



TUGAS AKHIR - RF 141501

**ELIMINASI EFEK *MULTIPLE* PADA DATA SEISMIC LAUT
DANGKAL MENGGUNAKAN METODE *2D SURFACE RELATED
MULTIPLE ELIMINATION (2D SRME)***

Fikrizan Hilmy Andradit

NRP. 3713100051

Dosen Pembimbing:

Dr. Dwa Desa Warnana

NIP. 19760123 200003 1001

Firman Syaifuddin S.Si, M.T.

NIP. 19840911 201404 1001

Ahmad Zazeli Fuadi

UTC - PT Pertamina (Persero)

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA

Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RF 141501

**ELIMINASI EFEK *MULTIPLE* PADA DATA SEISMIK LAUT
DANGKAL MENGGUNAKAN METODE *2D SURFACE RELATED
MULTIPLE ELIMINATION (2D SRME)***

Fikrizan Hilmy Andradit

NRP. 3713100051

Dosen Pembimbing:

Dr. Dwa Desa Warnana

NIP. 19760123 200003 1001

Firman Syaifuddin S.Si, M.T.

NIP. 19840911 201404 1001

Ahmad Zazeli Fuadi

UTC - PT PERTAMINA (PERSERO)

DEPARTEMEN TEKNIK GEOFISIKA

Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018

This page is temporary left blank



THESIS - RF 141501

**SHALLOW WATER SEISMIC MULTIPLE ELIMINATION USING
2D SURFACE RELATED MULTIPLE ELIMINATION (2D SRME)
METHOD**

Fikrizan Hilmy Andradit
NRP. 3713100051

Supervisor:

Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001
Firman Syaifuddin S.Si, M.T.
NIP. 19840911 201404 1001
Ahmad Zazeli Fuadi
UTC - PT PERTAMINA (PERSERO)

GEOPHYSICAL ENGINEERING DEPARTEMENT

Faculty of Civil, Enviromental, and Earth Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

Diajukan Sebagai Prasyarat Mata Kuliah Tugas Akhir pada

Departemen Teknik Geofisika

Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 15 Januari 2018

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Dwa Desa Warnana

Firman Syaifuddin S. Si, M.T.

NIP. 19760123 200003 1 001

NIP. 19840911 201404 1 001



Mengetahui,

Kepala Laboratorium Geofisika Eksplorasi

Departemen Teknik Geofisika

Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya



Dr. Ayi Syaeful Bahri, S.Si., M.T.

NIP. 19690906 199702 1 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PERNYATAAN KEASLIAN
TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Eliminasi Efek *Multiple* Pada Data Seismik Laut Dangkal Menggunakan Metode *2D Surface Related Multiple Elimination (2D SRME)***” adalah benar benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 4 Januari 2018

Fikrizan Hilmy Andradit
NRP. 3713100051

Halaman ini sengaja dikosongkan

**ELIMINASI EFEK *MULTIPLE* PADA DATA SEISMIK LAUT
DANGKAL MENGGUNAKAN METODE *2D SURFACE RELATED
MULTIPLE ELIMINATION (2D SRME)***

Nama Mahasiswa : Fikrizan Hilmy Andradit
NRP : 3713100051
Departemen : Teknik Geofisika FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001
Firman Syaifuddin, S.Si., M. T.
NIP. 19840911 201404 1001
Ahmad Zazeli Fuadi – PT. Pertamina (Persero)

ABSTRAK

Multiple merupakan data pengganggu pada data seismik yang dapat mengakibatkan tidak sesuai penampang seismik dengan kondisi bawah permukaan bumi. Keberadaan *multiple* dapat mengakibatkan kesalahan informasi yang ditampilkan oleh data seismik sehingga *multiple* perlu dieliminasi. Terdapat beberapa metode dalam eliminasi *multiple*, seperti dekonvolusi tau-p, radon, dan SRME. SRME merupakan metode yang berbasis data dan dapat memprediksi *multiple* yang lebih baik dari metode lain di *near offset*. Penelitian ini dilakukan di fungsi Geofisika, Upstream Technology Center PT Pertamina (Persero) menggunakan satu lintasan data sintetis dan lima lintasan data *real* seismik laut dangkal yang akan diproses dengan perangkat lunak omega 2016. Pengolahan data seismik dilakukan dalam format data *shot gather*. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil eliminasi *multiple* dengan metode SRME yang efektif di *near offset*. Pada data *far offset*, perlu diaplikasikan kombinasi dengan metode lain untuk mendapatkan hasil yang efektif.

Kata Kunci: Eliminasi Multiple, Seismik Laut Dangkal, 2D SRME

This page is intentionally left blank

SHALLOW WATER SEISMIC MULTIPLE ELIMINATION USING 2D SURFACE RELATED MULTIPLE ELIMINATION (2D SRME)

METHOD

Student Name : Fikrizan Hilmy Andradit
Student ID Number : 3713100051
Department : Geophysical Engineering FTSLK-ITS
Supervisor : Dr. Dwa Desa Warnana
NIP. 19760123 200003 1001
Firman Syaifuddin, S.Si., M. T.
NIP. 19840911 201404 1001
Ahmad Zazeli Fuadi – PT. Pertamina (Persero)

ABSTRACT

Multiple is a kind of noise on seismic data which may interfere with the primary data. Both Primary data and multiple were recorded by seismic receiver as a raw data. Misinformation subsurface condition might be showed by seismic data caused by multiple. Therefore, multiple needs to be eliminated. There are several methods for multiple elimination, such as tau-p deconvolution, radon, and SRME. SRME is a data-driven method and can predict multiple better than other methods in near offset. The research was conducted in geophysics function, Upstream Technology Center of PT Pertamina (Persero) using one line of synthetic data and five lines shallow water seismic real data and would be processed using omega 2016 software. Seismic data processing was done in shot gather data format. This research obtained multiple elimination result using SRME method was effective in near offset. In far offset data, it is necessary to apply any combinations with other methods to obtain the most effective results.

Keywords: Multiple Elimination, Shallow Water Seismic, 2D SRME

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah, Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya dengan rahmat dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah dengan judul **“ELIMINASI EFEK *MULTIPLE PADA DATA SEISMIK LAUT DANGKAL MENGGUNAKAN METODE 2D SURFACE RELATED MULTIPLE ELIMINATION (2D SRME)*”** yang merupakan salah satu rangkaian prosedur dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan sebagai syarat kelulusan dalam menyelesaikan studi di Departemen Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), untuk mendapatkan gelar sarjana (S1).

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan dalam penyusunan laporan, antara lain kepada:

1. Ayahanda Dr. Tavip Setiawan dan Ibunda Attin Harnati, Orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa, bimbingan, dorongan, dukungan, dan kepada penulis dalam menjalankan studi tingkat sarjana (S1) ini.
2. Dr. Dwa Desa Warnana selaku Dosen Pembimbing 1, Firman Syaifuddin Akbar, S.Si., M. T. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir, dan Ahmad Zazeli Fuadi selaku pembimbing di fungsi Geofisika, Upstream Technology Center PT Pertamina (Persero) yang telah senantiasa menyediakan waktu untuk mengajarkan dan memberikan arahan kepada penulis pada pekerjaan dan kegiatan yang dilakukan selama melaksanakan Tugas Akhir.
3. Azriel Rahman Andradit, adik penulis, Risa Rianti, serta seluruh Keluarga Besar Penulis yang telah memberikan dukungan berupa do'a dan motivasi untuk penulis.
4. Dr. Widya Utama, DEA sebagai ketua Departemen Teknik Geofisika ITS.
5. Ibu Anik Hilyah selaku dosen wali penulis.
6. Seluruh jajaran dan Staff Pendidik Departemen Teknik Geofisika ITS
7. Seluruh staff fungsi Geofisika UTC - PT. Pertamina (Persero) yang ramah menerima penulis untuk melaksanakan kegiatan tugas akhir di UTC - PT. Pertamina (Persero).
8. M. Ardiansyah Nugraha, Erwin Rafi Prananto, M. Mahendra Putra, Kirana Suciati, Ayudewi Komala, Mauditya Rismalasari, Nabilah, dan seluruh

rekan-rekan penulis atas sharing, do'a, dan segala bentuk dukungan kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini

9. Firman Aziz Nugroho, Rizal Satria Eka, Igfar Cita, rekan-rekan seperantauan penulis.
10. Albert Leonardo, Fakhriar Naufaldi, Nathasya Abigail, rekan-rekan yang senantiasa mendorong dan membantu penulis dalam menyelesaikan studi di Teknik Geofisika ITS.
11. Teman-teman Teknik Geofisika ITS angkatan 2013.
12. Seluruh teman-teman, Rizki Ramadani(UGM), Yoanes Maria Vianney Paskalis Poso Pavingga Paundrianagari Pasaribu(Trisakti), I Wayan Rizky Erwandhita(UGM), Yovi Wisnu Wicaksono (UPN), Rizky Tri Subakti(UIN), Novalgia Akbar Ramadan(UIN) yang bersama-sama mengerjakan tugas akhir di UTC - PT. Pertamina (Persero) bersama penulis.

Laporan ini disusun berdasarkan pada beberapa referensi yang sudah ada dan digunakan sebagai Tugas Akhir. menyadari laporan ini tidak luput dari berbagai kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan tulisan ini, sehingga akhirnya Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang banyak bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan.

Surabaya, 4 Januari 2017

Penulis

Fikrizan Hilmy Andradit

3713100051

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error!
Bookmark not defined.	
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 <i>Multiple Effect</i>	3
2.2 Klasifikasi <i>Multiple</i>	4
2.3 Eliminasi <i>Multiple</i>	6
2.3.1 Metode I: Metode Dekonvolusi.....	6
2.3.2 Metode II: Metode Filtering.....	7
2.3.3 Metode III: <i>Data-driven</i>	7
2.4 <i>Surface Related Multiple Elimination</i>	8
2.5 Rumus Persamaan 2D SRME.....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Penunjang Penelitian dan Ketersediaan Data.....	13
3.2 Diagram Alir.....	14
3.3 Pembuatan Data Sintetis.....	15
3.4 Pembuatan Alur Pengolahan pada Perangkat Lunak.....	20
3.4.1 Alur Pengolahan Pembuatan Geometri.....	20
3.4.2 Alur Pengolahan <i>Denoising</i> dengan AAA.....	22

3.4.3 Alur Pengolahan SRME.....	24
3.4.4 Alur Pengolahan <i>Water bottom Picking</i>	25
3.4.5 Alur Pengolahan Rekonstruksi <i>Offset</i>	26
3.4.6 Alur Pengolahan <i>Multiple Model</i>	28
3.4.7 Alur Pengolahan Least Square Adaptive Substraction	29
3.4.8 Alur Stacking	30
BAB IV PEMBAHASAN.....	31
4.1 Pembuatan Geometri	31
4.2 Anomalous Amplitude <i>Noise Attenuation</i>	32
4.3 <i>Water bottom picking</i>	35
4.4 Rekonstruksi <i>offset</i>	36
4.5 <i>Multiple Model</i>	40
4.6 Least Square Adaptive subtraction	43
4.7 Stacking setelah <i>SRME</i>	50
BAB V KESIMPULAN.....	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	63
BIODATA PENULIS.....	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Efek <i>Multiple</i> pada data seismik laut.....	3
Gambar 2.2 Efek <i>Multiple</i>	4
Gambar 2.3 Klasifikasi <i>Multiple</i>	5
Gambar 2.4 Klasifikasi <i>Multiple</i> Berdasarkan titik pantul terdangkal.....	5
Gambar 2.5 Sub-kategori <i>Surface-Related Multiple</i>	6
Gambar 2.6 Ilustrasi <i>Multiple</i> Orde 1.....	9
Gambar 2.7 Ilustrasi konvolusi pada <i>multiple</i> model.....	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Konfigurasi <i>Receiver</i>	16
Gambar 3.3 Konfigurasi <i>Source</i>	16
Gambar 3.4 Pembuatan Sinyal <i>Wavelet</i>	17
Gambar 3.5 Model Akuisi data Sintetis.....	20
Gambar 3.6 Proses <i>Grid merge</i>	20
Gambar 3.7 <i>Shot Gather</i> Pemodelan akustik dan hasil <i>grid merge</i>	21
Gambar 3.8 Alur pengolahan pembuatan geometri.....	22
Gambar 3.9 Proses Pengolahan proses AAA.....	24
Gambar 3.10 Alur Pengolahan SRME.....	25
Gambar 3.11 Alur Pengolahan <i>water bottom picking</i>	26
Gambar 3.12 Alur Pengolahan Rekonstruksi <i>offset</i>	28
Gambar 3.13 Alur Pengolahan <i>Multiple</i> Model.....	29
Gambar 3.14 Alur Pengolahan <i>Adaptive subtraction</i>	30
Gambar 3.15 Alur <i>Stacking</i>	31
Gambar 4.1 <i>Input SEG-Y</i> untuk data sintetis.....	35
Gambar 4.2 <i>Shot gather</i> Setelah geometri pada data sintetis.....	36
Gambar 4.3 <i>Shot gather</i> setelah AAA pada data sintetis.....	37
Gambar 4.4 <i>Shot gather</i> setelah AAA pada lintasan 1.....	38
Gambar 4.5 <i>Stack</i> setelah AAA pada lintasan 5.....	38
Gambar 4.6 Hasil <i>Water Bottom Picking</i> pada data sintetis.....	39
Gambar 4.7 Hasil <i>Water bottom picking</i> pada lintasan 3.....	40
Gambar 4.8 Ilustrasi <i>Zero Offset</i>	41

Gambar 4.9 Asumsi <i>multiple</i> pada <i>Zero Offset</i>	42
Gambar 4.10 Hasil rekonstruksi <i>offset</i> di lintasan 4.....	43
Gambar 4.11 Hasil rekonstruksi <i>offset</i> data sintetis.....	44
Gambar 4.12 Ilustrasi konvolusi pada <i>multiple</i> model.....	45
Gambar 4.13 Model <i>Multiple</i> pada data sintetis.....	46
Gambar 4.14 Perbandingan <i>multiple</i> model dengan input pada data sintetis.....	47
Gambar 4.15 <i>Shot gather</i> model <i>multiple</i> di lintasan 5.....	48
Gambar 4.16 Hasil <i>Stack</i> model <i>multiple</i> pada lintasan 5.....	49
Gambar 4.17 <i>Input Adaptive Subtraction</i>	50
Gambar 4.18 <i>Input</i> data <i>real</i> pada lintasan 3.....	50
Gambar 4.19 Parameter <i>Adaptive Subtraction</i> tahap 1.....	52
Gambar 4.20 Parameter <i>Adaptive Subtraction</i> tahap 2.....	53
Gambar 4.21 Parameter <i>Adaptive Subtraction</i> tahap 3.....	53
Gambar 4.22 <i>Shot Gather</i> setelah SRME pada data sintetis.....	54
Gambar 4.23 <i>Shot Gather</i> setelah SRME pada satu shot data sintetis.....	55
Gambar 4.24 <i>Shot Gather</i> setelah SRME pada lintasan 1.....	56
Gambar 4.25 Perbandingan <i>shot gather</i> sebelum dan sesudah SRME.....	57
Gambar 4.26 <i>Stacking</i> setelah SRME.....	58
Gambar 4.27 Perbandingan hasil <i>stack</i> sebelum dan setelah SRME.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter Lapisan.....	15
Tabel 3.1 Time data sintetik seismic dan multiple nya.....	19

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengukuran refleksi seismik biasanya dilakukan dengan *source* dan *receiver* yang ditempatkan di permukaan bumi untuk merekam citra bawah permukaan bumi dari refleksi yang dihasilkan oleh gelombang seismik. Pemantulan gelombang seismik yang telah disebar ke bawah permukaan bumi selalu diasumsikan telah terpantul di setiap kontras koefisien refleksi hanya satu kali. Namun dalam praktiknya, gelombang akustik yang menjalar kembali ke permukaan akan menghasilkan hamburan energi sekunder dan menjalar turun kembali. Akibatnya, refleksi akan terjadi lebih dari satu dan terekam sebagai gelombang utama oleh *receiver* seismik. Peristiwa refleksi yang terekam lebih dari satu kali ini dikenal sebagai *Multiple Effect* (Verschuur, 2013).

Efek *Multiple* termasuk salah satu *noise* atau pengotor data yang sering ditemukan pada data seismik. Efek ini dapat mengakibatkan ambiguitas pada data yang mengakibatkan berubahnya data seismik yakni data yang seharusnya tidak ada bisa menjadi ada, dan data yang sudah ada bisa tertutup oleh *multiple* sehingga tidak terlihat (Yudistira, 2015). Dengan demikian, efek *multiple* jelas harus dieliminasi demi mendapatkan data seismik yang akurat. Selama ini, ada beberapa metode yang dikenal dalam eliminasi *multiple*. Metode paling umum dalam eliminasi *multiple* adalah metode dekonvolusi atau *tau-p deconvolution* dan metode filtering yakni radon. Kedua metode ini menggunakan domain tau (τ)-p sehingga perlu dilakukan perubahan domain data seismik dari domain t-x ke domain tau-p (Xiao, 2003).

Pada data laut dangkal, dengan kedalaman kurang dari 200m, akan didapatkan data dasar laut dengan waktu yang dekat dengan permukaan air laut. Sehingga, *multiple* yang terjadi pun tidak akan jauh dari waktu *water bottom*nya. Akibatnya, pada data seismik laut dangkal biasanya *multiple* akan menutupi data utama sehingga tidak terlihat. Hal ini bisa menimbulkan ambiguitas pada interpretasi. Pada kasus ini, eliminasi *multiple* dengan dekonvolusi tau-p dan radon filtering dianggap kurang efektif karena dapat menghapus data utama. Sehingga, dilakukan eliminasi *multiple* menggunakan *data-driven method* atau eliminasi *multiple* yang berbasis data. Metode *data-driven* yang selama ini dikenal adalah SRME. SRME diperkirakan dapat melakukan eliminasi *multiple* tanpa menghapus data utamanya. Keuntungan lain dari metode ini adalah basis

dari metode yaitu data. SRME dapat bekerja dengan data *shot gather* tanpa membutuhkan data tambahan apapun serta pada metode SRME tidak diperlukan perubahan domain data seismik ke tau-p.

1.2 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengeliminasi *multiple* pada data seismik laut dangkal dengan metode 2D SRME.

1.3 Batasan Masalah

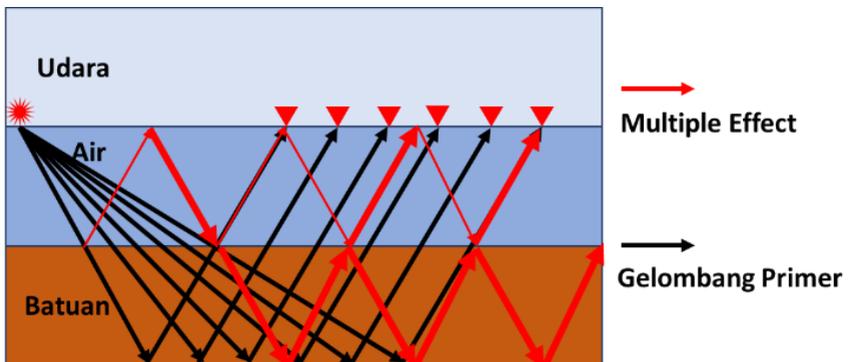
1. Pengolahan yang dilakukan adalah pengolahan data Seismik dengan metode 2D SRME Modelling.
2. Penelitian ini tidak melakukan suatu perbandingan dengan metode lainnya.
3. SRME Model yang ditargetkan memiliki *surface* yang datar dengan target lapisan reservoir minyak bumi.
4. Lapisan batuan diasumsikan homogen isotropis.
5. Dilakukan pada data seismik laut dangkal, dengan kedalaman laut kurang dari 200m.

BAB II DASAR TEORI

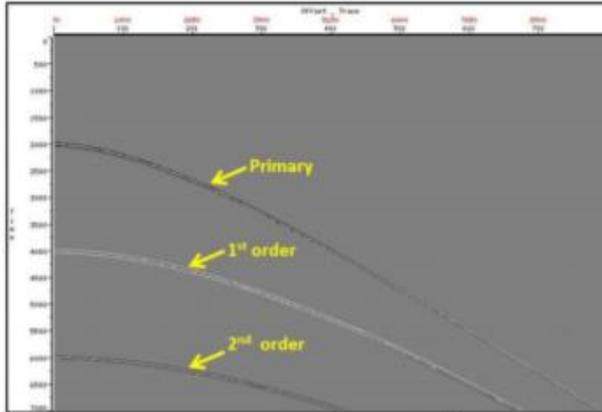
2.1 *Multiple Effect*

Multiple effect tergolong *noise* pada rekaman data seismik. Fenomena ini lebih sering muncul pada data seismik laut. Namun, pada kenyataannya *noise* ini juga bisa muncul pada data seismik darat. *Multiple* terjadi akibat perbedaan kontras yang tinggi pada koefisien refleksi. Ketika didapatkan nilai koefisien refleksi yang cukup tinggi, hampir dipastikan efek *multiple* akan terjadi. Secara umum, *multiple effect* terbagi menjadi dua macam yakni *internal multiple* dan *surface related multiple*. *Surface related multiple* adalah jenis *multiple* yang akan terbentuk apabila terdapat suatu permukaan atau *surface*. *Multiple* jenis ini tidak akan terbentuk apabila *surface* dihilangkan. Sedangkan *internal multiple* merupakan jenis yang berbeda. *Multiple* jenis ini tidak bergantung pada *surface*, bias dikatakan *multiple* jenis ini lah yang sangat mungkin muncul pada data *land* seismik.

Multiple terbentuk akibat adanya perbedaan kontras yang tinggi antara air laut dengan batuan di bawahnya maupun air laut di atasnya. Gelombang seismik bisa terpantul dan dianggap sebagai sumber gelombang baru akibat kontras lapisan tersebut (Gambar 2.1). *Multiple* yang terbentuk biasanya muncul pada 2 kali dari waktu data utama (Gambar 2.2).



Gambar 2.1 Ilustrasi Efek *Multiple* pada data seismik laut

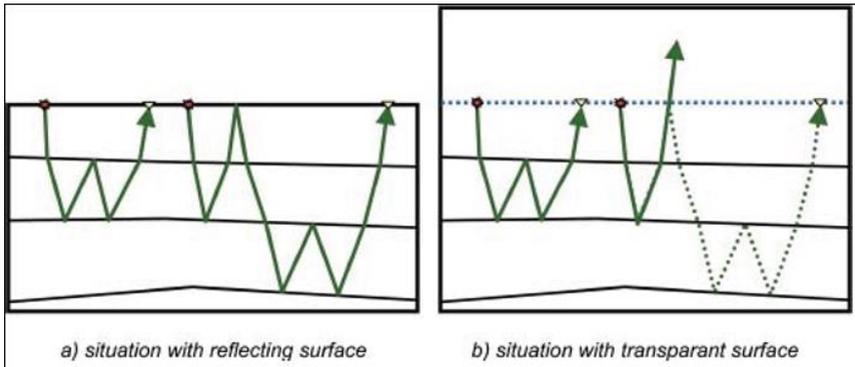


Gambar 2.2 Efek *Multiple* (Naidu, 2013)

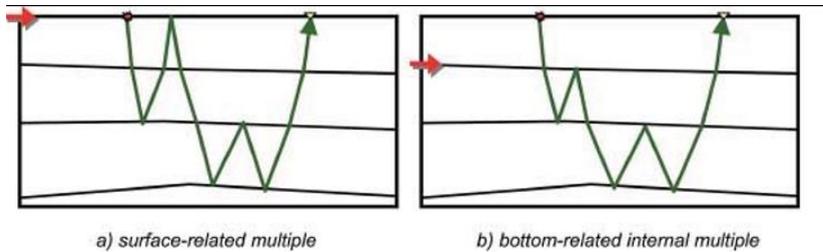
Gambar 2.2 menjelaskan *multiple* yang terbentuk pada data shot gather. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, *multiple* akan terbentuk pada waktu tepat dua kali data primer. Semakin jauh dasar laut yang terekam sebagai reflektor, semakin jauh pula *multiple* yang nantinya akan terbentuk. Sehingga, *multiple* akan lebih mudah diidentifikasi pada data seismik laut dalam.

2.2 Klasifikasi *Multiple*

Ada beberapa cara untuk mengkategorikan *multiple*. Pertama, kita perlu mempertimbangkan di mana posisi reflektor paling dangkal. Pada Gambar 2.3a, digambarkan dua jalur refleksi ganda, pada reflektor dan *surfacenya*. Peristiwa semacam ini disebut dengan internal *multiple*. *Multiple* pada Gambar 2.3a memiliki dua pantulan ke bawah pada berbagai reflektor: satu di permukaan dan satu di reflektor pertama. Selanjutnya, dihubungkan kejadian refleksi ganda ke reflektor paling dangkal di mana refleksi terjadi. Jadi, dalam kasus ini, terjadi efek *multiple* yang diakibatkan oleh permukaan air (*Surface-related multiple*). Dengan pemikiran ini, *surface-related multiple* dapat didefinisikan sebagai *multiple* yang tidak akan terbentuk jika permukaan bumi menjadi transparan untuk energi akustik. Hal ini diilustrasikan pada Gambar 2.3b. Dalam kasus internal *multiple*, semua reflektor harus transparan secara akustik sebelum dihilangkan. Dengan alasan yang sama, peristiwa pertama pada Gambar 2.4 adalah *multiple* yang berhubungan dengan *surface* dan kejadian kedua pada Gambar 2.4 adalah *water bottom-related multiple*, karena *multiple* tersebut tidak akan terbentuk saat permukaan dan dasar air menjadi transparan secara akustik.

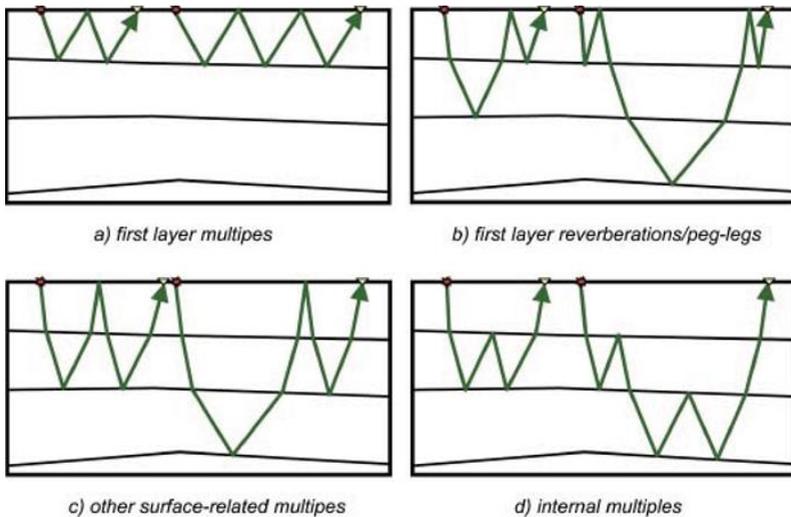


Gambar 2.3 Klasifikasi *Multiple* a) dua macam refleksi *multiple*; b) *Surface-related Multiple* dengan asumsi *surface* transparan secara akustik (Verschuur, 2013)



Gambar 2.4 Klasifikasi *multiple* berdasarkan titik pantul terdangkal (Verschuur, 2013)

Dari klasifikasi umum tersebut, *multiple* dapat dibagi kembali dalam sub-kategori. Pada Gambar 2.5a, b dan c tiga jenis *surface-related multiple* diilustrasikan, dimana lapisan pertama diasumsikan sebagai *water layer*. *Multiple* yang digambarkan pada Gambar 2.5a disebut sebagai *multiple water bottom*, yang mewakili energi yang di per lapisan air tanpa pernah merambat pada *water bottom*. Gambar 2.5b menggambarkan reverbrasi per lapisan air, yang terpantulkan di dasar air satu kali, dan memiliki satu atau beberapa refleksi ganda di per lapisan air. Perhatikan bahwa *multiple* ini bisa terjadi pada source, receiver atau keduanya. Selanjutnya, ada *surface-multiple* yang memiliki dua atau lebih pantulan di *water bottom*. Kategori ini tidak memiliki nama tertentu, dan tetap disebut sebagai '*surface-related multiple*'. Sedangkan gambar 2.5d menunjukkan *internal multiple*.



Gambar 2.5 Sub-kategori *Surface-related Multiple* (Verschuur, 2013)

2.3 Eliminasi *Multiple*

Sloat (1948) adalah ahli geofisika pertama yang mengidentifikasi *multiple* sebagai "echo reflection" karena sifatnya yang periodik. Sejak itu banyak metode telah dikembangkan untuk mengeliminasi *multiple*. Metode eliminasi *multiple* dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori besar: (1) metode dekonvolusi yang menggunakan periodisitas *multiple*; (2) metode filtering yang memanfaatkan selisih antara normal moveout pada primary events dan *multiple*; serta (3) Prediksi model *multiple* dan subtraksi adaptif (*Data-driven*) (Sloat, 1948)

2.3.1 Metode I: Metode Dekonvolusi

Metode dekonvolusi menggunakan periodisitas dalam eliminasi *multiple*. Metode ini efektif pada *surface related multiple* karena pengulangan yang terjadi berkali-kali pada setiap reflektor. Secara teori, asumsi periodik ini hanya berlaku pada *zero-offset* dalam domain ruang-waktu dan kurang efektif dengan peningkatan *offset*. Metode dekonvolusi digunakan dengan asumsi lapisan satu dimensi dan lebih efektif dengan mengubah data menjadi domain tau-p. Metode dekonvolusi meliputi dekonvolusi prediktif, dekonvolusi adaptif dan dekonvolusi multichannel. Dekonvolusi prediktif didasarkan pada fungsi autokorelasi dari rangkaian waktu yang dapat digunakan untuk menghilangkan

periodisitas, dan karenanya, *multiple* (Henley dan Wong, 2013). Dengan demikian, ini berguna dalam menekan *multiple* permukaan bebas periode pendek yang dihasilkan pada reflektor dangkal (Peacock dan Treitel, 1969). Dekonvolusi adaptif telah berhasil diterapkan pada dataset lapangan (Verschuur et al., 1992; Verschuur and Prein, 1999). Ini menekan *multiple* dalam waktu singkat dalam periode yang bervariasi, namun mahal untuk diterapkan dan bisa menjadi tidak stabil dengan adanya kebisingan (Hardy dan Hobbs, 1991). Dekonvolusi multichannel telah diusulkan untuk menghilangkan efek dari inhomogeneity lateral yang kuat yang tidak ditangani dengan metode dekonvolusi konvensional (Lamont et al., 1999; Morley dan Claerbout, 1983). Telah diperluas untuk menekan *multiple* permukaan bebas yang dihasilkan oleh dasar laut dan reflektor kuat di bawah dasar air (misalnya lapisan atas garam atau basal) (Landa et al., 1999a; Landa et al., 1999b; Lokshantov, 1999).

2.3.2 Metode II: Metode Filtering

Metode filtering menggunakan perbedaan moveout antara primary dan *multiple* di domain tau-p, f-k atau t-x. Metode ini mengurangi *multiple* pada reflektor sedang sampai dalam dimana *multiple* dan primary dipisahkan dengan baik. Jika perbedaan moveoutnya kecil, metode ini bisa menimbulkan hasil yang kurang baik. Selain itu, metode pemfilteran kurang efektif pada data *near-offsets*, karena perbedaan moveout akan semakin kecil apabila semakin dekat dengan *offset*.

Transformasi tau-p adalah kasus khusus transformasi Radon, yang mengubah data seismik dari domain *offset*-waktu (t-x) ke domain parameter Time-ray intercept (tau-p). Peristiwa seperti direct arrival, ground roll dan *multiple* sulit dipisahkan di domain t-x. Namun, dalam domain tau-p, mereka dapat dengan mudah dipisahkan, karena memiliki sudut datang yang berbeda atau nilai p yang berbeda (Yan, 2002). Untuk menghindari distorsi data primer, biasanya diterapkan muting untuk menghilangkan data primary setelah transformasi tau-p. *Multiple* selanjutnya diubah kembali ke domain t-x, dan dikurangkan dari dataset asli untuk mendapatkan primary nya saja.

2.3.3 Metode III: Data-driven (Prediksi *Multiple* dan Substraksi Adaptive)

Metode prediksi dan substraksi adaptive didasarkan pada persamaan gelombang, menggunakan data atau model yang direkam untuk memprediksi dan mengurangi *multiple*. Metode ini mencari data dengan energi minimum dengan pengurangan adaptif dari *multiple* yang diprediksi berdasarkan data yang dimiliki (Xiao et al., 2003). Keuntungan dari metode ini adalah kemampuan untuk mengeliminasi *multiple* tanpa mengganggu data primernya. Hal ini sangat berguna dalam kasus di mana data primer dan *multiple* saling mengganggu atau *multiple* menutupi data primer. Metode ini sangat efektif pada *Near Offset*

sehingga efektif dalam eliminasi *multiple* data seismik laut dangkal. Salah satu metode yang berbasis data (*Data-driven*) adalah *Surface Related Multiple Elimination* (SRME) (Pan, 2015).

2.4 *Surface Related Multiple Elimination*

Metode *demultiple* dapat diklasifikasikan ke dalam metode berbasis data dan metode berbasis model berdasarkan domain pemisahan primer dan *multiples*. Metode berbasis model adalah mengubah data seismik menjadi data dengan domain lain yang dapat memisahkan data *multiple* dan data primer secara lebih mudah. Sebagai contoh, setelah transformasi Radon, efek *multiple* biasanya difokuskan pada parameter moveout yang lebih tinggi di domain tau-p dibandingkan dengan data primer pada level dan waktu yang sama. Keberhasilan pemisahan *multiple* efek pada Radon sangat tergantung pada perbedaan kecepatan antara data primer dan *multiple*. Jika perbedaannya terlalu kecil, metode ini tidak akan efektif.

Sedangkan Metode berbasis data, seperti SRME (Berkhout dan Verschuur, 1997) tidak memerlukan informasi di bawah permukaan untuk mengeliminasi efek *Multiple*. Metode ini menggunakan refleksi untuk merekonstruksi *Surface Related Multiple*. SRME benar-benar berbasis data, dan dapat memprediksi hampir semua *Surface Multiples*. Setelah prediksi, dilakukan filter pencocokan untuk mencocokkan *multiple* pada data *real*. Setelah itu, *multiples* pada data (*shot gather*) akan dieliminasi. Oleh karena itu, SRME memiliki keunggulan yakni tidak perlu mengenerate data primer dan *multiple* ke domain lain.

Tantangan yang sebenarnya adalah prediksi model *multiple* dari data. Untuk itu dilakukan konvolusi dari masing-masing event untuk semua kemungkinan lokasi *multiple* dapat terjadi. Semua kemungkinan kombinasi gelombang datang dan total waktu tempuh setiap event akan dihitung. Menurut prinsip Fermat, *multiples* adalah peristiwa yang memiliki waktu tempuh paling sedikit. Dengan demikian operasi dasar di SRME adalah konvolusi spatiotemporal dari data dengan dirinya sendiri. Ini memberikan kinematika yang benar dari *Surface Multiples*. Perkiraan model *multiple* disesuaikan secara adaptif dari data *input*.

Surface Related Multiple dapat dilihat sebagai kombinasi dari dua primary yang terhubung satu sama lain pada titik refleksi permukaan. SRME dapat didefinisikan sebagai suatu persamaan yakni sebagai berikut:

$$M = (s - 1) * D * P \quad (2.1)$$

Dimana **M** adalah *multiple* yang diprediksi SRME

D merupakan data yang terekam

P gelombang primer.

Simbol “*” adalah singkatan dari operator konvolusi *surfaceconsistent* multidimensional.

s-1 adalah wavelet atau wavelet terbalik yang dapat diprediksi.

Pada estimasi, teknik SRME data berbasis **M** memerlukan interpolasi dari data yang terekam.

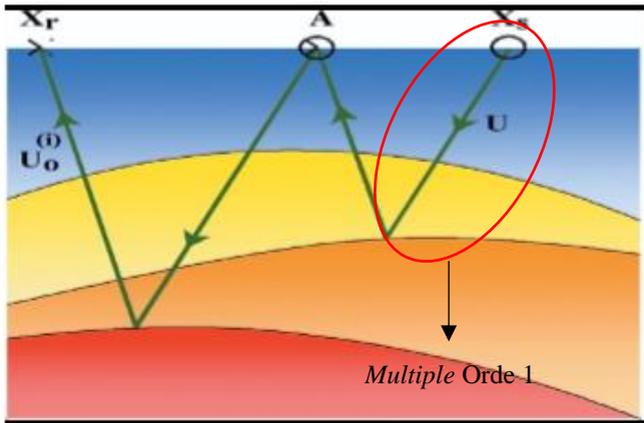
2.5 Rumus Persamaan 2D SRME

Apabila Refleksi primer bumi didefinisikan sebagai $R(\omega)$ dan $S(\omega)$ sebagai wavelet gelombangnya, respon primer dari gelombang seismik dapat didefinisikan sebagai:

$$P(\omega) = R(\omega) S(\omega) \quad (2.2)$$

Sedangkan orde pertama *multiple* sebagai respon dari refleksi primer setelah mengalami refleksi pada *surface* dengan koefisien refleksi r_0 akan memenuhi persamaan:

$$M_1(\omega) = R(\omega) r_0 P(\omega) = r_0 R^2(\omega) S(\omega) \quad (2.3)$$



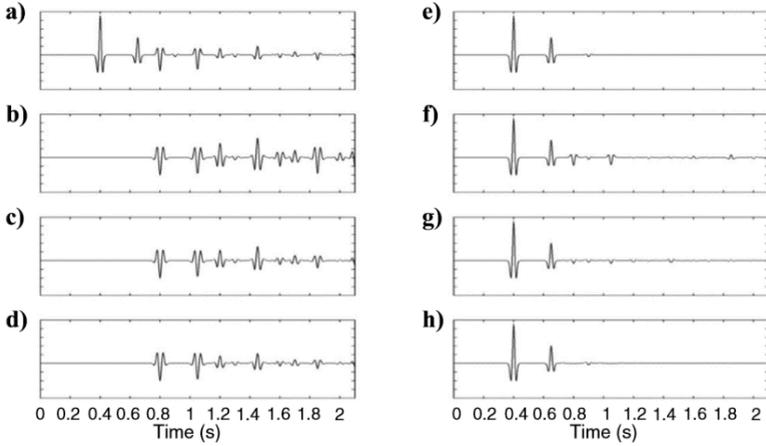
Gambar 2.6 Ilustrasi *Multiple* orde-1 (Verschuur, 1997)

Atenuasi *data-driven multiple* pada awalnya dilakukan dengan cara mencoba-coba seluruh data. Dari percobaan tersebut diperoleh hubungan konvolusi antara refleksi primer dan seluruh *multiple*, yakni:

$$M_{s1}(t) = -R_0 P(t) * r(t) \quad (2.4)$$

Dengan $M_{s1}(t)$ adalah *multiple* permukaan orde-1, $-R_0$ merupakan koefisien refleksi permukaan P(t) adalah refleksi primer, dan $r(t)$ mewakili reflektivitas bumi.

Hubungan konvolusi antara refleksi primer dengan *multiple* nya diilustrasikan melalui Gambar 2.7 sebagai berikut:



Gambar 2.7 Ilustrasi konvolusi pada *multiple* model (Dragoset, et. all, 2010)

Pada gambar tersebut, Gambar 2.7a menunjukkan seluruh data lengkap dengan *multiplanya*. Selanjutnya, dilakukan konvolusi berdasarkan persamaan (2.4) dan dilakukan penyamaan data dengan hasil *multiple* dari konvolusi. Setelah dilakukan konvolusi pada seluruh data, diperoleh *multiple* pada data seperti Gambar 2.7b-d. selain itu, diperoleh pula data primer tanpa *multiple* seperti yang ditunjukkan Gambar 2.7e-h. dapat dilihat, pada Gambar 2.7e diperoleh data primer yang seharusnya terbentuk. Namun, teridentifikasi data yang berbeda oleh perangkat lunak (Gambar 2.7f) sehingga dilakukan pengolahan kembali dan terjadi pengurangan *multiple* hingga mendapatkan data primernya saja (Gambar 2.7h). Proses konvolusi ini dapat mengidentifikasi setiap orde *multiple* dengan memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$M_i(\omega) = R(\omega)r_0M_{i-1}(\omega) = r_0^i R^{i+1}(\omega)S(\omega) \quad (2.5)$$

Seluruh *surface-related multiple* dapat diketahui dengan menjumlahkan setiap orde *multiple* yang terbentuk. Sehingga *surface-related multiple* akan didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$M(\omega) = \sum_i M_i(\omega) = [r_0 R^2(\omega) + r_0^2 R^3(\omega) + r_0^3 R^4(\omega) + \dots] S(\omega) \quad (2.6)$$

Nilai total-data didapatkan dari penjumlahan refleksi primer [$P(\omega)$ dan $M(\omega)$] (2.7)

$$D(\omega) = P(\omega) + M(\omega) = [R(\omega) + r_0 R^2(\omega) + r_0^2 R^3(\omega) + \dots] S(\omega) \quad (2.8)$$

Dilakukan substitusi:

$$D(\omega) = P(\omega) + r_0 R(\omega) D(\omega) \quad (2.9)$$

$$D(\omega) = P(\omega) + r_0 S^{-1} P(\omega) D(\omega) \quad (2.10)$$

Sedangkan hubungan total data dan data primer dapat dijelaskan melalui persamaan berikut:

$$P(\omega) = \frac{D(\omega)}{1 + r_0 S^{-1} D(\omega)} \quad (2.11)$$

$$P(\omega) = P(\omega) - A(\omega) D^2(\omega) + A^2(\omega) D^2(\omega) + \dots \quad (2.12)$$

Sehingga *Multiple Model* pada 2D SRME akan memenuhi persamaan:

$$D(\vec{r}_A \omega) = \frac{1}{2\pi} \iint_{x,y} \frac{\partial G(\vec{r}_A, \omega, \vec{r}_0)}{\partial z} D(\vec{r}_0, \omega) dx dy \quad (2.13)$$

Persamaan tersebut merupakan kuantifikasi waktu datang dan kuantifikasi teori gelombang pada intergral Rayleigh II. Integral Rayleigh II digunakan untuk menggambarkan propagasi gelombang satu arah, di mana medan gelombang naik / turun di titik **A** dihitung berdasarkan medan gelombang atas / bawah yang diukur pada permukaan (**Z**)

Dengan: $G(\vec{r}_A, \omega, \vec{r}_0)$ = Green's Function dari sumber gelombang (respons impuls yang didefinisikan pada suatu domain, dengan kondisi awal atau kondisi batas tertentu) pada titik \vec{r}_0 ke titik **A**.

Z = Permukaan air, **A** = reflektor, \vec{r}_0 = Titik Sumber Gelombang.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

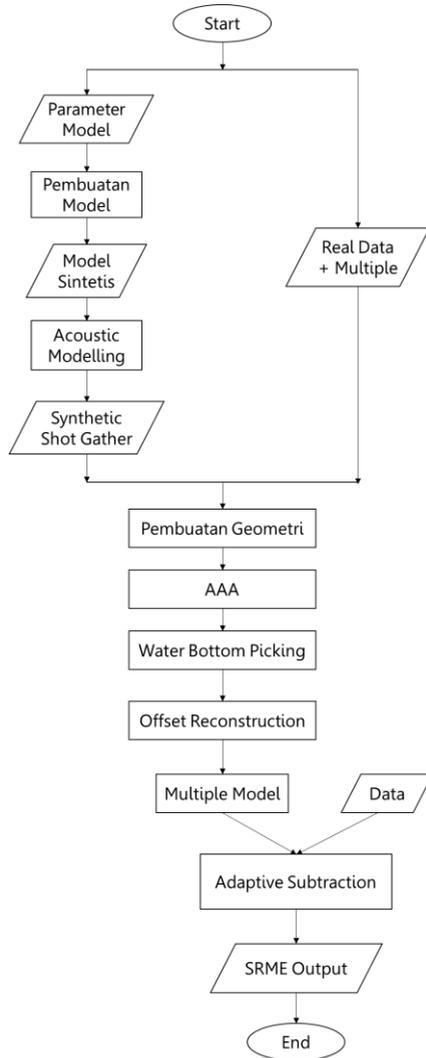
3.1 Penunjang Penelitian dan Ketersediaan Data

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data *Shot gather* dari dari lima (5) lintasan data Seismik 2D pada laut dangkal. Lintasan terpanjang pada data real adalah lintasan 1 sejauh 11 km sedangkan data terpendek sejauh 2 km adalah Lintasan 3. Lintasan 2, 4, dan 5 berturut-turut sepanjang 7 km, 5.8 km dan 8.5 km.

Adapun penunjang penulisan yang digunakan adalah 1 (satu) unit perangkat Personal Computer (PC) untuk pembuatan model data sintetis, perangkat lunak Omega 2016, dan 1 (satu) unit *workstation* yang difasilitasi oleh PT Pertamina (Persero) untuk pengolahan SRME pada data seismik sintetis yang dibuat dan *shot gather* data laut dangkal.

3.2 Diagram Alir

Adapun diagram alir yang digunakan dalam penulisan ini secara umum adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Pembuatan Data Sintetis

Penelitian ini dilakukan dalam dua domain data: Data Sintetis dan data *real*. Pengolahan data sintetis dilakukan untuk membuktikan bahwa pengolahan data seismik dilakukan dengan alur dan parameter yang tepat. Data sintetis dibuat menggunakan perangkat lunak Tesserall-2D dengan parameter yang disesuaikan dengan data *real* di lapangan.

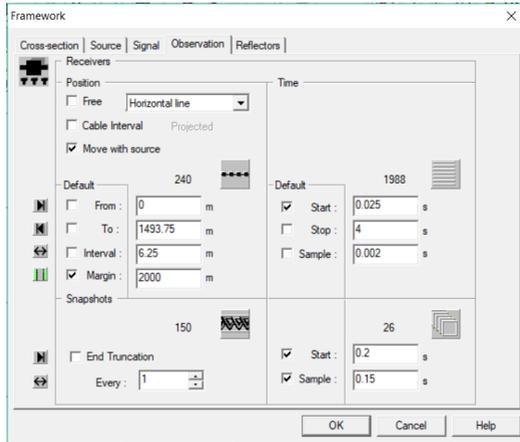
Data sintetis yang dibuat mencakup panjang lintasan sejauh 7 km dan dibuat menyerupai model kue lapis dengan hanya mengakomodir dua (2) lapisan. Lapisan pertama berupa air dengan kedalaman rendah sedalam 200 m dan sisanya adalah lapisan Batugamping (5800 m). Dibuat kontras velocity dan densitas agar *multiple* dari model dapat dimunculkan. Adapun parameter data sintetis yang digunakan, secara detailnya adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Parameter Lapisan

	Litologi	Panjang (m)	Kedalaman (m)	Compressional Velocity (m/s)	Shear Velocity (m/s)	Densitas (g/cc)
Lapisan 1	Air	7000	200	1540	0.25	1000
Lapisan 2	Limestone	7000	5800	6500	1600	2900
Total		7000	6000			

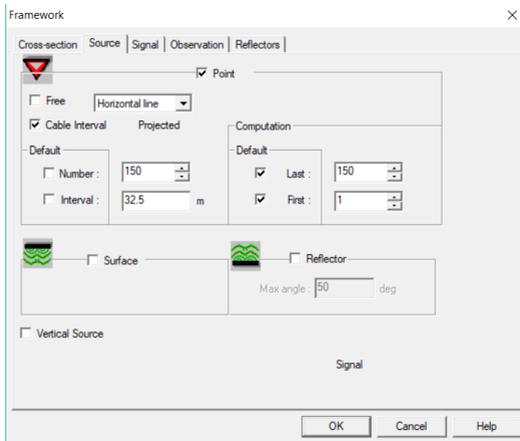
Pada parameter model perlapisan, digunakan nilai yang cukup kontras pada Compressional Velocity dan Densitas lapisan, pada hal ini air dan batugamping. Kontras yang diterapkan pada model perlapisan diasumsikan cukup untuk mengakomodasi munculnya *multiple* pada pemodelan akustik data sintetis.

Setelah menentukan parameter model perlapisan, ditentukan parameter *channel geophone* menggunakan konfigurasi akuisisi di laut dengan 240 *channel receiver* dan *margin* sejauh 6,25m antar masing-masing channel. Pada bagian ini pula diterapkan asumsi “*Move with Source Channel*” atau asumsi *channel receiver* yang ditarik oleh kapal pembawa Seismik *Source*.



Gambar 3.1 Konfigurasi Receiver

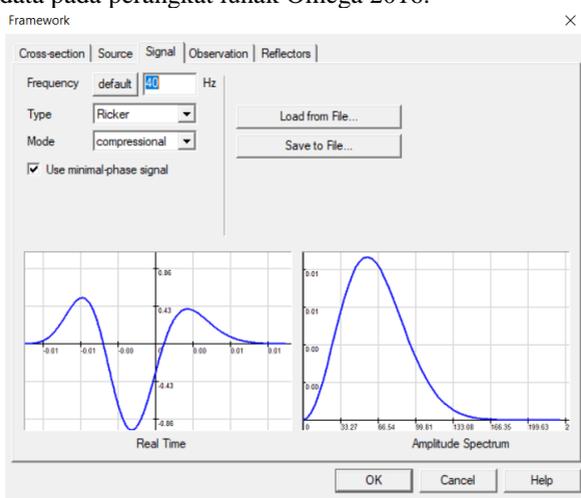
Selanjutnya dilakukan pengaturan *shot*. Diambil jumlah *shot* sebanyak 150 titik dengan *shot* pertama berada pada titik 1635,68 m atau 141,93 m dari *receiver* terakhir. Margin *shot* disesuaikan untuk mengakomodir Panjang lintasan sejauh 7 km tadi. Sehingga, setiap *shot* memiliki margin sejauh 32,5 m.



Gambar 3.2 Konfigurasi Source

Sinyal gelombang yang dibuat pada model menggunakan sinyal minimum phase tipe ricker dengan frekuensi 40Hz. Sinyal yang dibuat disesuaikan dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Sedangkan gelombang fase minimum, selain

menyesuaikan dengan data lapangan, digunakan pula untuk memudahkan pengolahan data pada perangkat lunak Omega 2016.



Gambar 3.3 Pembuatan Sinyal Wavelet

Selanjutnya dibuat model perlapisan dengan konfigurasi yang telah dibuat. Lapisan pertama adalah air sedalam 200 m dan sisanya merupakan Batugamping. Kedalaman batugamping sebenarnya tidak terlalu berperan. Namun, digunakan kedalaman yang cukup dalam untuk mengakomodir terbentuknya beberapa *multiple* pada hasil pemodelan akustik.

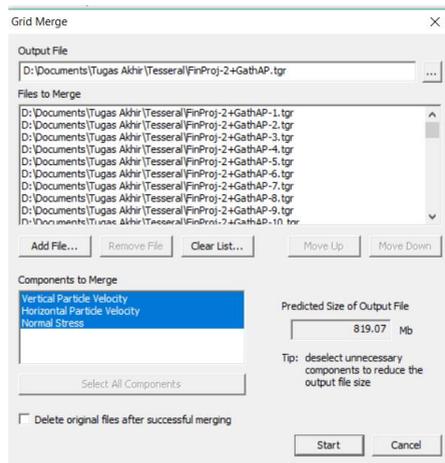
Model juga dibuat dengan konfigurasi akuisisi seismik laut, dimana *source* akan menarik *receiver*. Dalam hal ini dilakukan asumsi arah penarikan dimulai dari titik 0 di ujung timur atau arah timur-barat. Dari konfigurasi tersebut, diperoleh model sebagai berikut:



Gambar 3.4 Model Akuisi data Sintetis

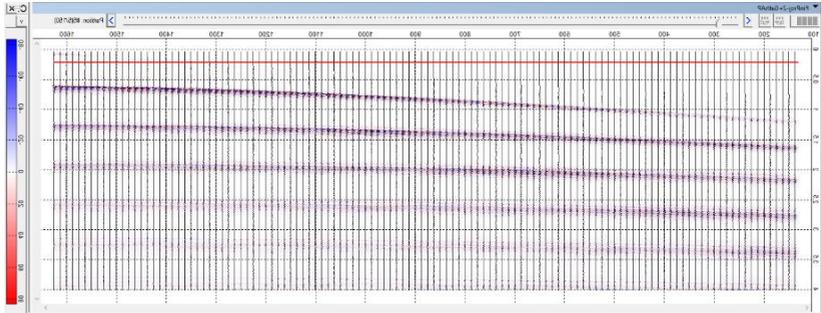
Lapisan tipis berwarna kuning di bawah *source* dan *receiver* merupakan lapisan air laut dangkal. Sedangkan lapisan ungu dibawahnya diasumsikan sebagai Batugamping. Garis hitam merupakan *receiver* dan segitiga merah adalah *source* nya. Model tersebut telah memenuhi asumsi *receiver* yang ditarik *source* dari titik 0 ke 7000 dengan *source* pertama berada pada titik 1635,68 m dan *source* terakhir pada titik 7000.

Setelah dibuat model yang sesuai, dijalankan fungsi Model Akustik sehingga diperoleh model *shot gather* dan dilakukan gridding trace yang mencakup seluruh 150 *shot*.



Gambar 3.5 Proses Grid merge

Hasil *Grid merge* hanya menggabungkan semua *shot gather* masing-masing trace. Adapun hasil trace yang telah di grid adalah sebagai berikut:



Gambar 3.6 *Shot Gather* Pemodelan akustik dan hasil *grid merge*

Proses Gridding atau *Grid merge* ini tidak mengubah data apapun. Sehingga, *shot gather* yang ditampilkan setelah *grid merge* akan sama persis dengan *output* dari pemodelan akustik. *Output* dari pemodelan akustik yang telah dilakukan menunjukkan pembacaan *water bottom* pada waktu 0.2 ms dan terbaca pula beberapa lapisan dibawahnya dengan selang waktu yang serupa dan semakin kebawah semakin melemah. Lapisan tersebut merupakan *multiple* yang muncul akibat kontras perlapisan. Lalu dilakukan pengecekan time data untuk membuktikan *multiple* dan data aslinya, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3.2 Time data real seismic dan multiplanya

	Near Offset (s)	Mid Offset (s)	Far Offset (s)
Data Primer	0.6	0.7	1.2
Multiple Orde-1	1.2	1.3	1.6
Multiple Orde-2	1.8	2.0	2.1
Multiple Orde-3	2.4	2.5	2.7
Multiple Orde-4	3.2	3.2	3.3
Multiple Orde-5	3.7	3.8	3.9

Dari data yang diperoleh, bisa dilihat tampak pengulangan mendekati hampir 0.6s. Pengulangan yang terbentuk memiliki pola 2 kali, 3 kali 4 kali, hampir 5 kali dan mendekati 6 kali time real data seismic. Setelah itu, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan Normal Moveout atau NMO untuk membuktikan bahwa data yang diperoleh telah memenuhi persamaan parabola. Perhitungan ini dilakukan dengan persamaan berikut:

$$t^2(x) = t^2(0) + \frac{x^2}{v^2} \quad (3.1)$$

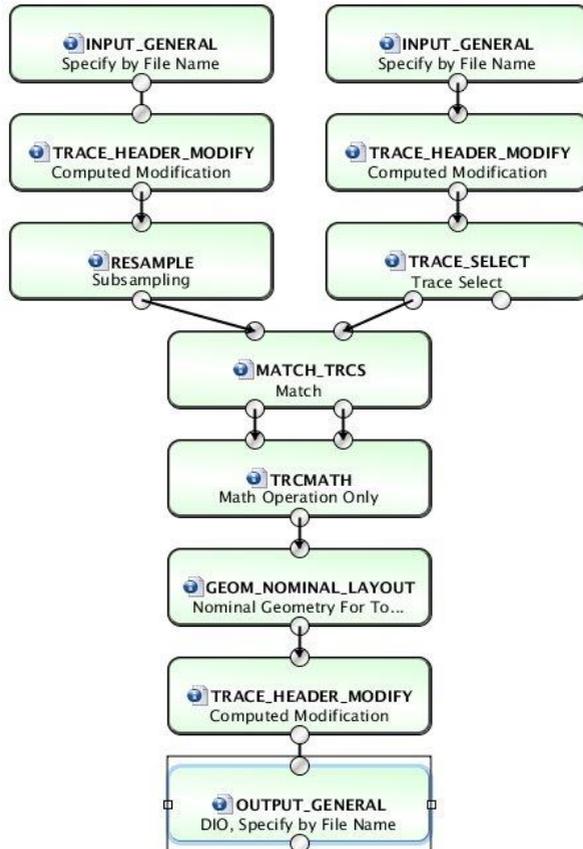
Dengan: $t^2(x)$ = waktu seismik yang ingin diidentifikasi; $t^2(0)$ = waktu seismik pada near offset; x = offset; dan v = kecepatan. Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh hasil untuk data primer yakni **0.579s** pada near offset, **0.612s** pada mid offset, dan **1.23s** pada far offset. Data tersebut menunjukkan data primer pada model sintetis telah memenuhi persamaan parabola gelombang seismik. Sehingga, dari data tersebut diketahui model yang dibuat telah sesuai dengan kebutuhan penelitian sebagai data sintetis untuk pengolahan eliminasi *multiple* dengan metode SRME.

Selanjutnya, dilakukan pengubahan format data sintetis ke format SEG-Y. Format SEG-Y ini lah yang nantinya akan di-*import* ke perangkat lunak Omega 2016 untuk selanjutnya dilakukan pengolahan SRME.

3.4 Pembuatan Alur Pengolahan pada Perangkat Lunak

Setelah diperoleh model sintetis yang sesuai dengan keinginan, selanjutnya dilakukan pembuatan alur (*flow*) pengolahan menggunakan perangkat lunak Omega 2016 untuk eliminasi *multiple* menggunakan metode SRME. Sebelum dilakukan pengolahan data, dilakukan terlebih dahulu pembuatan geometri dan *denoising* dengan metode *Anomalous Amplitude-noise Attenuation* (AAA).

3.4.1 Alur Pengolahan Pembuatan Geometri



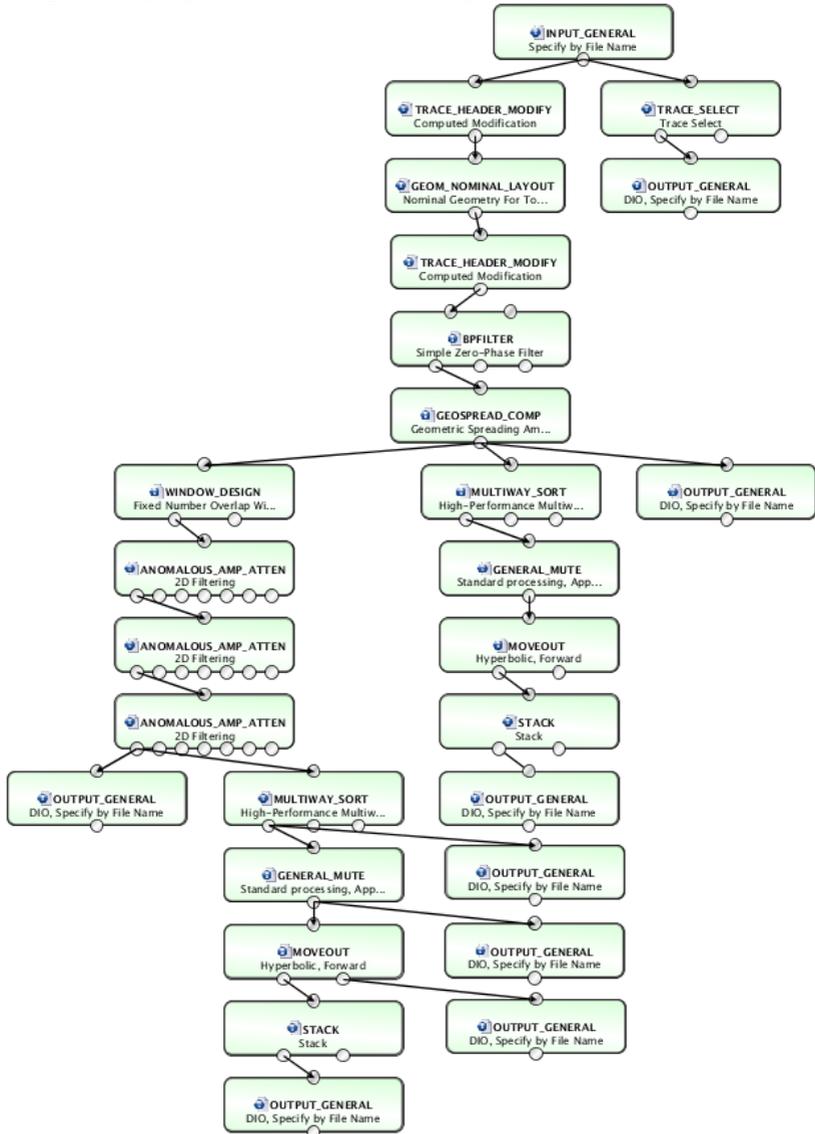
Gambar 3.7 Proses pembuatan geometri

Alur tersebut adalah alur pembuatan geometri pada data sintesis. *Input* sebelah kiri adalah SEG-Y data *real*, dan *input* sebelah kanan adalah SEG-Y data sintesis. Untuk data *real*, pembuatan geometri hanya menggunakan *input* sebelah kiri dan tidak perlu trace matching sehingga alurnya menjadi: *Input* → Modifikasi Trace Header → Resample → Trace Math → Geometry Nominal → Modifikasi Header (2) → *Output*. *Output* dari proses inilah yang nantinya diolah untuk *denoising* dan eliminasi *multiple* dengan metode SRME. Sedangkan pada data sintesis, selain dilakukan hal yang sama dengan pembuatan geometri data *real*, perlu dilakukan pula *matching* data dengan data *real*-nya.

3.4.2 Alur Pengolahan *Denoising* dengan *Anomalous Amplitude-noise Attenuation (AAA)*.

Setelah pembuatan geometri, dilakukan de-noising pada data seismik menggunakan metode *Anomalous Amplitude-noise Attenuation (AAA)*. Tahap ini dilakukan untuk menghilangkan data *noise* atau pengotor berupa anomali amplitud pada data seismik sehingga, fokus pengerjaan SRME untuk mengeliminasi data *multiple* tidak terganggu akibat adanya nilai amplitud yang tidak tepat. Selain itu, seringkali terdapat *noise* yang berada sebelum startime dan teridentifikasi oleh perangkat lunak sebagai *water bottom*. Hal tersebut mengakibatkan kesalahan dalam pembacaan *water bottom* yang dapat berakibat pada tidak tepatnya prediksi *multiple*. Dengan dilakukan AAA, *noise* tersebut bisa direduksi pula.

Adapun alur pengolahan AAA adalah sebagai berikut:



Gambar 3.8 Alur pengolahan AAA

3.4.3 Alur Pengolahan SRME

Pengerjaan SRME pada data seismik laut dangkal dilakukan melalui beberapa tahap. Tahapan pengolahan eliminasi *multiple* seismik menggunakan metode 2D SRME adalah sebagai berikut:



Gambar 3.9 Alur Pengolahan SRME

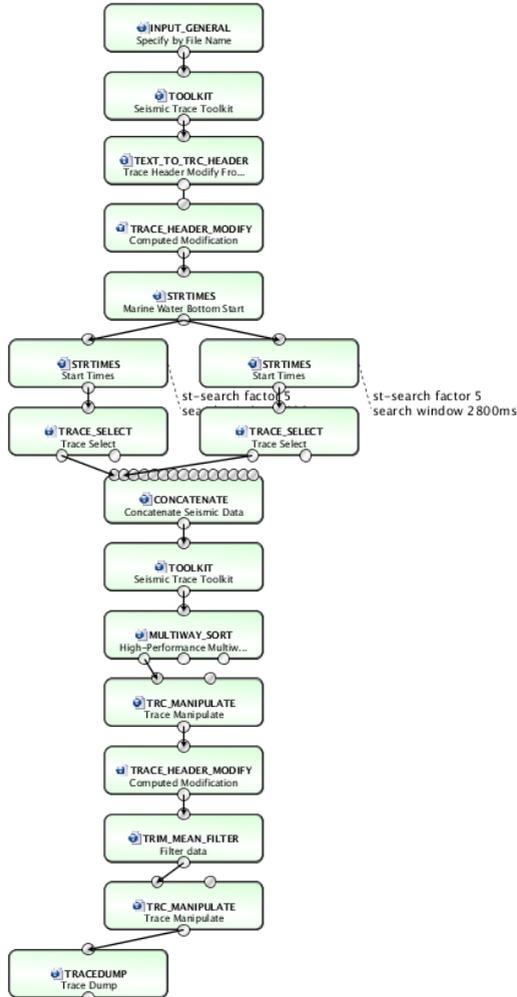
Adapun *input* yang digunakan pada proses ini adalah *shot gather* hasil proses AAA. Data AAA ini digunakan sebagai *input* pada *Water bottom picking* untuk dilakukan proses selanjutnya yang berkelanjutan. Urutan pengolahan tahap SRME adalah:

1. *Water bottom picking*
2. *Rekonstruksi offset*
3. *Multiple Modelling*
4. *Adaptive subtraction*
5. *SRME Output*

Semua tahap adalah proses berkelanjutan dimana *output* dari setiap tahap akan digunakan sebagai *input* pada tahap selanjutnya.

3.4.4 Alur Pengolahan *Water bottom Picking*

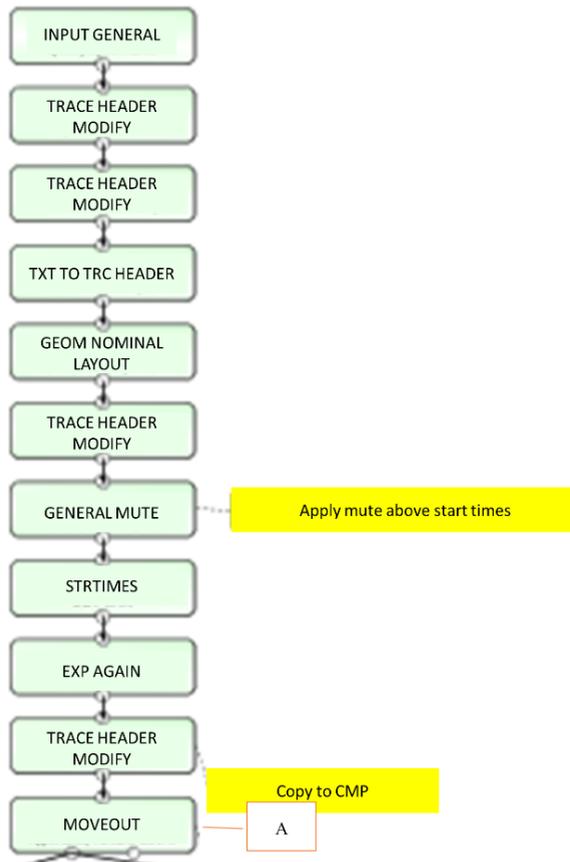
Setelah *denoising*, pengolahan data dilanjutkan ke proses pengolahan SRME. Hal pertama yang perlu dilakukan adalah penentuan waktu dasar laut atau *water bottom picking*. Adapun alur pengolahan *water bottom picking* yang telah dibuat adalah sebagai berikut:

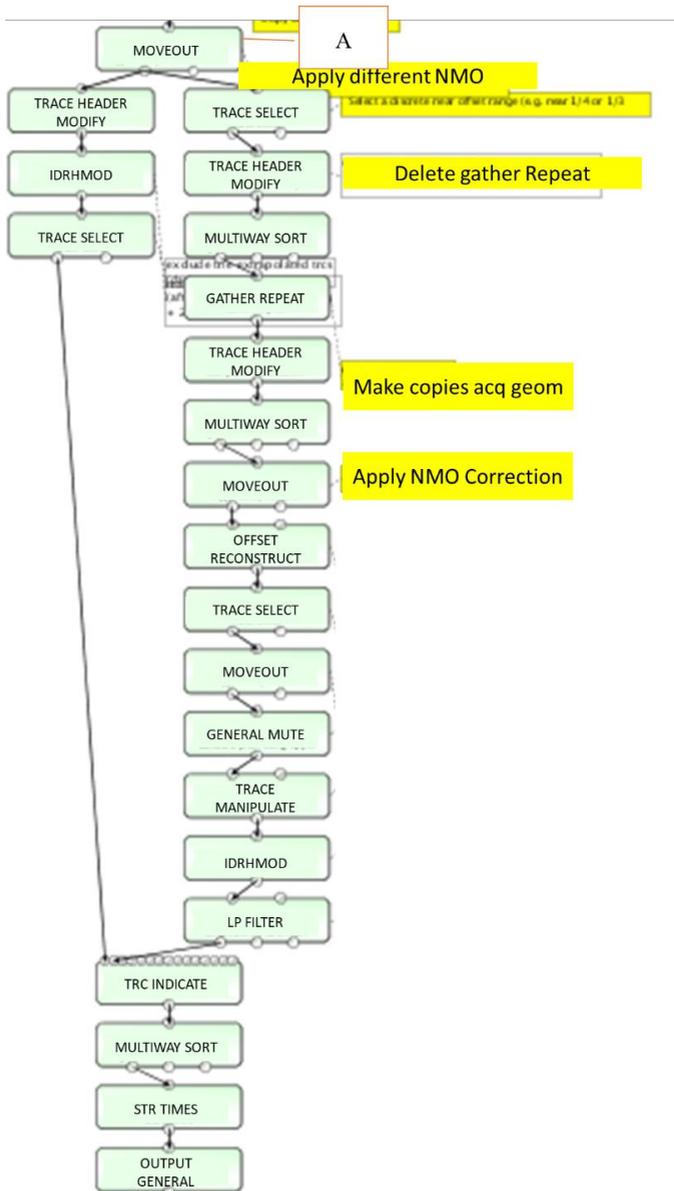


Gambar 3.10 Proses Pengolahan *water bottom picking*

3.4.5 Alur Pengolahan Rekonstruksi *Offset*

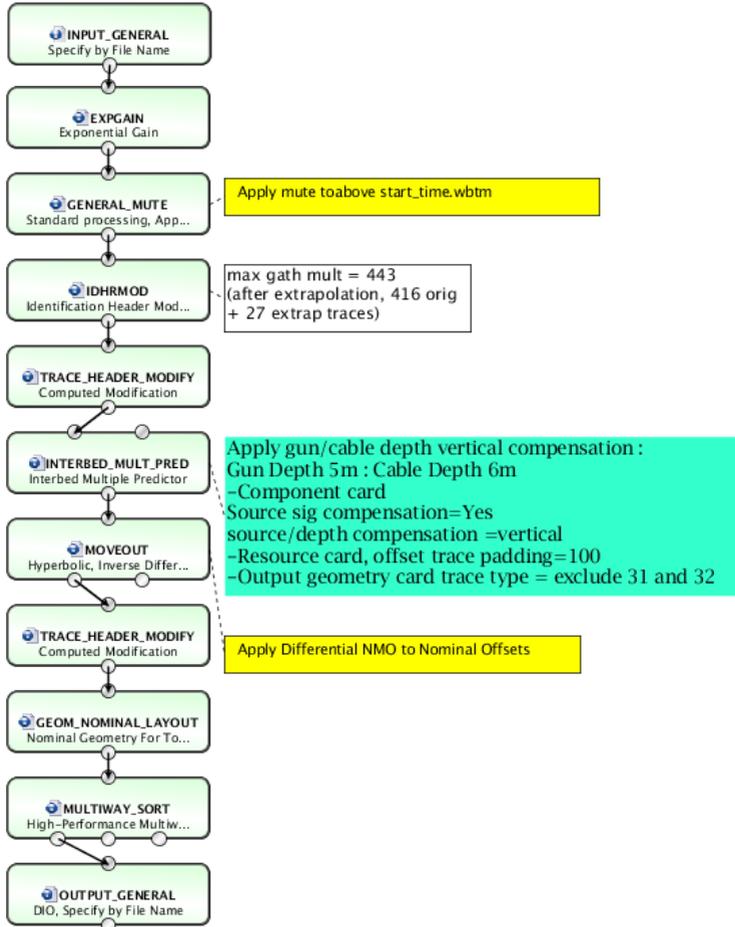
Proses pengolahan rekonstruksi *offset* menggunakan *shot gather* data sebagai *input*. Selanjutnya diolah dengan memodifikasi terlebih dahulu header data. Pada proses ini *start time (water bottom)*, yang sebelumnya telah *dipicking*, akan diikatkan ke data. Setelah *water bottom* di aplikasikan pada data, dilakukan penghapusan seluruh data diluar *start time* atau lebih dikenal dengan nama *muting data*. *Muting data* menggunakan fungsi *general mute* menghasilkan *shot gather* yang hanya berisikan data primer dan *multiplanya*. Selanjutnya, perangkat lunak akan mengidentifikasi *velocity gelombang* pada data, dan dibuat *ekstrapolasi* untuk menjadikan posisi data berada pada *zero offset*. Rekonstruksi *offset* dilakukan dengan Proses Pengolahan sebagai berikut:





Gambar 3.11 Proses Pengolahan Rekonstruksi *offset*

3.4.6 Alur Pengolahan *Multiple* Model

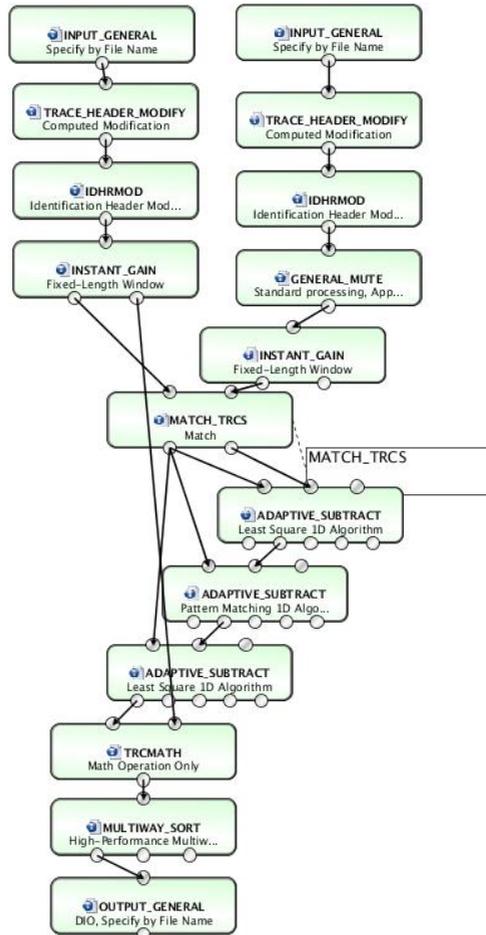


Gambar 3.12 Alur Pengolahan *Multiple* Model

Input yang digunakan dalam pemodelan *multiple* adalah *shot gather* yang telah mengalami rekonstruksi *offset*. Pada tahap ini juga diaplikasikan *General Mute* pada data diluar *start time* sehingga semua data diluar *start time* akan dihapus. Sedangkan *Output* yang dihasilkan dari proses *multiple* model adalah Seismik *gather*, baik CMP maupun *shot gather*. Prediksi *multiple* nantinya akan di-match dengan data.

3.4.7 Alur Pengolahan Least Square Adaptive Substraction

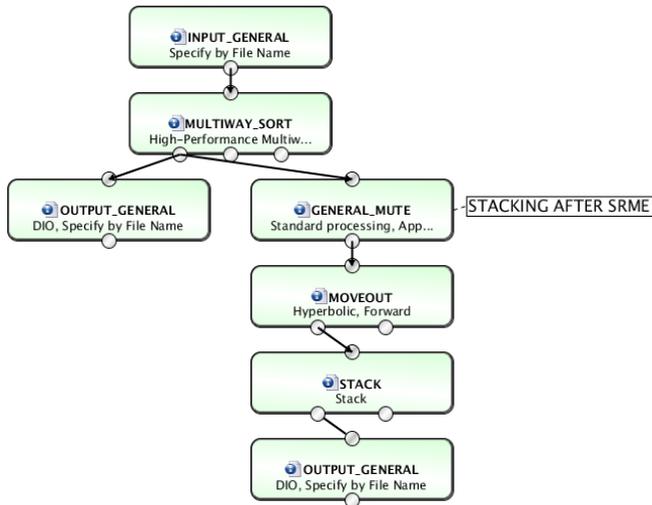
Tahap ini adalah tahap inti pada proses pengolahan SRME. Pada tahap ini dilakukan supresi *multiple* dengan beberapa parameter adaptive subtraction. Adaptive subtraction menggunakan dua *input* yakni *Input* LSAS dari data (*Input* kiri) dan model *multiple* yang sebelumnya telah dibuat (*Input* Kanan). Adapun alur pengolahan pada tahap Least Square Adaptive Substraction adalah sebagai berikut:



Gambar 3.13 Proses Pengolahan Adaptive subtraction

3.4.8 Alur Stacking

Untuk mempermudah quality control dan melihat hasil lengkap yang dilakukan oleh SRME, dilakukan *stacking* kembali pada *gather output* dari SRME. Lalu hasil *stacking* yang dilakukan dibandingkan kembali dengan *stacking* data *Input* SRME (*Output* dari proses AAA). *Stacking* pada proses SRME menggunakan Proses Pengolahan sebagai berikut:

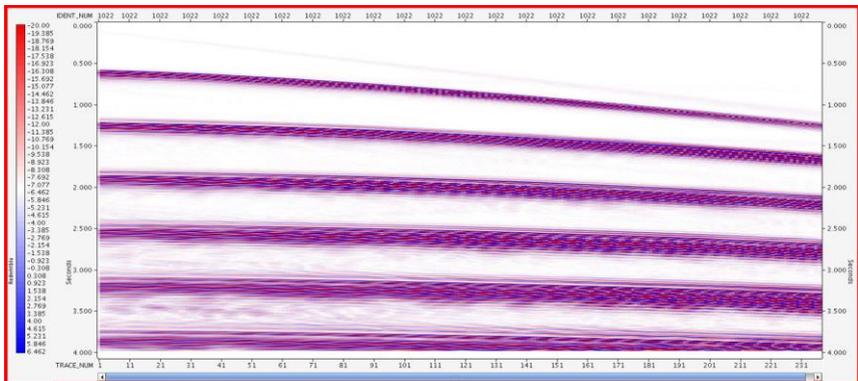


Gambar 3.14 Alur Pengolahan *Stacking*

BAB IV PEMBAHASAN

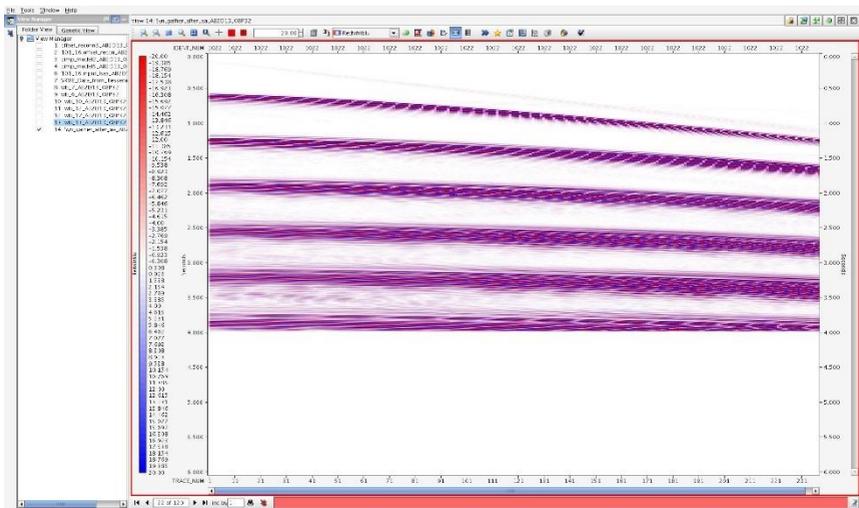
4.1 Pembuatan Geometri

Data SEG-Y menjadi format data yang di-*input* ke perangkat lunak. Setelah di-*import*, data tersebut tidak dapat langsung diolah melainkan harus dibuat geometri terlebih dahulu agar perangkat lunak dapat mengidentifikasi data untuk diolah. Pembuatan geometri ini dilakukan untuk me-resample dan mensorting data dalam CDP atau CMP. Untuk data sintesis, geometri dibuat menyesuaikan dengan data *real*. Sehingga, dilakukan matching header agar data sintesis yang dibuat menyerupai asumsi data *real* dengan kompleksitas geologi yang lebih sederhana. Data sintesis yang menjadi *input* pada pembuatan geometri adalah data sebagai berikut:



Gambar 4.1 Input SEG-Y data sintesis

Pembuatan model geometri dilakukan pada semua data baik data *real* maupun data sintesis. Pada data *real*, pembuatan geometri dilakukan hanya untuk indentifikasi bentuk geometri data dan modifikasi header data. Sehingga, hasil dari pembuatan model geometri sintesis akan sama dengan data SEG-Y nya. Dari pembuatan geometri pada data sintesis, diperoleh hasil sebagai berikut:

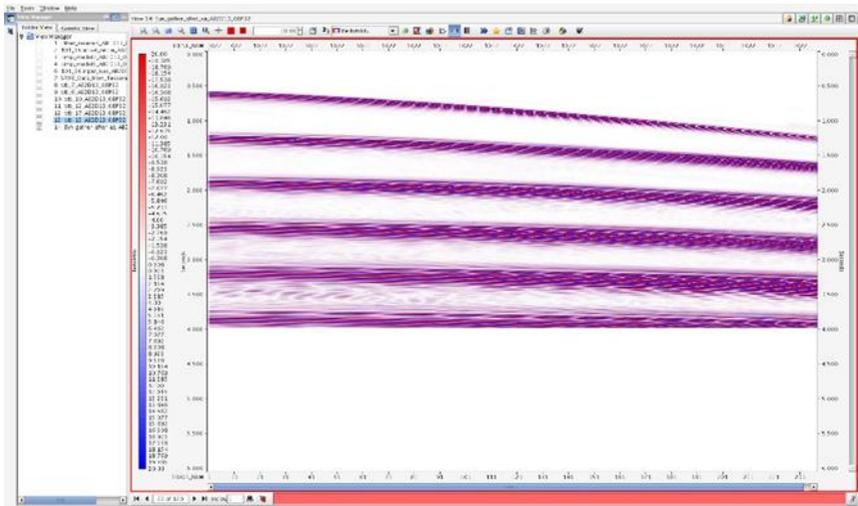


Gambar 4.2 Shot Gather setelah pembuatan geometri

Dari hasil yang didapatkan, dapat dilihat perubahan geometri data agar sesuai dengan data *real* di lapangan. Hal yang paling terlihat jelas pada data tersebut adalah *seismic time* pada data *real* yang terhenti di 4s sedangkan setelah dibuat geometri batas data menjauh menjadi 6s sesuai dengan data *real* yang digunakan sehingga terdapat data yang kosong diantara 4s-6s. Selanjutnya, dilakukan *denoising* dengan metode AAA pada data seismik yang geometrinya telah dibuat.

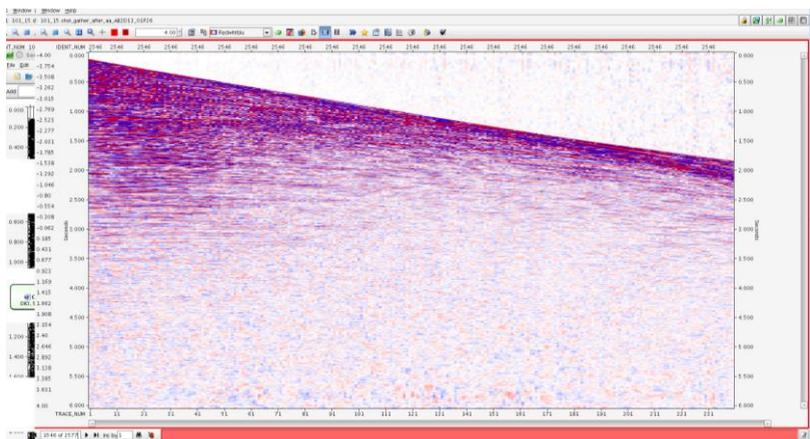
4.2 Anomalous Amplitude Noise Attenuation

Proses AAA akan menghasilkan 2 (dua) *output*, yakni data *stack* dan *Shot gather* setelah AAA. Data *stack* digunakan untuk quality control (QC) pada data. Sedangkan *output shot gather* dari proses AAA akan digunakan sebagai *input* pada proses SRME. *Output* setelah proses AAA adalah sebagai berikut:



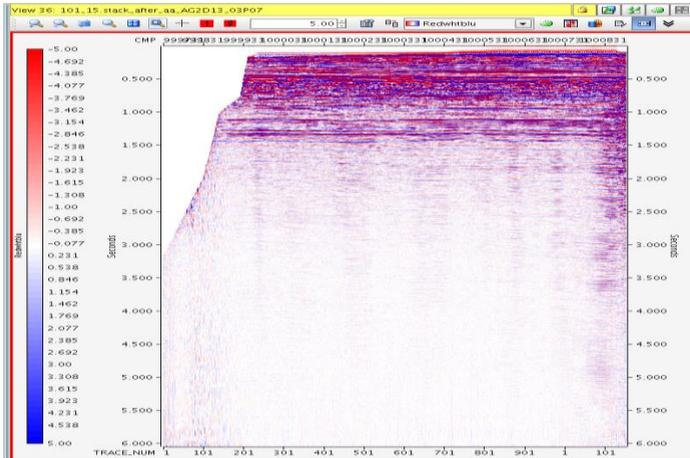
Gambar 4.3 Output Shot gather setelah proses AAA pada data sintetis

Pada data sintetis, (Gambar 4.3) dapat terlihat dengan jelas tidak ada *noise* sebelum event pertama. Sehingga starttime akan tepat berada pada *water bottom*-nya. Sedangkan pada data *real* (Gambar 4.4) diketahui masih terlihat *noise* pada *far offset*. Namun, pengotor tersebut tidak diidentifikasi sebagai data sehingga proses AAA yang dilakukan telah tepat. Untuk mempermudah *quality control* (*QC*) data, dapat dilakukan *stacking* (Gambar 4.5). Pada data hasil *stack* tersebut bisa dilihat apakah masih ada *noise* yang mengganggu atau tidak.



Gambar 4.4 Output Shot gather setelah proses AAA pada lintasan 1

Adapun *output stack* yang dilakukan pada lintasan 2 diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 4.5 Output Stack setelah AAA pada lintasan 2

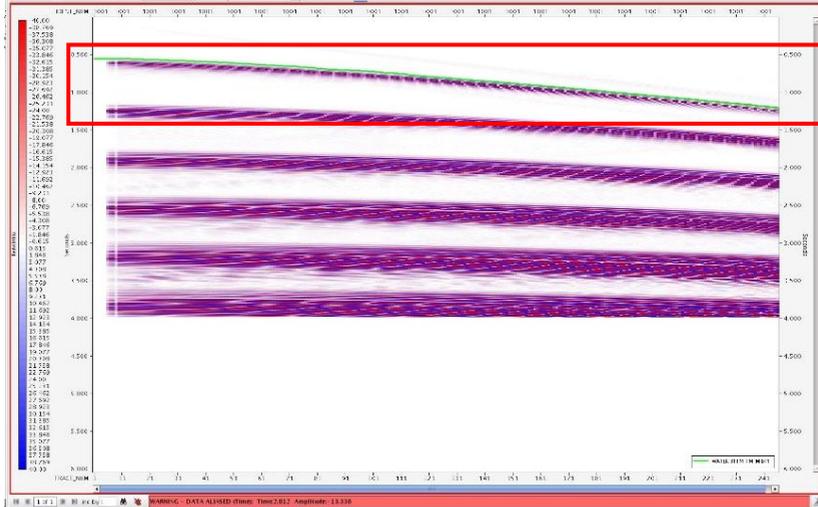
Dari hasil *stack* yang telah dilakukan, dapat dilihat disekitar *water bottom* tidak terdapat data pengotor atau *noise*. Pada data terlihat diluar *water bottom* hanya data kosong. Sehingga, proses pengolahan dapat dilanjutkan ke proses pertama SRME, yakni *water bottom picking*.

4.3 Water bottom picking

Proses pertama dalam tahapan SRME adalah *water bottom picking* atau menentukan posisi dasar laut dalam domain waktu (time). Informasi posisi *water bottom* sangat penting karena *water bottom* merupakan reflektor utama pada event *multiple*. Perangkat lunak akan mengidentifikasi *water bottom* dengan mengikuti bentuk *shot gather* mengacu pada *velocity*-nya. Pada 2D SRME *multiple* akan selalu diasumsikan berada pada 2 kali waktu *water bottom*. Sehingga, informasi waktu *water bottom* menjadi sangat penting dalam pembuatan model prediksi *multiple*.

Output yang diperoleh dari tahap *water bottom picking* ini adalah *start time* atau gelombang pertama seismik pada *shot gather* di masing-masing trace. *Water bottom* yang diprediksi biasanya akan menghasilkan pola yang kurang baik pada data *far offset*. Namun, karena fokus SRME adalah *multiple* di *near offset*, *water bottom picking* yang kurang baik di *far offset* bisa diabaikan.

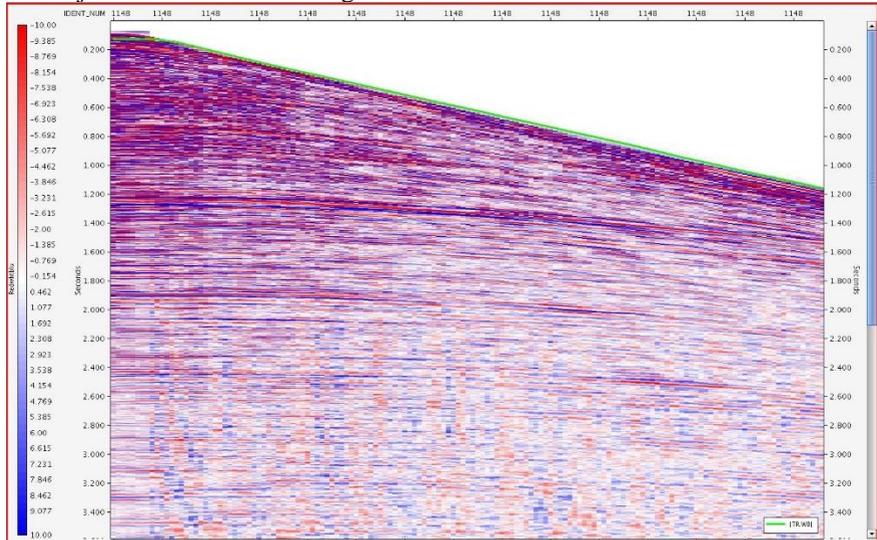
Adapun dari *water bottom picking* pada data sintesis diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 4.6 Water bottom Picking pada data sintesis

Garis berwarna hijau pada gambar 4.6 menunjukkan *start time* pada *shot gather* data yang *terpicking* oleh perangkat lunak Hasil dari *water bottom picking* pada data sintesis menunjukkan garis yang berimpit dengan data pertama yang diasumsikan sebagai dasar laut atau *water bottom*. setelah didapatkan hasil yang baik pada data sintesis, alur pengolahan yang sama selanjutnya diterapkan pada data *real* di lapangan yang sebenarnya.

Adapun *water bottom* yang di-pick oleh perangkat lunak pada data *real* menunjukkan contoh hasil sebagai berikut:

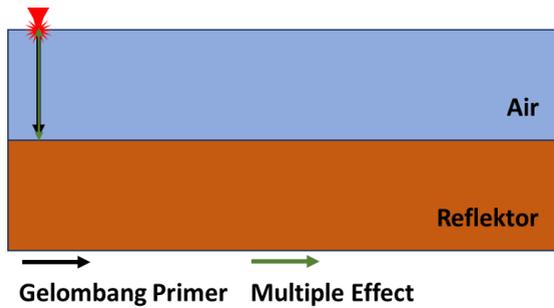


Gambar 4.7 Hasil *Water bottom* picking di lintasan 3

Garis hijau yang menunjukkan *start time*, di kedua proses, menunjukkan hasil yang berimpit dengan data. *Startime* pada kedua data dapat didefinisikan sebagai *water bottom* atau reflektor pertama pada gelombang seismik. *Water bottom* inilah yang nantinya menjadi acuan perangkat lunak dalam pembuatan model *multiple*. Semakin berimpit *water bottom* dengan data, semakin baik pula model *multiple* yang dapat dihasilkan sehingga semakin baik pula *output* yang diperoleh dari pengolahan SRME nantinya. Hasil penentuan *water bottom* di semua data, baik data sintesis maupun data *real*, telah menunjukkan hasil yang memuaskan. Sehingga, proses pengolahan dapat dilanjutkan ke tahap rekonstruksi *offset*.

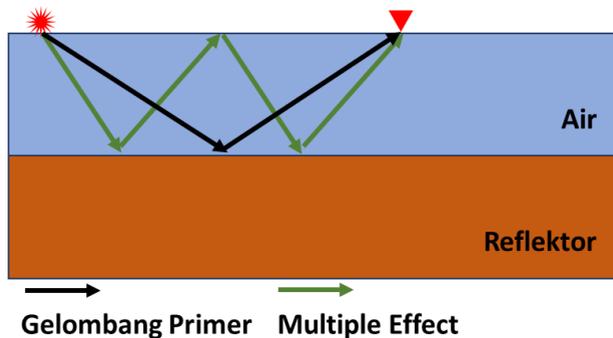
4.4 Rekonstruksi *offset*

Rekonstruksi *offset* atau rekonstruksi *offset* adalah proses ekstrapolasi data agar trace pertama suatu data dimulai pada zero *offset*. Posisi zero *offset* adalah posisi dimana source dan receiver seismik berada pada posisi yang sama. Rekonstruksi *offset* menggunakan prinsip *differential velocity*. Perbedaan velocity dari dua trace yang berdekatan akan diekstrapolasi sehingga terbentuk trace baru yang tepat berada pada titik source nya. Kondisi ini akan mengakomodir *multiple* yang tepat dua (2) kali data utama, dalam hal ini *water bottom*.



Gambar 4.8 Ilustrasi Zerro Offset

Tidak semua akuisisi seismik dilakukan pada zero *offset*. Bahkan, kebanyakan tidak dilakukan pada posisi tersebut. *Zero offset* pada proses SRME berguna agar prediksi *multiple* yang dilakukan oleh SRME tepat dua kali waktu *water bottom* dengan prinsip seperti gambar diatas. Ketika gelombang seismik menjalar, mengalami refleksi, dan direkam kembali di titik yang sama, akan terjadi penjarangan gelombang dan refleksi gelombang melalui jalur atau lintasan yang tepat sama. Karena hal tersebut, apabila gelombang seismik terefleksi kembali di permukaan air dan membentuk source baru, pengulangannya akan kembali menjalar melalui lintasan yang sama. Refleksi gelombang yang mengakibatkan pengulangan ini didefinisikan sebagai *multiple*. Apabila *multiple* menjalar melalui lintasan yang sama, channel geophon akan merekam waktu tempuh *multiple* yang sama dengan data primernya. Sehingga, waktu tempuh yang dialami *multiple* akan tepat dua kali waktu data primer. Jika terjadi pengulangan lebih dari satu kali, maka waktu tempuh *multiple* secara mudah akan memenuhi dua (2), tiga (3), empat (4) kali waktu tempuh dan seterusnya sesuai dengan kelipatan waktu tempuhnya. Dari penjelasan tersebut, *Zero offset* akan mengakomodir prediksi *multiple* yang memiliki time tepat dua kali time data primernya. Time *multiple* yang tepat dengan kelipatan data primernya akan memperbesar resolusi model *multiple* yang dibuat. Semakin berimpit *multiple* dengan kelipatan data primer, semakin baik model *multiplennya*. Dalam zero *offset*, *multiple* yang terbentuk akan memenuhi yang ditunjukkan oleh gambar berikut:

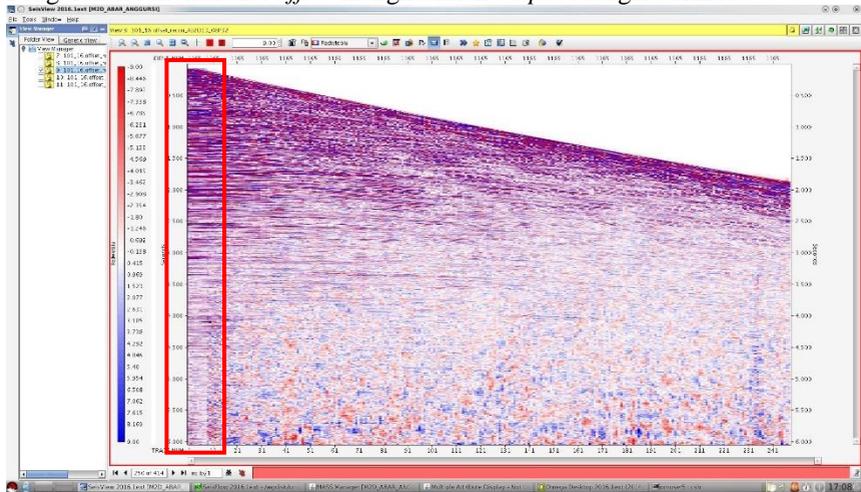


Gambar 4.9 Asumsi multiple pada Zero Offset

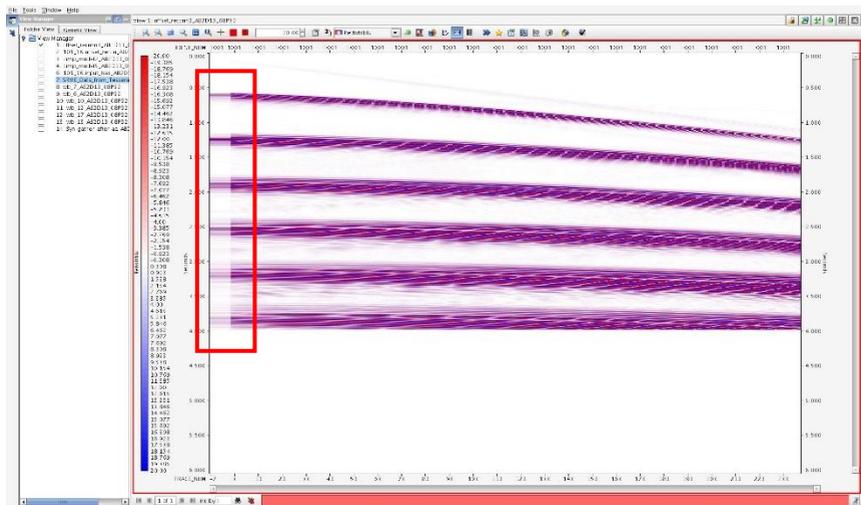
Pada Gambar 4.9 dijelaskan bahwa pada zero *offset* akan terbentuk dua buah gelombang pada jarak tempuh yang sama. Gelombang tersebut mengalami pengulangan (garis hijau) pada permukaan air. Kedua gelombang ini nantinya akan direkam oleh receiver sehingga receiver mendeteksi ada dua reflektor pada data. Padahal, seharusnya hanya satu reflektor yang direkam receiver (garis hitam). Dengan asumsi pada gambar 4.8, gelombang *multiple* akan menjalar dengan waktu tempuh yang sama dengan data aslinya, sehingga gelombang yang menjalar sebagai *multiple* akan mengidentifikasi reflektor pada waktu dua kali data primer dan direkam oleh receiver sebagai reflektor kedua.

Rekonstruksi *offset* akan meng-ekstrapolasi data seismik dengan berpegangan pada *velocity* yang ada pada data. Sehingga, bentuk parabolic dari data seismik juga akan terakomodir. Dengan terakomodirnya bentuk sama persis, gelombang seismik bisa diasumsikan telah dimulai dari zero *offset*. Dengan demikian, prediksi waktu *multiple* waktu yang tepat dengan *multiple* aslinya akan diakomodir pada tahap *multiple* model.

Pengolahan rekonstruksi *offset* menghasilkan *output* sebagai berikut:



Gambar 4.10 Rekonstruksi offset pada DATA real lintasan 4

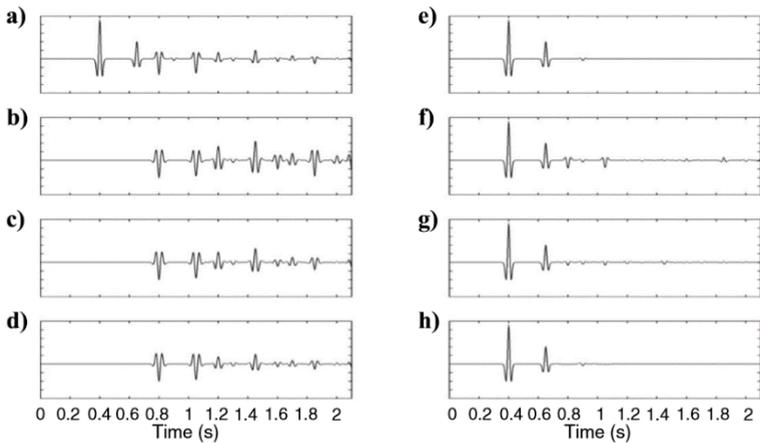


Gambar 4.11 Rekonstruksi offset pada data sintetis

Data yang dikotaki merah merupakan data baru hasil ekstrapolasi pada proses rekonstruksi *offset*. Pada bar posisi juga menunjukkan saat ini *shot gather* kedua data dimulai pada titik 0. Rekonstruksi *offset* akan menghasilkan ekstrapolasi data yang tidak sebaik data aslinya. Namun, hal ini bukan menjadi masalah karena yang utama dari rekonstruksi *offset* adalah posisi waktu *multiple* pada data untuk pembuatan model *multiple*.

4.5 Multiple Model

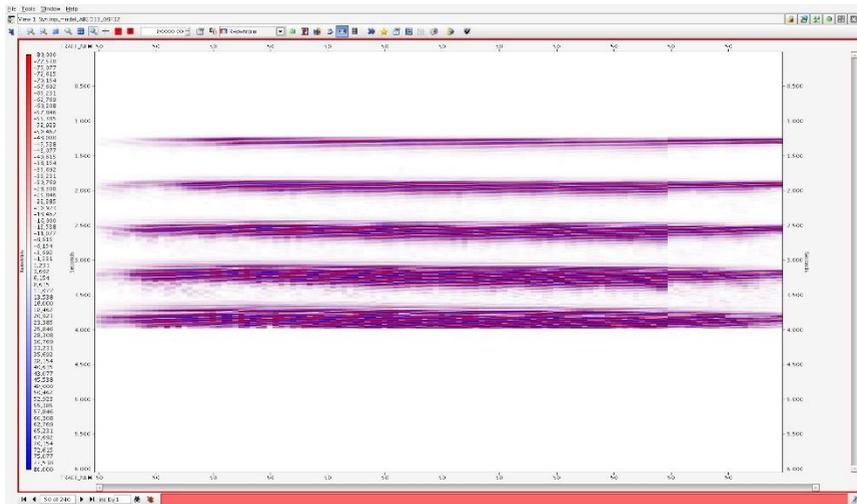
Multiple modelling merupakan tahap dimana efek *multiple* dari suatu data akan diprediksi. Prediksi *multiple* pada proses *multiple* model menggunakan prinsip konvolusi. Prediksi *multiple* dilakukan dengan men-konvolusi *start time* dengan data untuk mendapatkan seluruh kemungkinan *multiple* yang berlaku. Dilakukan konvolusi antara data primer dengan seluruh kemungkinan *multiple* yang bisa terjadi pada data hingga waktu *multiple* tepat dua kali waktu data primernya. Hasil dari semua konvolusi yang dilakukan akan dijumlahkan dan dibentuk suatu *gather* baru yang merupakan model dari *multiple* pada lintasan tersebut. Seismik *gather* ini nantinya akan dimatching dengan data lalu dilakukan proses *Adaptive subtraction* untuk mengeliminasi *multiple* dari data.



Gambar 4.12 Ilustrasi konvolusi pada multiple model

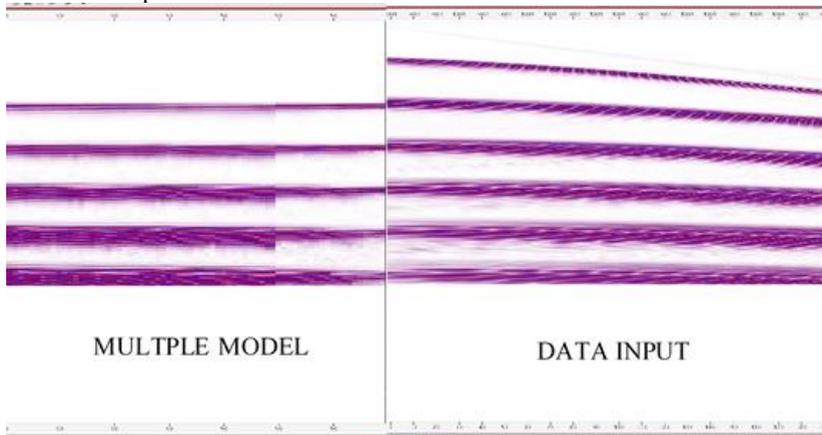
Hasil prediksi dari *multiple* model akan mendapatkan waktu *multiple* yang tepat. Namun, amplitude *multiple* yang ditunjukkan dari proses *multiple* model tidak sesuai dengan kenyataan karena konvolusi tidak dapat mengakomodir hasil yang benar-benar persis dengan persamaan pada teori. Prediksi *multiple* biasanya akan memiliki amplitude yang lebih tinggi dengan aslinya. Tetapi, kekurangan ini bukan masalah pada proses eliminasi *multiple* menggunakan SRME karena *multiple* model akan dimodifikasi kembali oleh *Adaptive subtraction* untuk mendapatkan model yang lebih presisi. Setelah dilakukan pembuatan *multiple* model, perlu dilakukan quality control dengan cara melihat model *multiple* yang dibuat oleh perangkat lunak. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, salah satu fungsi dari pembuatan model geometri adalah mensorting data ke CMP. Pengolahan pada perangkat lunak Omega 2016 memang dilakukan dalam konfigurasi CMP yang nantinya dikembalikan ke *Shot Gather*. Seismik *gather*

ini yang nantinya digunakan untuk dilakukan quality control. Data tersebut juga yang nantinya akan diaplikasikan pada tahap *adaptive subtraction*. Adapun hasil dari prediksi *multiple* yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.13 Prediksi multiple pada data sintetis

Pada data sintetis, hasil *multiple* model di-generate dalam CMP gather. Pada model sintetis, model *multiple* dalam CMP sudah cukup mudah untuk dilakukan QC. Dari pengolahan yang dilakukan, dimodelkan lima (5) pengulangan data atau *multiple* pada data sintetis. Apabila dibandingkan dengan data *input*, dapat diilustrasikan seperti berikut:

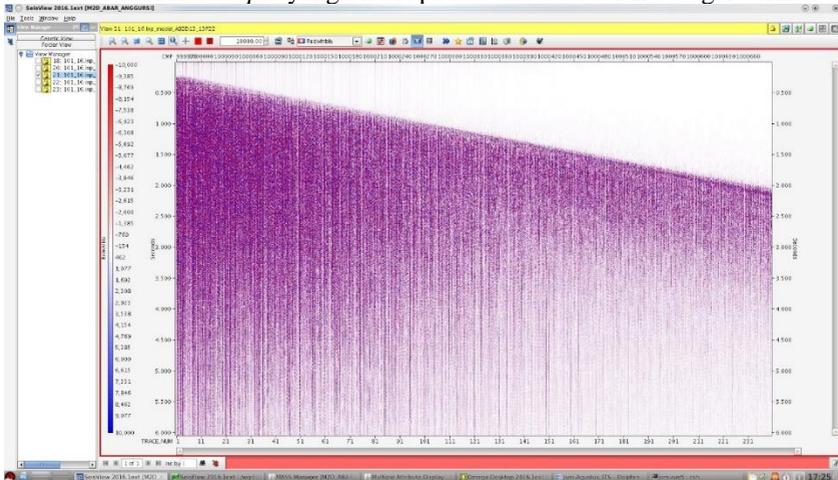


Gambar 4.14 Perbandingan model Multiple dengan Input pada data sintetis

Dari ilustrasi tersebut, bisa dilihat model *multiple* yang dibuat telah mewakili *multiple* yang terbentuk pada data sintesis. Sehingga, dari ilustrasi tersebut pula dapat dikatakan bahwa model *multiple* yang dibuat telah tepat.

Selanjutnya, proses yang sama kembali diterapkan ke data *real*. *Output* pemodelan *multiple* di data *real* dibuat ke *Shot Gather*. Hal ini dilakukan karena quality control akan lebih mudah dilakukan jika konfigurasi model dengan *input* adalah sama. Pada data sintesis, melihat *multiple* yang dimodelkan akan lebih mudah karena multiplenya terlihat jelas. Beda halnya dengan data *real*, *multiple* yang terbentuk di lapangan tidak seluruhnya jelas. Apalagi mengingat lapangan yang dijadikan penelitian adalah lapangan laut dangkal, *multiple* yang terbentuk juga akan dangkal. Sehingga, *multiple* yang terbentuk lebih sulit untuk dilihat dengan kasat mata. Oleh karena itu, konfigurasi trace *gather* antara *input* dengan model perlu disamakan.

Salah satu model *multiple* yang dibuat pada data *real* adalah sebagai berikut:



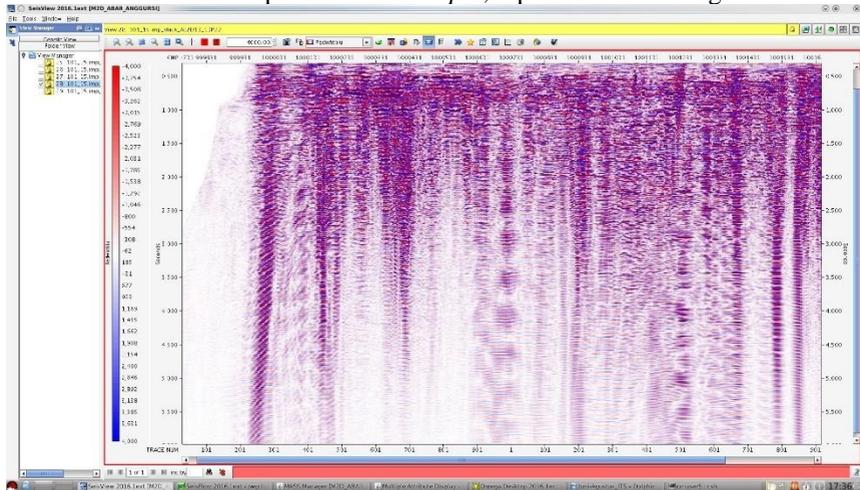
Gambar 4.15 Shot gather Multiple Model pada lintasan 5

Model *multiple* yang dibuat pada data *real* memang tidak akan menunjukkan *multiple* yang terlihat jelas seperti halnya model *multiple* pada data sintesis. Namun, dengan ter-generate-nya model *multiple* dapat dikatakan parameter yang dipakai pada pengolahan telah sesuai.

Karena model *multiple* yang dibuat pada data *real* cukup sulit untuk dilakukan QC, dilakukan *stack* untuk membantu QC dalam melihat model *multiple* yang di generate oleh perangkat lunak. *Stack* yang dilakukan pada model *multiple* hanya dilakukan untuk QC data dan tidak berpengaruh pada pengolahan SRME. Dari *stack* ini bisa dilihat apakah ada *multiple* yang terbentuk atau tidak. Apabila *multiple* yang terbentuk dianggap telah sesuai, pengolahan dapat

dilanjutkan ke *adaptive subtraction* dengan *shot gather* dari model *multiple* sebagai salah satu *input*.

Setelah dilakukan *stack* pada model *multiple*, diperoleh hasil sebagai berikut:

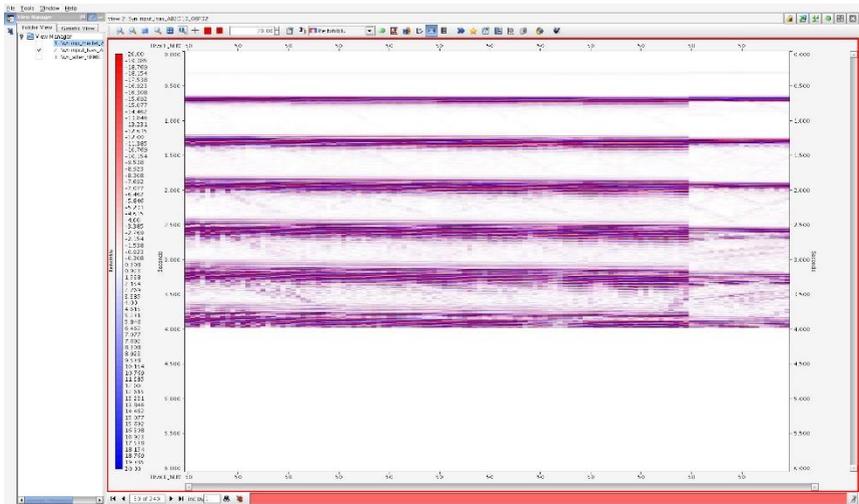


Gambar 4.16 Stack Model Multiple pada lintasan 5

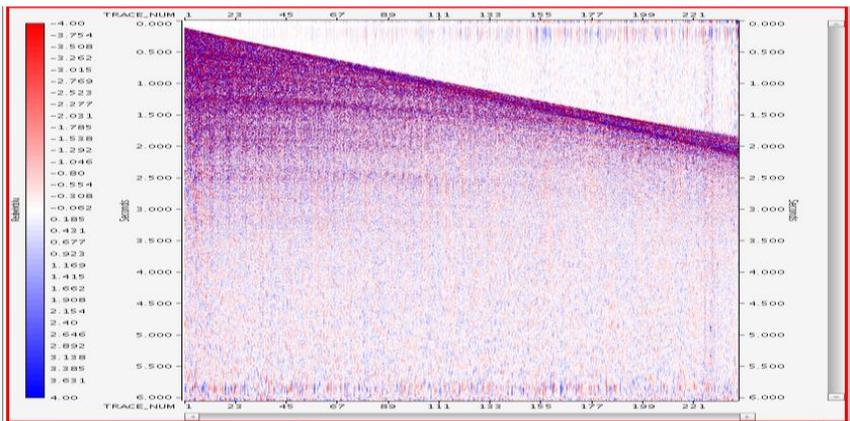
Dari model tersebut, bisa dilihat cukup banyak *multiple* yang terbentuk terutama pada area shallow. Beberapa *multiple* terjadi berulang-ulang sampai waktu maksimum pada data atau 6s. Namun, kebanyakan *multiple* yang terbentuk terdapat pada area shallow. Salah satu tantangan pada data seismik laut dangkal adalah banyak terbentuknya *multiple* di area yang masih dekat dengan *water bottom*. Asumsi *multiple* selalu terbentuk pada dua kali time data primernya. Sehingga, apabila *water bottom* diidentifikasi pada waktu 0,2s, *multiple* pertama akan terbentuk pada 0,4s dan bisa menerus sejauh data seismik terekam. Karena pada model *multiple* telah tepat terbentuk di area shallow, target *multiple* yang diinginkan telah sesuai dengan model. Oleh karena itu, pengolahana bisa kembali dilanjutkan.

4.6 Least Square Adaptive subtraction

Tahap akhir yang dilakukan pada proses eliminasi *multiple* menggunakan metode SRME adalah *Least Square Adaptive subtraction (LSAS)*. Pada tahap ini pula supresi *multiple* dilakukan. Pada proses ini dilakukan matching data antara data *input* dan prediksi *multiple* dari *multiple* model. Sebelum proses *adaptive subtraction* dilakukan, perlu dibuat suatu *input* serupa *multiple* model yang di generate dari data awal. *Input* ini yang nantinya akan di-matching dengan *multiple* model.



Gambar 4.17 Input data sintesis untuk Adaptive subtraction



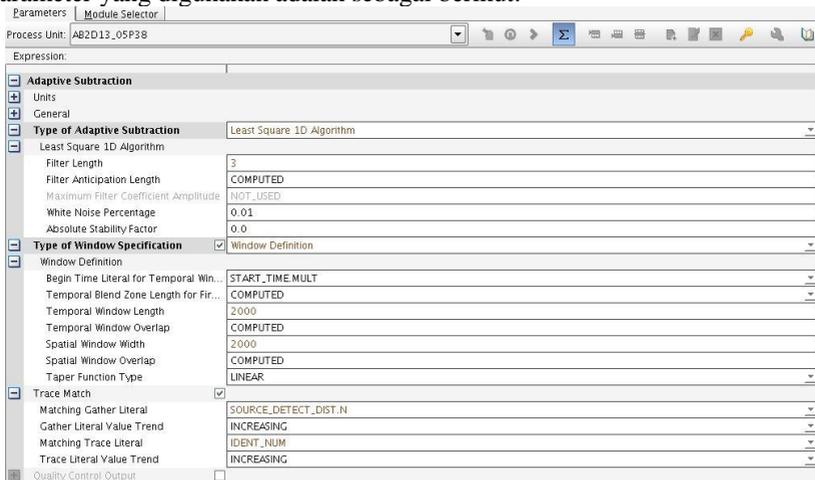
Gambar 4.18 Input data real pada lintasan 3 untuk LSAS

Adaptive subtraction dapat mengenerate model baru yang mengacu pada prediksi *multiple* dari *multiple* model dan data *real*. Proses ini dapat dilakukan berulang kali sampai mendapat hasil *Multiple Model* yang lebih baik. Ada 3 parameter yang digunakan dalam metode *Adaptive subtraction*. Pertama banyaknya jumlah trace yang akan di matching, kedua windows trace yang akan digunakan untuk matching dan yang terakhir adalah operator filternya. *Adaptive subtraction* biasanya dilakukan dalam beberapa tahap, hal ini dimaksudkan agar model yang dihasilkan benar benar menyerupain model *multiple* yang di dalam data. Tahap pertama dalam pengaturan parameter proses *Adaptive subtraction*

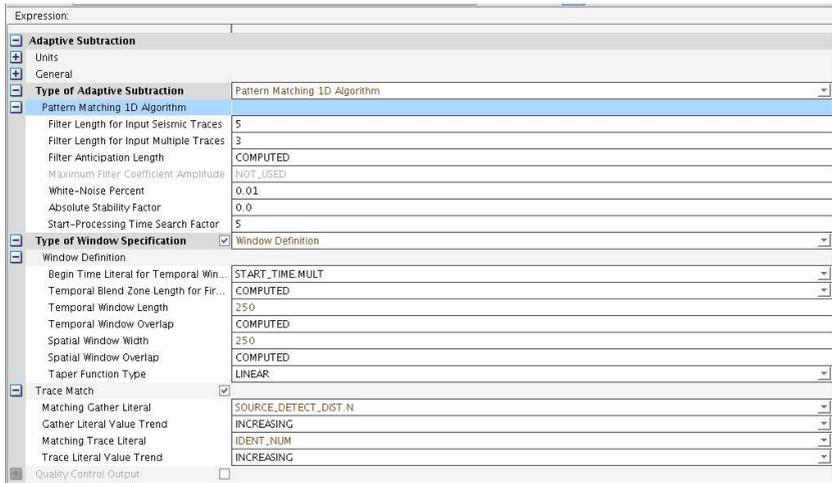
bisanya bersifat regional terlebih dahulu, sedangkan tahap selanjutnya penentuan parameter mengacu pada target data yang lebih spesifik. Sehingga, *adaptive subtraction* tahap pertama akan melakukan *demultipleing* secara lemah dan akan semakin menguat di setiap tahapnya. Tahap awal dari *adaptive subtraction* adalah mengidentifikasi *multiple* yang terdapat pada data berdasarkan model *multiple* yang telah dibuat. Selanjutnya, baru dilakukan eksekusi supresi *multiple*. Seluruh proses dikerjakan oleh perangkat lunak Omega secara otomatis.

Parameter yang dimainkan pada proses *adaptive subtraction* adalah filter length, temporal window length dan spatial window width. Semakin tinggi angka filter length, eliminasi *multiple* yang dilakukan oleh SRME akan semakin kuat. Sedangkan pada temporal window length dan spatial window width terjadi keadaan sebaliknya, dimana semakin rendah nilainya, eliminasi *multiple* yang diproses akan semakin kuat. Tantangan pada tahap ini adalah menemukan parameter yang tepat untuk mendapatkan hasil terbaik, yakni dapat mengeliminasi *multiple* semaksimal mungkin tanpa mengganggu data primernya karena penentuan parameter *adaptive subtraction* masih menggunakan prinsip trial and error. Hal ini menjadi lebih berat pada data laut dangkal karena bila parameternya terlalu kuat data primer di belakang *multiple* akan terhapus, sedangkan jika terlalu lemah, eliminasi *multiple* akan kurang maksimal.

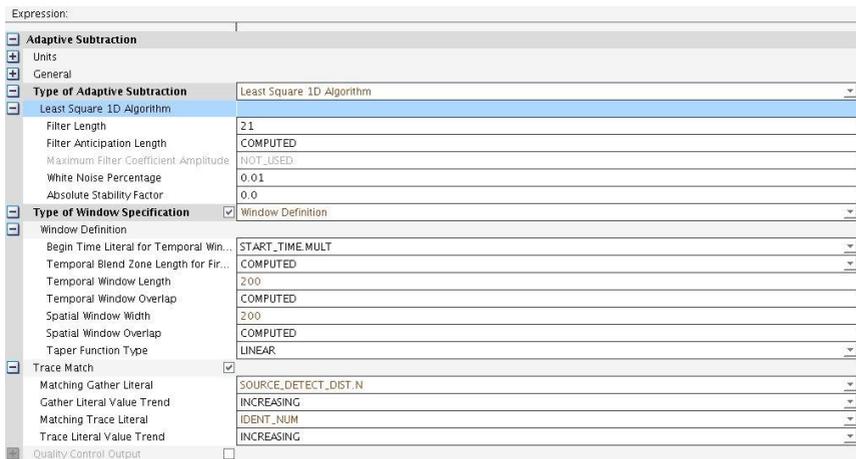
Pada penelitian ini, pengolahan Adaptive Subtraction dilakukan sebanyak tiga kali eksekusi dengan parameter yang berbeda (Gambar 3.15). Parameter tersebut merupakan hasil terbaik dari beberapa percobaan yang telah dilakukan. Adapun parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.19 Parameter adaptive subtraction tahap 1



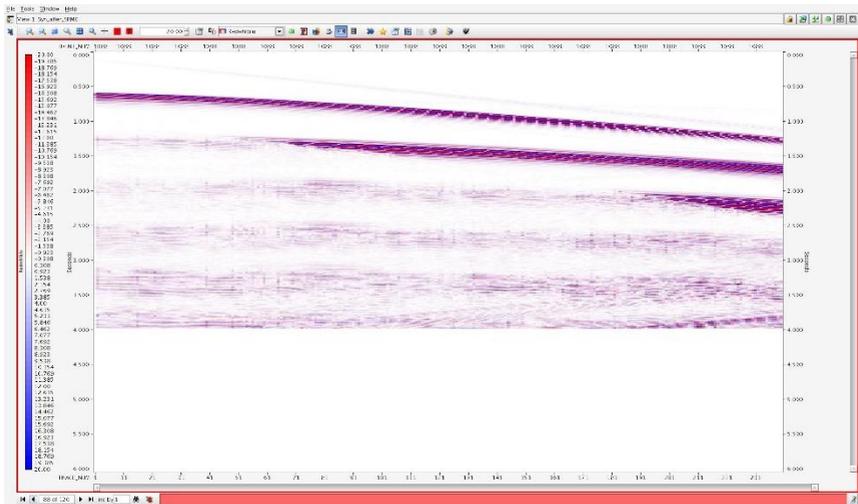
Gambar 4.20 Parameter adaptive subtraction tahap 2



Gambar 4.21 Parameter adaptive subtraction tahap 3

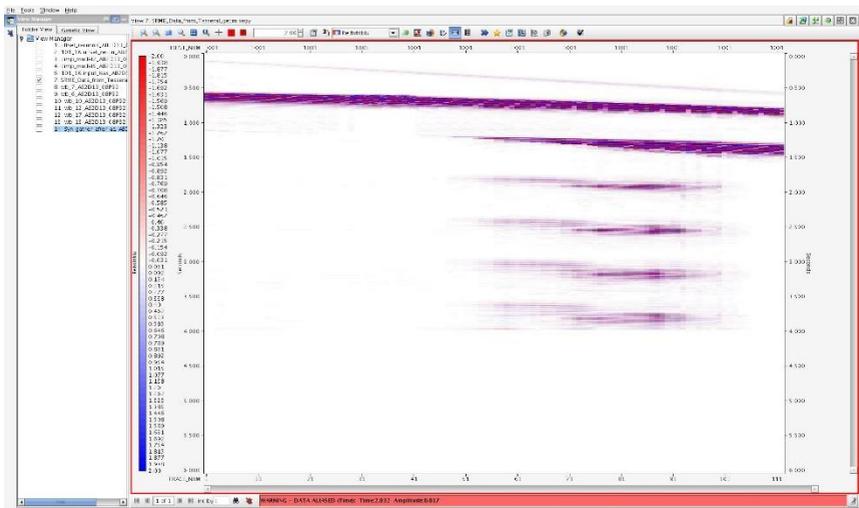
Ketiga parameter adaptive yang digunakan semuanya berbeda. Parameter pertama adalah eliminasi *multiple* yang sifatnya regional, bisa dilihat parameter pertama menggunakan filter length, spatial window width, dan temporal window length yang digunakan cukup lemah. Pada parameter kedua digunakan algoritma pattern matching. Algoritma ini akan kembali me-match hasil *adaptive subtraction* dengan *multiple* model. Setelah *multiple* diidentifikasi secara jelas, dilakukan kembali eliminasi *multiple* yang lebih kuat dari tahap pertama. Tahap

terakhir adalah proses supresi *multiple* kembali menggunakan algoritma Least Square. Pada tahap ini digunakan nilai filter length maksimum yakni 21. Setelah dilakukan pengolahan pada data sintetis diperoleh hasil terbaik sebagai berikut:



Gambar 4.22 Shot Gather setelah SRME pada data sintetis

Hasil pengolahan pada data sintetis menunjukkan hasil yang cukup baik yakni sebagian besar *multiple* telah dieliminasi. Namun, pada *far offset* masih terdapat data yang cukup jelas. *Multiple* di *far offset* tidak tereliminasi secara baik. Data tersebut adalah gabungan dari seluruh trace sebanyak 150 *shot* dan 240 channel receiver. Oleh karena itu, untuk meyakinkan bahwa hasil yang diperoleh sudah maksimum, dilakukan pengolahan hanya pada satu *shot* data seismik. Channel receiver yang digunakan tetap berjumlah 240 channel, hanya *shot*nya dikurangi menjadi satu *shot* saja. Setelah percobaan dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

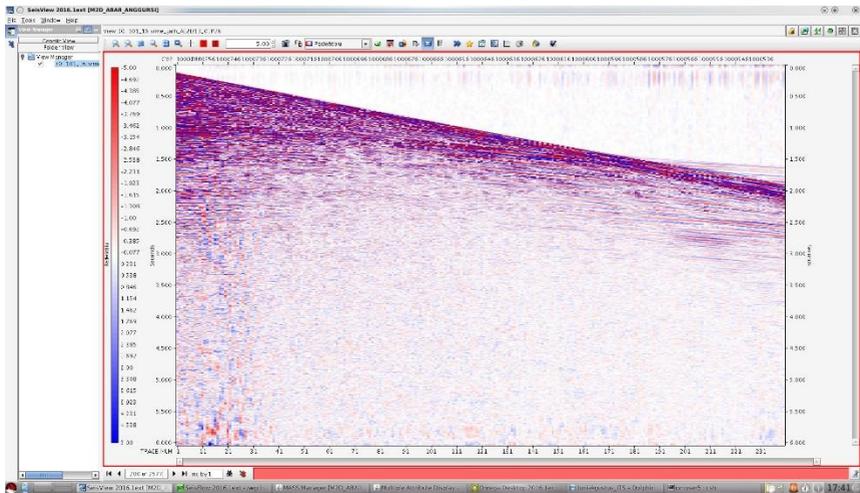


Gambar 4.23 Eliminasi multiple dengan metode SRME pada satu shot data sintetis

Percobaan yang dilakukan menunjukkan hasil yang lebih baik. Hanya *multiple* orde-1 yang masih belum tereliminasi. Jika dibandingkan dengan proses SRME pada seluruh data, pada gambar 4.37 berhasil mengeliminasi *multiple* orde-2 dan mendapatkan hasil eliminasi *multiple* orde-1 yang lebih baik dari gambar 4.36. hal ini terjadi karena Gambar 4.37 merupakan gambar hasil proses SRME hanya pada satu data, sedangkan Gambar 4.36 adalah hasil proses dari semua data yang tentunya setiap data menghasilkan *output* yang berbeda. Namun, kedua gambar menunjukkan eliminasi yang tidak efektif berada pada *far offset*. Sedangkan pada *near offset*, eliminasi *multiple* berhasil dilakukan dengan baik. Sehingga, teori bahwa SRME efektif di *near offset* dan kurang efektif di *far offset* terbukti.

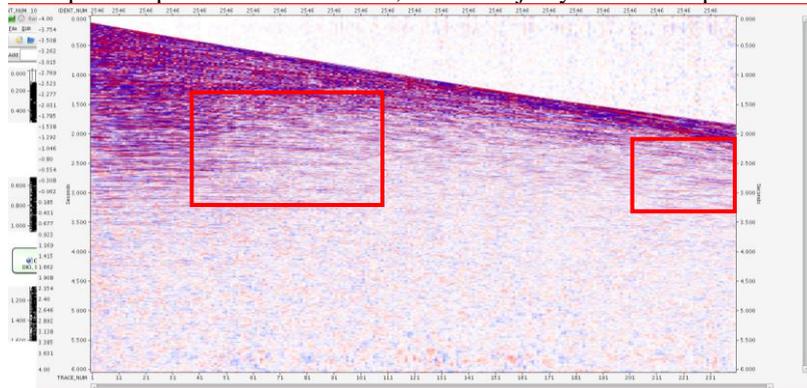
Dari kedua gambar juga menunjukkan bahwa SRME tetap membutuhkan dukungan metode supresi *multiple* yang lain untuk mengeliminasi *multiple* pada *far offset*. *Multiple* orde-1 dan orde-2 yang belum tereliminasi bisa diproses menggunakan metode eliminasi Radon. Dari hal tersebut juga bisa disimpulkan bahwa eliminasi *multiple* akan menghasilkan *output* yang lebih baik apabila dilakukan kombinasi beberapa metode.

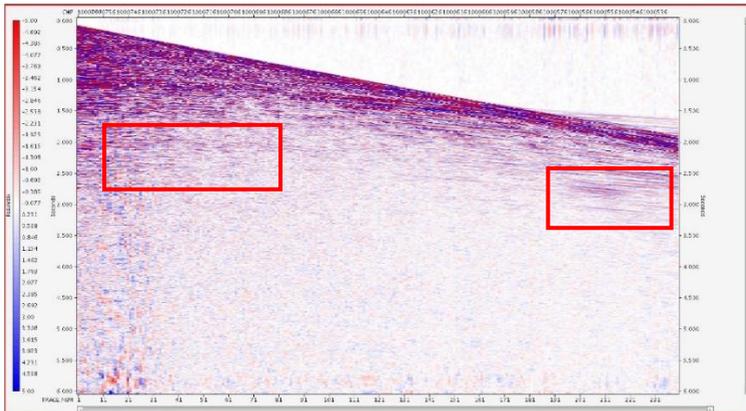
Selanjutnya pada data *real*, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 4.24 Shot gather setelah SRME pada lintasan 1

Pada data *shot gather* di data *real*, eliminasi *multiple* yang telah dilakukan tidak bisa terlihat sejelas data sintetis. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses tambahan untuk melihat hasil SRME pada data *real*. Cara paling mudah adalah dilakukan perbandingan antara data *real* dengan data *input* awal. Tetapi, akan lebih presisi apabila dilakukan *stack*, baru selanjutnya dilakukan perbandingan.



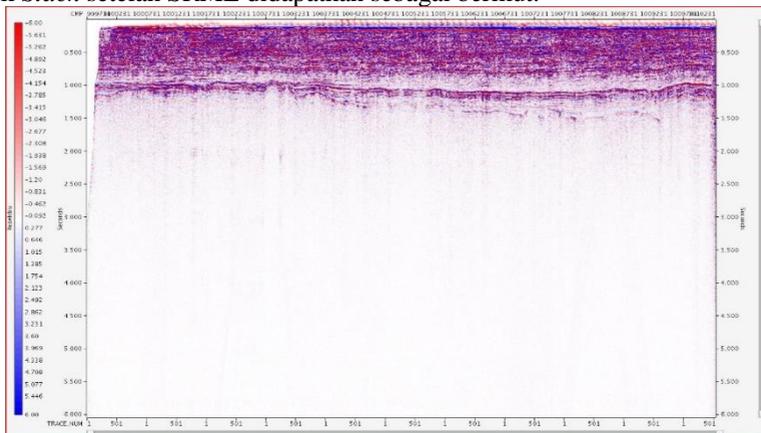


Gambar 4.25 Perbandingan Shot Gather input awal (atas) dengan Shot Gather setelah SRME (bawah)

Dari gambar tersebut terlihat ada beberapa perbedaan antara *input* dengan *Output* setelah SRME. Namun, perbandingan tersebut belum bisa menunjukkan *multiple* yang telah tereliminasi. Sehingga, dilakukan *stack* agar hasil eliminasi *multiple* terlihat lebih jelas.

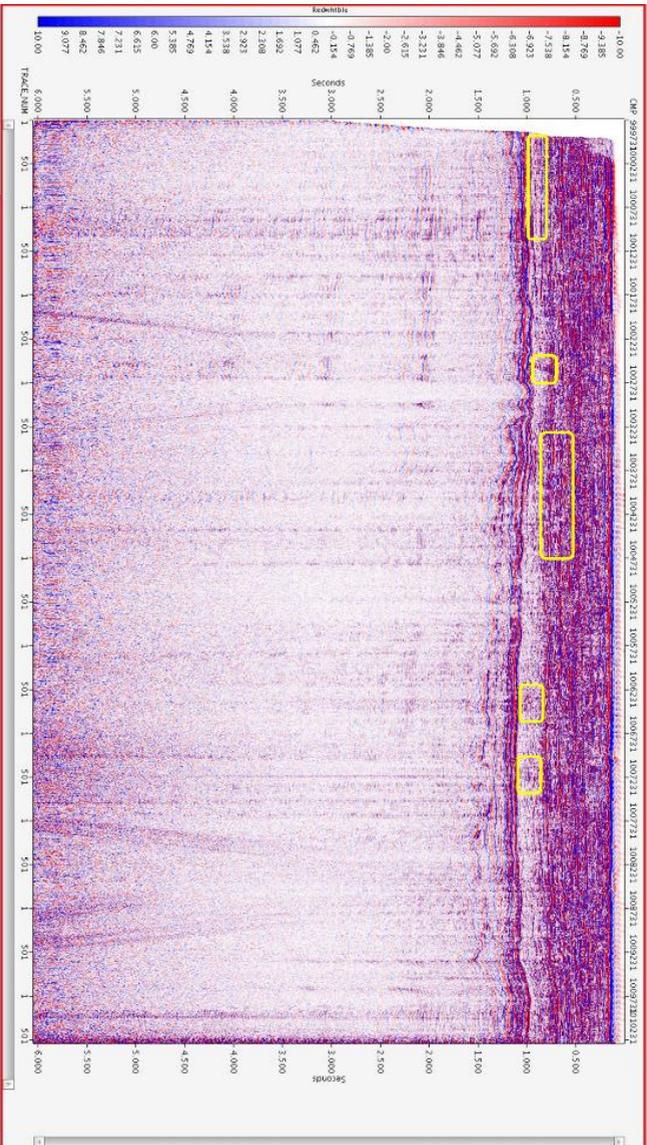
4.7 Stacking setelah SRME

Hasil *Stack* setelah SRME didapatkan sebagai berikut:



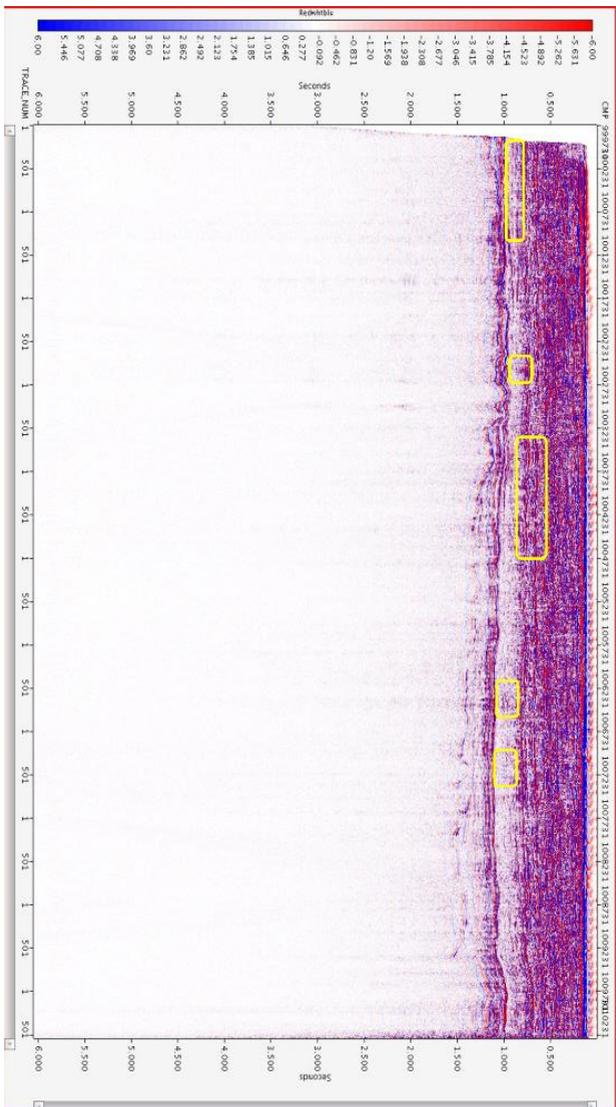
Gambar 4.26 Stack setelah SRME

Selanjutnya kembali dilakukan perbandingan dengan *stack* data sebelum SRME. Dari hasil perbandingan yang dilakukan, didapatkan perbedaan sebagai berikut:



Gambar 4.27 Hasil Stack sebelum SRME

Halaman ini sengaja dikosongkan



Gambar 4.28 Hasil Stack setelah SRME

Pada gambar tersebut terlihat jelas ada perbedaan antara *stack* sebelum SRME (atas) dan setelah SRME (bawah). Pada lapisan yang dilingkari warna kuning, terdapat data primer yang tertutup oleh *multiple*. Hal ini bisa menyebabkan kesalahan pada proses interpretasi. Bagian yang diberi tanda kuning adalah *multiple* yang terlihat dieliminasi. *Multiple* yang terbentuk di laut dangkal memang lebih sulit untuk diidentifikasi secara manual. Sebagai asumsi apabila *water bottom* berada di waktu 0.2 s, berarti *multiple* orde-1 akan berposisi di 0,4s. Pada waktu tersebut biasanya masih ada data primer yang diperlukan. Sehingga, *multiple* yang terbentuk bisa menutupi data primernya. Selain *multiple* yang menutupi data primer, *multiple* yang berada dibawah lapisan target juga berhasil dieliminasi oleh SRME. Bisa dilihat, setelah waktu 1,5s pada *input* awal penuh dengan data yang berulang. Sedangkan setelah dilakukan SRME di waktu tersebut cenderung kosong dan tidak ada data. Sehingga, bisa dikatakan pada waktu 1,5s-6s di *input* awal sebagian besar merupakan *multiple*.

Setelah dilakukan SRME pada data terlihat cukup banyak *multiple* yang dieliminasi berposisi menutupi data primer. Artinya, *multiple* yang terbentuk sebenarnya jauh lebih banyak lagi dan saat ini telah dieliminasi dengan metode SRME. Bisa dibayangkan, sebelum dilakukan SRME banyak data primer yang tertutup oleh *multiple*. Dengan demikian, *demultipleing* menggunakan metode SRME pada data seismik laut dangkal penting dilakukan. Sebab, bila tidak dilakukan SRME, informasi bawah permukaan yang ditunjukkan oleh data seismik bisa menjadi tidak akurat (Seluruh hasil lengkap pengolahan SRME di setiap lintasan dapat dilihat pada bagian Lampiran).

Dibandingkan metode lain, eliminasi *multiple* dengan SRME memiliki alur kerja yang cukup kompleks. Namun, metode ini merupakan metode yang berbasis data. Sehingga, setelah semua alur kerja selesai dibuat, seluruh proses SRME akan berjalan secara otomatis. Hal tersebut menjadikan SRME sebagai metode yang ramah pengguna. SRME juga memberikan hasil eliminasi *multiple* yang lebih presisi terutama pada data *near offset*. Hal tersebut menjadikan 2D SRME sebagai metode demultipling paling efektif yang dapat dilakukan. Kelemahan dari metode ini hanya memerlukan Hardware komputer dengan spesifikasi tinggi untuk menjalankan proses SRME. Selain itu, running data SRME juga cenderung memakan waktu yang lebih lama dari metode lainnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan ini antara lain:

1. Hasil demultipling dengan SRME yang telah dilakukan pada data sintesis, menunjukkan SRME merupakan metode eliminasi *multiple* yang efektif di *near offset*, namun kurang efektif di *far offset*
2. Hasil eliminasi *multiple* pada data *real*, menunjukkan SRME merupakan metode yang efektif dalam eliminasi *multiple* di laut dangkal.

5.2 Saran

Dari penelitian yang dilakukan, diketahui SRME di data *far offset* masih tidak se-efektif metode eliminasi *multiple* lain seperti dekonvolusi tau-p atau radon. Sehingga, perlu dilakukan kombinasi eliminasi *multiple* dengan metode lain untuk mendapatkan hasil yang maksimal pada *far offset*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Berkhout, A. J. and D. J. Verschuur. 1997. *Estimation of Multiple Scattering by Iterative Inversion, Part I: theoretical consideration*. Geophysics Journal no. 62. Halaman 586-1595.
- Dragoset, William H., D.J. Verschuur, Ian Moore, Richard Bisley. Oktober 2010. *A Perspective on 3D Surface-Related Multiple Elimination*. SEG Delft Geophysics Journal volume 75, Halaman 75A245-75A261.
- Hardy, R.J.J., and Hobbs, R.W. 1991. *A Strategy for Multiple Suppression*. EAGE First Break Edisi 4, Halaman 139–144.
- Henley, D. C., and Wong, J. 2013. *Which way is up? - Experiences with Processing Physical Modeling Data*. CREWES Annual Report Edisi ke-25.
- Kumar, Ajay, Pardeep Sangwan, M. K. Balasubramaniam. 2013. *Attenuating Previous Shot Multiples in Marine Seismic Surveys*. SPG India 10th Biennial International Conference and Exposition, p. 290.
- Lamont, M. G., Hartley, B. M., and Uren, N. F. 1999. *Multiple Attenuation Using the MMO and ISR Preconditioning Transforms*. The Leading-Edge Journal Edisi 18, Halaman 110 – 114.
- Landa, E., Keydar, S., and Beyfer, I. 1999. *Multiple Prediction and Attenuation using Wavefront Characteristics of Multiple – Generating Primaries*. The Leading-Edge Journal Edisi 18, Halaman 60 – 64.
- Landa, E., Belfer, I., and Keydar, S. 1999. *Multiple Attenuation in The Parabolic τ - p Domain using Wavefront Characteristics of Multiple Generating Primaries*. Geophysics Journal Edisi 64, Halaman 1806 – 1815.
- Lokshtanov, D. 1999. *Multiple Suppression by Data-Consistent Deconvolution*. The Leading-Edge Journal Edisi 18, Halaman 115–119.
- Morley, L., dan Claerbout, J. 1983. *Predictive Deconvolution in Shot – Receiver Space*. Jurnal Geofisika edisi 48, Halaman 515–531.

- Naidu, Poli, Santosh, Subhash Chand and U.C. Saxena. 2013. *Surface Related Multiple Elimination: A Case Study from East Coast India*. SPG India 10th Biennial International Conference and Exposition, p. 217.
- Pan, Pan. 2015. *1.5D Internal Multiple Prediction: An Application on Sintetis Data, Physical Modelling, and Land Data Sintetis*. Geology and Geophysics Departement, University of Calgary, Calgary, Alberta.
- Peacock. K., and Treitel, S. 1969. *Predictive Deconvolution: Theory and Practice*. Geophysics Journal Edisi 34, Halaman 155-169.
- Sismanto.1996. *Pengolahan Data Seismik*. Yogyakarta: Geofisika UGM
- Sloat, J.1948.*Identification of Echo Reflection*. Geophysics Journal edisi 13, Halaman 27-35.
- Telford, W.M. 2004. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: British Library of Congress Cataloging.
- Verschuur, Dirk Jacob. 2013.*Seismic Multiple Removal Technique: Past, Present, and Future (Revised Edition)*. Delft: European Association of Geoscientist Exploration.
- Verschuur, D. J. and Berkhout, A. J. 2001. *CFP-Based Internal Multiple Removal, The Layer-Related Case*. Expanded Abstracts pada SEG 71st Annual International Meeting. Halaman 1997-2000.
- Verschuur, D. J., Berkhout, A. J. and Wapenaar, C. P. A. 1992. *Adaptive Surface-Related Multiple Elimination*. Geophysics Journal Edisi 57, Halaman 1166-1177.
- Verschuur, D. J. and Prein, R. J. 1999. *Multiple Removal Results from Delft University*. The Leading-Edge Journal Edisi 18, Halaman 86–91.
- Weiglein, Arthur B. dan Bill Dragoset. 2004. *Multiple Attenuation*. Houston: Society of Exploration Geophysics
- Xiao, Chunyan, John C. Bancroft, R. James Brown, and Zhihong Cao. 2003. *Multiple Supression, a Literature Review*. Crewes Research Report vol. 15.

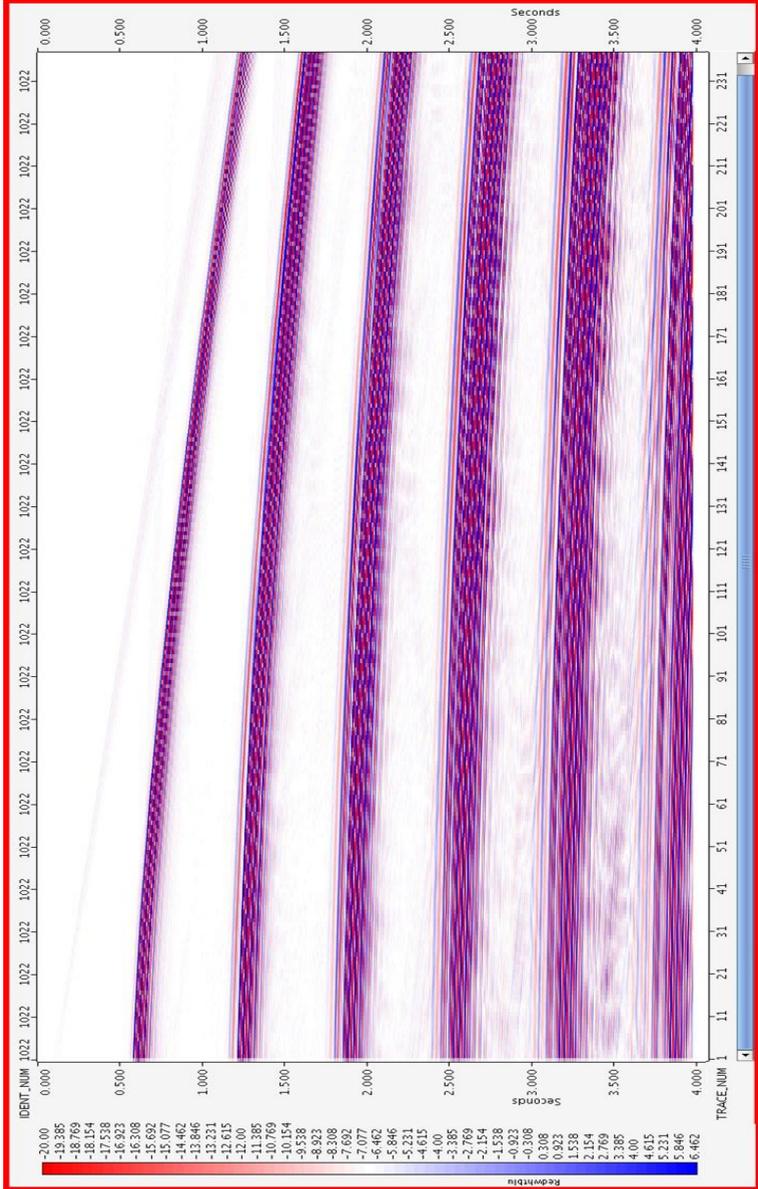
- Yan, Y. 2002. *Suppression of Water-Column Multiples by Combining Components of Oceanbottom Seismic Surveys*. Thesis untuk menempuh gelar *Master of Science (M.Sc.)*, Program Pascasarjana, University of Calgary, Canada.
- Yilmaz, O. 1989. *Velocity-Stack Processing*. *Geophysical Prospecting Journal* Edisi 37, Halaman 357–382.
- Yudistira, Dinda. 2015. *Atenuasi Multiple pada Data Shallow Water Menggunakan Metode Surface Related Multiple Elimination (SRME)*. Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta

Halaman ini sengaja dikosongkan.

LAMPIRAN

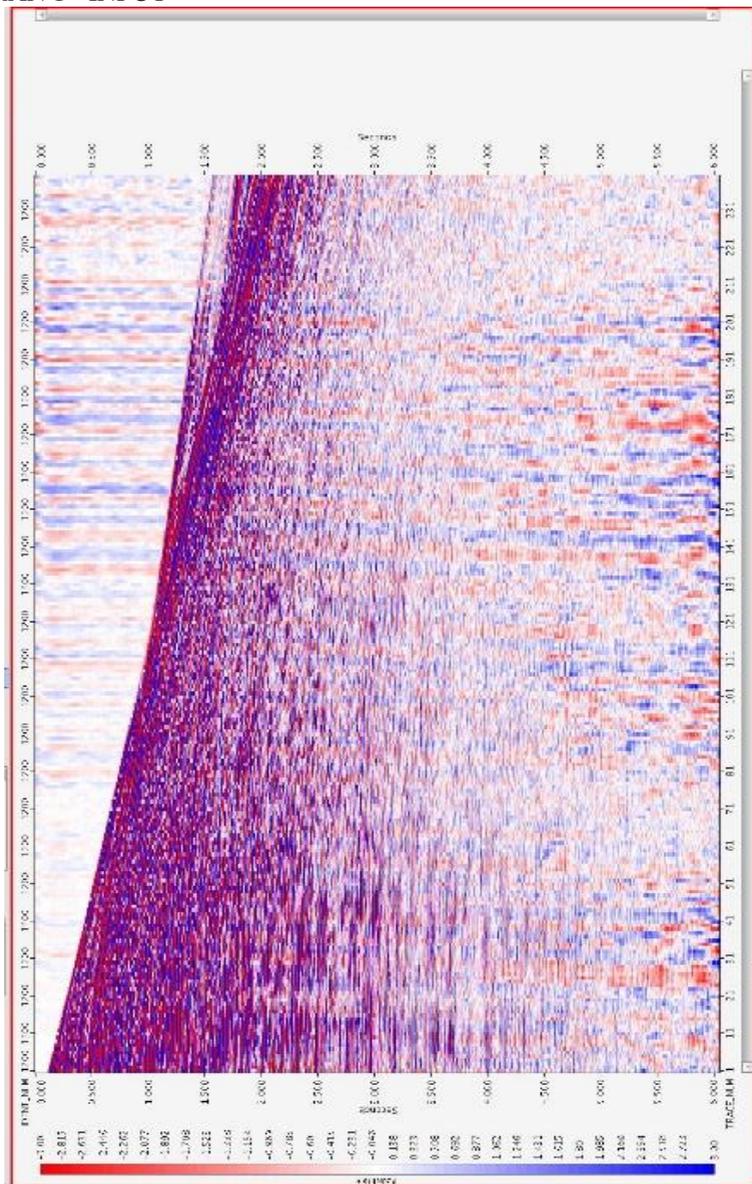
LAMPIRAN 1 - INPUT

DATA SINTETIS



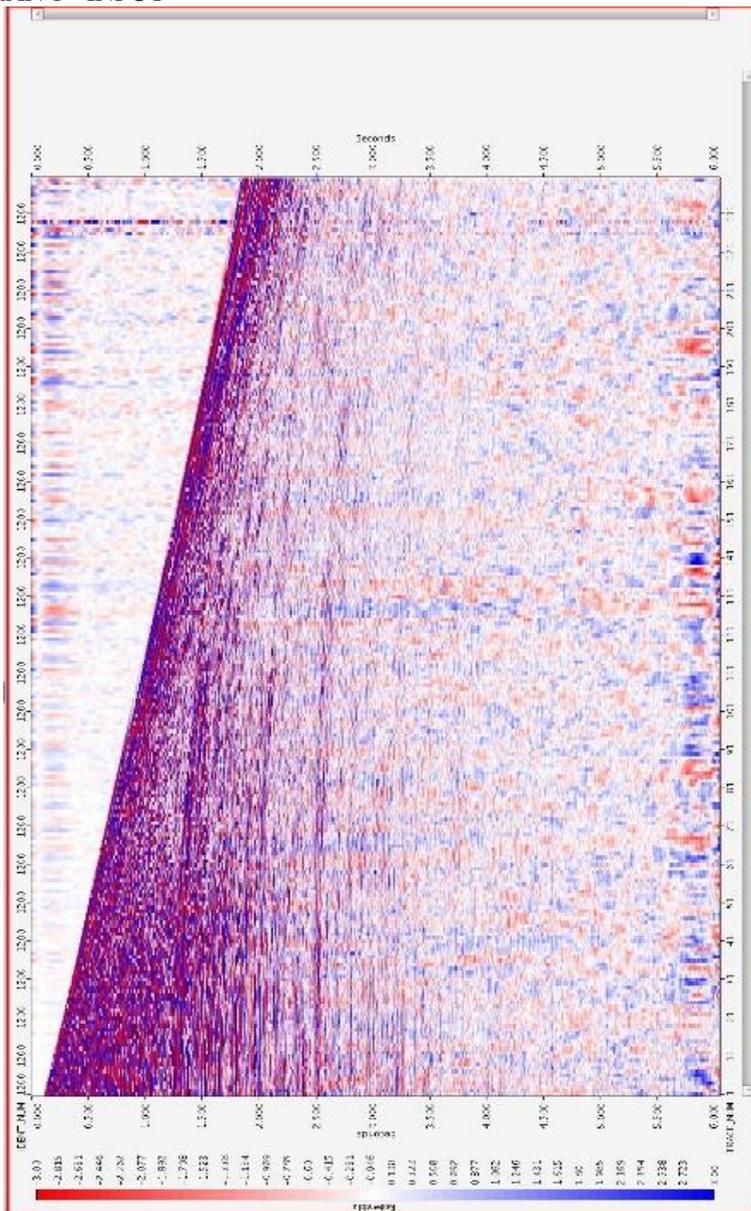
LAMPIRAN 1 - INPUT

LINTASAN 2



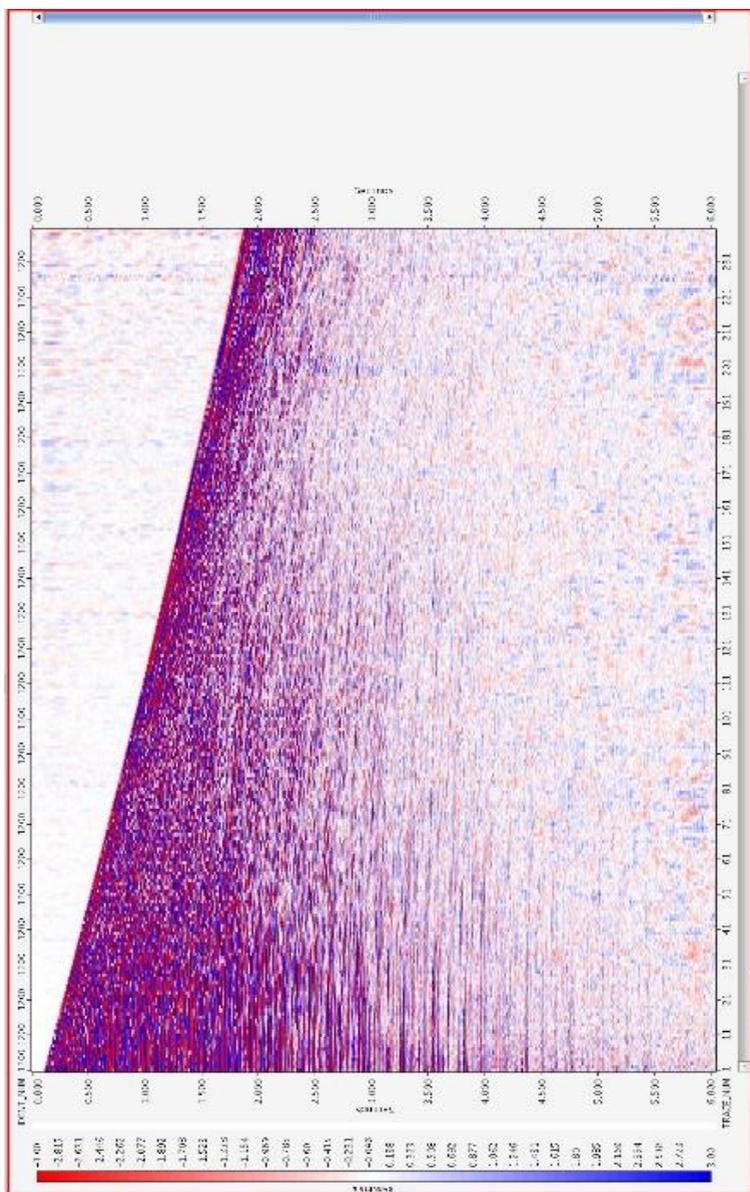
LAMPIRAN 1 - INPUT

LINTA05AN 3



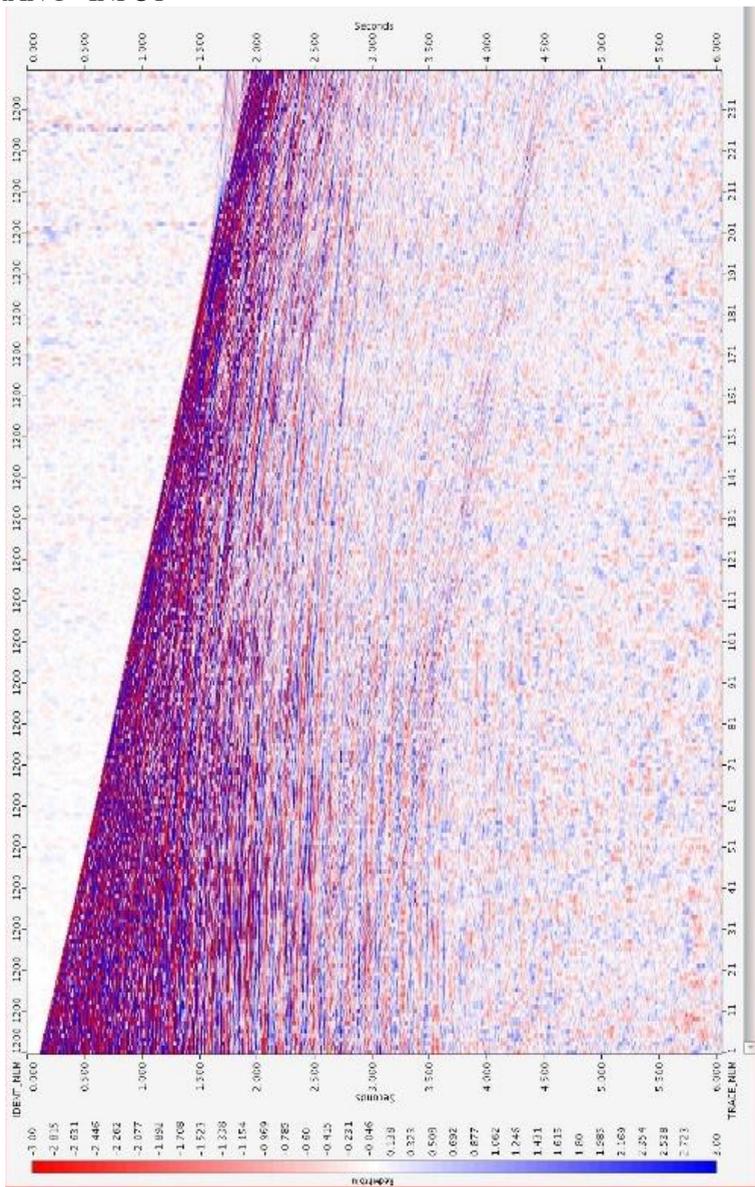
LAMPIRAN 1 - INPUT

LINTASAN 4



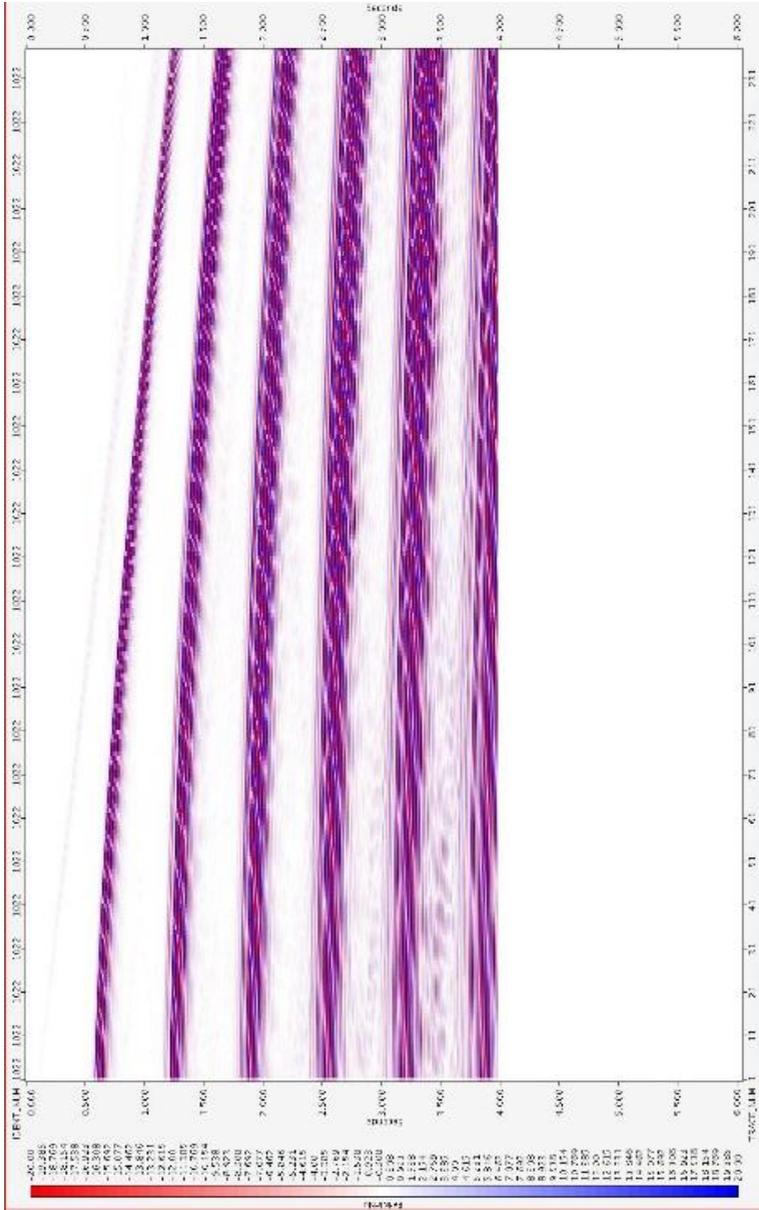
LAMPIRAN 1 - INPUT

LINTASAN 5



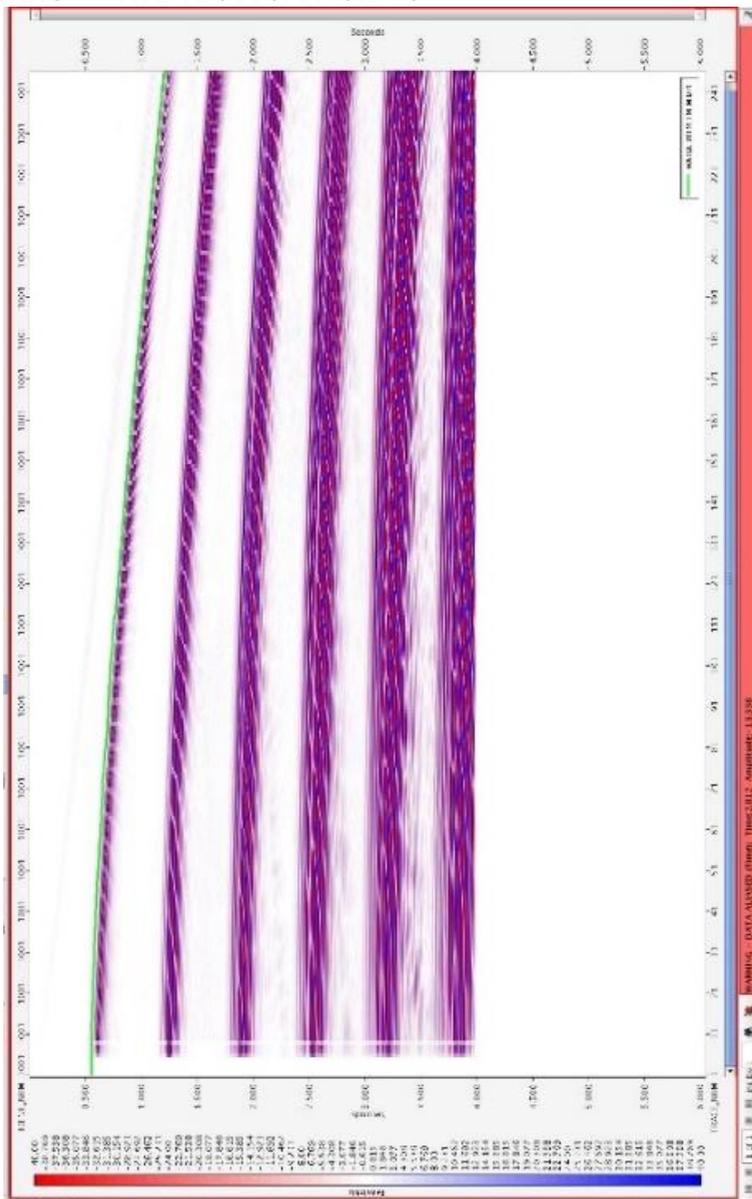
LAMPIRAN 2 – GEOMETRI DAN AAA DATA SINTETIS

DATA SINTETIS



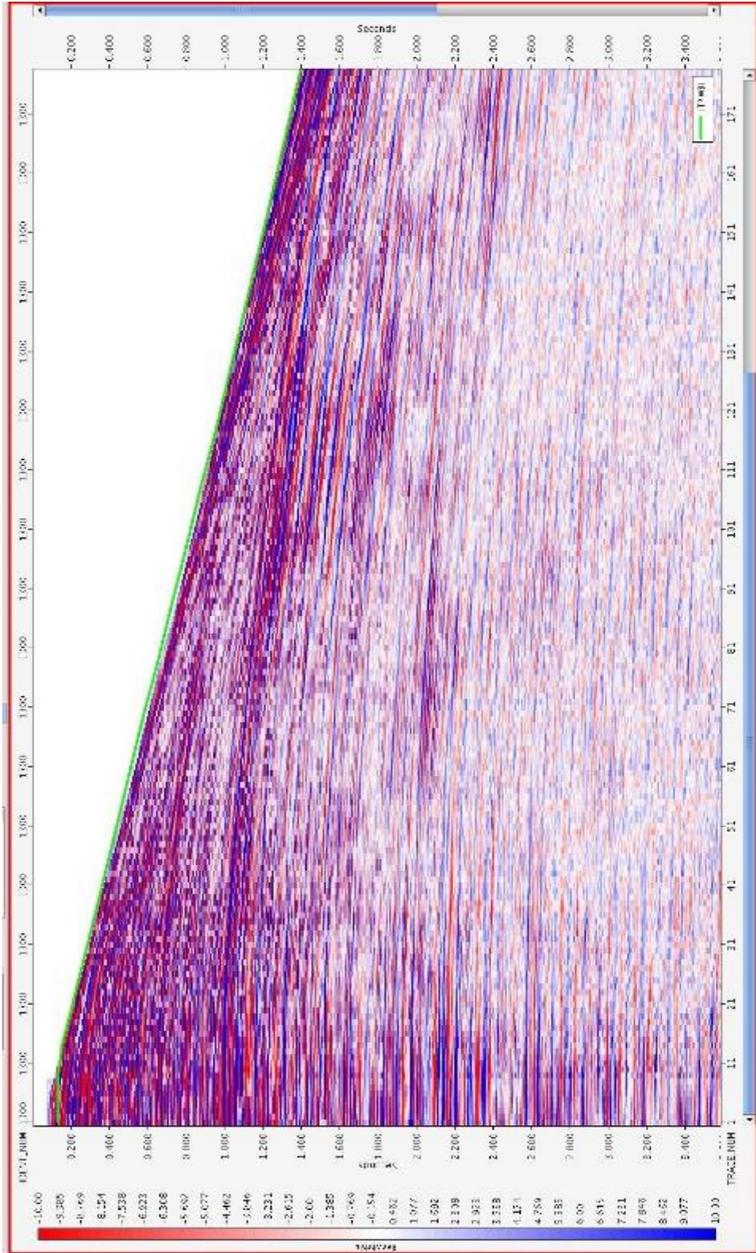
LAMPIRAN 3 – WATER BOTTOM PICKING

DATA SINTETIS



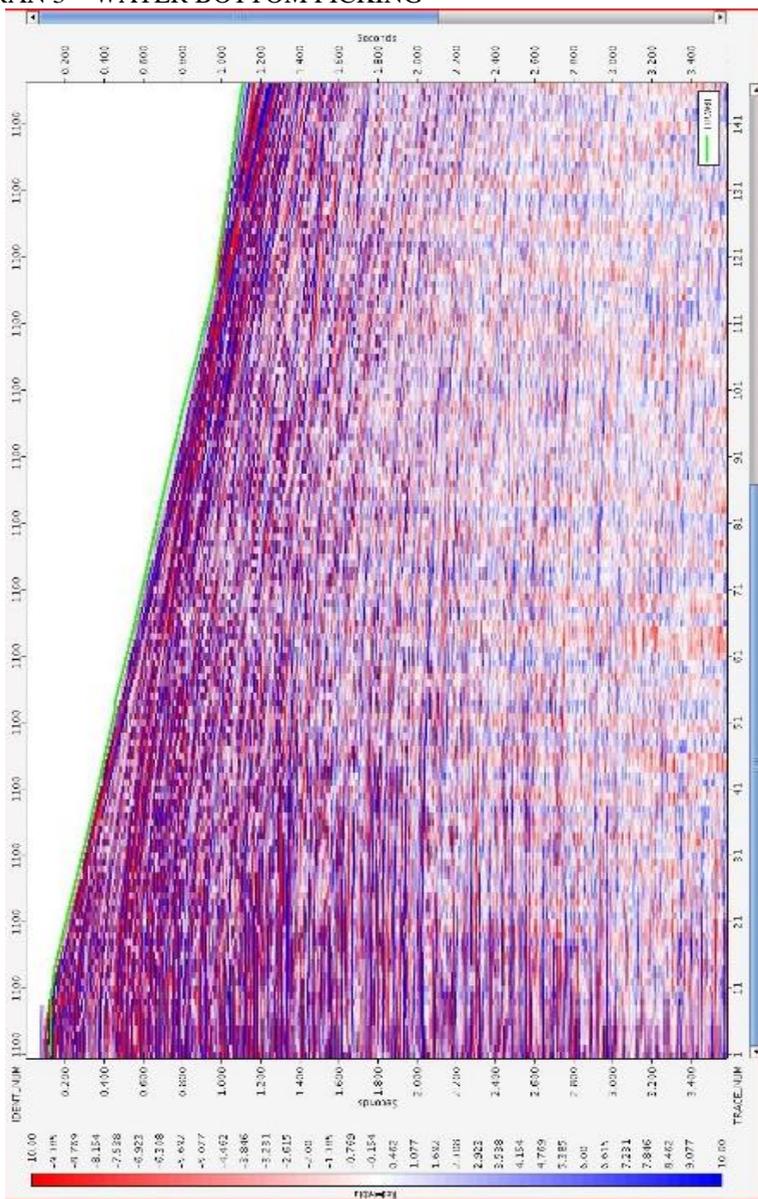
LAMPIRAN 3 – WATER BOTTOM PICKING

LINTASAN 1



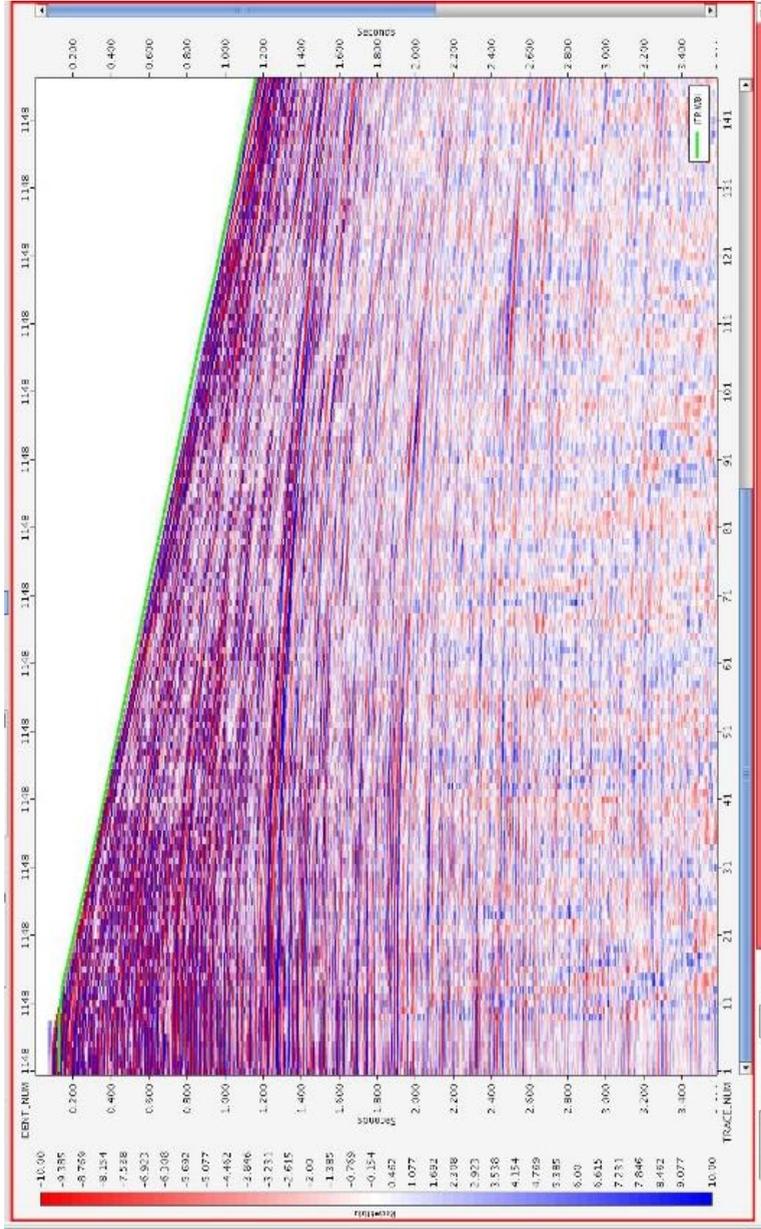
LAMPIRAN 3 – WATER BOTTOM PICKING

LINTASAN 2



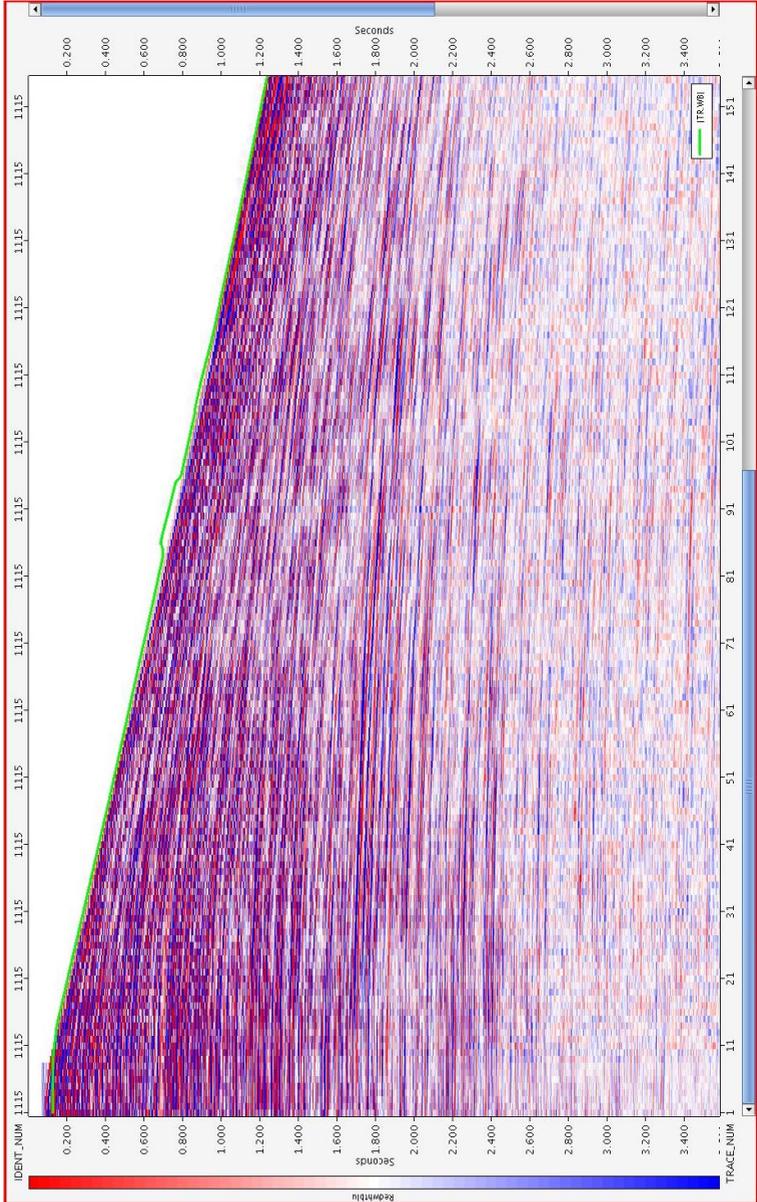
LAMPIRAN 3 – WATER BOTTOM PICKING

LINTAOSAN 3



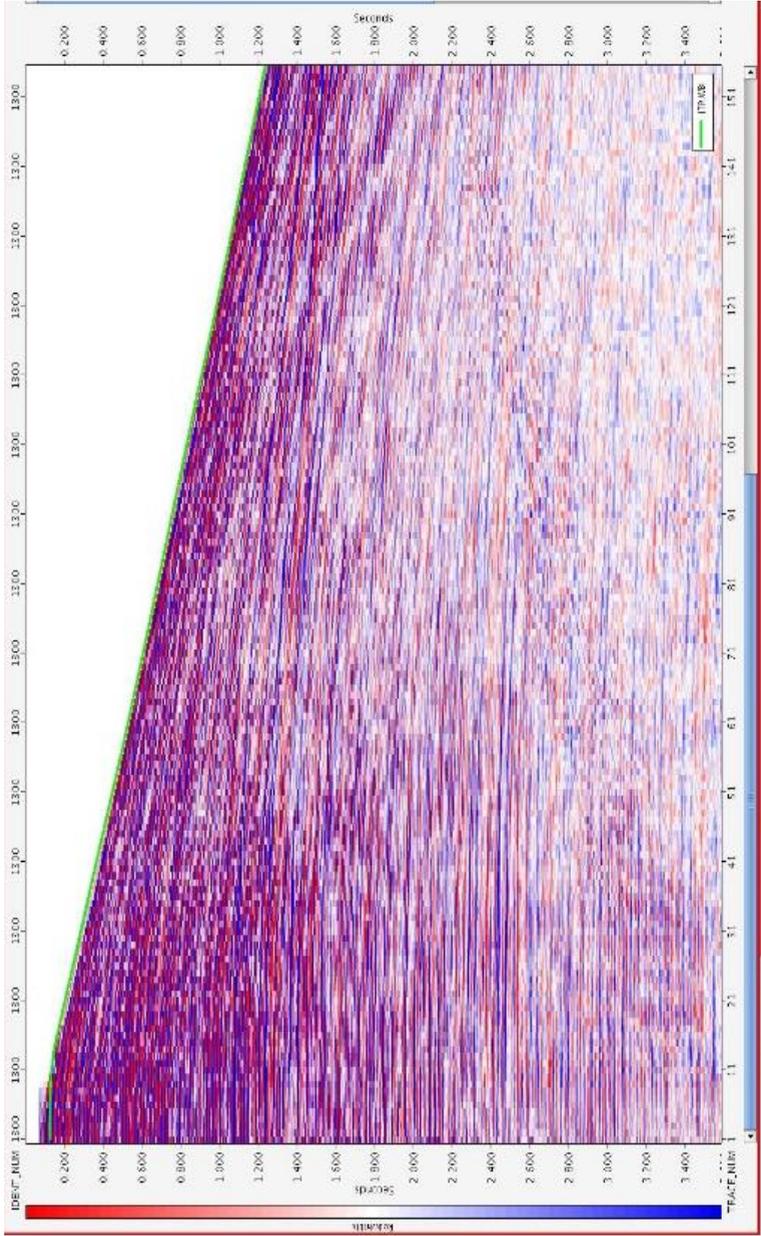
LAMPIRAN 3 – WATER BOTTOM PICKING

LINTASAN 4



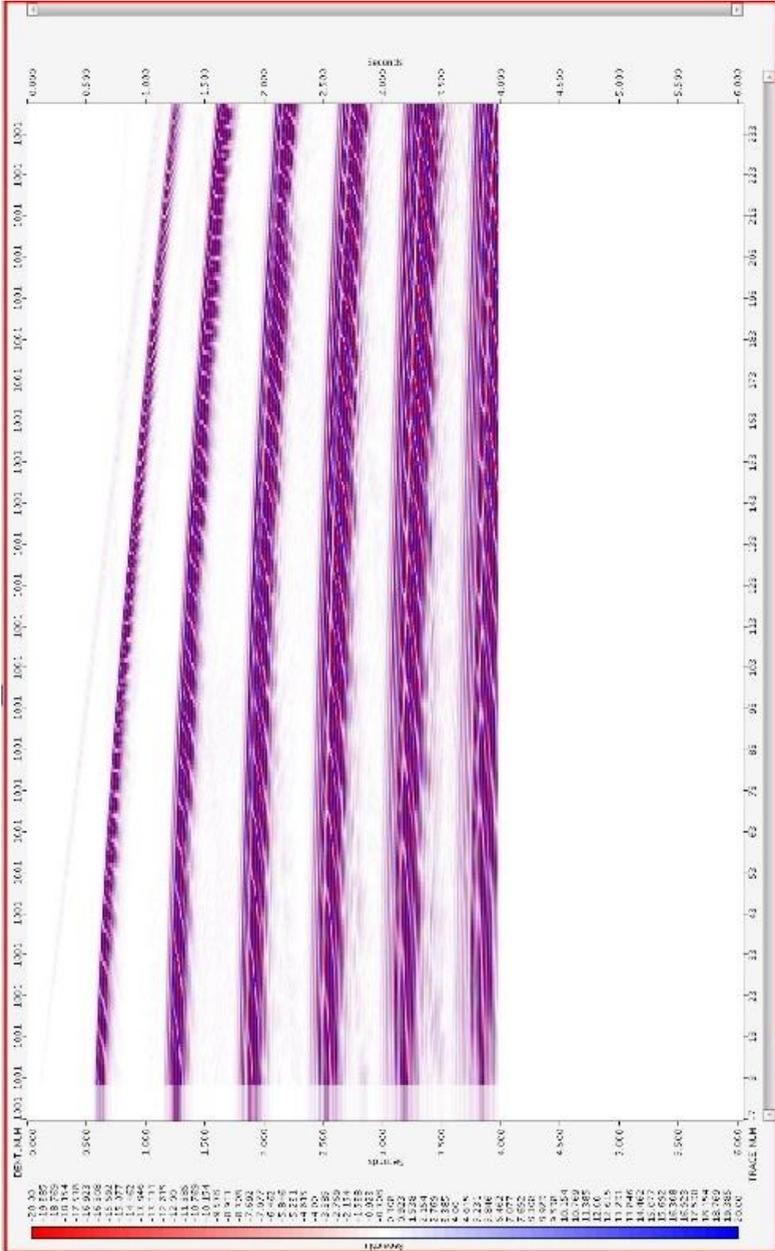
LAMPIRAN 3 – WATER BOTTOM PICKING

LINTASAN 5



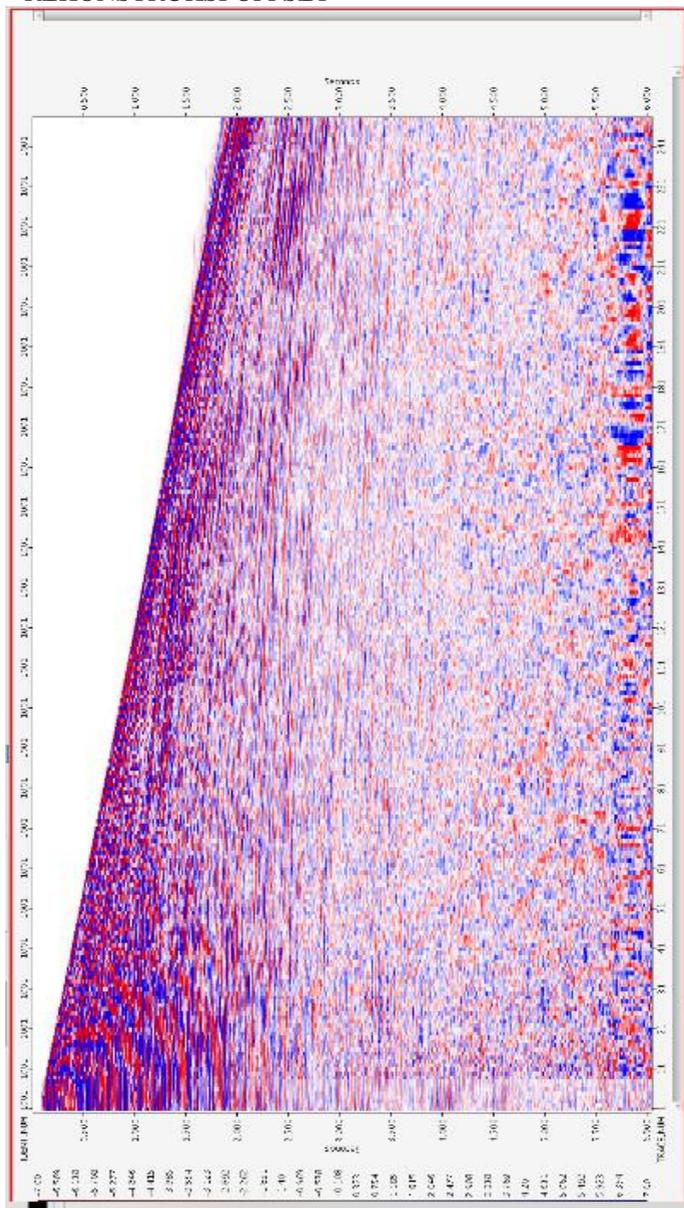
LAMPIRAN 3 – REKONSTRUKSI OFFSET

DATA SINTEETIS



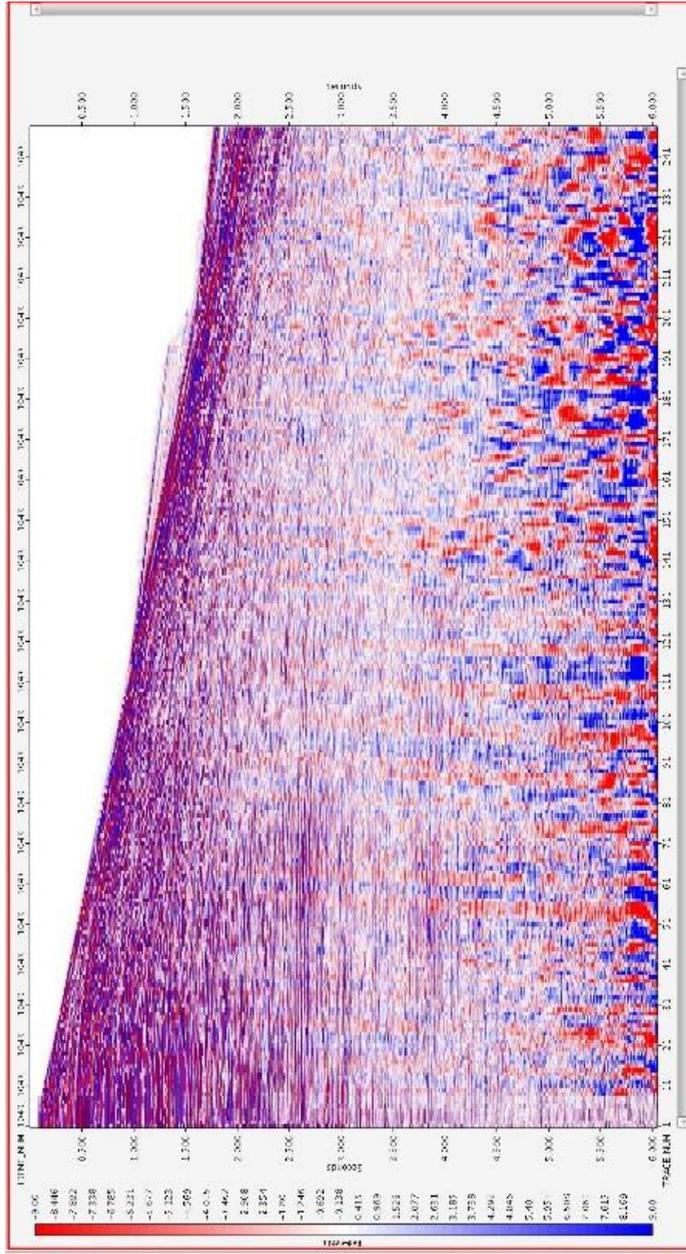
LAMPIRAN 3 – REKONSTRUKSI OFFSET

LINTASAN 1



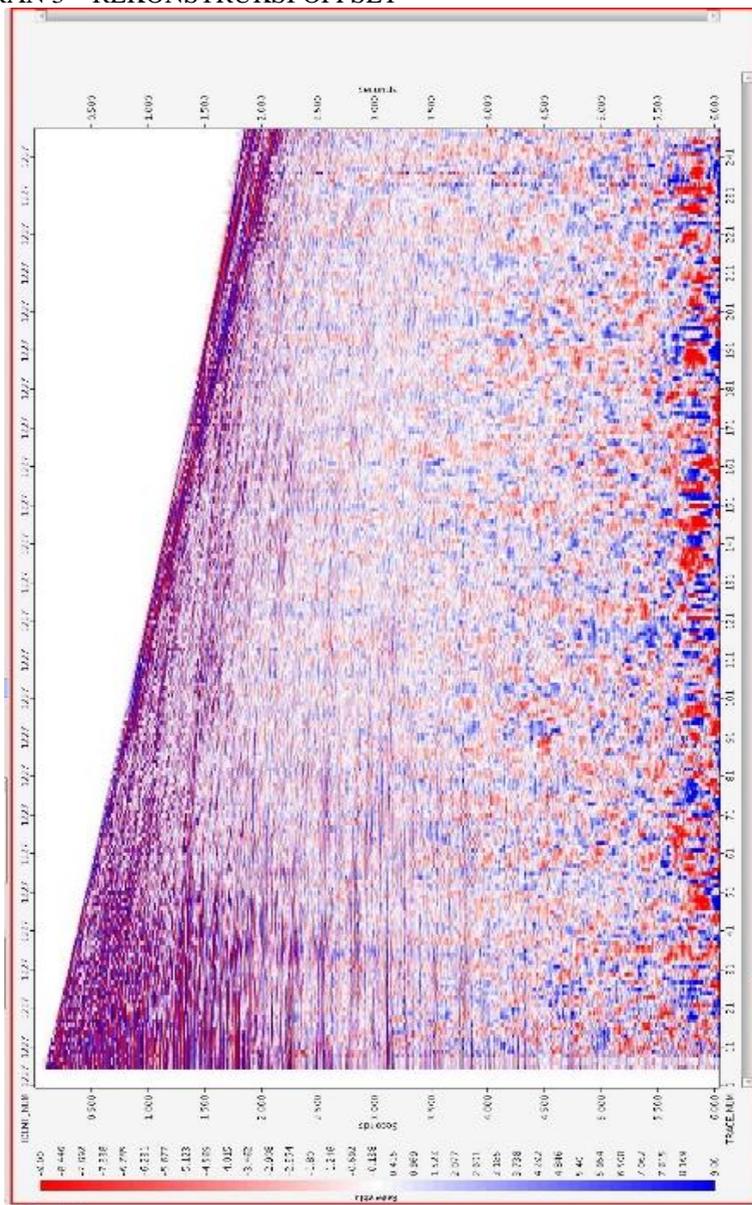
LAMPIRAN 3 – REKONSTRUKSI OFFSET

LINTASAN 2



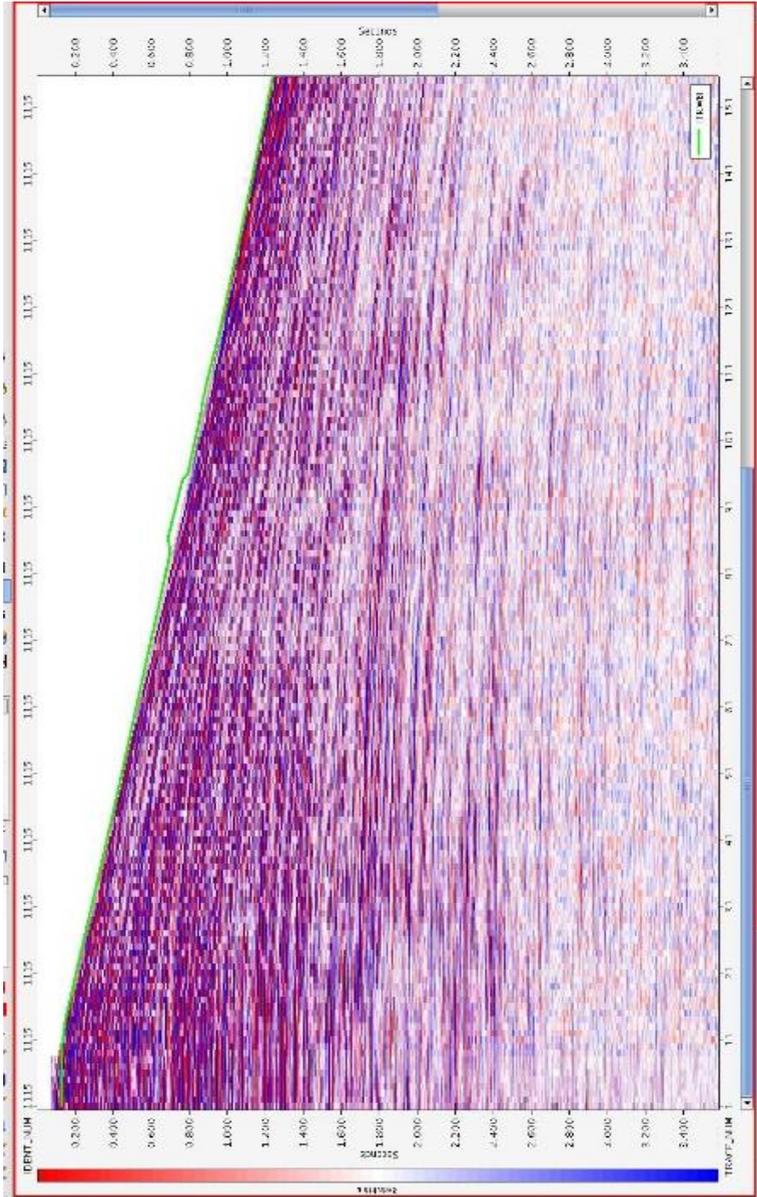
LAMPIRAN 3 – REKONSTRUKSI OFFSET

LINTASAN 3



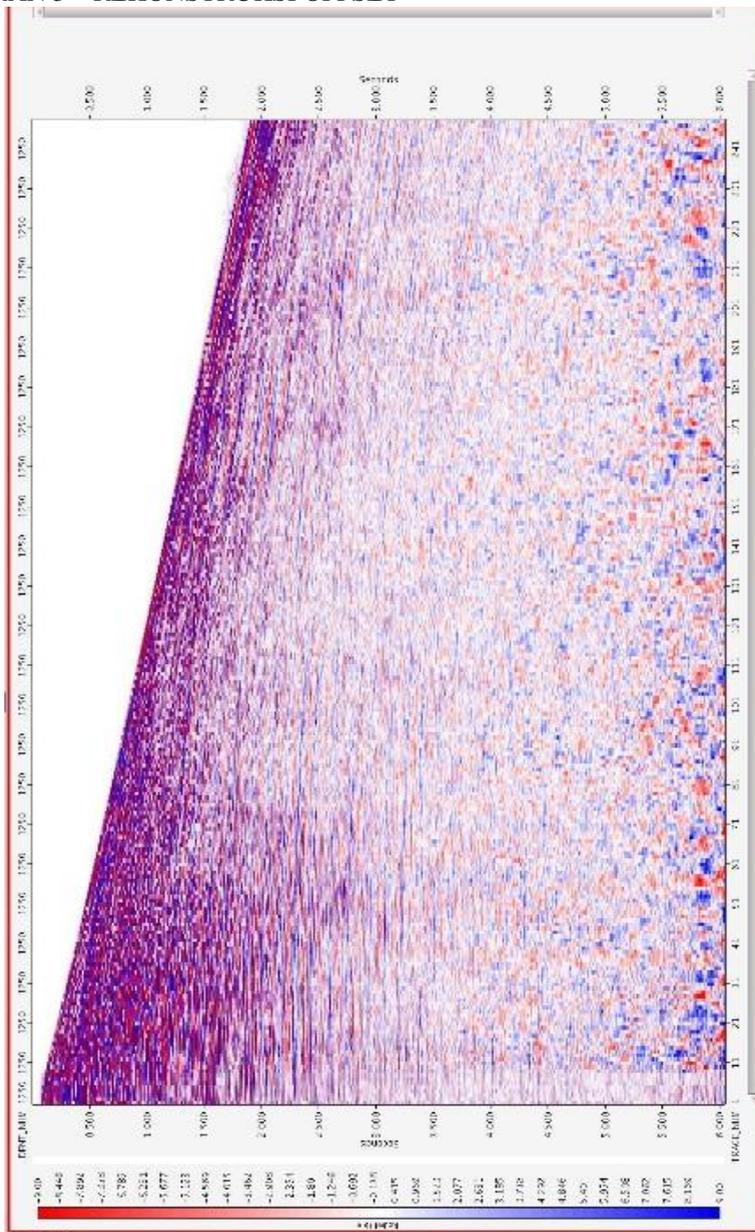
LAMPIRAN 3 – REKONSTRUKSI OFFSET

LINTASAN 4



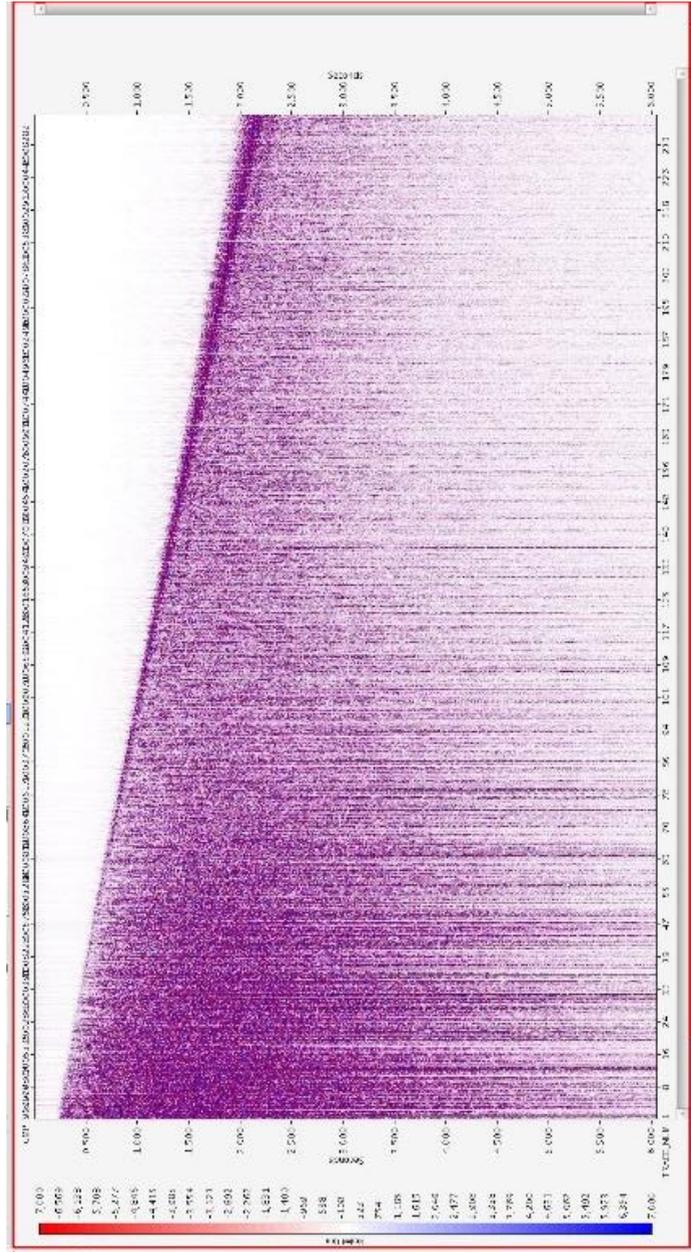
LAMPIRAN 3 – REKONSTRUKSI OFFSET

LINTASAN 5



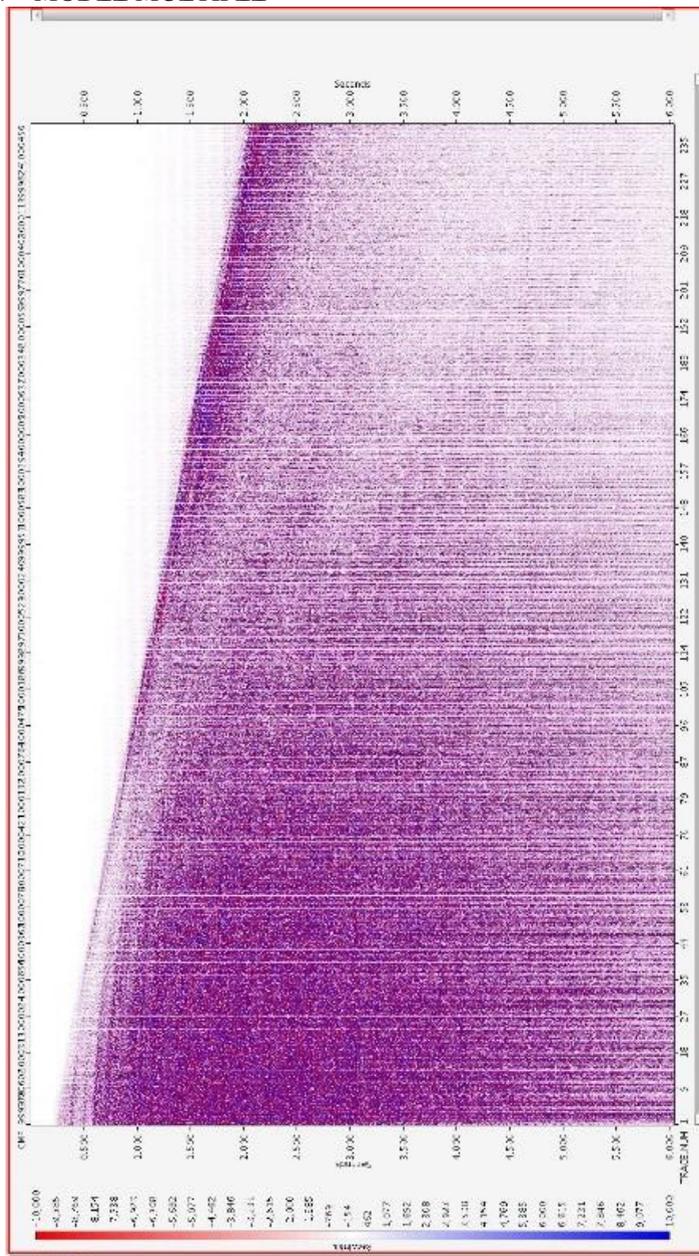
LAMPIRAN 4 – MODEL MULTIPLE

LINTASAN 1



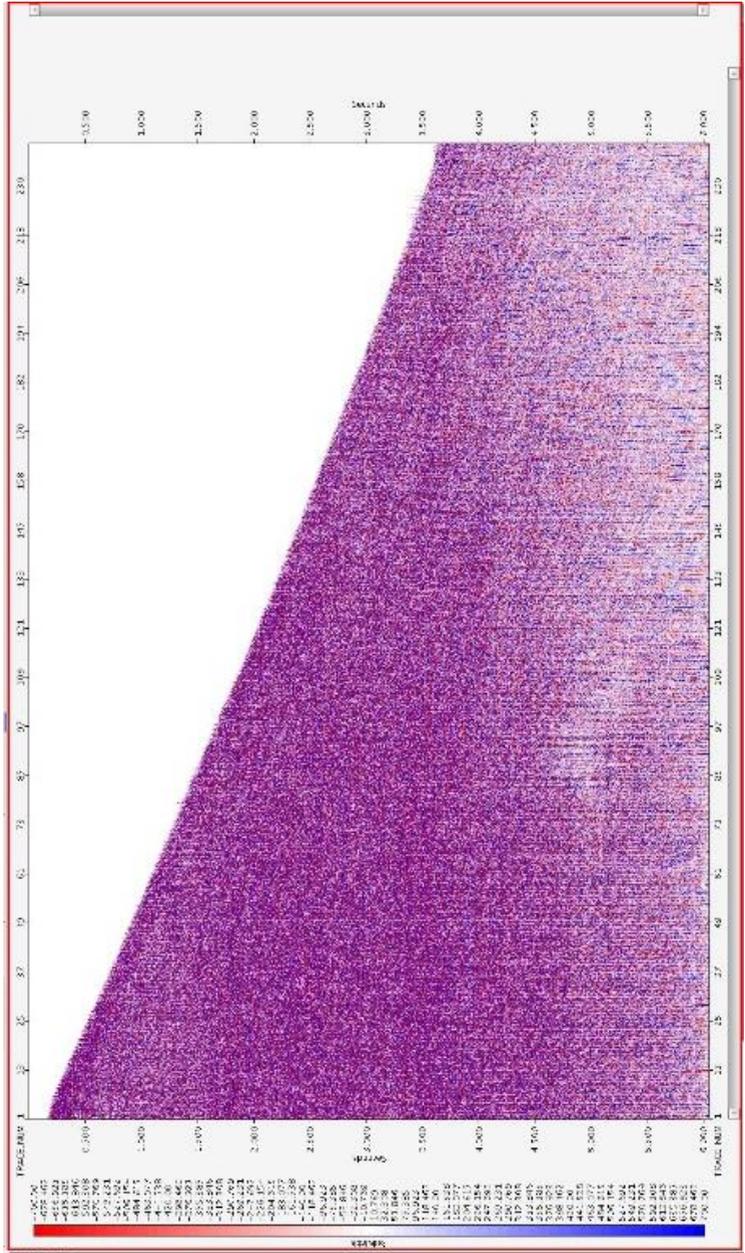
LAMPIRAN 4 – MODEL MULTIPLE

LINTASAN 2

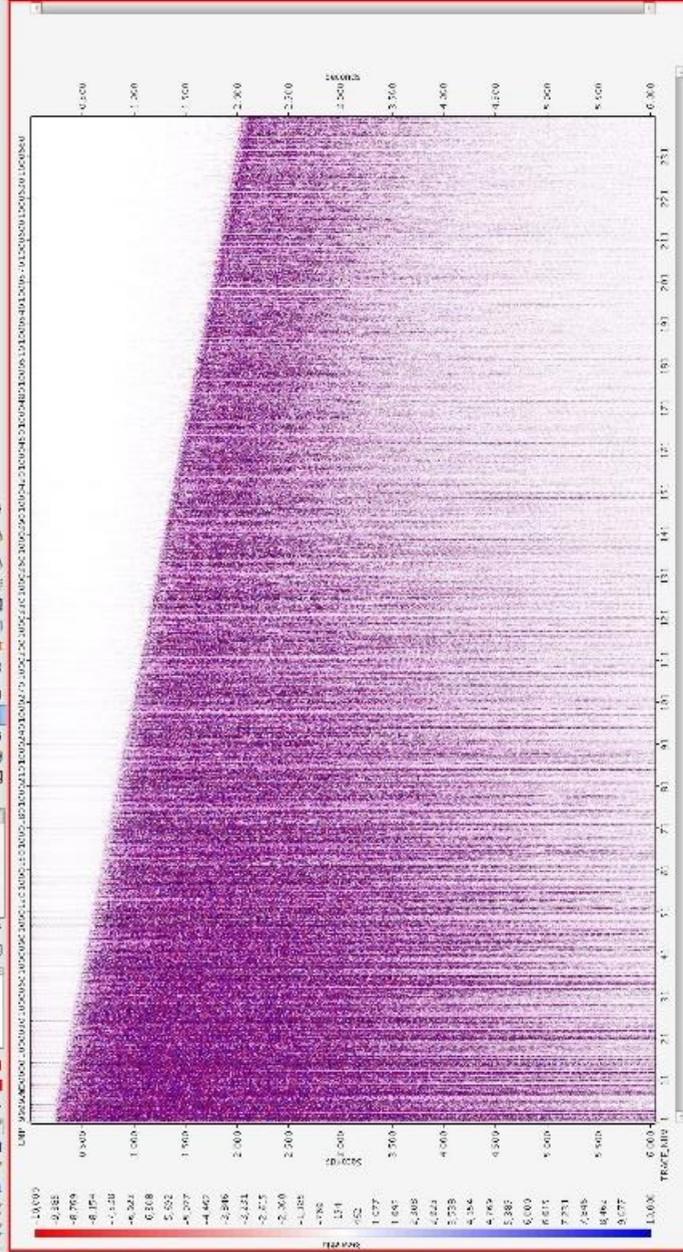


LAMPIRAN 4 – MODEL MULTIPLE

LINTASAN 4

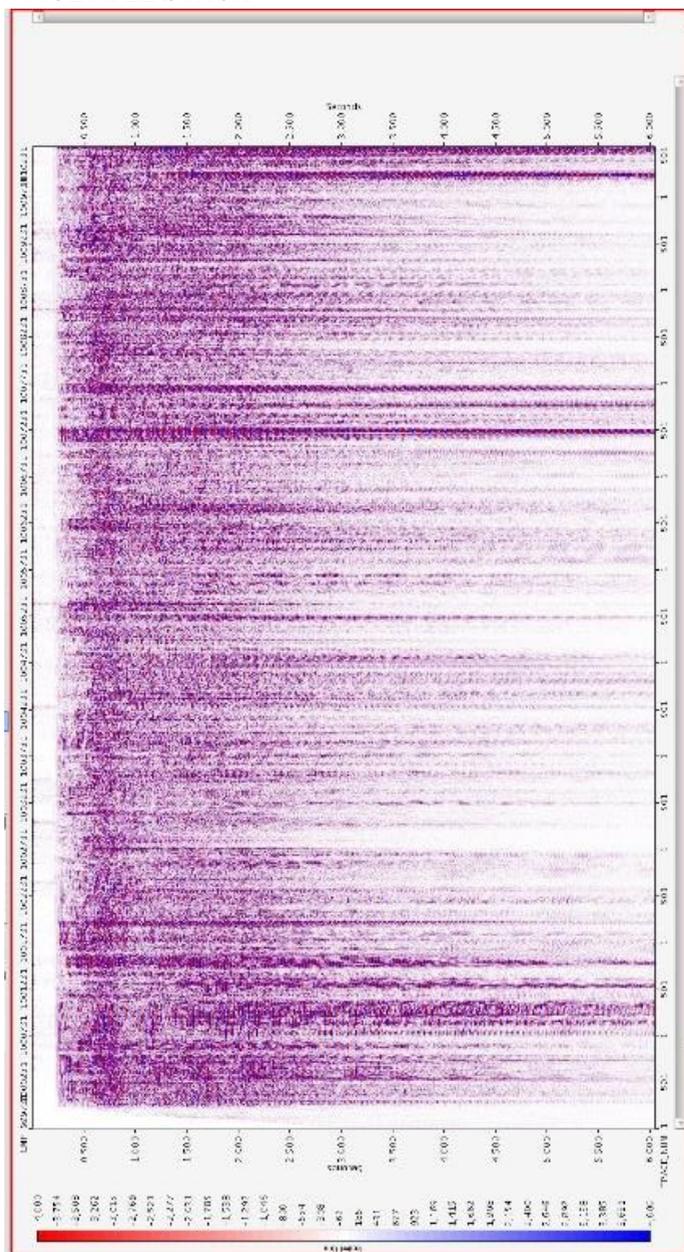


LINTASAN 5



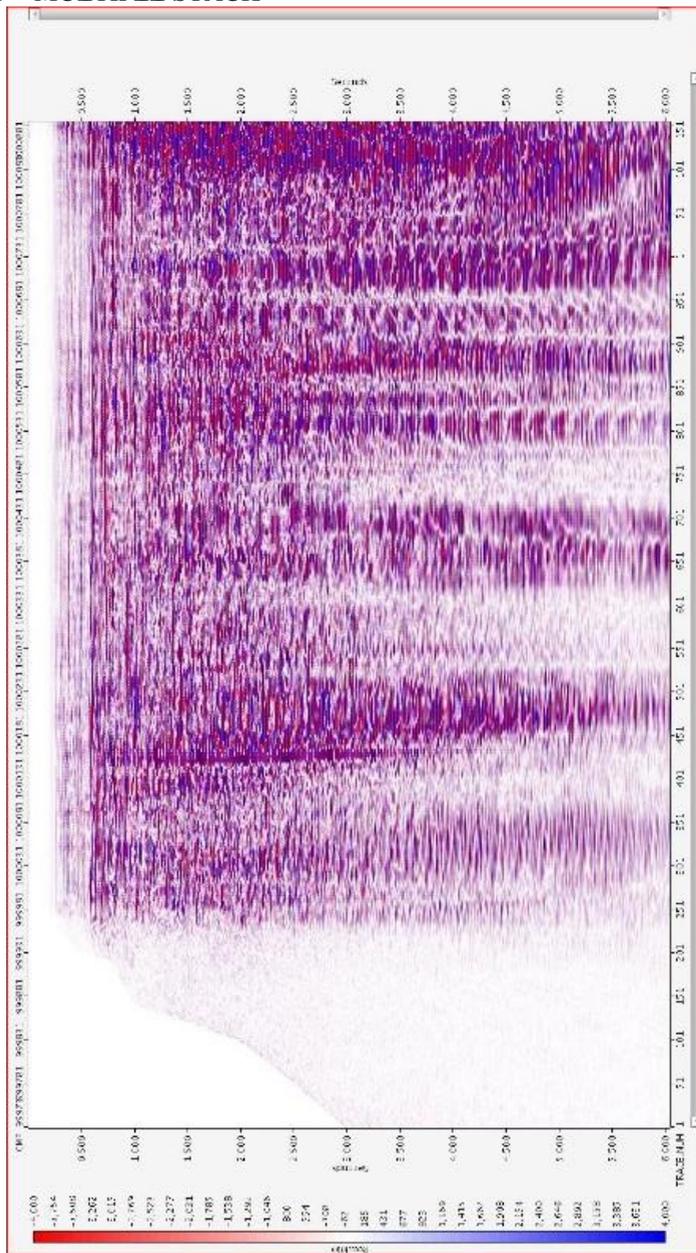
LAMPIRAN 5 – MULTIPLE STACK

LINTASAN 1



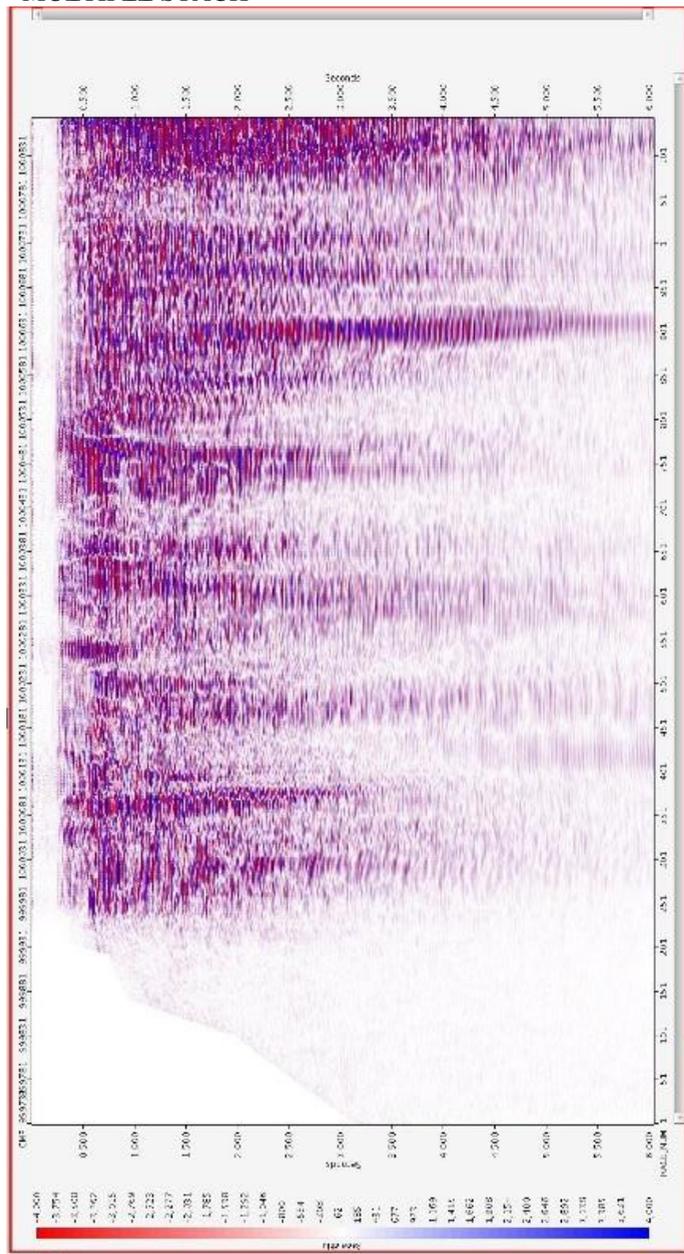
LAMPIRAN 5 – MULTIPLE STACK

LINTASAN 2



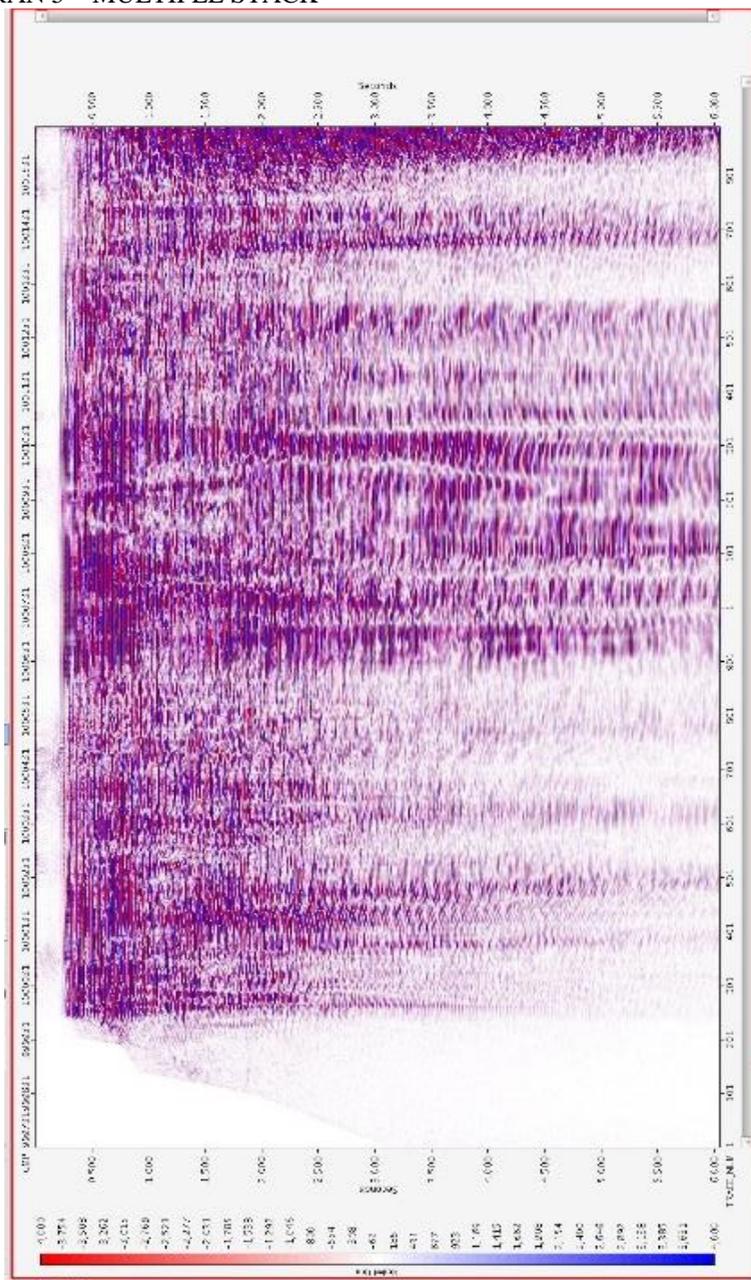
LAMPIRAN 5 – MULTIPLE STACK

LINTA05AN 3



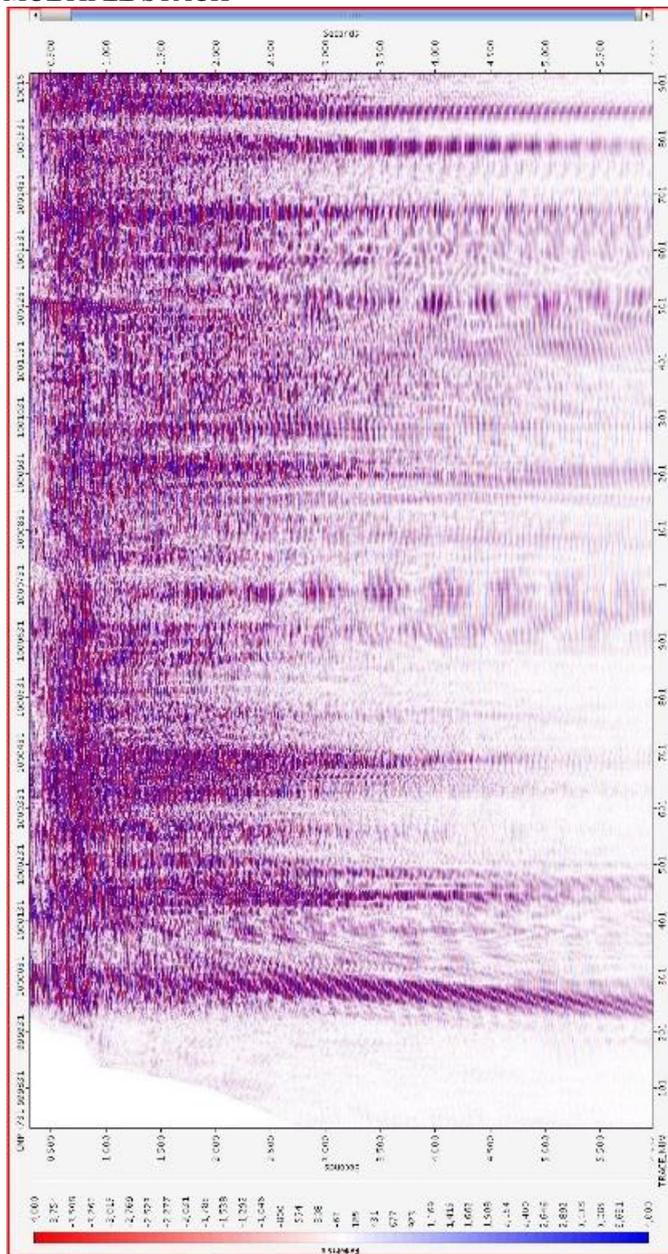
LAMPIRAN 5 – MULTIPLE STACK

LINTASAN 4



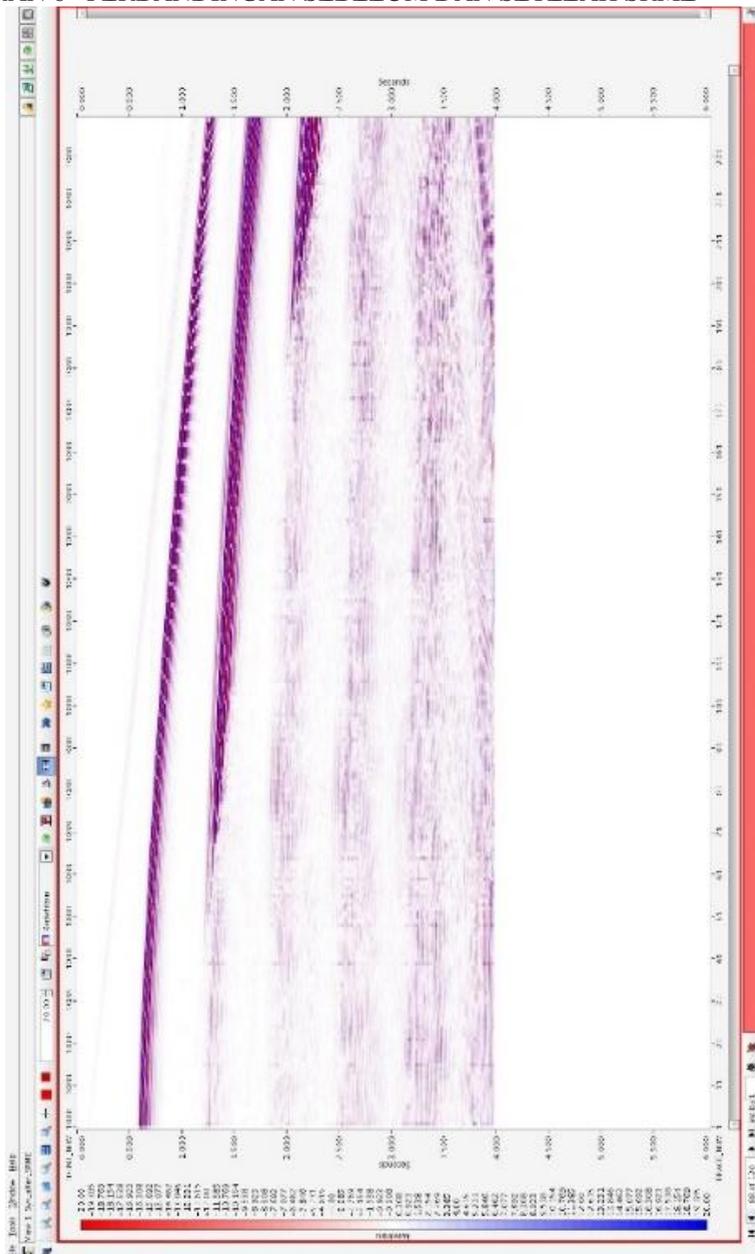
LAMPIRAN 5 – MULTIPLE STACK

LINTASAN 5



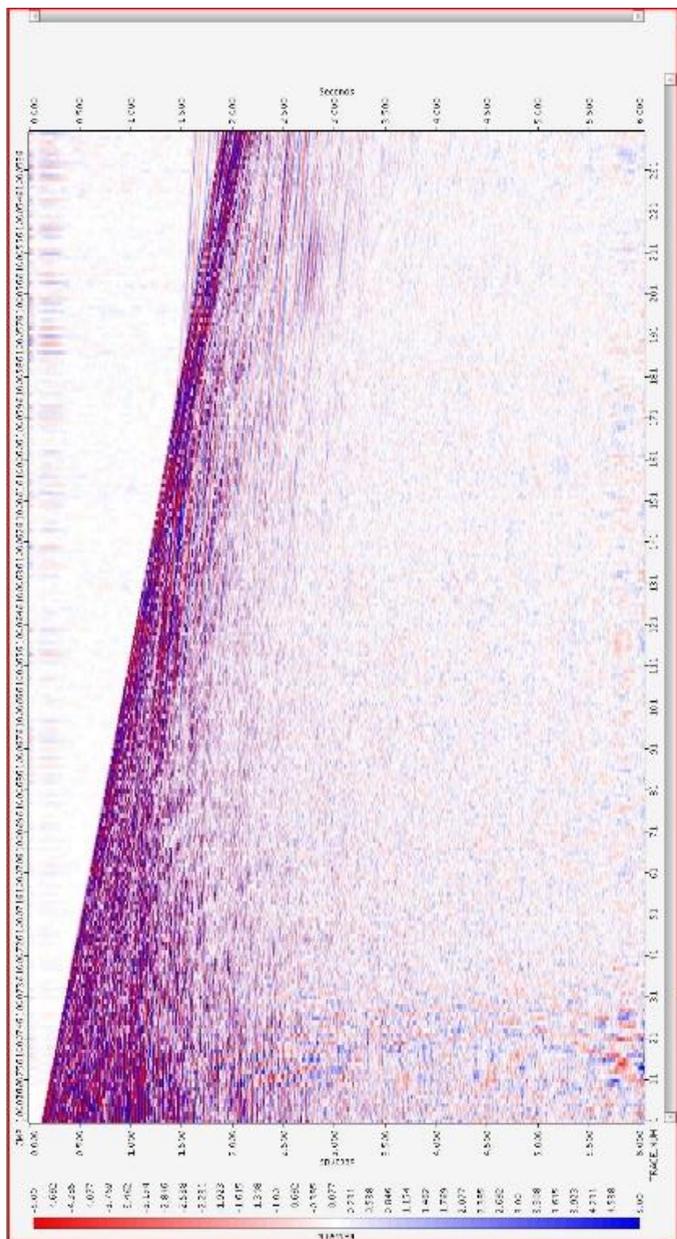
LAMPIRAN 6 –PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

DATA SINTETIS



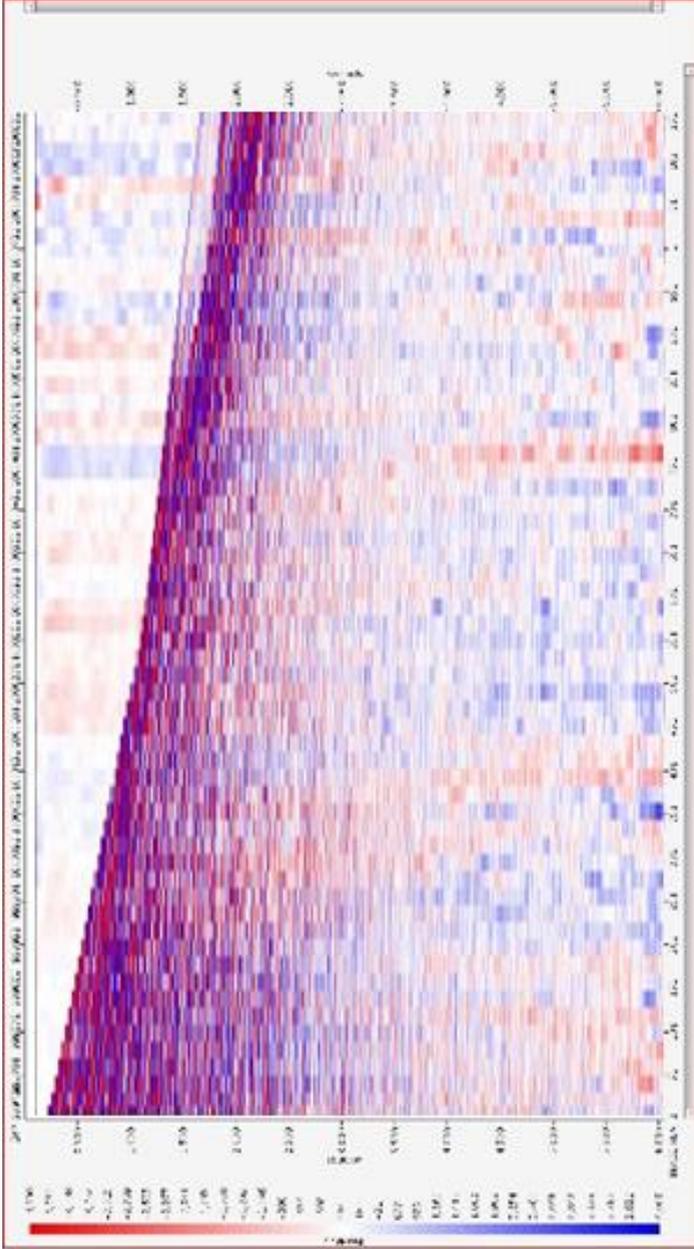
LAMPIRAN 6 –PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

LINTASAN 2



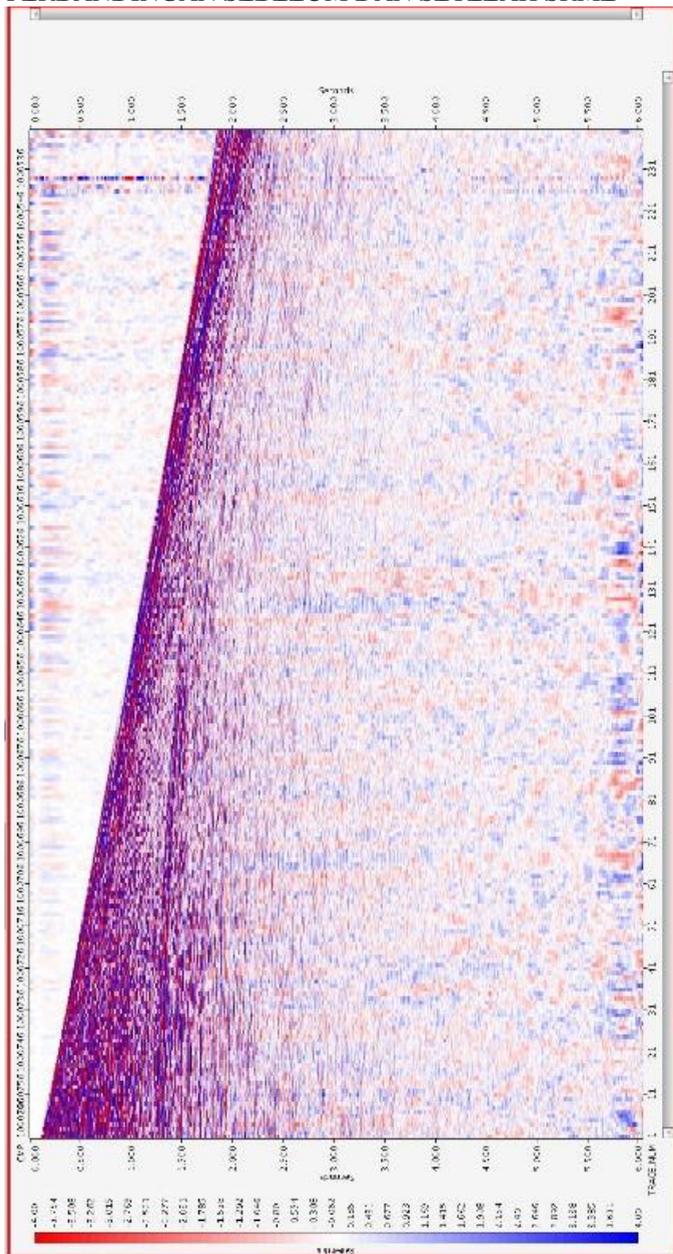
LAMPIRAN 6 –PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

LINTAOSAN 3



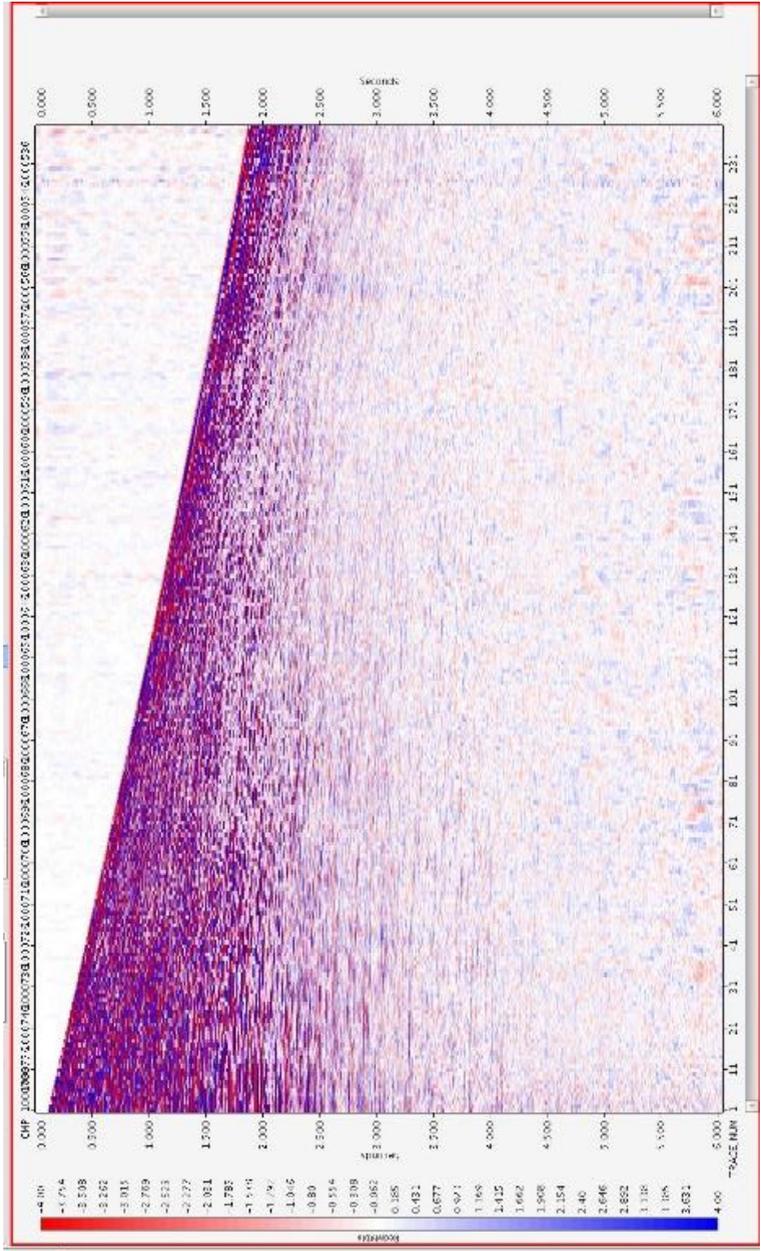
LAMPIRAN 6 –PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

LINTAOSAN 3

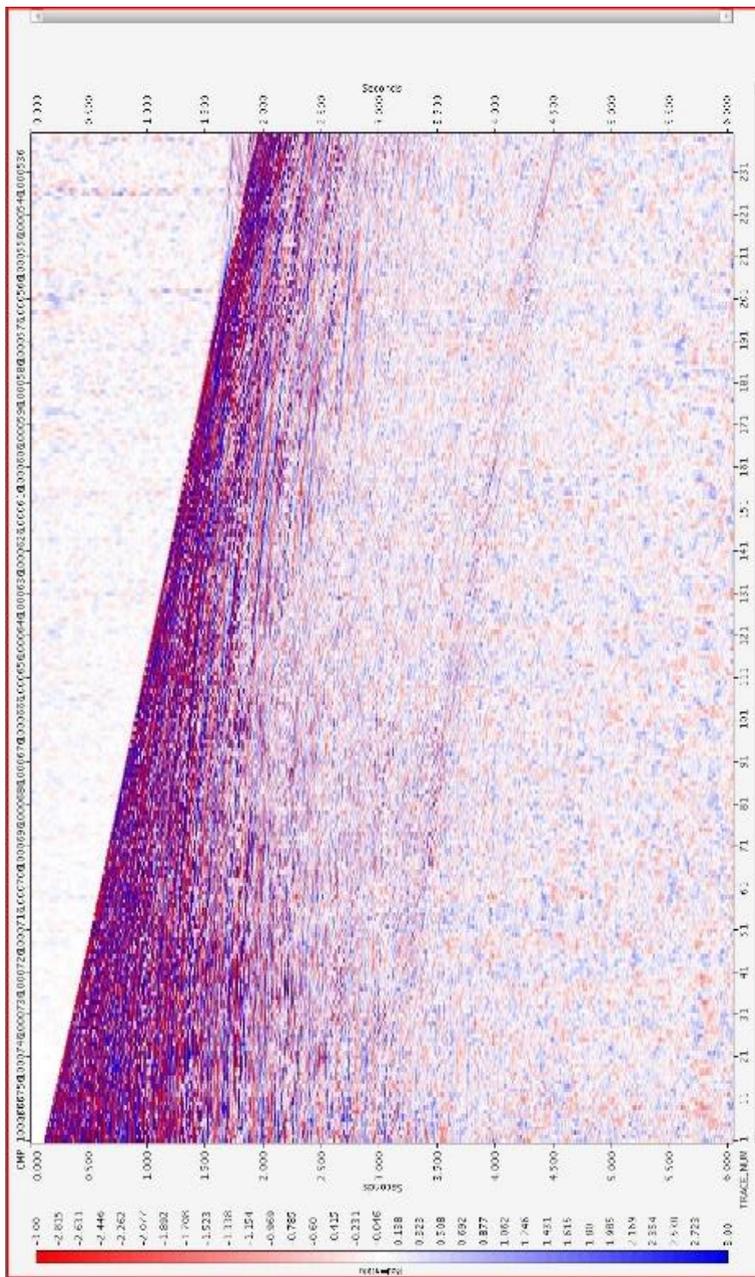


LAMPIRAN 6 –PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

LINTASAN 4

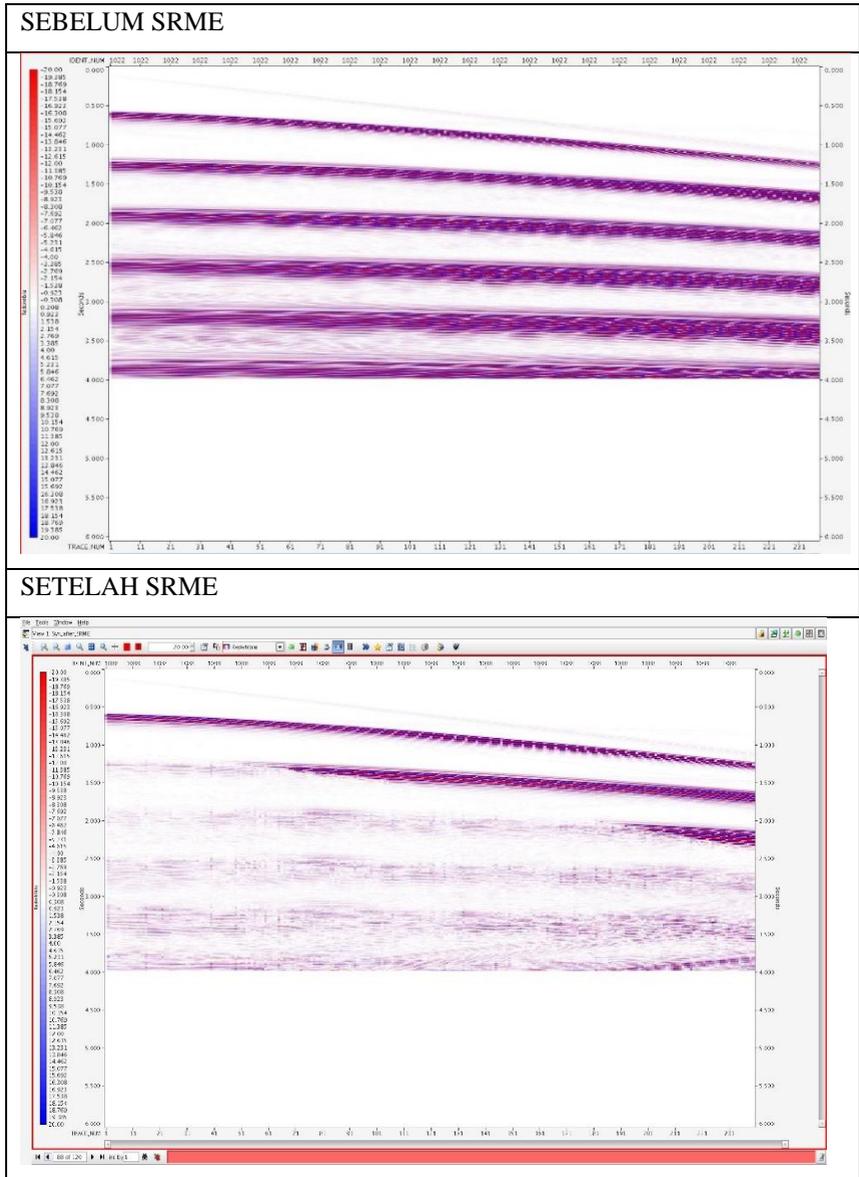


LINTASAN 5



LAMPIRAN 7 – PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

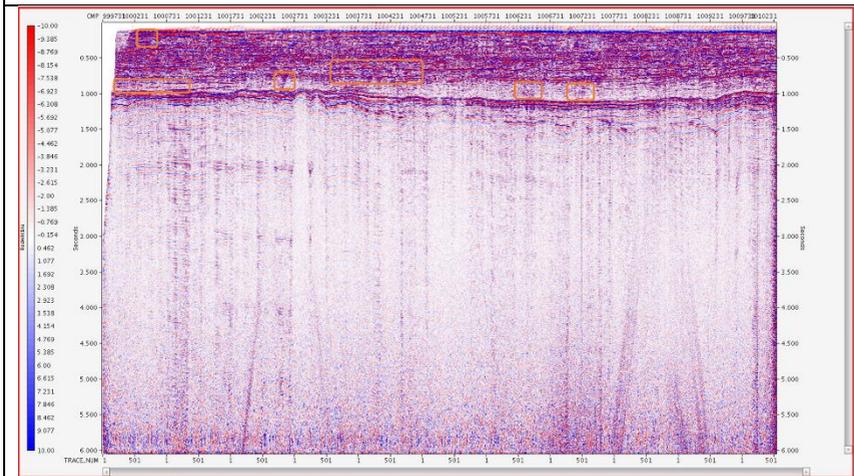
DATA SINTETIS



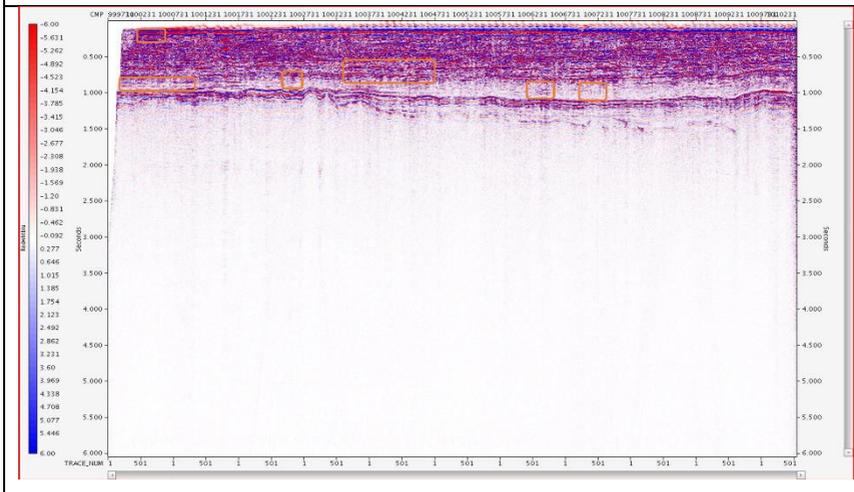
LAMPIRAN 7 – PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

LINTASAN 1

STACK SEBELUM SRME

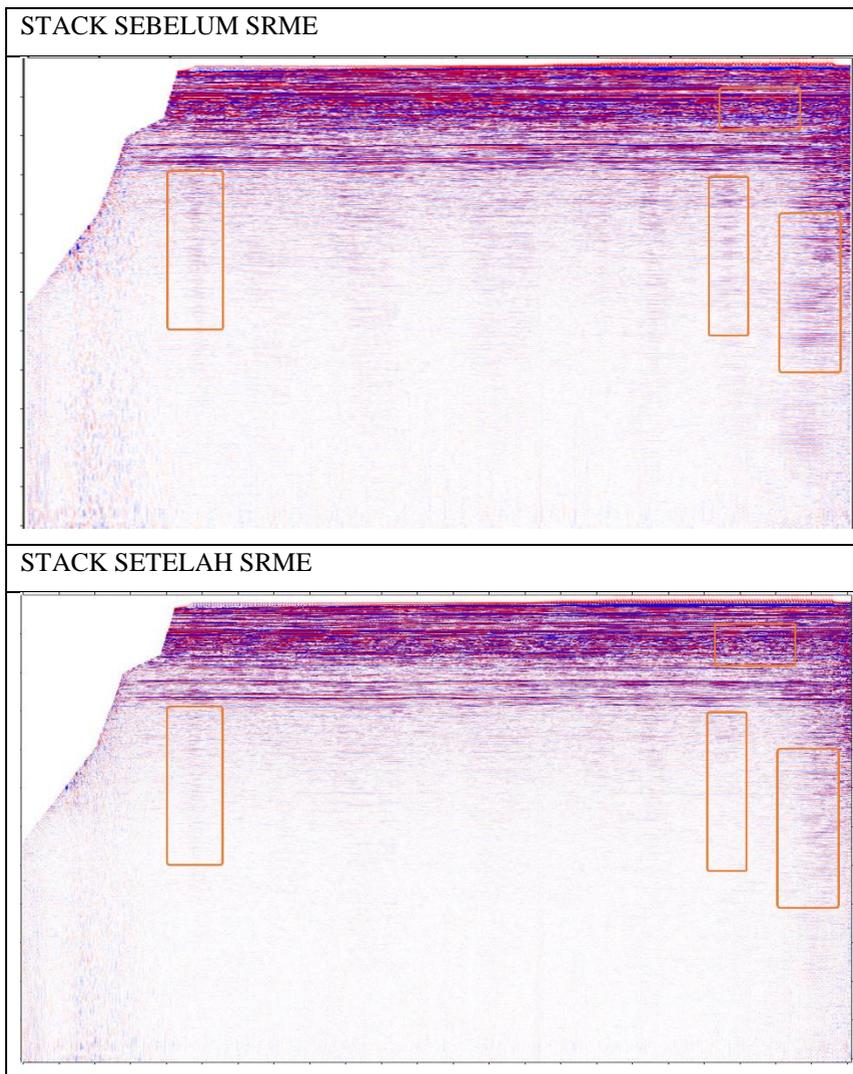


STACK SETELAH SRME



LAMPIRAN 7 – PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

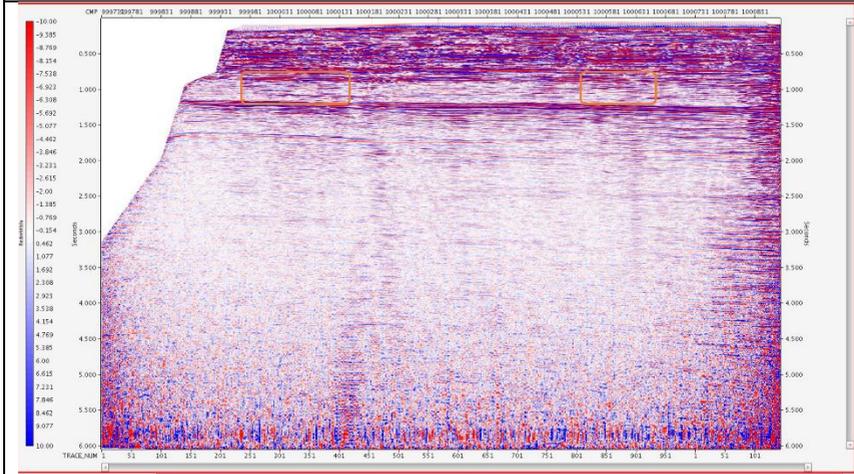
LINTASAN 2



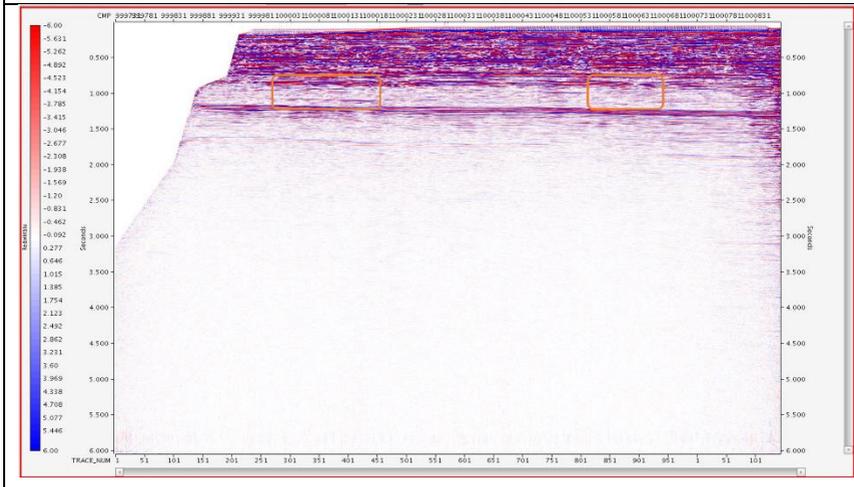
LAMPIRAN 7 – PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

LINTASAN 3

STACK SEBELUM SRME



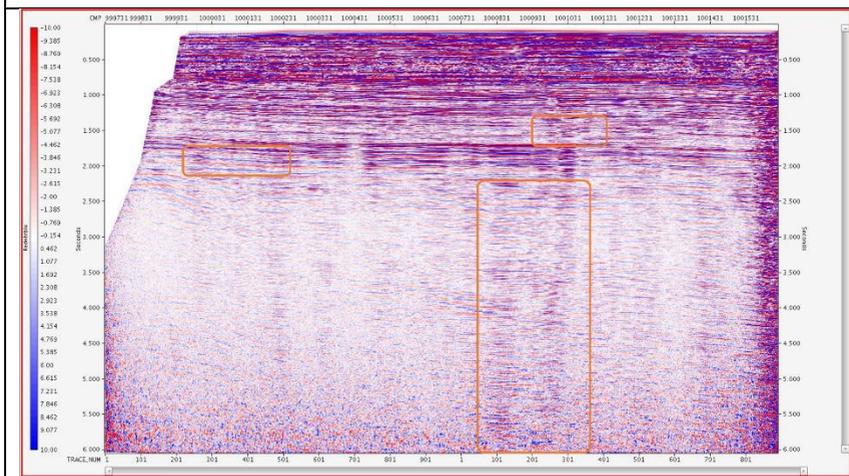
STACK SETELAH SRME



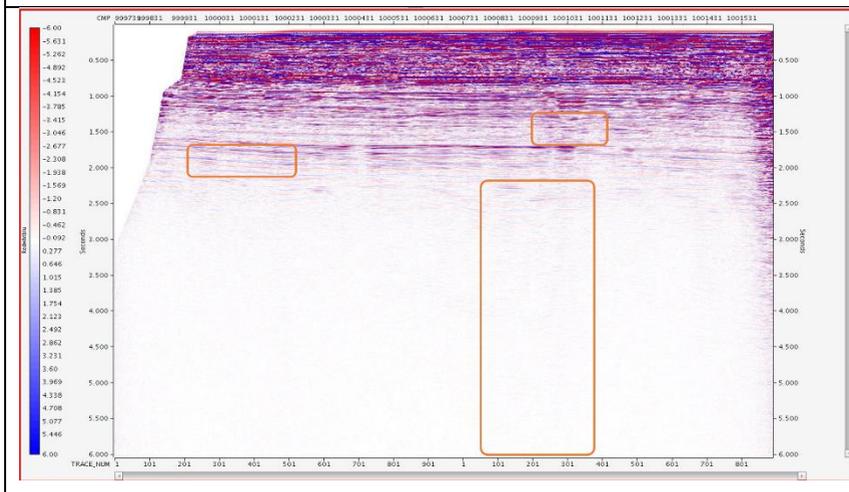
LAMPIRAN 7 – PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

LINTASAN 4

STACK SEBELUM SRME



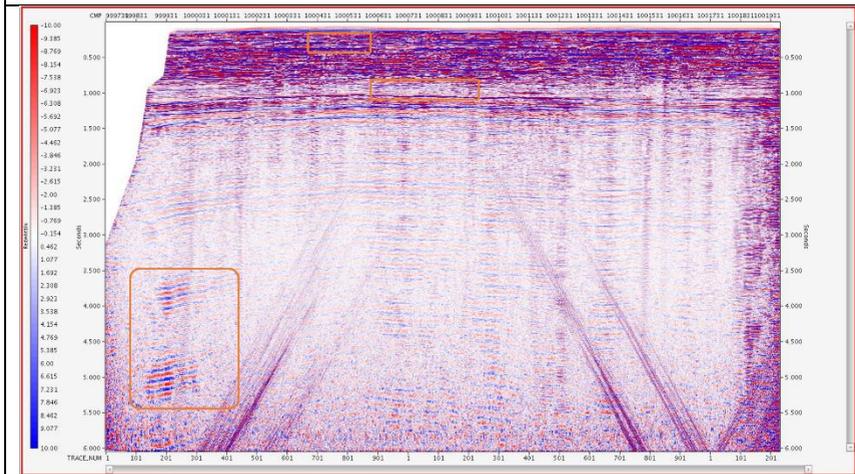
STACK SETELAH SRME




LAMPIRAN 7 – PERBANDINGAN SEBELUM DAN SETELAH SRME

LINTASAN 5

STACK SEBELUM SRME



STACK SETELAH SRME



BIODATA PENULIS



Fikrizan Hilmy Andradit lahir di Bandung, 6 November 1995 merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Tavip Setiawan dan Ibu Attin Harnati. Penulis menempuh pendidikan di TK Indria Kabupaten Bogor, SD Negeri Polisi 1 Kota Bogor (2001 – 2007), SMP Negeri 4 Kota Bogor (2007 – 2010), SMA Negeri 1 Kota Bogor (2010 – 2013). Penulis mulai menempuh Pendidikan Perguruan Tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya pada tahun 2013 di Departemen Teknik Geofisika. Selain aktif menuntut ilmu sebagai mahasiswa, di bidang akademik, penulis pernah mempublikasikan karya ilmiahnya pada Joint Convention Malang sebagai Poster Presenter dengan Judul *“Application of Simultaneous Inversion Method Mapping the Distribution of Carbonate Reservoir in TG Field, North East Java Basin, Indonesia”* (September 2017). Selain Publikasi, Penulis juga pernah meraih beberapa penghargaan Internasional sebagai Juara 1 lomba *The Marketeers*, lomba mengenai *Oil Completion* dan *Artificial Lift* untuk aplikasi di Industri Migas pada ajang *Integrated Petroleum Engineering Competition* di Balikpapan, Indonesia (November 2015), Juara 3 *Plan of Development Competition*, Lomba pengembangan lapangan Migas, pada ajang *SPE ITS - Petroleum Integrated Days* di Surabaya, Indonesia (Maret 2017), dan Juara 2 *Frac-Fluid Challenge*, Kompetisi mengenai *shale gas fracturing* yang diikuti oleh 14 Universitas ternama Dari 8 negara di dunia, pada ajang *China International Student Petroleum Forum* yang diadakan oleh *SPE East China Section* di Qingdao, Tiongkok (Juni 2017).

Selain aktif di bidang akademik, penulis juga mengasah kemampuan kerja sama tim dan komunikasi melalui beberapa organisasi dan kepanitiaan. Dimulai menjadi panitia pada kegiatan *Petroleum Integrated Days* yang diselenggarakan oleh *Society of Petroleum Engineering (SPE) ITS Student Chapter* pada 2013 dan 2014 sebagai staff Publikasi dan Dokumentasi, penulis melanjutkan berorganisasi di SPE ITS SC sebagai staff divisi *Science Course* masa kepengurusan tahun 2014-2015 dan sebagai kepala divisi *Professionalism* pada masa kepengurusan 2015-2016. Penulis juga diamanahkan menjadi Ketua Umum Himpunan Mahasiswa Geofisika Indonesia, sebuah organisasi nasional terafiliasi langsung dengan Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, yang menghimpun seluruh mahasiswa geofisika, Teknik geofisika, dan fisika bumi di seluruh Indonesia, masa kepengurusan 2016-2017. Pada Oktober 2015, Penulis turut andil sebagai *Student Volunteer* pada kegiatan *Joint Convenrion Balikpapan*, konferensi gabungan dari HAGI, IAGI, IATMI, dan IAFMI di Balikpapan, Indonesia. Penulis juga pernah diberi kehormatan menjadi perwakilan dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember untuk hadir di beberapa konfrensi Internasional seperti *SPE Student Summit*, di Oklahoma City, Amerika Serikat pada Februari 2015 yang merupakan pertemuan Internasional bagi seluruh mahasiswa di seluruh dunia yang aktif di organisasi SPE di masing-masing Student Chapter. Selain itu penulis juga diberi kesempatan menghadiri *SPE Asia-Pasific Oil and Gas Conference and Exhibition*, konferensi terbesar SPE di Asia-Pasific, di Perth, Australia pada Oktober 2016 dan Jakarta, Indonesia pada Oktober 2017. Untuk pengalaman kerja, penulis berkesempatan melakukan Kerja Praktik di Divisi Eksplorasi PT Pertamina (EP) dengan tema Analisis Sistem Petroleum di daerah Lembak Deep, Cekungan Sumatera Selatan dan melaksanakan penelitian tugas akhir di Upstream Technology Center, PT Pertamina (Persero) mengenai pengolahan eliminasi multiple data seismic laut dangkal menggunakan metode 2D SRME. Penulis berpesan kepada seluruh adik tingkat untuk selalu gigih berjuang dan berkarya, baik di dalam kampus maupun di luar kampus. Serta penulis berharap agar ikatan persaudaraan di antara mahasiswa Teknik Geofisika ITS tetap terjalin dengan baik serta mengharumkan nama jurusan dan almamater. Bila ada diskusi lebih lanjut terkait tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui surel ke alamat **fikrizandradit@gmail.com**. Demikian dan terima kasih.