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
4. Ahmad Zazeli Fuadi selaku pembimbing II yang telah memberikan segala bimbingannya dengan ramah dan sabar.
5. Kedua Saudara penulis (Mbak Frischa dan Dek Dhio) serta seluruh saudara-saudara lainnya atas segala dorongan semangat dan perhatiannya.
6. Dosen-Dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang luar biasa walaupun saya sering tidak nyambung.
7. Seluruh kakak-kakak lantai 11 yang telah berbaik hati.
8. Seluruh Staf Universitas Brawijaya yang telah membantu saya dalam segala urusan perkuliahan.
9. Seluruh keluarga besar Fisika UB, khususnya angkatan 2009, yang telah menemani penulis sehingga

- penulis mampu beradaptasi dan bertahan dengan baik menikmati hari-hari yang menyenangkan bersama-sama serta membuat penulis kerasan dengan kenyamanan yang diberikan layaknya keluarga.
10. Fu yang telah menjadi orang pertama di Malang yang mau berkenalan dan berteman dengan penulis.
 11. Cemot, Intan, Dyah, Umi, Ninda yang sempat menjadi partner sekamar dan mengisi hidup penulis dengan penuh warna.
 12. Teman sekosan lainnya Mbak Ita, Binti, Nurul yang sering kali direpoti penulis saat di manapun berada.
 13. Dahlia, Indry, Vidho, Rio, Hilman, Arif, Mbak Wiwik, Wela, Tika Robi, Delfi yang sering berjalan-jalan (refreshing) bersama.
 14. Seluruh kakak tingkat (khususnya Mbak Saras, Mas Panji) dan Adik Tingkat.
 15. Semua orang yang belum tersebut dan tak mungkin disebutkan semuanya yang telah melancarkan segala urusan dalam pembuatan laporan ini.

Semoga Allah membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah bersedia membantu dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Aamiin.

Malang, 07 Maret 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTACK	vii
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan penelitian.....	3
1.5 Manfaat penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Metode Seismik.....	5
2.2 Konfigurasi Data Seismik.....	6
2.3 Multipel	9
2.4 Penghilangan Multiple.....	12

2.5	<i>Surface-Related Multiple Elimination (SRME)</i>	13
2.5.1	Rekonstruksi <i>Missing Near-Offset Data</i>	13
2.5.2	Prediksi Multipel	16
2.5.3	Substraksi Adaptif	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2	Data Penelitian	21
3.3	Perangkat Penelitian	21
3.4	Tahapan Penelitian	21
3.4.1	Input Data	22
3.4.2	<i>Start Time Call</i>	23
3.4.3	Rekonstruksi <i>Zero Offset</i>	23
3.4.4	Prediksi Multipel	24
3.4.5	Substraksi Adaptif	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Analisis <i>Start Time Call</i>	25
4.2	Analisis Rekonstruksi <i>Zero-Offset</i>	26
4.3	Analisis Prediksi Multiple	29
4.4	Analisis Substraksi Adaptif	30
4.5	Analisa Hasil	33
BAB V PENUTUP		39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
Daftar Pustaka		41

Lampiran 43
DAFTAR ISTILAH 47

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Refleksi dan transmisi gelombang P	5
Gambar 2. 2 Skema akuisisi data seismik 2D laut	6
Gambar 2. 3. Geometri dari <i>Common Mid Point (CMP)</i>	7
Gambar 2. 4 Geometri dari <i>Common Shot Gather</i>	8
Gambar 2. 5 Geometri dari <i>Common Receiver Gather</i>	8
Gambar 2. 6 Geometri dari <i>Common Offset Gather</i>	9
Gambar 2. 8 Variasi <i>event</i> seismik	11
Gambar 2. 7 Perbedaan moveout gelombang primer dan multipel ..	11
Gambar 2. 9 Gambar pengambilan data seismik laut	14
Gambar 2. 10 Gelombang primer dengan rekonstruksi near-offset .	15
Gambar 2. 11 Recontruksi data	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3. 2 Input Data <i>Shot Point Gather</i>	23
Gambar 4. 1 <i>Gather</i> pada Tahapan <i>Start Time Call</i>	26
Gambar 4. 2 <i>Gather</i> sebelum dilakukan Rekonstruksi <i>Zero Offset</i> ...	28
Gambar 4. 3 <i>Gather</i> setelah Rekonstruksi <i>Zero Offset</i>	29
Gambar 4. 4 <i>Gather Common Receiver Model</i> Multipel	30
Gambar 4. 5 <i>Gather</i> sebelum dilakukan Substraksi Adaptif	31
Gambar 4. 6 <i>Gather</i> setelah dilakukan Substraksi Adaptif	32
Gambar 4. 7 Residu Sebelum dan Sesudah Substraksi Adaptif.	33
Gambar 4. 8 <i>Stack</i> Sebelum penerapan Metode SRME	35
Gambar 4. 9 <i>Stack</i> setelah penerapan Metode SRME	36
Gambar 4. 10 Zoom in daerah yang diberi tanda merah pada a). gambar 4.8 dan b). Gambar 4.9.	37

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Informasi Input Data Seismik 1	43
Lampiran 2 Informasi data seismik 2	44
Lampiran 3 Gather Hasil Geometri Nominal Layout	45
Lampiran 4 Gather pemilihan trace.	45
Lampiran 6 Trace pada Rekonstruksi Zero Offset	46



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi, kebutuhan bahan bakar minyak Bumi semakin bertambah. Demi memenuhi kebutuhan bahan bakar tersebut, berbagai macam cara dilakukan untuk mendapatkan cadangan minyak Bumi yang mencukupi. Minyak Bumi merupakan gabungan molekul hidrokarbon dan molekul organik yang mengandung sulfur, oksigen, nitrogen, dan sebagian metal yang terendapkan dan terpanasi pada suhu yang tinggi yang terbentuk pada batuan induk yang berupa serpih (Sedimen). Hidrokarbon yang telah terbentuk berpindah dan terakumulasi pada batuan *reservoir* yang berpori dan dibatasi dengan lapisan *permeable* (*trap*) sehingga hidrokarbon dapat terperangkap pada satu tempat dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi untuk dilakukan pengeboran (Gluyas dan Swarbrick, 2004).

Pada eksplorasi minyak Bumi terdapat beberapa macam metode yang diterapkan untuk mengetahui keberadaan hidrokarbon di dalam lapisan Bumi. Metode tersebut antara lain eksplorasi seismik, resistiviti, graviti, dan magnetik. Metode yang paling umum digunakan dalam mengidentifikasi keberadaan hidrokarbon di dalam lapisan Bumi adalah metode seismik refleksi. Metode seismik dapat digunakan untuk mendapatkan gambaran lapisan bawah permukaan Bumi yang dapat digunakan baik di darat maupun di laut. Metode seismik refleksi ini memanfaatkan gelombang seismik dari sumber ledakan yang merambat ke dalam Bumi dan memantul pada reflektor (bidang batas lapisan Bumi) dan direkam oleh penerima (perekam) di permukaan. Tahapan utama pada metode seismik adalah akuisisi data, pengolahan data, dan interpretasi data seismik.

Proses akuisisi data seismik merupakan perekaman data lapangan yang berupa waktu kedatangan gelombang pantul seismik. Data seismik yang dibutuhkan merupakan rekaman gelombang primer yang terpantul sekali pada lapisan batas permukaan Bumi

sehingga gelombang primer ini dapat memberikan informasi kecepatan gelombang yang telah melalui lapisan Bumi, dan gambaran struktur bawah permukaan. Pada prakteknya, gelombang yang terekam tidak hanya gelombang primer saja melainkan ada gelombang lain yang disebut *noise* yang tidak dibutuhkan ikut terekam. Oleh sebab itu, data yang didapat kemudian diolah, sehingga didapatkan penampang seismik yang mempunyai kualitas data yang baik. Kualitas data yang baik didapatkan dari data yang bebas dari *noise*. Langkah yang terakhir adalah interpretasi data yang bertujuan untuk menginterpretasikan gambaran seismik yang didapatkan sehingga hidrokarbon yang terkandung di dalam lapisan Bumi dapat teridentifikasi.

Ada berbagai macam *noise* yang dapat mengganggu hasil perekaman data seismik, antara lain, yaitu *gosh*, *direct wave*, *random noise*, multipel dll. Multipel merupakan salah satu *noise* yang sangat mengganggu data seismik karena bersifat periodik dan menyerupai gelombang primer. Untuk itu, diperlukan metode yang dapat menghilangkan *noise*, khususnya multipel. Multipel terjadi karena adanya perbedaan impedansi yang terlalu besar antara satu lapisan dengan lapisan yang lainnya sehingga gelombang terperangkap dan terpantul lebih dari satu kali di dalam lapisan tersebut. Multipel dapat muncul pada data seismik, baik yang diakuisi di darat maupun di laut, namun lebih sering dijumpai pada data seismik laut dikarenakan perbedaan impedansi yang besar antara udara dan air. Multipel terbagi dalam beberapa macam kelompok, sesuai dengan karakteristiknya masing-masing. Proses penghilangan multipel ini biasa disebut dengan demultipel.

Salah satu metode demultipel adalah *Surface Related Multiple Elimination* (SRME) 2D. Keuntungan menggunakan metode SRME ini, salah satunya, adalah karena termasuk ke dalam metode data driven di mana prediksi multipel dilakukan dengan menggunakan data asli hasil rekaman lapangan saja, dan tidak membutuhkan tambahan data lainnya seperti *picking* atau data dari analisis *velocity* (kecepatan), dengan SRME langkah pengolahan data seismik dapat dipersingkat (Kumari dan Ray. 2006). SRME

merupakan metode demultipel yang sedang berkembang dan tergolong sebagai metode yang masih baru. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* untuk menghilangkan multipel pada data 2D laut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dikaji pada penelitian ini adalah:

1. Penurunan kualitas data seismik karena kehadiran multipel.
2. Bagaimana proses metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* dapat mereduksi dan menghilangkan multipel pada data seismik 2D?
3. Bagaimana pengaruh metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* digunakan untuk mereduksi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dikaji dalam penelitian ini meliputi:

1. Data yang digunakan merupakan data seismik 2D laut.
2. *Software* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Omega seismic processing* yang digunakan dalam *Red Hat Enterprise Linux Operating System*.
3. Pereduksian dan penghilangan multipel dilakukan dengan menggunakan *Metode Surface Related Multiple Elimination 2D*.
4. Pengolahan dilakukan hanya untuk menghilangkan multipel, tanpa mempersoalkan *noise* yang lainnya.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mereduksi dan menghilangkan multipel yang terkandung di dalam data seismik 2D laut sehingga meningkatkan kualitas data.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* pada pengolahan data seismik 2D laut.

1.5 Manfaat penelitian

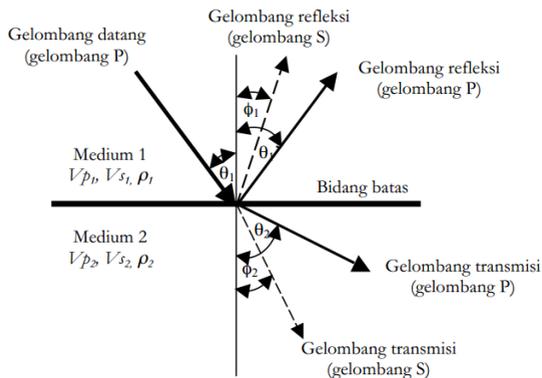
Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh metode *Surface Related Multiple Elimination* (SRME) 2D ini digunakan untuk mereduksi atau menghilangkan multipel yang terkandung di dalam sebuah data seismik 2D laut, dan untuk meningkatkan kualitas data.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Seismik

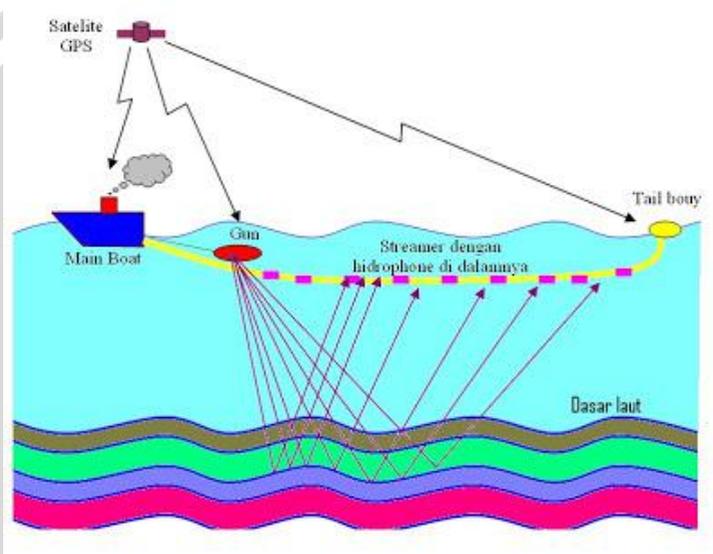
Seismik refleksi adalah metode yang dilakukan berdasarkan analisa refleksi gelombang seismik dari lapisan-lapisan batuan bawah permukaan. Refleksi gelombang direkam di permukaan berupa respon amplitudo dan waktu kedatangan dari masing-masing reflektor. Penjalaran gelombang seismik ini mengikuti hukum Snellius yang ditunjukkan seperti Gambar 2.1 di mana gelombang datang dipantulkan dan ditransmisikan jika melewati reflektor. Hukum Snellius ini menyatakan bahwa sudut pantul dan sudut bias merupakan fungsi dari sudut datang dan kecepatan gelombang. Jika gelombang P datang mengenai permukaan bidang batas antara dua medium berbeda, maka akan menimbulkan gelombang refleksi dan refraksi. Sebagian energi akan dipantulkan sebagai gelombang P dan gelombang S, dan sebagian lagi akan ditransmisikan sebagai gelombang P dan gelombang S (Sukmono, 2000).



Gambar 2. 1 Refleksi dan transmisi gelombang P untuk sudut datang tidak sama dengan nol (Yilmaz, 2001).

Gambar 2.2 merupakan skema pengambilan data seismik di laut yang dilakukan untuk memetakan struktur geologi di bawah laut.

Peralatan yang digunakan adalah: *streamer*, *air gun*, perlengkapan navigasi dll (Abdullah 2007). Pengambilan data seismik 2D laut diasumsikan bahwa *streamer* lurus dibelakang kapal. *Streamer* merupakan kabel atau tempat yang menghubungkan rangkaian perekam. Kapal yang membawa perekam harus diarahkan keposisi sedekat mungkin dengan posisi pengambilan data yang sudah di plot kan (Sheriff dan Geldart, 1995).



Gambar 2. 2 Skema akuisisi data seismik 2D laut (Abdullah, 2007).

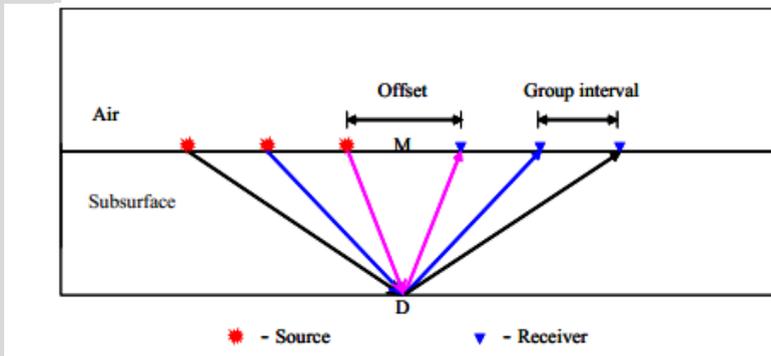
2.2 Konfigurasi Data Seismik

Data seismik merupakan hasil dari pantulan gelombang seismik yang terpantul pada lapisan Bumi yang kemudian diterima perekam di permukaan. Pantulan gelombang tersebut disebut sebagai *trace* seismik. Kumpulan dari *trace* seismik membentuk sebuah *gather*. Menurut Abdullah (2007), data seismik yang diperoleh dari lapangan menggunakan konfigurasi *common shot point* yang berarti menggunakan satu sumber seismik yang diterima beberapa perekam. Pada pengolahan data seismik *gather* dapat dibentuk menjadi

berbagai macam konfigurasi data hasil pasangan sumber seismik dan perekam yang berbeda. Beberapa kumpulan data dari konfigurasi sumber seismik dan perekam adalah sebagai berikut:

a. *Common mid-point (CMP) gather*

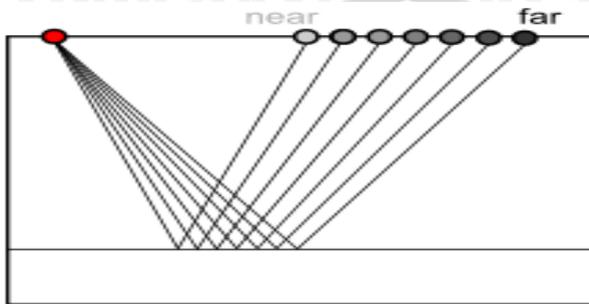
Common mid Point (CMP) gather didefinisikan sebagai kelompok data dari beberapa *trace* yang mempunyai posisi titik tengah yang sama. Contoh gambar *CMP gather* ditunjukkan pada Gambar 2.3, di mana tiga pasang titik sumber seismik dan perekam memiliki titik tengah yang sama, yaitu di titik M pada permukaan. Sedangkan titik D adalah titik tengah pada reflektor, yang disebut sebagai *mid depth point* (Cao, 2006). Pada lapisan reflektor yang datar *Common Mid Point (CMP)* sering disebut juga sebagai *Common Dip Point (CDP)*, karena sama sama merupakan kumpulan *trace* pada satu titik yang sama di bawah permukaan Bumi (Abdullah, 2007).



Gambar 2. 3. Geometri dari *Common Mid Point (CMP)* (Cao, 2006).

b. *Common Shot Gather*

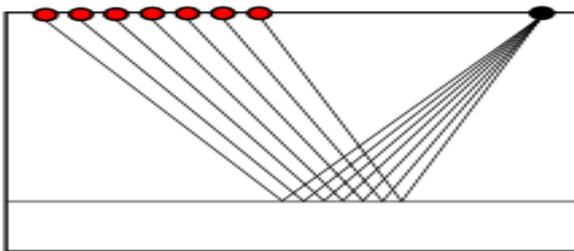
Common Shot Gather didefinisikan sebagai kelompok *trace* yang diperoleh dari satu sumber seismik dengan beberapa perekam (Bianco, 2011).



Gambar 2. 4 Geometri dari *Common Shot Gather* (Bianco, 2011).

c. *Common Receiver Gather*

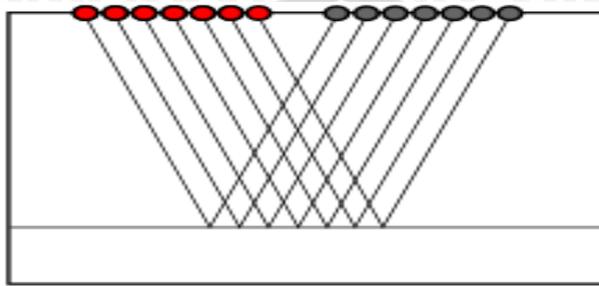
Common Receiver Gather didefinisikan sebagai kelompok *trace* yang diperoleh dari beberapa sumber seismik dengan satu perekam (Bianco, 2011).



Gambar 2. 5 Geometri dari *Common Receiver Gather* (Bianco, 2011).

d. *Common Offset Gather*

Common Offset Gather didefinisikan sebagai kelompok *trace* yang diperoleh dari beberapa titik penembakan dan beberapa perekam yang mempunyai *offset* yang sama (Bianco, 2011).



Gambar 2. 6 Geometri dari *Common Offset Gather* (Bianco, 2011).

2.3 Multipel

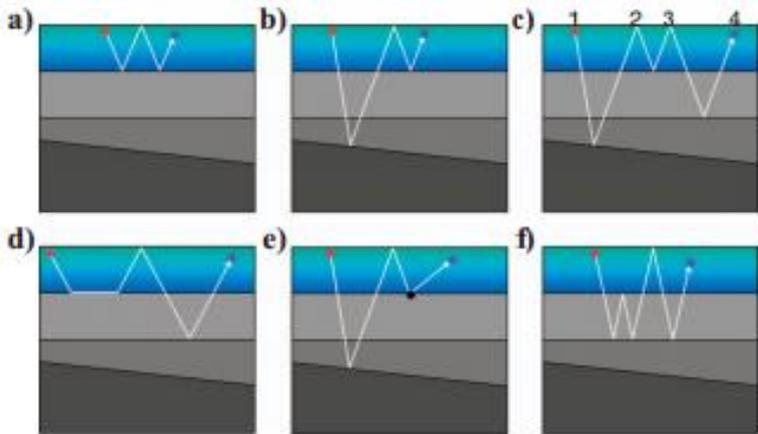
Data seismik diperoleh dari sumber energi yang membangkitkan gelombang elastik di dalam struktur bawah permukaan yang kemudian terpantul kembali ke perekam di permukaan. Gelombang primer hanya sekali memantul ke dalam sebuah lapisan Bumi sebelum tiba di perekam. Pantulan gelombang primer tersebut memberikan informasi yang berguna mengenai kecepatan dan identifikasi struktur bawah permukaan. Teknik pencitraan seismik dikembangkan berdasarkan pantulan gelombang primer.

Perekam tidak hanya merekam pantulan gelombang primer tetapi juga merekam pantulan multipel yang terpantul di antara reflektor bawah permukaan lebih dari sekali sebelum diterima perekam di permukaan. Pantulan multipel sering kali mengganggu pantulan gelombang primer dan menjadikan gambaran seismik yang buruk. Penghilangan multipel merupakan masalah yang telah lama ada pada eksplorasi geofisika. Refleksi multipel lebih sering ditemui pada data seismik laut karena adanya perbedaan impedansi yang sangat tajam antara permukaan air dan udara. Koefisien refleksi dari udara-air mendekati 1 (Cao, 2006).

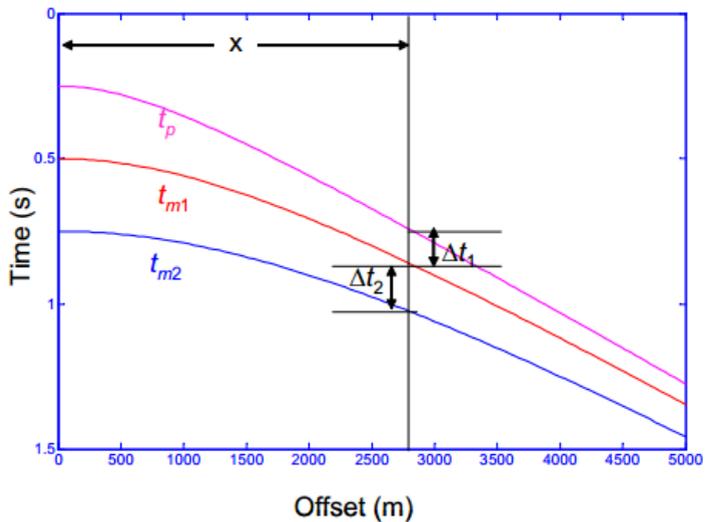
Multipel dapat dibagi menjadi dua jenis berdasarkan lama waktu penjarangan gelombangnya, yaitu *short period multiple* dan *long period multiple*. Kedatangan *long period multiple* terlihat jelas

sebagai *event* setelah kedatangan *event* primernya. Sedangkan *short period multiple* datang lebih cepat daripada *long period multiple* yaitu memiliki waktu kedatangan yang mendekati *event* primer, sehingga sangat mengganggu *event* primernya. Contohnya adalah *peg -leg multiple* yang muncul di dekat lapisan permukaan yang kemudian terrefleksikan kembali ke lapisan yang lebih dalam ataupun sebaliknya (Lillie dan Robert, 2006).

Menurut Dragoset *dkk.* (2010), multipel dibagi menjadi dua jenis, yaitu multipel permukaan yang terbentuk pada permukaan lapisan air, dan multipel dalam yang terjadi di bawah lapisan Bumi dan menyerupai gelombang primer. Contoh dari beberapa multipel ditunjukkan pada Gambar 2.7. Karakteristik dari semua multipel dapat dibagi menjadi *subevent* yang di rekam pada pengukuran seismik di permukaan. Menurut Yilmas (2001), semua tipe multipel mempunyai dua sifat umum yang dapat digunakan untuk mereduksi multipel tersebut dengan nilai keberhasilan yang bervariasi yaitu perbedaan perioditas dan *moveout* dari gelombang primernya seperti pada Gambar 2.8. *Moveout* merupakan pergeseran waktu tiba gelombang pada jarak *offset* tertentu. Gelombang primer mempunyai *moveout* yang lebih rendah daripada multipel. Pada *far offset* perbedaan *moveout* antara gelombang primer dan multipel cukup besar sehingga *stacking* sederhana dapat melemahkan multipel. Sebaliknya, untuk *near offset*, perbedaan *moveout* antara gelombang primer dengan multipel sangatlah kecil, sehingga multipelnya lebih sulit dihilangkan.



Gambar 2. 7 Beberapa Variasi event seismik yang dihadirkan oleh sebuah raypath. (a) Water-bottom multiple (b) Water-Bottom peg-leg (c) Second Orde Multiple (d) Refracted Multiple (e) Diffracted Multiple (f) Hybrid Multiple (Dragoset dkk., 2010).



Gambar 2. 8 Gambaran perbedaan moveout antara gelombang primer dan multipel (Cao,2006).

2.4 Penghilangan Multiple

Pada umumnya, sebaran lapisan reflektor di bawah permukaan Bumi bersifat periodik begitu juga dengan refleksi gelombang primernya. Di sisi lain, beberapa multipel seperti *water reverberation* atau *water bottom multiple* seperti pada Gambar 2.8a juga bisa memiliki struktur yang teratur. Penjalaran gelombang pada refleksi primer dan refleksi multipel yang mempunyai waktu tiba di *offset* yang sama melintasi lapisan bawah permukaan yang berbeda. Dua peristiwa tersebut sering mempunyai perbedaan penjalaran gelombangnya. Jika perbedaan penjalaran gelombangnya cukup jauh, proses *stacking* dengan menggunakan kecepatan penjalaran dari gelombang primer dapat melemahkan multipel. Menurut Abdullah (2007) *stacking* merupakan proses penjumlahan *trace-trace* seismik dalam satu *Common dip point* (CDP) setelah dilakukan koreksi pergeseran waktu tiba gelombang. Cara lain untuk melemahkan multipel permukaan laut adalah dengan menggunakan model persamaan gelombang untuk menguraikan rekaman gelombang seismik. Penguraian persamaan gelombang tersebut menyebabkan refleksi primer berubah ke dalam multipel orde pertama, kemudian multipel orde pertama menjadi multipel orde kedua dan seterusnya. Metode penghilangan multipel yang lain yaitu data *driven*. Metode data *driven* cukup menggunakan data hasil rekaman data seismik saja untuk memprediksi multipel permukaan. Metode ini lebih sederhana serta sangat berbeda dengan pemodelan yang menggunakan pendekatan persamaan gelombang.

Pada beberapa kasus, penjalaran gelombang seismik dapat dibagi menjadi dua segmen atau lebih. Masing-masing segmen tersebut dapat direkam dengan menggunakan peralatan seismik. Hal tersebut menunjukkan adanya kemungkinan bahwa multipel permukaan dapat diprediksi dari data lapangan dengan menggunakan sistem perekaman yang baik dan manipulasi sebagian gelombang permukaan. Salah satu prediksi multipel yang menggunakan data *driven* yaitu *Surface-Related Multiple Elimination* (SRME). *Surface-Related Multiple Elimination* (SRME), dapat memanipulasi gelombang permukaan secara otomatis, tanpa memerlukan informasi

selain informasi yang telah terekam dari hasil akuisisi. Berbeda dengan metode pemodelan lainnya, *Surface-Related Multiple Elimination* (SRME) sama sekali tidak membutuhkan informasi bawah permukaan dan asumsi struktur geologinya (Dragoset dkk., 2010).

2.5 *Surface-Related Multiple Elimination* (SRME)

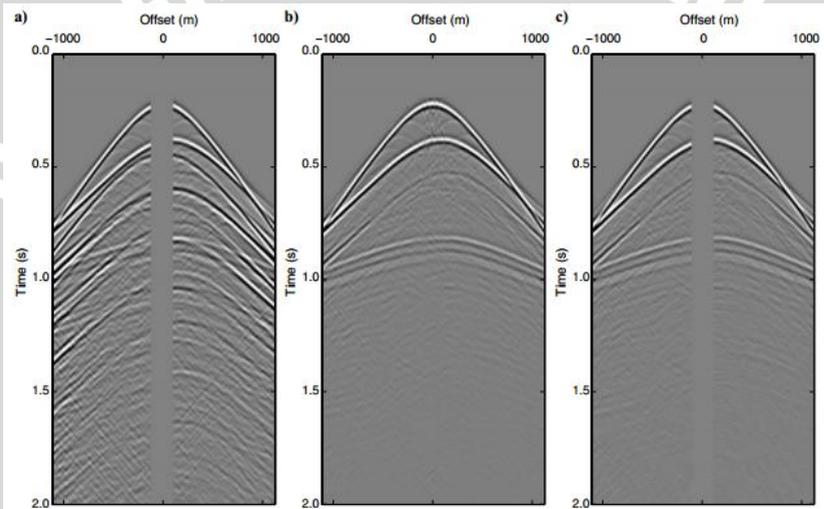
Metode *Surface-Related Multiple Elimination* (SRME) diterapkan melalui tiga langkah. Langkah pertama meliputi penghapusan *noise* non fisik, melalui keteraturan data untuk mendapatkan konfigurasi sumber seismik dan perekam yang konstan, menghilangkan interpolasi *near offsets* (jarak antara sumber seismik dan penerima terdekat) dan *intermediate offset* (jarak antara sumber seismik dan penerima menengah), serta menghapus gelombang langsung dan refleksi gelombang permukaan. Langkah kedua adalah prediksi multipel. Prediksi ini di dasarkan pada pengamatan bahwa setiap multipel permukaan dapat diprediksi melalui keteraturan rekaman gelombang dari data itu sendiri. Langkah yang terakhir, input data total dikurangi dengan prediksi multipel, sehingga menghasilkan data yang bersih dari multipel (Long A. S. dkk., 2001).

2.5.1 Rekonstruksi *Missing Near-Offset Data*

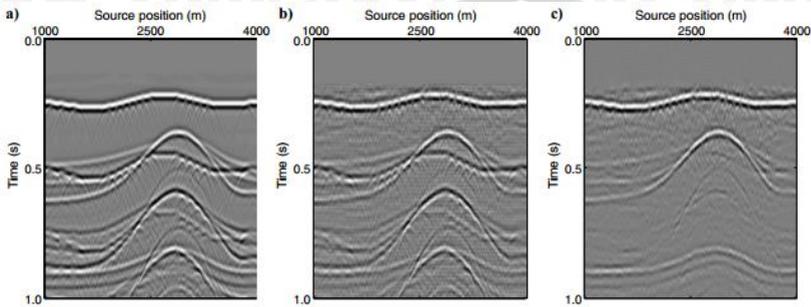
Pada pengolahan data seismik sangat penting untuk mempunyai data yang teratur, khususnya apabila menggunakan metode *Surface Related Multiple Elimination* (SRME) dan migrasi persamaan gelombang dalam mengeliminasi multipelnya. Umumnya, data seismik refleksi dapat terekam semuanya. Penyebab tidak lengkapnya data seismik disebabkan karena adanya data rekaman yang rusak atau jelek sehingga tidak dapat digunakan dalam proses pengolahan. Data yang hilang tersebut dapat dibangun kembali dari data yang dimiliki.

Menurut Curry dan Shan (2010) dalam Leeuwen (2012) rangkaian *hydrophone* yang tersambung dengan *steamer* mempunyai jarak yang seragam terletak dibelakang sumber seismik (*airgun*).

terbentuk dari respon utama yang dikalikan dengan refleksi pada permukaan (R) dan total data (P). Persamaan tersebut menggambarkan bahwa data dibangun dari data sumber seismik dan respon impuls primer. Pada pengambilan data lapangan, tidak ada data yang terbentuk di daerah antara sumber dan perekam yang pertama. Tidak adanya data pada daerah tersebut disebut dengan *missing near-offset* (Groenestijn dan Verschuur, 2009).



Gambar 2. 8 (a). Input data yang mengandung *missing near-offset* (b) Estimasi gelombang primer dengan rekonstruksi near-offset (c) Estimasi gelombang primer dari data yang mengandung *missing near-offset* (Groenestijn dan Verschuur, 2009).



Gambar 2. 9 (a) *Zero-Offset* dari data rekaman (b) rekonstruksi data (c) estimasi gelombang primer $\hat{X}_0 \hat{S}$ (Groenestijn dan Verschuur, 2009).

2.5.2 Prediksi Multipel

Prosedur eliminasi multipel dapat digunakan untuk data yang diperoleh dari media elastik dan akustik. Pengolahan data seismik laut dapat menggunakan data satu komponen saja. Sedangkan untuk data seismik darat, membutuhkan data multi komponen.

Pada seismik line 2D dengan N perekam, misalnya penembakan diposisikan pada posisi perekam pertama dan berpindah dengan jarak satu perekam setelah masing-masing penembakan, hasil akhir merupakan rekaman penembakan ke N. Rekaman penembakan merupakan hasil dari transformasi Fourier ke domain frekuensi dan data terpisahkan untuk masing – masing frekuensi. (Verschuur D.J. dkk., 1992).

Pelemahan multipel dengan menggunakan data *driven* dimulai dengan mengenal hubungan refleksi primer dan multipel permukaan. Hubungan antara refleksi primer dan multipel permukaan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$M_{st}(t) = -R_0 P(t) * r(t) \dots\dots\dots(2)$$

di mana $M_{st}(t)$ mewakili multipel orde pertama, $-R_0$ sebagai koefisien refleksi, $P(t)$ sebagai refleksi primer $r(t)$ merupakan reflektivitas Bumi. Diasumsikan bahwa pada lapisan atas permukaan air gelombang merupakan gelombang akustik (kasus data laut). Jika didefinisikan bahwa $R(\omega)$ merupakan respon reflektivitas Bumi (tanpa *surface-related multiple*) dan $S(\omega)$ merupakan *wavelet* dari gelombang bidang, maka refleksi dari gelombang P dapat dituliskan sebagai:

$$P(\omega) = R(\omega) S(\omega) \dots\dots\dots(3)$$

Merujuk pada persamaan 3, dapat ditentukan multipel orde pertama sebagai respon bawah permukaan terhadap gelombang primer, setelah perambatan gelombang ke bawah lapisan Bumi dan terefleksi ke permukaan dengan koefisien refleksi r_0 sebagai berikut:

$$M_1(\omega) = R(\omega) r_0 P(\omega) = r_0 R^2(\omega) S(\omega) \dots\dots\dots(4)$$

Dengan demikian, orde multipel yang lainnya juga dapat diketahui melalui persamaan:

$$M_i(\omega) = R(\omega) r_0 M_{i-1}(\omega) = r_0^i R^{i+1}(\omega) S(\omega) \dots\dots\dots(5)$$

Sehingga total multipel permukaan diperoleh dari hasil penjumlahan semua orde melalui persamaan:

$$M(\omega) = \sum M_i(\omega) = [r_0 R^2(\omega) + r_0^2 R^3(\omega) + \dots] S(\omega) \dots\dots\dots(6)$$

Nilai total data seismik $D(\omega)$ digambarkan sebagai jumlah dari gelombang primer dan semua multipel permukaan maka,

$$D(\omega) = P(\omega) + M(\omega) \\ = [R(\omega) + r_0 R^2(\omega) + r_0^2 R^3(\omega) + \dots] S(\omega) \dots\dots\dots(7)$$

Hasilnya diperoleh setelah menuliskan kembali multipel pada persamaan 6 sebagai total data multipel oleh $r_0 R(\omega)$:

$$D(\omega) = P(\omega) + r_0 R(\omega) D(\omega) \dots\dots\dots(8)$$

Atau, menggunakan persamaan 2 sehingga persamaannya menjadi:

$$D(\omega) = P(\omega) + r_0 S^{-1}(\omega) P(\omega) D(\omega) \dots\dots\dots(9)$$

Persamaan 9 menunjukkan hubungan antara data total dan data primer. Maka data primer dapat dituliskan sebagai:

$$P(\omega) = \frac{D(\omega)}{1 + r_0 S^{-1}(\omega) D(\omega)} \dots\dots\dots(10)$$

Inversi secara langsung mendekati bentuk dasar dari data 2D yang melibatkan inversi dari matrik tiap komponen frekuensi, sehingga dapat dituliskan dengan deret sebagai:

$$P(\omega) = D(\omega) - A(\omega)D^2(\omega) + A^2(\omega)D^3(\omega) - \dots \dots\dots(11)$$

di mana $A(\omega) = r_0 S^{-1}(\omega)$. Selanjutnya, untuk estimasi gelombang primer pada iterasi berikutnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P^{(i+1)}(\omega) = D(\omega) - A(\omega) P^i(\omega) D(\omega) \dots\dots\dots(12)$$

di mana i merupakan banyaknya nomor iterasi dan biasanya menggunakan $P^{(i+1)}(\omega) = D(\omega)$. Pendekatan iterasi ini dapat digunakan untuk iterasi lainnya (Dragoset dkk., 2010).

2.5.3 Substraksi Adaptif

Semua multipel diprediksi pada waktu kedatangan yang tepat tetapi tidak dengan amplitudo yang tepat. Lebih tepatnya, orde multipel yang lebih tinggi amplitudonya di luar prediksi. Proses substraksi adaptif dengan waktu kedatangan gelombang seismik yang bervariasi dapat mengatasi perbedaan amplitudo tersebut. Khusus untuk data laut dalam, di mana perbedaan orde dari multipel dapat

dipisahkan dalam domain waktu, maka pendekatan subtraksi adaptif ini bekerja sangat baik (Dragoset, dkk., 2010).

Subtraksi adaptif seringkali menggunakan perhitungan matematika *least square* yang dapat meminimalisasi perbedaan energi antara data masukan asli dengan model multipel yang dibuat. Sistem kerja subtraksi adaptif mempunyai dua masukan, satu keluaran dan rangkaian loop. Sinyal masukan merupakan beberapa sinyal yang diinginkan yang mengandung *noise* (misalnya, data seismik yang mengandung multipel) dan prediksi *noise*. Bagian penting dari sistem subtraksi adaptif adalah pada proses penyesuaian prediksi *noise* dengan sinyal masukan yang dapat dilakukan menggunakan dua metode. Metode yang pertama adalah dengan mengkonvolusikan *noise* yang telah diestimasi dengan filter digital pada percobaan penyesuaian *noise* yang terkandung pada sinyal. Metode yang kedua dengan pencocokan sampel demi sampel dari sinyal masukan yang berdasarkan pada mengatur atau menyesuaikan dengan koefisien filter kecocokan yang maksimal. Filter adaptif dapat menyesuaikan perbedaan antara prediksi multipel dan multiple asli yang terkandung di dalam data. Asumsi pokok yang mendasari metode subtraksi adaptif adalah bahwa sinyal yang diinginkan dengan *noise* dapat terpisah. (Kumari dan Ray, 2006)

Perhitungan subtraksi adaptif sering menggunakan algoritma *Least Square* karena dinilai sederhana dan tidak membutuhkan perhitungan fungsi korelasi maupun perhitungan invers matrik (Lim dan Patrick, 2002). Metode *Least Square* digunakan untuk memperkirakan koefisien regresi linier. Umumnya model linier sederhana mempunyai bentuk seperti persamaan 13:

$$Y = A + BX \dots\dots\dots (13)$$

dengan *A* dan *B* adalah parameter-parameter yang nilainya harus diperkirakan. Apabila nilai dari *X* dan *Y* diketahui, nilai parameter *A* dan *B* dapat dihitung. Namun, dalam prakteknya, nilai dari parameter tersebut tidak diketahui. Untuk memperkirakan nilai dari *A* dan *B*

digunakan metode *Least Square*. Diasumsikan bahwa sinyal dari gelombang seismik memenuhi persamaan 14:

$$Y = A + BX + U \dots\dots\dots(14)$$

Sedangkan untuk prediksi multipelnya adalah:

$$Y = a + bX + e \dots\dots\dots(15)$$

Dengan a , b dan e adalah estimasi untuk A , B dan U . Metode kuadrat terkecil adalah suatu metode untuk menghitung a dan b sebagai perkiraan A dan B sedemikian rupa sehingga memiliki nilai error seminimal mungkin (Maspupu, 2009).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dilaksanakannya penelitian ini adalah dari tanggal 02 Januari 2014 sampai 22 Februari 2014, bertempat di *Upstream Technology Center*, PT. Pertamina Direktorat Hulu, Jl. Medan Merdeka Jakarta Pusat, dan dilanjutkan di laboratorium Geofisika Universitas Brawijaya Jl. Veteran Malang sampai pada tanggal 27 Mei 2014.

3.2 Data Penelitian

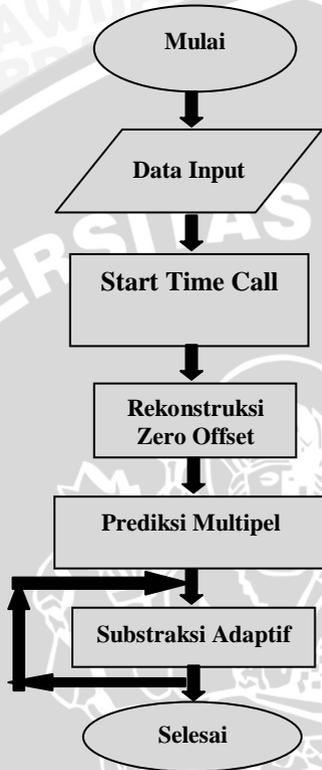
Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data *deepwater* seismik 2D laut 1 line dengan jarak *Common Mid Point* (CMP) 6,25 meter, jarak antar perekam 12,5 meter, sampling interval 4,0 ms dengan data awal berupa *shot gather*. Jarak sumber seismik ke perekam pertama 107 meter.

3.3 Perangkat Penelitian

Penelitian ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan berupa sebuah *workstation* *eptc_omega8*, 2 PC DELL Precision T5400, spesifikasi RAM 8 GB dan HDD 250 GB. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Software OMEGA Seismic Processing* yang diproduksi oleh WesternGeco dalam *Red Hat Enterprise Linux Operation System*.

3.4 Tahapan Penelitian

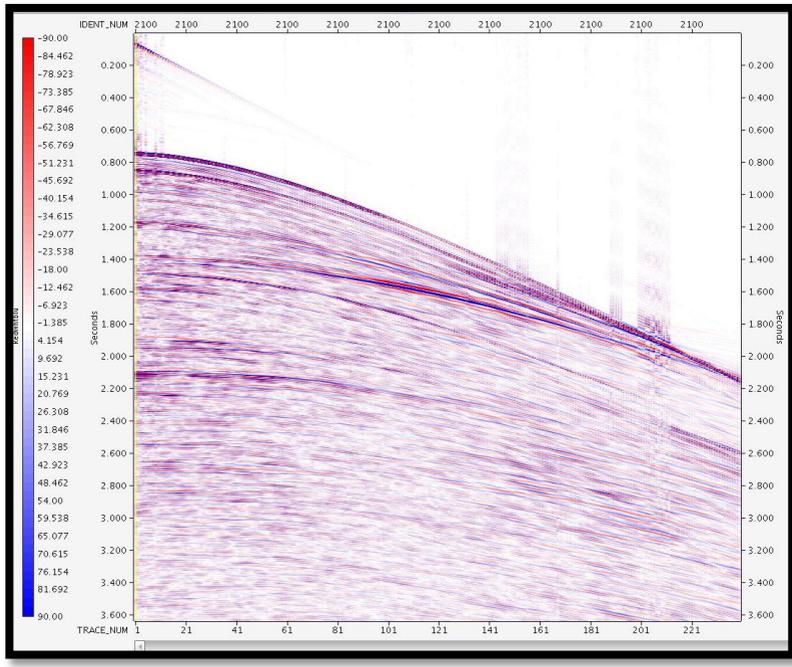
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* melalui beberapa langkah mulai dari input data, *start time call*, Rekonstruksi *zero offset*, prediksi multipel dan subtraksi adaptif. Adapun diagram alir dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Input Data

Input data yang digunakan merupakan data awal yang belum dikenai proses apapun sebelumnya. Input data berupa *shot gather* dengan sampling interval 4,0 ms, jarak *Common Mid Point* (CMP) 6,25 meter, jarak antar perekam 12,5 meter jarak sumber seismik dan perekam pertama 107 meter dalam satu *line* data *deepwater* seismik 2D laut.



Gambar 3. 2 Input Data *Shot Point Gather*

3.4.2 *Start Time Call*

Start time call digunakan untuk menandai awal batas data yang akan diolah dan merupakan acuan untuk melakukan prediksi multipel yang akan dilakukan, sehingga bentuk multipel yang akan diprediksi mengikuti *start time* yang telah dibuat.

3.4.3 *Rekonstruksi Zero Offset*

Pengambilan data seismik yang digunakan tidak didesain untuk merekam data *zero offset*. Oleh karena itu dilakukan rekonstruksi *zero offset* untuk mendapatkan data *zero offset* yang dibutuhkan untuk memprediksi multipel

yang dilakukan pada tahapan selanjutnya. Pada tahapan rekonstruksi *zero offset* ini dilakukan ekstrapolasi *trace* dari *Common Mid Point (CMP) gather* yang memiliki *offset* sama namun mempunyai *moveout* yang berbeda, kemudian di rekonstruksi agar mendapatkan data *trace* pada *zero offset*.

3.4.4 Prediksi Multipel

Pada tahapan ini digunakan input dari hasil rekonstruksi *zero offset*. Prediksi multipel yang dilakukan menggunakan *Seismic Function Modul IMP (interbed Multiple prediction)* dapat memprediksi multipel permukaan pada data yang mempunyai jarak stasiun dan distribusi *offset* yang seragam. Prediksi multipel ini dilakukan dengan menggunakan inversi *wavelet* dari data gelombang primernya pada domain frekuensi- jarak ($f-x$).

3.4.5 Substraksi Adaptif

Tahapan substraksi adaptif dilakukan berdasarkan pada prinsip penghilangan multipel dengan substraksi multipel dari data awal. Pada proses substraksi ini dilakukan *trace matching* pada masing-masing *trace* dari data dan hasil prediksi multipel, sehingga multipel dapat disubstraksi dari data. Proses substraksi ini dilakukan berdasarkan algoritma *least square adaptive filter*.

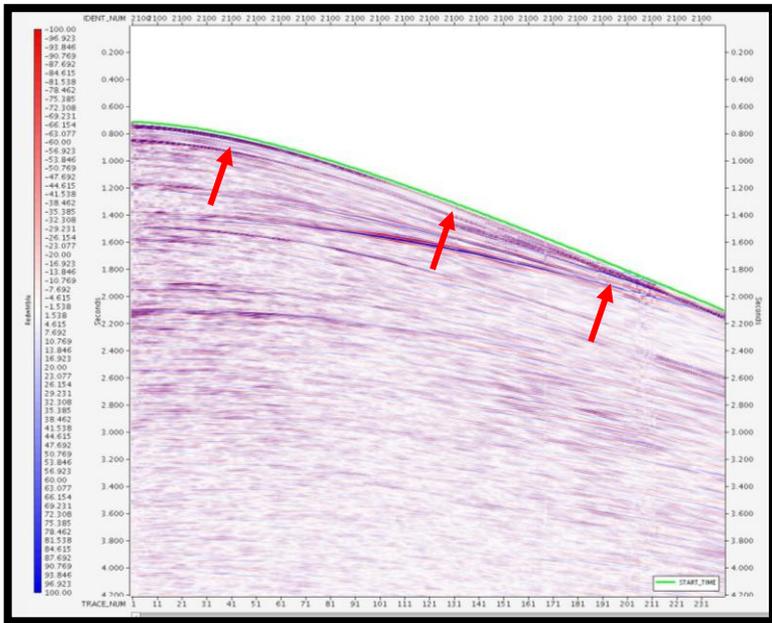
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplorasi minyak dan gas Bumi konvensional sebagian besar menggunakan metode seismik untuk mengetahui struktur geologi bawah permukaan Bumi. Metode seismik memanfaatkan gelombang primer untuk menghasilkan gambaran bawah permukaan bumi yang bagus. Namun pada prakteknya pengambilan data lapangan tidak hanya mendapatkan gelombang primer saja, melainkan adanya gelombang-gelombang lain yang dapat mengganggu dalam pencitraan bawah permukaan. Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan data seismik untuk mendapatkan penampang seismik dengan kualitas data yang bagus sehingga mempermudah *intepreter* dalam menginterpretasikan citra lapisan bawah permukaan Bumi. Pengolahan data seismik yang baik dapat mendapatkan penampang seismik yang baik pula, diperoleh dari meningkatnya kualitas data. Peningkatan kualitas data tidak dapat terlepas dari penghilangan *noise* yang terkandung di dalam data. Penghilangan *noise* pada penilitian ini fokus kepada multipel yang hadir pada data seismik laut.

Pada penelitian ini pereduksian dan penghilangan multipel dilakukan dengan menggunakan metode *Surface Related Multiple Elimination 2D*. Metode demultipel ini menggunakan tiga tahapan utama, yaitu rekonstruksi *zero offset*, prediksi multipel dan subsraksi adaptif

4.1 Analisis *Start Time Call*

Pada tahap ini diaplikasikan *general mute* untuk menghilangkan efek lapisan air yang mengandung *noise* fisis, sehingga data hasil *start time call* yang dimiliki bebas dari *noise* dan prediksi multipel dapat dilakukan dengan baik.



Gambar 4.1 Gather Shot Point pada Tahapan Start Time Call

Garis hijau pada Gambar 4.1 menunjukkan *start time* yang telah dibuat dengan menggunakan seismic function modul STRTIMES, yang menggunakan parameter *Start Time Water Bottom* yang dibangun dengan kecepatan air 1550 m/s dan diaplikasikan juga *Normal Move Out (NMO)*. *Start time* ini yang nantinya digunakan sebagai acuan untuk memprediksi bentuk dari multipel.

4.2 Analisis Rekonstruksi Zero-Offset

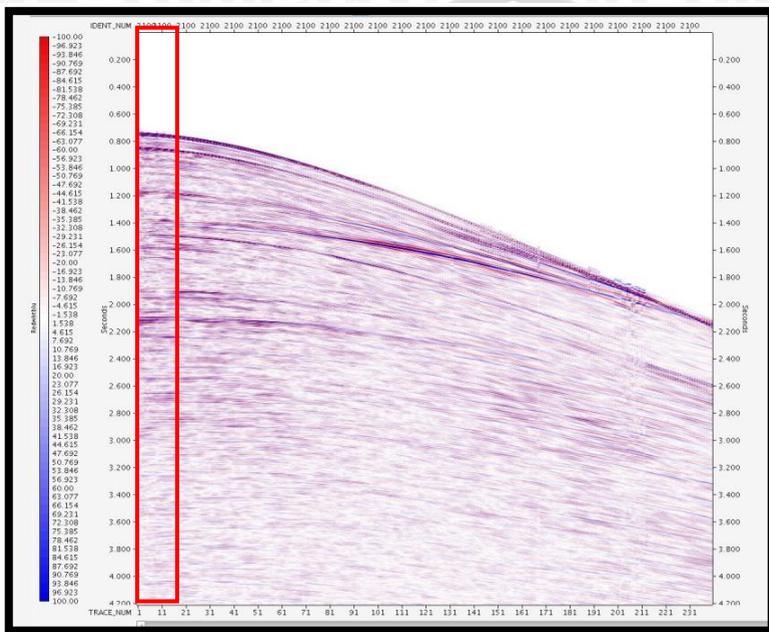
Berdasarkan asumsi bahwa lapisan Bumi merupakan lapisan yang horizontal, metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* ini memprediksi multipel berdasarkan estimasi gelombang primer, di mana nilai panjang gelombang multipel merupakan dua kali dari nilai panjang gelombang primer. Namun hal tersebut dapat diprediksi apabila nilai *zero offset* diketahui dan jarak antar perekam seragam, karena prediksi multipel dilakukan mulai dari *trace* pertama yang

berada di kawasan *zero offset*. Sementara itu, hasil pengambilan data di lapangan tidak didesain untuk merekam nilai *trace* pada *zero offset*. Oleh karena itu dilakukan rekonstruksi nilai *trace* pada *zero offset*.

Pada tahapan rekonstruksi *zero offset* ini dilakukan *Geometric nominal Layout* untuk mendapatkan hasil geometri jarak sumber seismik dan perekam yang seragam. Hal ini dilakukan karena pada praktek pengambilan datanya jarak geometri ini bisa saja tidak tepat dan kurang seragam, sehingga akan memberikan informasi yang kurang tepat. Pengaturan keseragaman jarak geometri ini juga berfungsi untuk menghilangkan *noise* non fisik.

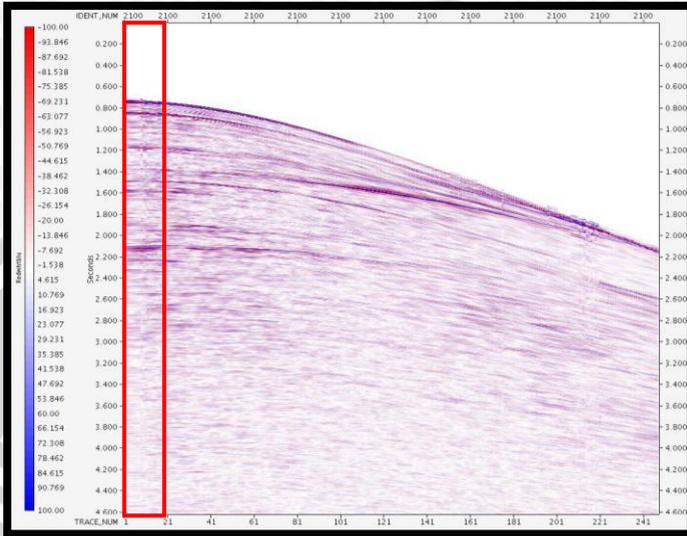
Rekonstruksi *trace* seismik pada *offset* yang baru membutuhkan ekstrapolasi dari *trace-trace* data seismik lainnya yang terkandung dalam data. Rekonstruksi dibangun berdasarkan ekstrapolasi dari *trace* yang telah dipilih untuk mengisi kekosongan *trace* pada *zero offset*. Pemilihan *trace* pada penelitian ini dilakukan sebanyak 1500 *trace*. Pemilihan *offset* maksimum *trace* ini akan mempengaruhi hasil rekonstruksi dan prediksi multipel yang akan dilakukan, karena digunakan sebagai acuan dari proses ekstrapolasi rekonstruksi ke daerah *zero offset*nya.





Gambar 4. 2 *Gather Shot point* sebelum dilakukan Rekonstruksi Zero Offset

Gambar 4.2 menunjukkan *gather* sebelum dilakukan rekonstruksi *zero offset*, sehingga masih mengandung *missing near offset*.



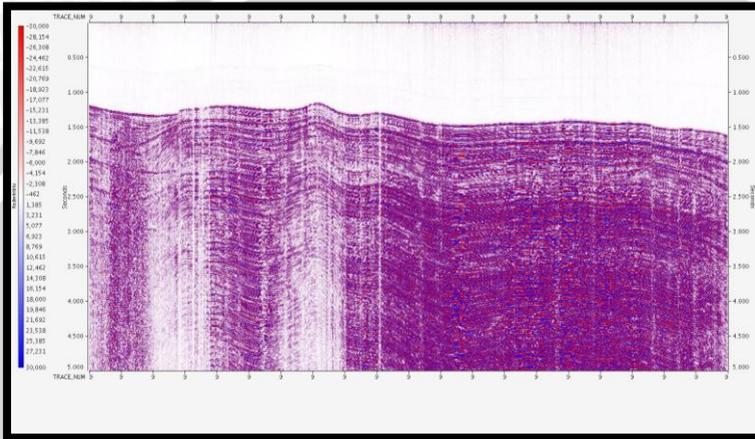
Gambar 4.3 *Gather Shot Point* setelah Rekonstruksi *Zero Offset*

Pada Gambar 4.3 kotak merah merupakan daerah yang mengandung hasil dari rekonstruksi *zero offset* yang menunjukkan *trace* hasil ekstrapolasi sehingga terdapat *trace-trace* baru pada daerah tersebut. *Trace* yang dimiliki merupakan *trace* awal yang ditambah dengan *trace* hasil ekstrapolasi pada *zero offset*.

4.3 Analisis Prediksi Multiple

Prediksi multipel dilakukan dengan pemodelan menggunakan *Seismic Function Module IMP (Interbed Multiple Prediction)*. Cara kerjanya, multipel diprediksi berdasarkan asumsi bahwa multipel yang terjadi memiliki waktu kedatangan 2 kali gelombang primernya. Perhitungannya dimulai pada *event* seismik di *zero offset* dengan konfigurasi jarak stasiun dan distribusi *offset* yang seragam. Hal tersebut dikarenakan pada data seismik laut multipel dapat terpisahkan melalui perbedaan waktu tiba gelombang pada *offset* yang sama dari gelombang primernya. Multipel dimodelkan dalam 2D dengan inversi *wavelet* dari informasi pemilihan waktu tiba gelombang primer. Dengan demikian, data gelombang primer

dapat di-*muted* dan dapat dimodelkan melalui proses iterasi estimasi dari multipel. *Muting* merupakan proses di mana daerah data seismik yang di *mute* tidak diikutkan dalam proses yang sedang berlangsung.



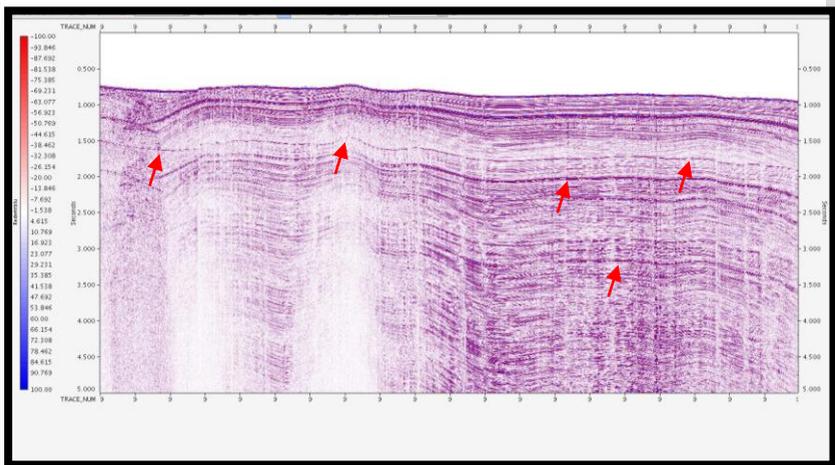
Gambar 4. 4 *Gather Common Receiver Model Multipel*

Gambar 4.4 menunjukkan hasil model multipel dengan waktu tiba gelombang yang tepat namun tidak menunjukkan ketepatan pada prediksi amplitudonya. Hal tersebut karena prediksi multipel teriterasi pada multipel orde tertinggi yang dapat diprediksi, sehingga amplitudo hasil prediki sangat tinggi melebihi amplitudo pada data seismik yang sebenarnya.

4.4 Analisis Substraksi Adaptif

Model prediksi multipel yang dihasilkan dapat memodelkan multipel pada waktu kedatangan multipel yang tepat tetapi dengan amplitudo yang tidak tepat, sehingga amplitudo model multipel tidak sama dengan amplitudo data yang dimiliki. Oleh karena itu harus dilakukan proses substraksi adaptif yang mensubtraksi multipel dari data. Konsep dasar dari substraksi adaptif ini adalah menggunakan filter *least square* yang mencocokkan model multipel dengan data dari *trace* demi *trace*.

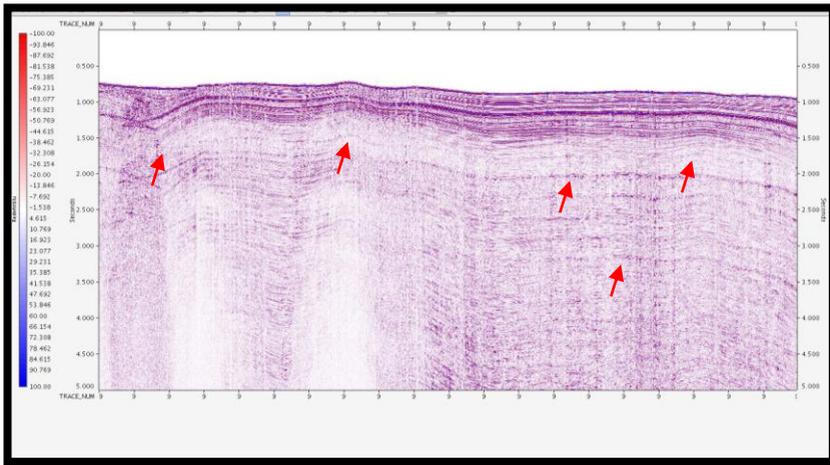
Pada tahapan substraksi ini dilakukan proses substraksi adaptif sebanyak tiga kali. Masing–masing substraksi menggunakan parameter yang berbeda. Substraksi yang pertama menggunakan filter *least square* 2D, sedangkan untuk substraksi yang kedua dan ketiga menggunakan filter *least square* 1D. Filter *Least Square* 2D ini akan memfilter data pada arah spasial dan temporal sementara untuk filter *least square* 2D hanya akan memfilter pada arah spasial saja. Penggunaan tiga parameter substraksi ini diperlukan karena pada proses substraksi tidak dapat dilakukan satu kali. Dalam proses substraksi ini data mengalami substraksi secara bertahap dan berulang ke substraksi pertama sampai multipel tereduksi dengan optimal.



Gambar 4.5 *Gather Common Receiver* sebelum dilakukan Substraksi Adaptif

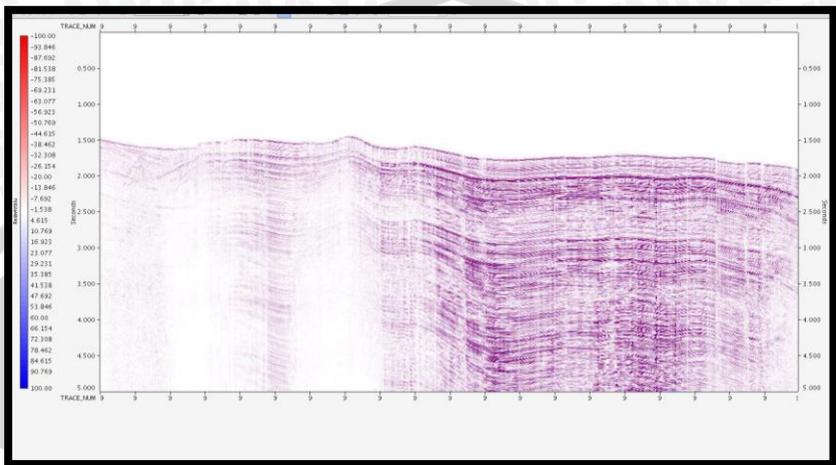
Gambar 4.5 merupakan *gather* sebelum dilakukan substraksi adaptif multipel. Tanda merah merupakan daerah-daerah multipel yang akan direduksi. Multipel-multipel tersebut terlihat dengan jelas menyerupai gelombang primernya. Hal tersebut dapat mengganggu

dan mengakibatkan kesalahan dalam interpretasi reflektor pada lapisan bawah permukaan bumi.



Gambar 4. 6 *Gather Common Receiver* setelah dilakukan Substraksi Adaptif.

Gambar 4.6 merupakan gather yang telah dilakukan substraksi adaptif. Tanda merah merupakan daerah-daerah yang telah berhasil dilakukan pereduksian multipelnya. Multipel yang terlihat jelas pada Gambar 4.5 telah semakin tereduksi dan sebagian menghilang.



Gambar 4. 7 Residu antara Sebelum dan Sesudah Substraksi Adaptif.

Gambar 4.7 merupakan residu dari data sebelum dan sesudah dilakukan proses substraksi adaptif. Sederhananya data awal yang dimiliki dikurangi dengan prediksi multiple, sehingga residu merupakan gambaran dari multiple yang telah berhasil dihilangkan.

4.5 Analisa Hasil

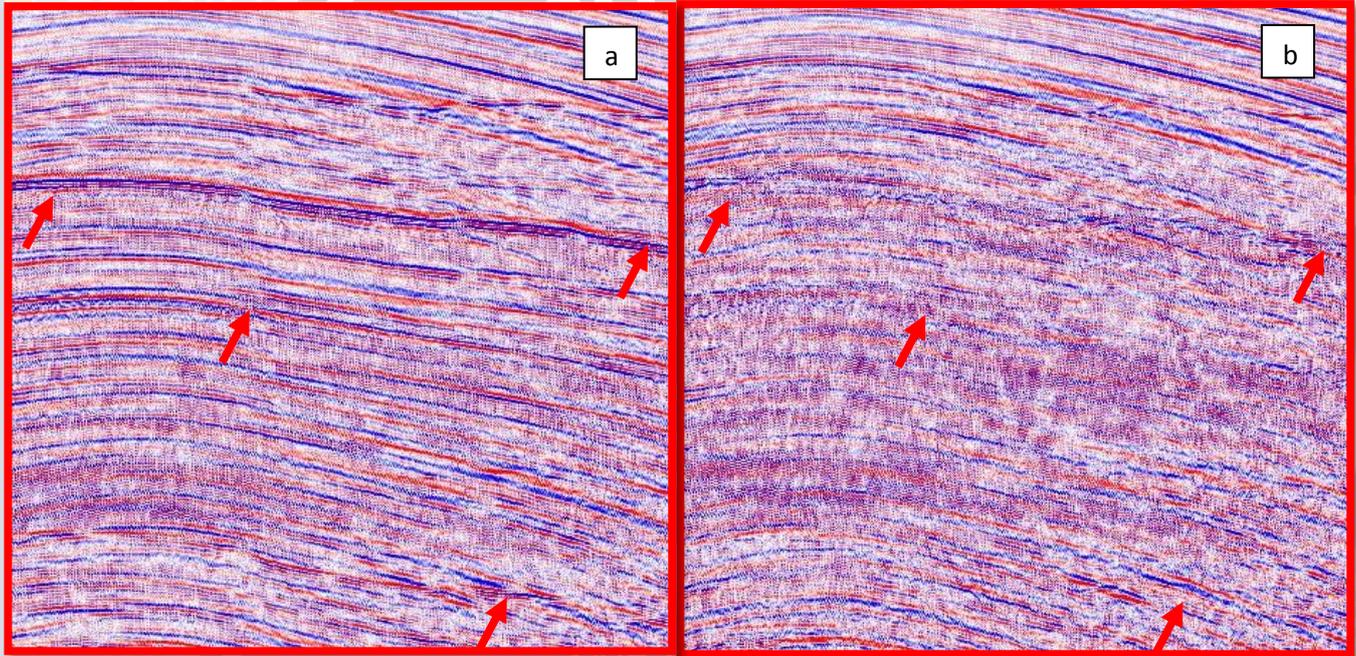
Proses yang dilakukan dalam tahapan demultiplel menggunakan metode *Surface Related Multiple Elimination* ini saling berpengaruh pada masing-masing alur tahapannya. Hal ini dikarenakan hasil keluaran dari proses yang dilakukan digunakan sebagai masukan untuk proses yang selanjutnya. Prediksi multiple dilakukan tanpa harus menggunakan data tambahan yang artinya metode ini murni prediksi dari hasil data itu sendiri.

Dari hasil perbandingan *gather* sebelum pengolahan data dan setelah diterapkan metode *Surface Related Multiple Elimination 2D* dapat dilihat pada Gambar 4.6 bahwa multiple telah tereduksi dan bahkan sebagian dari multiple telah berhasil dihilangkan. Residu pada Gambar 4.7 merupakan prediksi

multipel yang telah disubsraksi. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Surface Related Multiple Elimination* 2D berpengaruh baik pada pereduksian multipel data seismik 2D laut.

Selain hilangnya multipel yang telah berhasil diprediksi, dari *stack* seismik Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa data yang dimiliki kualitasnya semakin terlihat lebih bagus. Dapat dilihat dari *stack* seismik akhir Gambar 4.9 bahwa reflektor pada *stack* seismik lebih terlihat jelas dan lebih menerus dibanding sebelum demultipel dilakukan. Kemenerusan dan peningkatan kualitas data ini dapat terlihat jelas pada daerah yang diberi tanda merah pada Gambar 4.9 yang diperbesar tepatnya pada panah merah pada Gambar 4.10.





Gambar 4. 10 Zoom in daerah yang diberi tanda merah pada a). gambar 4.8 dan b). Gambar 4.9.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Prinsip dasar metode *Surface Related Multiple Elimination* 2D dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu rekonstruksi *missing near offset*, prediksi multipel dan substraksi multipel dari data awal. Metode *Surface Related Multiple Elimination* 2D (SRME) berpengaruh baik terhadap pereduksian dan penghilangan multipel pada data seismik 2D laut dengan menggunakan langkah dan prediksi multipel yang tepat. Hasil *stack* seismik menunjukkan bahwa multipel dapat tereduksi dan hilang dari data awal sehingga data yang dimiliki kualitasnya meningkat.

5.2 Saran

Untuk mereduksi dan menghilangkan multipel sebaiknya diketahui terlebih dahulu karakteristik multipel yang terkandung dalam data seismik sehingga metode yang digunakan sesuai. Penghilangan multipel sebaiknya menggunakan lebih dari satu metode agar multipel dapat tereduksi lebih maksimal dan kualitas data lebih meningkat.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman ini sengaja dikosongkan

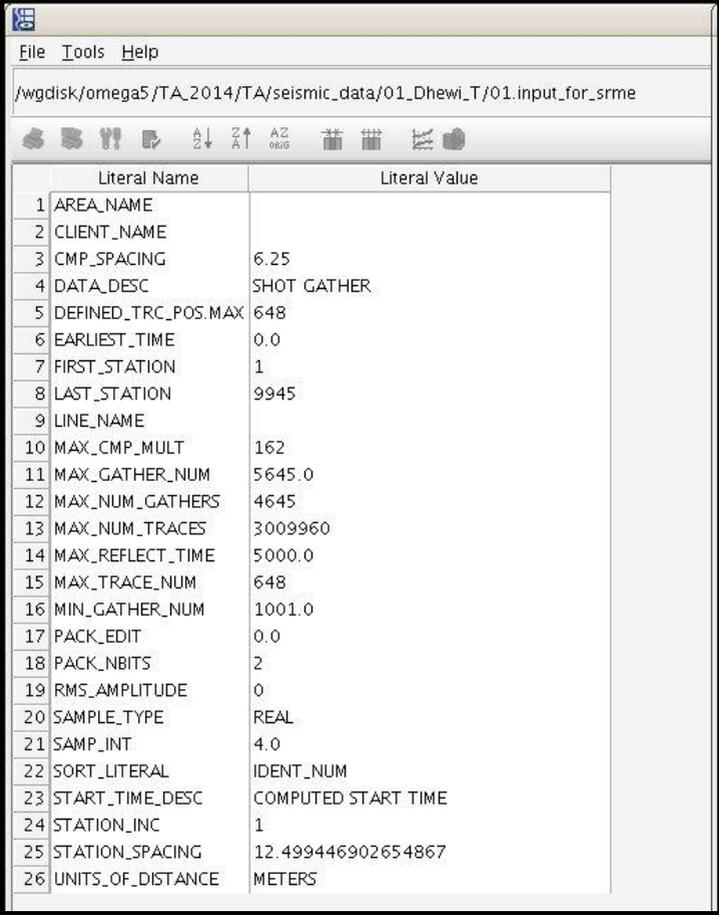
Daftar Pustaka

- Abdullah. 2007. *Ensiklopedia Seismik Online*. <http://Ensiklopediaseismik.blogspot.com>/Tidak di terbitkan. Tanggal akses 20 Februari 2014.
- Bianco, Evan. 2011. *G is for Gather*. www.agilegeoscience.com/journal/2011/14/g-is-for-gather.html. Tanggal akses 2 Januari 2014.
- Cao, Zhihong. 2006. *Analysis and application of the Radon transform*. [Thesis]. University Of Calgary. Alberta.
- Dragoset, dkk. 2010. *A Perspective on 3D Surface-Related Multiple Elimination*. *Geophysics Journal*. Volume 75, No. 5.
- Groenestijn, Van dan Verschuur. 2009. *Estimating Primaries by sparse Inversion and Application to near-offset data Reconstruction*. *Geophysics Journal*. Volume 74, No. 3.
- Gluyas dan Swarbrick. 2004. *Petroleum Geoscience*. Blackwell Publishing Company. USA
- Kumari dan Ray. 2006. *3D Surface-Related Multiple Elimination: Some Techniques*. 6th International Conference and Exposition on Petroleum Geophysics Kolkata. Bananas Hindu University. Varanasi.
- Lillie dan Robert, J. 1999. *Whole earth Geophysics*. Prentice-Hall Inc. New Jersey.
- Lim dan Patrick. 2002. *Reduksi Noise Akustik secara Aktif dengan Metode Filtered X Least Mean Square*. *Jurnal Teknik Elektro*. Volume 2, No. 2. Universitas Kristen Petra. Jakarta.
- Leeuwen. 2012. *The Reconstruction of Missingg Marine Seismik Data*. [Thesis]. Delf Univercity of Tehnologi. USA
- Long, A. S. dkk. 2001. *Surface-Related Multiple Elimination – Applications to an offshore Australia data set*. ASEG 15th Geophysical Conference and Exhibition. Brisbane.
- Maspupu John. 2005. *Estimasi Eksponen Spektral dan Kemunculan Derau Kedip (Flicker Noise) pada Sinyal ULF Geomagnet*. [Seminar nasional matematika dan pendidikan matematika]. Universitas Negeri Yogya. Yogya.

- Sukmono. 2000. *Seismik Inversi Untuk Karakterisasi Reservoir*. Departemen Teknik Geofisika ITB. Bandung.
- Sheriff dan Geldart. *Exploration Seismology second edition*. Cambridge University Press. USA.
- Verschuur, D,J et all. 1992. *Adaptive Surface-related Multiple Elimination*. Geophysics Journal. Volume 57, No. 9.
- Yilmaz, Ozdogan. 2001. *Seismic Data Analysis Volume 1*. Society of Exploration Geophysicists. USA.



Lampiran



	Literal Name	Literal Value
1	AREA_NAME	
2	CLIENT_NAME	
3	CMP_SPACING	6.25
4	DATA_DESC	SHOT GATHER
5	DEFINED_TRC_POS.MAX	648
6	EARLIEST_TIME	0.0
7	FIRST_STATION	1
8	LAST_STATION	9945
9	LINE_NAME	
10	MAX_CMP_MULT	162
11	MAX_GATHER_NUM	5645.0
12	MAX_NUM_GATHERS	4645
13	MAX_NUM_TRACES	3009960
14	MAX_REFLECT_TIME	5000.0
15	MAX_TRACE_NUM	648
16	MIN_GATHER_NUM	1001.0
17	PACK_EDIT	0.0
18	PACK_NBITS	2
19	RMS_AMPLITUDE	0
20	SAMPLE_TYPE	REAL
21	SAMP_INT	4.0
22	SORT_LITERAL	IDENT_NUM
23	START_TIME_DESC	COMPUTED START TIME
24	STATION_INC	1
25	STATION_SPACING	12.499446902654867
26	UNITS_OF_DISTANCE	METERS

Lampiran 1 Informasi Input Data Seismik yang terkandung di dalam *Trace Header 1*.

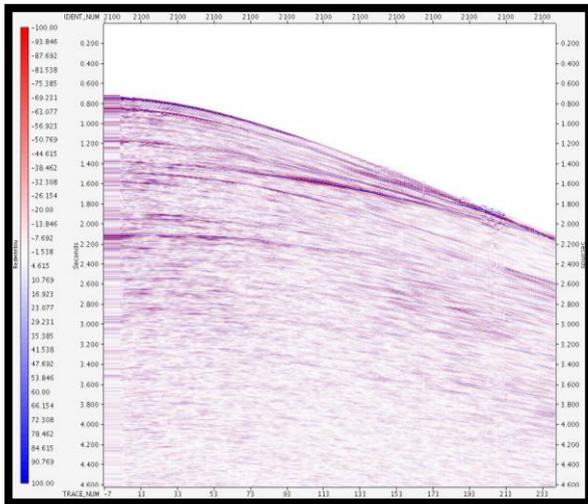
Header Dump for View 1: 01.Input_for_srme

Trace header literals
 Trace samples
 ID header literals

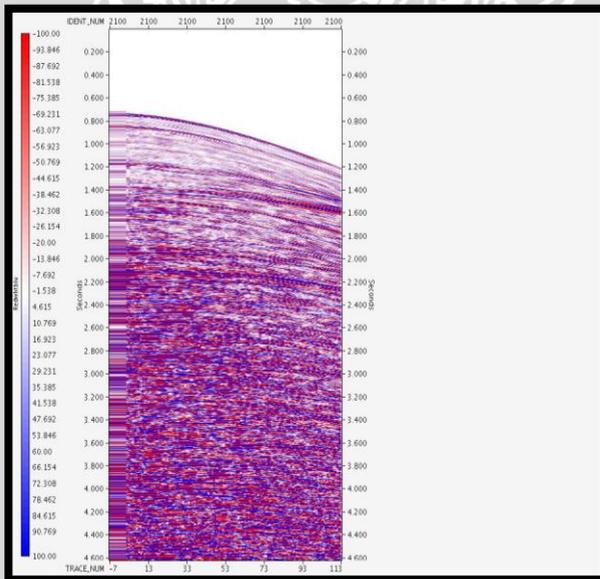
Select Literals...
 Gather sizes
 History

Literal Name	Literal Value
CMP	5044
CMP.N	5044
CMP_DATCOR	0.0
CMP_NUM_DETECT	5035
CMP_NUM_SOURCE	5053
DATA_TRACE_TYPE	0
DEFINED_GROUP	1100
DEFINED_SUBSET	1
DEFINED_TRC_POS	1
DEPTH_SOURCE	8058.0
ELEV_DATUM_DETECT	0.0
ELEV_DATUM_SOURCE	2008.0
ELEV_DETECT	0.0
ELEV_SOURCE	1409912.0
FIELD_CHANNEL_NUM	1
FIELD_FILE_NUM	2100
FIELD_STATCOR_DETECT	1.0
FIELD_STATCOR_SOURCE	1.0
FLD_CABLE_NUM	1
IDENT_NUM	2100
LTRSAM	1250
MON_NUM_SOURCE	1100
POLARITY_CODE	0
PROFILE_DIST_DETECT	-107.0
PROFILE_DIST_MIDPT	35616.0
PROFILE_DIST_SOURCE	35669.5
SEGY_LINE_NAME	
SHOTPOINT_NUM	4595.0
SOURCE_DETECT_DIST	-107.0
SOURCE_DETECT_DIST.N	107.0
STACK_WORD	1
START_TIME	692.0
STATCOR_DETECT	1.0
STATCOR_SOURCE	1.0
STATION_NUM_CMP	2850.5
STATION_NUM_DETECT	2846
STATION_NUM_MIDPT	2850
STATION_NUM_SOURCE	2855
SUBWEATH_VEL_MIDPT	0.0
SUBWEATH_VEL_SOURCE	0.0
TI.ANA_NUM_FILT_BAND	0
TIME_SHIFT_ALIGNMENT	0.0
TRACE_BALANCE_FACTOR	0.0
TRACE_NUM	1
UPHOLE_TIME_DETECT	0.0

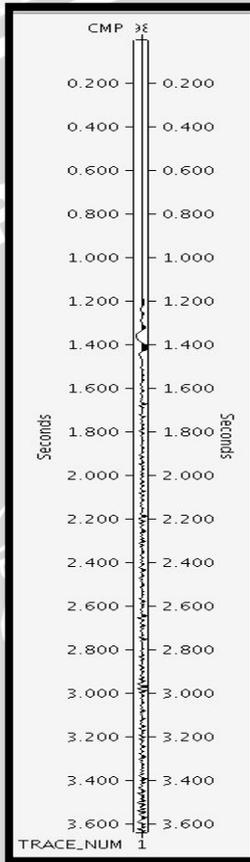
Lampiran 2 Informasi data seismik yang terkandung dalam *trace header* 2.



Lampiran 3 Gather Hasil Geometri Nominal Layout.



Lampiran 4 Gather pemilihan trace yang digunakan untuk ekstrapolasi zero-offset.



Lampiran 5 Trace pada Zero Offset Reconstruction.

DAFTAR ISTILAH

Airgun	:	Pembangkit gelombang seismik yang menggunakan tenaga tembak dari udara.
Data Driven	:	Metode penghilangan multipel dengan hanya menggunakan data seismik tanpa tambahan informasi data lainnya.
Ekstrapolasi	:	Perluasan data yang mengacu pada pola kecenderungan data yang ada.
Far Offset	:	Jarak antara titik sumber seismik dengan penerima yang terjauh.
Gather	:	Kumpulan beberapa trace dengan konfigurasi tertentu.
Hydrophone	:	Alat perekam gelombang yang digunakan di air.
Impedansi	:	Perkalian antara densitas dengan kecepatan gelombang seismik.
Impedansi akustik	:	Kemampuan batuan untuk melewatkan gelombang seismik yang melewatinya.
Moveout	:	Pergeseran waktu tiba gelombang pada jarak offset tertentu.
Near Offset	:	Jarak antara titik sumber seismik dengan penerima yang terdekat.
NMO (Normal Move Out)	:	Prosedur mencocokkan kembali pergeseran waktu tiba gelombang seismik dikarenakan adanya jarak antara sumber dengan penerima.
Offset	:	Jarak antara titik sumber seismik dan penerima.
Raw data	:	Data seismik sebelum diolah.
Perekam	:	Penerima yang digunakan untuk merekam gelombang seismik.
Record length	:	Lamanya merekam gelombang seismik yang ditentukan oleh ke dalam target.
Sampling rate	:	Laju pencuplikan yang berguna untuk menentukan batas frekuensi maksimum yang

	: masih dapat direkam dan direkonstruksi dengan benar sebagai data.
Sumber seismik	: Sumber seismik yang digunakan untuk membangkitkan gelombang seismik.
Stasiun	: Titik tempat diletakkannya satu alat perekam gelombang seismik.
Stack	: Proses penjumlahan trace-trace seismik dalam satu <i>Common dip point</i> (CDP) setelah koreksi <i>Normal Move Out</i> (NMO).
Streamer	: Kabel penghubung yang digunakan sebagai tempat hydrophone pada pengambilan data seismik laut.
Trace	: Sebuah gelombang hasil rekaman dari sebuah penerima.
Vessel	: Kapal yang berisikan perlengkapan yang digunakan untuk pengambilan data seismik laut.
Wavelet	: Kumpulan dari sejumlah gelombang harmonik yang mempunyai amplitudo, frekuensi dan fase yang berbeda.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

