

ANALISIS PERBANDINGAN METODE *MULTIPLE SUPPRESSION* DENGAN *WAVE EQUATION MULTIPLE REJECTION (WEMR)*, *RADON TRANSFORM*, DAN *f-k FILTER* PADA DATA SEISMIC LAPANGAN LAUT “SERAM”

(Skripsi)

Oleh
DIMAS TRIYONO



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2017**

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS MULTIPLE SUPPRESSION METHODS WITH WAVE EQUATION MULTIPLE REJECTION (WEMR), RADON TRANSFORM, AND F-K FILTER IN SEISMIC MARINE DATA IN “SERAM” FIELD

By

DIMAS TRIYONO

Multiple Suppression was procced by single methods and combination methods on the marine seismic data by doing analysis the results of stack section, seismic gather, semblance velocity and spectral frequencies to showing which methods have been properly to eliminating the mutliples. Implementation single methods it is from f-k filter method, Parabolic Radon Transform and Wave Equation Multiple Rejection (WEMR). From the results by single method such as f-k filter ,it can only be attenuates the water bottom and peg-leg multiples and could not to eliminate it and showing a smearing on the stack. In the other methods, Parabolic radon transform was able to atenuating water bottom and peg-leg multiple but not to eliminating cause having an artefact multiple in the stack. WEMR method be able to eliminating the multiples properly. On the combinations methods whose the best method to eliminating the multiples properly is Parabolic Radon Transform and Wave Equation Multiple Rejection (WEMR) combination because it provides a more optimal result to eliminating multiple water bottom and peg-leg instead of f-k and WEMR . Results of the analysis showing multiples in seismic gather at the time 1800 m/s can be eliminated on each methods. In the semblance velocity Radon Transform methods can eliminating the mutliple velocity on range 1480-1500 m/s, and the frequency analysis by spectral showing Parabolic Radon Transform and WEMR combination was able to elminitaing the water bottom and peg leg multiples and increasing the frequency coherence of seismic data in dominant seismic ranges 30-60 Hz.

Keyword : WEMR, f-k filter, Radon Transform, Water bottom multiple, Multiple Suppression Combination

ABSTRAK

ANALISIS PERBANDINGAN METODE *MULTIPLE SUPPRESSION* DENGAN *WAVE EQUATION MULTIPLE REJECTION (WEMR)*, *RADON TRANSFORM*, DAN *f-k FILTER* PADA DATA SEISMIK LAPANGAN LAUT SERAM

Oleh

DIMAS TRIYONO

Telah dilakukan proses penekanan *multiple* dengan melakukan penerapan *single multiple suppression method* pada data seismik serta melakukan penerapan kombinasi *multiple suppression method* dengan melakukan analisis dari hasil *stack*, *gather*, *semblance velocity*, dan *spectral frequency*. Penerapan *single multiple suppression* terdiri dari metode *f-k filter*, *Radon Transform*, dan *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)*. Dari hasil *stack f-k filter* mampu mengatenuasi *multiple water bottom* dan *peg-leg* namun memblurkan data, hasil *stack radon transform* dapat mengatenuasi *multiple water bottom* dan *peg-leg* namun meninggalkan jejak tipis, sedangkan untuk *WEMR* dapat secara optimal mengeliminasi *multiple-multiple* tersebut. Pada metode penekanan *multiple* kombinasi metode yang paling baik adalah metode *Radon Transform* dan *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)* karena memberikan hasil yang lebih optimal dalam mengeliminasi *multiple water bottom* dan *peg-leg*. Hasil dari analisis *gather* menunjukkan *multiple* pada *time* 1800m/s dapat tereleminasi pada setiap metode, pada *semblance velocity* metode *Radon Transform* dapat secara optimal mereduksi *velocity multiple* yang konstan di *velocity* 1480-1500m/s, dan pada *analisis spectral frequency* metode kombinasi *Radon Transform* dan *WEMR* mampu secara optimal mengatenuasi *multiple* serta meningkatkan koherensi frekuensi data seismik pada rentang 30-60Hz.

Kata Kunci : *WEMR*, *f-k filter*, *Radon Transform*, *Water bottom multiple*, *Multiple Suppression* Kombinasi

ANALISIS PERBANDINGAN METODE *MULTIPLE SUPPRESSION* DENGAN *WAVE EQUATION MULTIPLE REJECTION (WEMR)*, *RADON TRANSFORM*, DAN *f-k FILTER* PADA DATA SEISMIK LAPANGAN LAUT “SERAM”

Oleh
DIMAS TRIYONO

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Geofisika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK GEOFISIKA
2017**

Judul Skripsi

: **ANALISIS PERBANDINGAN METODE
MULTIPLE SUPPRESSION DENGAN
WAVE EQUATION MULTIPLE REJECTION
(WEMR), RADON TRANSFORM, DAN $f-k$
FILTER PADA DATA SEISMIK LAPANGAN
LAUT "SERAM"**

Nama Mahasiswa

: **Dimas Triyono**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1215051019

Jurusan

: Teknik Geofisika

Fakultas

: Teknik

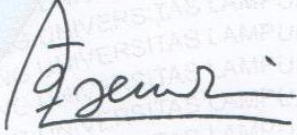
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

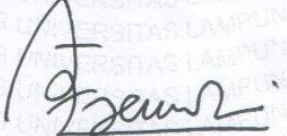
Pembimbing I

Pembimbing II


Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.
NIP 19700120 200003 1 001


Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.
NIP 19720928 199903 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Geofisika

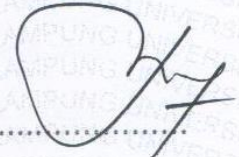

Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.
NIP 19720928 199903 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

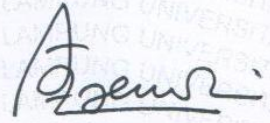
Ketua

: **Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T.**



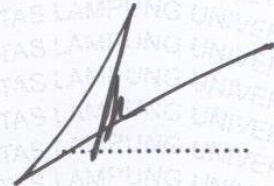
Sekretaris

: **Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Muh. Sarkowi, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP-19620717 198703 1 002



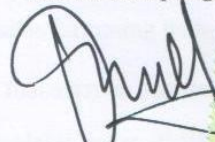
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 Februari 2017

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 8 Februari 2017



Dimas Triyono
NPM. 1215051019



RIWAYAT HIDUP



Dimas Triyono dilahirkan di Tanjung Karang Timur, Bandar Lampung pada tanggal 28 Desember 1993 dari pasangan Bapak Sugeng Riyadi (alm) dan Ibu Romminah. Penulis mengenyam pendidikan formalnya dimulai sejak Taman Kanak-kanak (TK) Fransiskus II Rawalaut, Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2000, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Fransiskus II Rawalaut pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMPN 23 Bandar Lampung pada tahun 2009, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) yang diselesaikan di SMAN 4 Bandar Lampung pada tahun 2012. Selama di SMA Penulis tercatat aktif pada Organisasi Siswa Intra Sekolah (OSIS) sebagai Wakil Sekretaris Umum pada tahun 2011 dan tercatat sebagai pemenang ke -3 lomba *Poster Making* Tingkat Sumbagsel pada acara *Economic English Competition* di Universitas Lampung pada tahun 2010.

Tahun 2012, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur PMPAP. Selama menjadi mahasiswa, penulis terdaftar dan aktif di beberapa Unit Kegiatan Kemahasiswaan dan Keilmuan . Di Bidang Kemahasiswaan, seperti HIMA TG BHUWANA sebagai Anggota SAINTEK (Sains dan Teknologi) 2014-2015, Koordinator HPD *Google Student Ambassador* di Universitas Lampung tahun 2013, Staff dari *Public Relation AAPG (American Association of Petroleum Geologist) Student Chapter* Universitas Lampung 2013-2014, Koordinator dari *Public Relation*

*Division SEG (Society Exploration Geophysics) Student Chapter Universitas Lampung 2014-2015, Pada tahun 2015 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Tunas Jaya , Kecamatan Gunung Agung , Kabupaten Tulang Bawang Barat. Dibidang Keilmuan, penulis dipercaya menjadi Asisten Praktikum *Geothermal* 2015-2016 di Laboratorium Geologi dan Mitigasi Bencana Teknik Geofisika Universitas Lampung.*

Dalam pengaplikasian ilmu di bidang Geofisika penulis juga telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) Pada Bulan Agustus 2015 di Pusat Pengembangan dan Penelitian Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB) LEMIGAS di Jakarta dengan tema **“Pengolahan Data Seismik *Marine* 2 Dimensi Untuk Menghasilkan Penampang Migrasi di Perairan Laut Merak”**. Pada Bulan Mei hingga Agustus 2016, Penulis melakukan penelitian Tugas Akhir di Kelompok Pengkajian Sumberdaya Hidrokarbon, KP3 Teknologi Eksplorasi PPPTMGB “LEMIGAS” Cipulir, Jakarta Selatan. Hingga akhirnya penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjananya pada 8 Februari tahun 2017 dengan skripsi yang berjudul **“Analisis Perbandingan Metode *Multiple Suppression* Dengan Menggunakan Metode *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)*, *Radon Transform*, dan *f-k Filter* Pada Data Seismik Lapangan Laut “Seram”**.

Untuk Orangtua ku terbaik sedunia,

Sugeng Riyadi (alm)

&

Romminah

Kedua Kakak Kandung Perempuan ku sekaligus Motivator terbaik

Ria Hesti dan Sulistyani

Beserta harapan, kasih sayang, dan
cinta dari mereka yang sangat luar biasa

MOTTO

**“Man Jadda Wajada wa Man Saaro’ Alard-
darbi Washola wa Man
Shabara Zafira”**

Siapa yang bersungguh-sungguh, dia akan berhasil,
dan Siapa yang berjalan pada lintasan yang benar,
maka dia akan sampai di tujuan yang
benar, dan siapa yang bersabar, akan beruntung

“Lakukan apapun dengan Sebaik-baiknya,
Karena Usaha Tidak akan Membohongi Hasilnya ”

– Dimas Triyono, S.T –

SANWACANA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Alhamdulillah, Puji syukur senantiasa penulis haturkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan nikmat dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Analisis Perbandingan Metode *Multiple Supression* dengan *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)*, *Radon Transform*, dan *f-k Filter* Pada Data Seismik Lapangan Laut “Seram”**”.

Banyak pihak yang terlibat dan memberikan kontribusi ilmiah, spiritual, dan informasi baik secara langsung maupun tidak langsung hingga terbentuk Skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. *Almarhum Ayah-ku* dan *Ibu-ku* tercinta, yang tak henti-hentinya mendidik, berkorban, berdoa dan mendukung penulis dalam segala hal terutama dalam pendidikan;
2. Saudara kandungku terkasih, MbK Ria Hesti dan MbK Sulistiyani yang sangat membantu dan mendukung penulis dalam membantu perekonomian selama karantina di Jakarta
3. Mas Darwanto & Mas Adit yang selalu memberikan semangat, bantuan dan mendukung penulis dalam segala hal;

4. Kelompok Pengkajian Sumberdaya Hidrokarbon, KPPP Teknologi Eksplorasi PPPTMGB “LEMIGAS” Cipulir, Jakarta Selatan yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan Penelitian Tugas Akhir;
5. Dr Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung dan Bapak Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T selaku Pembimbing I Skripsi. Terimakasih atas saran serta masukan yang diberikan;
6. Bapak. Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. selaku Pembimbing II Skripsi di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung;
7. Bapak Oki Herdiana, S.Si., M.T. selaku pembimbing Tugas Akhir di Kelompok Pengkajian Sumberdaya Hidrokarbon, KPPP Teknologi Eksplorasi III PPPTMGB “LEMIGAS”;
8. Bapak. Dr. Muh, Sarkowi, S.Si., M.T. selaku pembahas dalam Skripsi di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung;
9. Bapak. Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T selaku Pembimbing Akademik di Teknik Geofisika Universitas Lampung. Terimakasih atas saran serta bimbingan yang telah diberikan;
10. Dosen-Dosen Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung; Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D., Bapak Bagus Sapto Mulyatno, S.Si., M.T., Bapak Dr. Muh. Sarkowi, S.Si., M.Si., Bapak Dr. Ahmad Zainudin, S.Si., M.T., Bapak Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si., Bapak Alimuddin Muchtar, M.Si., Bapak Rustadi, M.T., Bapak Dr. Ordas Dewanto, M.Si., Bapak Karyanto, M.T., Bapak Bapak Nandi H, M.Si., Bapak Rahmat Catur Wibowo, M.Eng., Bapak Gede Boy, M.Eng., telah memberikan ilmu

yang luar biasa dan memotivasi penulis untuk selalu menjadi lebih baik selama perkuliahan di Jurusan Teknik Geofisika Universitas Lampung;

11. Ibu Wulan , Ibu Susi, dan Pak Mufid bagian Afiliasi dan Informasi LEMIGAS yang telah banyak membantu selama pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir;
12. Seluruh Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Geofisika Unila, Pak Marsono, Mbak Dewi, Pak Legino dan Mas Pujiono, yang telah memberi banyak bantuan dalam proses administrasi;
13. Keponakanku tercinta Bagas Abiyanto, Ulfa Nafisa., Kayla dan Sheela yang telah banyak memberi dukungan & semangat;
14. Teman-teman Teknik Geofisika 2012 (CilokoRolas) Subari, Agus, Ghiffari (Ncip) , Legowo, Vee (ipeh) , Andina, Andre, Ari Bonez, Aziz (Sumeh) , Bagas, Bella, Beny “Tamvan”, Betha (Wadde) , Carta, Deddi “Cina”, Dedi “MasDed”, Dimas “Suen”, Edo, Elen “Swift”, Esha, Ferry, Gita (CantikUnila), Hilman (Bukit Lelaki), Hanif, Irwan “Komti”, Jordy (Jrot) , Kukuh “Ngantor”, Vivi, Lita, Kevin (Cepin) , Dimas “Koped”, Made “Hmm”, Medi, Nana, Niar (Rain ☺) , Dilla, Anta “Salamender”, Aldo (GantengUnila) , Resti (Meeh) , Rival, Gata “Gatot”, Ryan “Ucok”, Virgian (Veergian) , Sigit “Ngit”, Soulthan “Sule”, Zhai, dan Zul yang selama ini mendukung dan menjadi tempat berbagi suka dan duka selama masa perkuliahan;
15. Teman seperjuangan Tugas Akhir ; Virgian , Ferry, Made , Gata , Hedy Tandibali, Samsudin Setiawan, Gian Antariksa, Desy dan Liawening yang

telah banyak membantu penulis untuk bersemangat selama penelitian di
LEMIGAS

16. Kakak serta adik tingkat keluarga besar Teknik Geofisika Universitas Lampung yang saya cintai;
17. Serta semua pihak yang telah membantu pelaksanaan Tugas Akhir hingga Skripsi.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala membalas semua bantuan dari semua pihak dengan sebaik-baiknya. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan mendatang. Penulis juga berharap Skripsi ini membawa manfaat positif bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 8 Februari 2017

Penulis,

Dimas Triyono

DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xxiv
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Geologi Cekungan Seram.....	5
2.2 Stratigrafi Cekungan Seram.....	6

BAB III TEORI DASAR

3.1 Pengertian Metode Seismik Refleksi.....	9
3.2 Prinsip Pemantulan dan Pembiasan Gelombang.....	10
3.2.1 Prinsip <i>Huygens</i>	10
3.2.2 Prinsip <i>Fermat</i>	11
3.2.3 Prinsip <i>Snellius</i>	12
3.3 Parameter Lapangan.....	13
3.3.1 <i>Interval Trace</i>	13
3.3.2 Jarak <i>Offset</i>	14
3.3.3 <i>Multiplicity</i>	14
3.3.4 <i>Interval Shot Point</i>	14
3.3.5 <i>Sampling Rate</i>	14
3.3.6 <i>Filter</i>	15
3.3.7 <i>Geometry Penembakan</i>	15
3.3.8 <i>Geometry Raypath</i>	16
3.4 <i>Software Promax</i>	17
3.4.1 Pembentukan Ruang Kerja <i>Line</i>	19
3.4.2 Pembentukan Ruang Kerja <i>Flow</i>	19
3.4.3 <i>Available Process</i>	19
3.4.4 <i>Editable Flow</i>	19
3.5 <i>Noise</i>	20
3.6 <i>Multiple Attenuation</i>	21
3.7 Metode Standar <i>Processing</i>	23
3.7.1 <i>Reformat Data</i>	23
3.7.2 <i>Geometry</i>	24
3.7.3 <i>Filtering</i>	24
3.7.4 <i>Editing</i>	25
3.7.5 Koreksi <i>True Amplitude Recovery</i>	25
3.7.6 Dekonvolusi.....	26
3.7.7 Analisa Kecepatan.....	27
3.7.8 Koreksi <i>NMO</i>	28
3.8 Metode Khusus.....	30
3.8.1 Filter <i>f-k</i>	30
3.8.2 Metode Transformasi Radon.....	33
3.8.3 Metode <i>Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)</i>	36

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
4.2 Alat dan Bahan.....	38
4.3 Prosedur Pengolahan Data Penelitian.....	39
4.3.1 <i>Input Data</i>	39

4.3.2 <i>Geometry</i>	40
4.3.3 <i>Filtering</i>	40
4.3.4 <i>Editing</i>	42
4.3.5 <i>TAR</i> dan Dekonvolusi	43
4.3.6 Analisa Kecepatan	44
4.3.7 <i>Stacking</i>	46
4.3.8 Penerapan Filter <i>f-k</i>	46
4.3.9 Penerapan Filter <i>Radon</i>	47
4.3.10 Penerapan Metode <i>WEMR</i>	48
4.3.11 Penerapan Metode Kombinasi <i>Multiple Suppression</i>	49
4.3.12 Analisis <i>Gather</i> Seismik, <i>Stack Section</i> , <i>Semblance</i> <i>Velocity</i> dan Spektral Frekuensi.....	50
4.4 Diagram Alir	51

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil	54
5.2 Pembahasan.....	56
5.2.1 <i>Geometry</i>	57
5.2.2 <i>Filtering</i>	59
5.2.3 <i>Editing</i>	60
5.2.4 <i>Preprocessing</i>	62
5.2.5 <i>Velocity Analysis</i>	67
5.2.6 <i>Stacking</i>	69
5.2.7 Analisis <i>Multiple Suppression f-k filter</i>	70
5.2.8 Analisis <i>Multiple Suppression Radon Filter</i>	75
5.2.9 Analisis <i>Multiple Suppression Wave Equation Multiple</i> <i>Rejection</i>	81
5.2.10 Analisis <i>Multiple Suppression</i> dengan menggunakan Metode Kombinasi <i>f-k filter</i> dan <i>WEMR</i>	87
5.2.11 Analisis <i>Multiple Suppression</i> dengan menggunakan Metode Kombinasi <i>Radon Transform</i> dan <i>WEMR</i>	93

BAB VI KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan	107
6.2 Saran	108

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Peta Geologi dan Lokasi Akuisisi Laut Seram	5
Gambar 2. Penampang Stratigrafi Seram	7
Gambar 3. Prinsip <i>Huygens</i>	10
Gambar 4. Prinsip <i>Fermat</i>	11
Gambar 5. Prinsip <i>Snellius</i>	12
Gambar 6. <i>Geometry Raypath</i>	17
Gambar 7. Ilustrasi <i>primary path</i> dan <i>multiple path</i>	21
Gambar 8. <i>Water Bottom Multiple Raypath</i>	22
Gambar 9. <i>Peg-Leg Multiple Raypath</i>	22
Gambar 10. <i>Interbed Multiple Raypath</i>	23
Gambar 11. Model umum dekonvolusi yang arah sebaliknya dari konvolusi.	27
Gambar 12. Selisih Waktu Δt <i>NMO</i>	29
Gambar 13. Ilustrasi perbedaan perubahan koreksi <i>NMO</i>	29
Gambar 14. Pengaruh kecepatan terhadap sinyal primer dan <i>multiple</i> ...	30
Gambar 15. <i>Filtering</i> data seismik dengan menggunakan <i>f-k</i> pada data seismik tipe darat.	31
Gambar 16. <i>Filtering</i> pada domain (<i>f-k</i>) pada data seismik <i>marine</i>	32

Gambar 17. Transformasi Radon.....	34
Gambar 18. <i>Flow Input Data</i>	39
Gambar 19. <i>Flow Geometry</i>	40
Gambar 20. <i>Flow Filter Data</i>	41
Gambar 21. Spektrum Data Analisis	41
Gambar 22. <i>Top Mute Data Seismic</i>	42
Gambar 23. <i>Picking Top Mute</i>	42
Gambar 24. <i>Top Muted</i>	43
Gambar 25. <i>Flow Preprocessing</i>	44
Gambar 26. <i>Flow Analisis Kecepatan</i>	45
Gambar 27. <i>Flow Stacking</i>	46
Gambar 28. <i>Flow Filter f-k</i>	47
Gambar 29. <i>Flow Radon Transform</i>	48
Gambar 30. <i>Flow Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)</i>	49
Gambar 31. <i>Flow Metode Kombinasi f-k filter dengan WEMR</i>	49
Gambar 32. <i>Flow Metode Kombinasi Radon Transform dengan WEMR</i>	50
Gambar 33. Diagram alir proses analisis <i>multiple suppression</i>	53
Gambar 34. Hasil <i>Stack Preprocessing</i> sebelum <i>Multiple Suppression</i> ..	54
Gambar 35. Hasil <i>Stack f-k filter Multiple Suppression</i>	54
Gambar 36. Hasil <i>Stack Radon Multiple Suppression</i>	55
Gambar 37. Hasil <i>Stack WEMR Multiple Suppression</i>	55
Gambar 38. Hasil <i>Stack f-k filter + WEMR Multiple Suppression</i>	55
Gambar 39. Hasil <i>Stack Radon + WEMR Multiple Suppression</i>	56

Gambar 40. <i>Raw Data</i>	57
Gambar 41. Hasil <i>Geometry</i>	58
Gambar 42. Data sebelum <i>Bandpass Filter</i>	59
Gambar 43. Data sesudah <i>Bandpass Filter</i>	60
Gambar 44. Proses <i>Editing mute top</i>	61
Gambar 45. <i>Muting Direct wave</i>	61
Gambar 46. Pemilihan <i>Operator Length</i>	62
Gambar 47. Penentuan <i>Gap Autokorelasi</i>	63
Gambar 48. <i>True Amplitude Recovery mode 1/dist (-2,-4,-6,2,4,6)</i>	64
Gambar 49. <i>True Amplitude Recovery mode 1/time*vel/*2</i> <i>(-2,-4,6,2,4,6)</i>	64
Gambar 50. <i>Gather Tanpa Deconvolution</i>	65
Gambar 51. <i>Gather dengan Deconvolution</i>	65
Gambar 52. <i>Stack sebelum Deconvolution</i>	66
Gambar 53. <i>Stack sesudah Deconvolution</i>	66
Gambar 54. <i>Semblance after Deconvolution without NMO</i>	67
Gambar 55. <i>Semblance after Deconvolution with NMO</i>	68
Gambar 56. <i>Velocity 1 Viewer CDP increment 50</i>	69
Gambar 57. <i>Velocity 2 Viewer CDP increment 100</i>	69
Gambar 58. Hasil <i>Stack</i>	70
Gambar 59. <i>Filter f-k</i>	71
Gambar 60. <i>Gather sebelum filter f-k</i>	72
Gambar 61. <i>Gather sesudah filter f-k</i>	72
Gambar 62. <i>Semblance sebelum Filter f-k</i>	73

Gambar 63. <i>Semblance</i> sesudah <i>Filter f-k</i>	73
Gambar 64. <i>Stack</i> sebelum <i>filter f-k</i>	74
Gambar 65. <i>Stack</i> sesudah <i>filter f-k</i>	74
Gambar 66. <i>Gather NMO</i> sebelum dan sesudah <i>filter f-k</i>	75
Gambar 67. <i>Transformasi Domain Radon Filter</i>	76
Gambar 68. <i>Primary Signal</i>	77
Gambar 69. <i>Multiple Signal</i>	77
Gambar 70. <i>Semblance</i> sebelum <i>Radon Filter</i>	78
Gambar 71. <i>Semblance</i> sesudah <i>Radon Filter</i>	78
Gambar 72. <i>Gather</i> sebelum <i>Radon filter</i>	79
Gambar 73. <i>Gather</i> sesudah <i>Radon filter</i>	79
Gambar 74. <i>Stack</i> sebelum <i>Radon Filter</i>	80
Gambar 75. <i>Stack</i> sesudah <i>Radon Filter</i>	80
Gambar 76. <i>Parameter WEMR</i>	81
Gambar 77. <i>Stack</i> sebelum <i>WEMR</i>	82
Gambar 78. <i>Pick Horizon Stack</i>	82
Gambar 79. Hasil <i>Stack WEMR</i>	83
Gambar 80. <i>Gather</i> Sebelum Metode <i>WEMR</i>	84
Gambar 81. <i>Gather</i> Sesudah Metode <i>WEMR</i>	85
Gambar 82. <i>Semblance</i> Sebelum Metode <i>WEMR</i>	86
Gambar 83. <i>Semblance</i> Sesudah Metode <i>WEMR</i>	86
Gambar 84. <i>Stack</i> Sebelum Metode kombinasi <i>f-k</i> dengan <i>WEMR</i>	88
Gambar 85. <i>Stack</i> sesudah metode <i>f-k filter</i>	88
Gambar 86. <i>Stack</i> Sesudah Metode kombinasi <i>f-k</i> dengan <i>WEMR</i>	89

Gambar 87. <i>Gather</i> Sebelum Metode <i>Multiple Suppression</i>	90
Gambar 88. <i>Gather</i> sesudah <i>filter f-k</i>	90
Gambar 89. <i>Gather</i> sesudah <i>filter f-k</i> kombinasi <i>WEMR</i>	91
Gambar 90. <i>Semblance</i> sebelum <i>Multiple Suppression</i>	91
Gambar 91. <i>Semblance</i> sesudah <i>f-k filter</i>	92
Gambar 92. <i>Semblance</i> sesudah <i>Multiple Suppression f-k filter</i> dan <i>WEMR</i>	92
Gambar 93. <i>Stack</i> Sebelum Metode kombinasi <i>Radon</i> dengan <i>WEMR</i> .	94
Gambar 94. <i>Stack</i> Sesudah Metode <i>Radon</i>	94
Gambar 95. <i>Stack</i> Sesudah Metode <i>Radon dan WEMR</i>	95
Gambar 96. <i>Gather</i> Sebelum Metode <i>Multiple Suppression</i>	96
Gambar 97. <i>Gather</i> Sesudah Metode <i>Radon</i>	96
Gambar 98. <i>Gather</i> Sesudah Metode <i>Radon dan WEMR</i>	97
Gambar 99. <i>Semblance</i> Sebelum Metode <i>Multiple Suppression</i>	97
Gambar 100. <i>Semblance</i> Sesudah Metode <i>Radon</i>	98
Gambar 101. <i>Semblance</i> Sesudah Metode <i>Radon dan WEMR</i>	98
Gambar 102. <i>Spectral Analysis</i> data seismik orisinal	100
Gambar 103. <i>Spectral Analysis</i> sesudah <i>Bandpass Filter</i> (<i>10-15Hz-100-105Hz</i>)	100
Gambar 104. <i>Spectral Analysis</i> sesudah <i>Muting Direct Wave</i>	101
Gambar 105. <i>Spectral Analysis</i> data sesudah Dekonvolusi.....	102
Gambar 106. <i>Spectral Analysis</i> data sesudah <i>f-k Filter</i>	102
Gambar 107. <i>Spectral Analysis</i> data sesudah <i>Radon Transform</i>	103
Gambar 108. <i>Spectral Analysis</i> data sesudah <i>WEMR</i>	103

Gambar 109. <i>Spectral Analysis</i> data sesudah <i>f-k Filter</i> dan <i>WEMR</i>	104
Gambar 110. <i>Spectral Analysis</i> data sesudah <i>Radon Transform</i> dan <i>WEMR</i>	104

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
Tabel 1. Karakteristik <i>petroleum system</i> sebagian cekungan di Indonesia Timur	8
Tabel 2. Bahan dan Peralatan Penelitian	38

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1. Spektral Frekuensi Data Awal	114
Lampiran 2. Spektral <i>Bandpass Filter (10-15 Hz-100-105 Hz)</i>	115
Lampiran 3. Spektral Sesudah <i>Muting Direct Wave</i>	116
Lampiran 4. Spektral Frekuensi Data sesudah Dekonvolusi.....	117
Lampiran 5. Spektral Frekuensi Data sesudah <i>Multiple Suppression</i> <i>f-k filter</i>	118
Lampiran 6. Spektral Frekuensi Data sesudah <i>Multiple Suppression</i> <i>Radon Transform</i>	119
Lampiran 7. Spektral Frekuensi Data sesudah <i>Multiple Suppression</i> <i>WEMR)</i>	120
Lampiran 8. Spektral Frekuensi Data sesudah <i>Multiple Suppression</i> Kombinasi <i>f-k filter</i> dan <i>WEMR</i>	121
Lampiran 9. Spektral Frekuensi Data sesudah <i>Multiple Suppression</i> <i>Radon Transform</i> dan <i>WEMR</i>	122
Lampiran 10. <i>Gather</i> Seismik Sebelum <i>Deconvolution</i>	123
Lampiran 11. <i>Gather</i> Seismik Sesudah <i>Deconvolution</i>	124
Lampiran 12. <i>Gather</i> Seismik Sesudah <i>Multiple Suppression</i> dengan <i>f-k filter</i>	125

Lampiran 13. <i>Gather Seismik Sesudah Multiple Suppression</i>	
<i>Radon</i>	126
Lampiran 14. <i>Gather Seismik Sesudah Multiple Suppression</i>	
<i>WEMR</i>	127
Lampiran 15. <i>Gather Seismik Sesudah Multiple Suppression</i>	
Kombinasi <i>f-k filter</i> dan <i>WEMR</i>	128
Lampiran 16. <i>Gather Seismik Sesudah Multiple Suppression</i>	
Kombinasi <i>Radon</i> dan <i>WEMR</i>	129
Lampiran 17. <i>Semblance Velocity</i> sebelum <i>Multiple Suppression</i>	130
Lampiran 18. <i>Semblance Velocity</i> sesudah <i>Multiple Suppression</i>	
<i>f-k filter</i>	131
Lampiran 19. <i>Semblance Velocity</i> sesudah <i>Multiple Suppression</i>	
<i>Radon Transform</i>	132
Lampiran 20. <i>Semblance Velocity</i> sesudah <i>Multiple Suppression</i>	
<i>WEMR</i>	133
Lampiran 21. <i>Semblance Velocity</i> sesudah <i>Multiple Suppression</i>	
Kombinasi <i>f-k filter</i> dan <i>WEMR</i>	134
Lampiran 22. <i>Semblance Velocity</i> sesudah <i>Multiple Suppression</i>	
Kombinasi <i>Radon</i> dan <i>WEMR</i>	135
Lampiran 23. <i>Stack before Multiple Suppression</i>	136
Lampiran 24. <i>Stack after Radon Transform Multiple Suppression</i>	137
Lampiran 25. <i>Stack after f-k filter Multiple Suppression</i>	138
Lampiran 26. <i>Stack after WEMR Multiple Suppression</i>	139
Lampiran 27. <i>Stack after f-k filter dan WEMR Multiple Suppression</i>	

Kombinasi	140
Lampiran 28. <i>Stack after Radon Transform dan WEMR Multiple</i>	
<i>Suppression</i> Kombinasi.....	141

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Eksplorasi sumber daya alam sangat berguna untuk kelangsungan hidup umat manusia di bumi. Salah satu metode yang erat kaitannya dengan dunia eksplorasi sumberdaya alam adalah metode geofisika. Metode geofisika merupakan metode yang baik untuk mengetahui karakteristik bumi melalui hukum-hukum fisika, sehingga dapat ditemukannya sumberdaya alam bawah permukaan. Metode geofisika yang paling populer digunakan dalam eksplorasi sumber daya alam terutama hidrokarbon adalah metode seismik refleksi. Seismik refleksi merupakan metode yang berguna untuk mengidentifikasi daerah potensi hidrokarbon menggunakan teori gelombang. Pancaran gelombang seismik berasal dari sumber yang akan memberikan energi menuju ke dalam bumi yang akan terpantulkan dan terekam oleh *receiver*, sehingga hasil perekaman dari *receiver* dapat dijadikan acuan dalam kegiatan eksplorasi hidrokarbon (Erlangga, 2010).

Hasil perekaman data seismik (*SEG-D*) memiliki hasil yang kurang begitu baik, karena pengaruh dari *noise* dan *multiple* yang terjadi pada data seismik, sehingga perlu dilakukan tahapan pengolahan data seismik. Pengolahan data seismik

berguna untuk meningkatkan S/N (*Sinyal to Noise*), sehingga resolusi vertikal data seismik lebih baik dan meminimalisir *noise* dan *multiple* yang ada. Salah satu metode peningkatan kualitas data dan meminimalisir gangguan data seismik dinamakan proses *Multiple Suppression*. Pada tahapan *Multiple Suppression* ini memiliki beberapa metode dalam *atenuasi* gangguan data seismik khususnya *multiple* yang selalu mengganggu data seismik *marine*. Metode *Multiple Suppression* yang menjadi konsentrasi dalam penelitian ini menggunakan tiga metode, yaitu metode *WEMR* (*Wave Equation Multiple Rejection*), metode *Radon Transform*, dan metode *f-k filter* serta metode kombinasi yakni *Radon* dengan *WEMR* dan *f-k filter* dengan *WEMR* (Purwanti, 2015).

Dari ketiga metode *Multiple Suppression* tersebut memiliki karakteristik berbeda-beda dalam *atenuasi multiple* pada data seismik. Pada metode *WEMR*, *multiple* akan dihilangkan berdasarkan ekstrapolasi *time seabed*, sehingga *multiple* yang berada pada *time* yang sama akan di *atenuasi*, karena itu metode *WEMR* sering digunakan pada data seismik tipe *marine*. Metode *Radon Transform* dalam *atenuasi multiple* bekerja dengan memisahkan sinyal primer dan sinyal *multiple*, sehingga dalam proses menghilangkan *multiple* dapat dibedakan secara jelas dalam *domain tau-P* dengan melakukan *slicing* pada data tersebut. Sedangkan pada Metode *f-k filter* bekerja dengan melakukan *transformasi* data seismik dari *domain T-X* menjadi *domain f-k* (*frequency – wave number*), sehingga data seismik tersebut dapat dianalisis pada *domain* frekuensi - bilangan gelombang dan dapat dilakukan proses pemilihan sinyal primer dan sinyal *multiple*, sinyal *multiple* dihilangkan dan sinyal primer tetap dipertahankan (Saputra, 2006).

Untuk menghasilkan penampang seismik yang memiliki *noise* dan *multiple* yang rendah perlu dilakukan proses *Multiple Suppression* dengan menggunakan beberapa metode *atenuasi multiple*, sehingga hasil penampang seismik akan terlihat semakin baik. Sebab gelombang *multiple* merupakan permasalahan yang serius terutama pada data seismik *marine*, karena sulitnya dibedakan dari gelombang primer dan seringkali dari efek *multiple* tersebut menyebabkan sinyal primer tidak kuat bahkan menjadi *blur*. Penelitian ini ingin menganalisis proses *Multiple Suppression* dengan menggunakan beberapa metode *multiple Suppression*, yaitu *WEMR (Wave Equation Multiple Rejection)* , *Radon Transform*, dan *f-k filter* serta metode kombinasi dapat mengatenuasi *multiple* dengan melihat dari beberapa parameter seperti hasil *stack* , *gather* , *semblance velocity* , serta *interactive spectral* yang dihasilkan dari hasil proses *Multiple Suppression* tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan hasil *stack* dengan melakukan atenuasi gelombang *multiple* dengan menggunakan metode *WEMR*, *Radon Transform*, dan *f-k Filter* pada data seismik
2. Mendapatkan hasil analisis perbandingan *stack* dari penerapan metode *Multiple Suppression (WEMR, Radon Transform, dan f-k filter)* pada data seismik

3. Dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari penerapan metode *Multiple Suppression* (*WEMR*, *Radon Transform*, dan *f-k Filter*) pada data *stack* seismik.
4. Dapat melakukan kombinasi metode *multiple suppression* dengan menganalisis hasil *stack* , *semblance velocity*, *gather* , dan *spectral* frekuensi, sehingga didapatkan metode yang optimum dalam mengatenuasi *multiple*.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah, yaitu sebagai berikut :

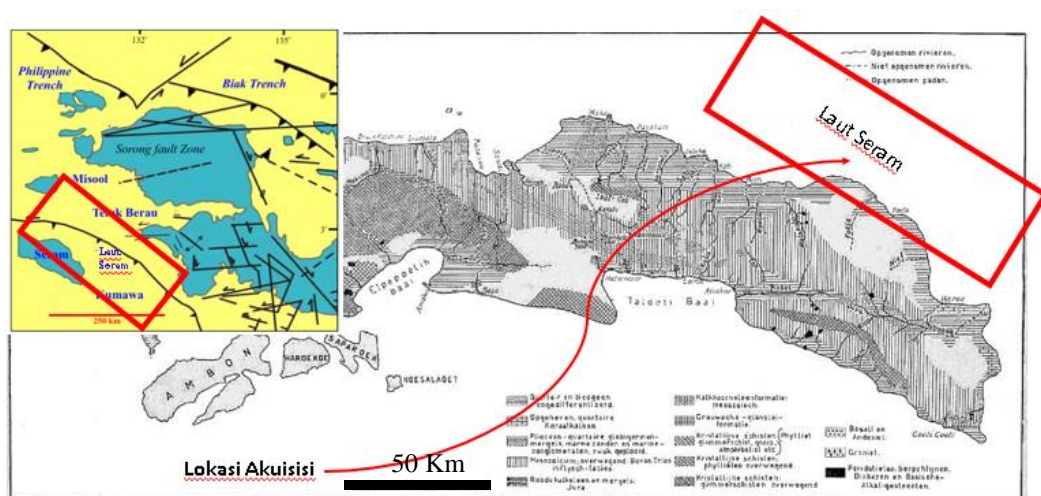
1. Penelitian ini menggunakan data seismik *marine 2D*
2. Pengolahan data seismik metode *Multiple Suppression* ini menggunakan *software* bernama *ProMAX 2D*
3. Penelitian ini merupakan *processing* data seismik dengan melakukan *multiple suppression* dengan beberapa metode, yaitu *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)* , *Radon Transform* , dan *f-k filter*
4. Fokus penelitian ini adalah *atenuasi multiple* pada data *gather* seismik, sehingga mendapatkan hasil *stack* yang *multiple*-nya sudah teratenuasi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Geologi Cekungan Seram

Cekungan Seram terletak antara tektonik *passive margin* berarah Barat-Utara Australia dan *margin* tektonik aktif Nugini. Sistem Cekungan Basin yang berperan adalah *Jurassic*. Struktur bawah permukaan dari Pulau Seram menunjukkan semua elemen khas dari sesar naik dan adanya perlipatan. Pada umumnya, sesar naik dan sumbu antiklin yang berarah Barat Laut – Tenggara mengindikasikan bahwa deformasi pada daerah ini dipengaruhi oleh kompresi yang berarah Timur Laut – Barat Daya. Lokasi akuisisi data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Peta Geologi dan Lokasi Akuisisi Laut Seram (Teas, dkk, 2013).

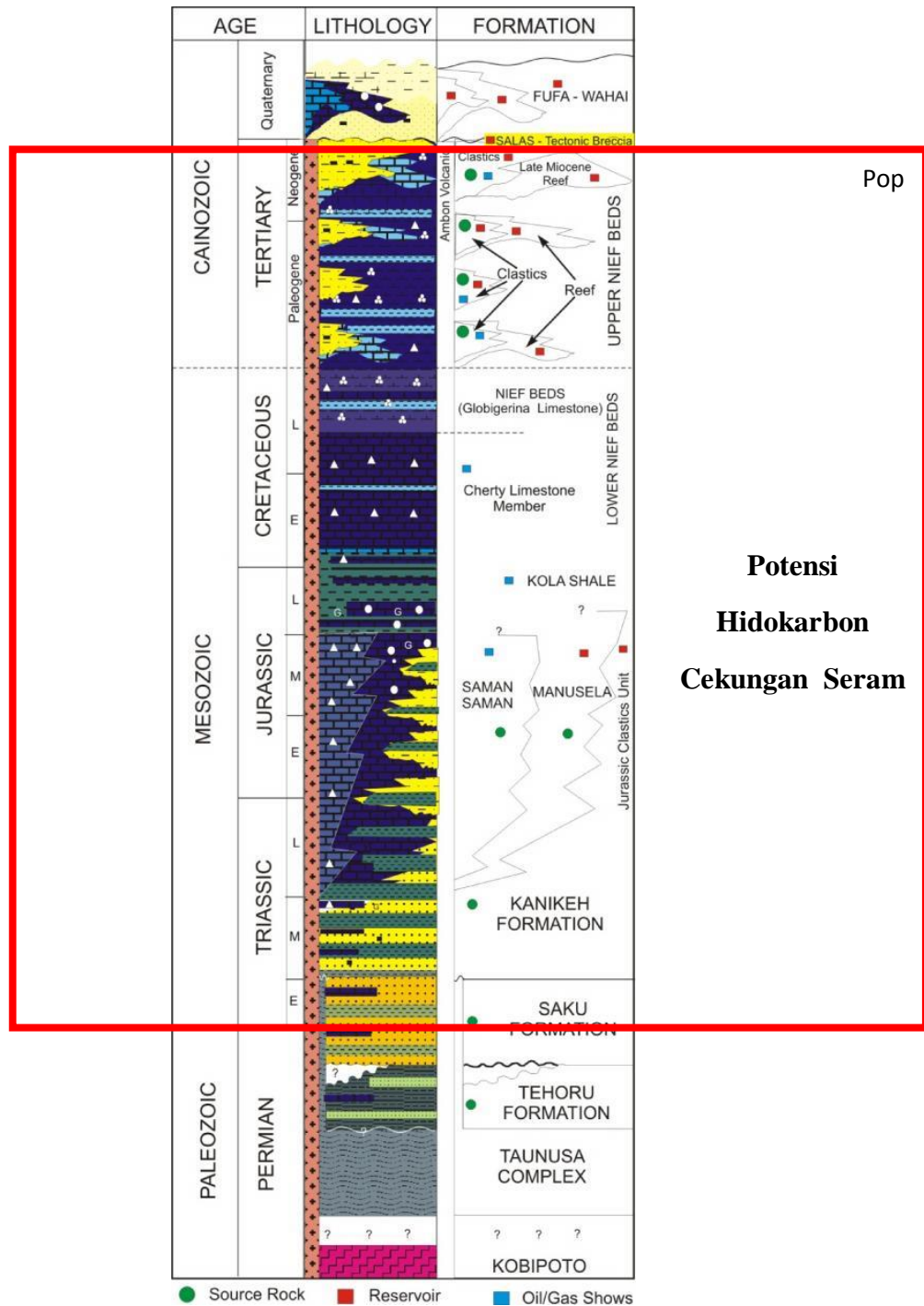
Kenampakan singkapan yang menunjukkan sesar naik ini didominasi di bagian tengah dan bagian Timur dari Pulau Seram. Sesar utama dan pengangkatan di Pulau Seram diawali pada Miosen Akhir – Pliosen Awal. Kemudian sejak terjadinya proses tersebut, Pulau Seram secara tektonik selalu aktif. Ini diindikasikan dengan adanya pengangkatan dan erosi dari sedimen *Plio-Pleistosen* dari bagian tengah pulau serta adanya proses sesar mendatar mengiri yang sangat kuat. Bukti di lapangan dari keberadaan sesar mendatar ini adalah adanya perubahan arah aliran sungai yang dikendalikan oleh sesar mendatar dan adanya *offset* dari batuan yang ada (Teas, dkk, 2013).

Lipatan dan sesar naik singkapan di Seram bersambung ke Selatan Seram hingga 100 km lepas pantai, dimana terlihat seperti kelanjutan kompleks dari Banda Arc. *Foldbelt* ini umumnya dijelaskan hanya sebagai zona muda dalam '*Birds Head*' bagian dari tepi Benua Australia antara Misool dan Kepulauan Seram, namun lebar sabuk ini membutuhkan 100 km perpendekan (Granath dan Fisher, 2011).

2.2 Stratigrafi Cekungan Seram

Pulau Seram merupakan bagian dari Banda Arc *Outer* membentuk busur nonvulkanik, sabuk metamorf, dan *Terranes Accretionary*. Daerah ini, kelanjutan dari Timor, yang sebelumnya terletak di zona tumbukan antara Benua Australia dan zona subduksi Banda, di mana Barat-Utara margin dari Australia bergerak menuju zona subduksi Banda. Barat-Utara margin Australia sendiri dihasilkan karena pecahnya dari *Gondwana* lahan selama *Jurassic* (Powell, 1976).

Banda zona subduksi yang dihasilkan dari kerak samudera subduksi di bawah *Volcanic Arc* Banda yang terletak di sebelah Utara Australia, selama waktu Eosen (Hartono, 1990).



Gambar 2. Penampang Stratigrafi Seram (Ramadhan, 2011).

Tabel 1. Karakteristik *petroleum system* sebagian cekungan di Indonesia Timur (Surjono dan Kusmana, 2011).

AREA	FIELD	RESERVOIR			SOURCE ROCK			SEAL			TRAP
		AGE	FM.	LITH.	AGE	FM	LITH.	AGE	FM.	LITH.	
BINTUNI	Wiriagar	Mid.Jurassic	Kembelangan Group	Sandstone	Permian Jurassic	Ainim Yefbie	Carbonaceous shale & coal shale & coal	Late Jurassic	Upper Kembelangan	Claystone and shale	anticline
	Vorwata										pinchout
	Ofaweri										Pop-up
	Roabiba										anticline
SALAWATI	Klamono	Miocene Miocene	Kais Klasefet	Limestone Limestone	Early Pliocene	Klasaman	Shale	Miocene Miocene	Kais Klasefet	Intraformational Shale	Thrust anticline
	Walio										
	Kasim										
SERAM	Oseil	Early-Mid. Jurassic	Manusela	Limestone	Triassic Jurassic	Kanikeh Manusela	Calc.shale Carbonate	Late Jurassic	Kola	Shale	Thrust anticline
BANGGAI	Tiaka	Jurassic Early Miocene Late Miocene	Bobong Tomori Mtindok	Sandstone Limestone Sandstone	Jurassic Early. Miocene	Buya Salodik	Marine shale Shale & carbonate	Late Miocene	Matindok	Marine shale	Thrust
TIMOR	Abadi	Mid. Jurassic	Plover	Sandstone	Early.	Plover eq.	Marine shale	Early	Echuca Shoals	shale	Normal
	Bayu-Undan	Mid.Jurassic	Elang Plover	Sandstone Sandstone	Mid.Jurassic	Elang Plover	Sandstone Sandstone	Early Cretaceous	Echuca Shoals	shale	

BAB III

TEORI DASAR

3.1 Pengertian Metode Seismik Refleksi

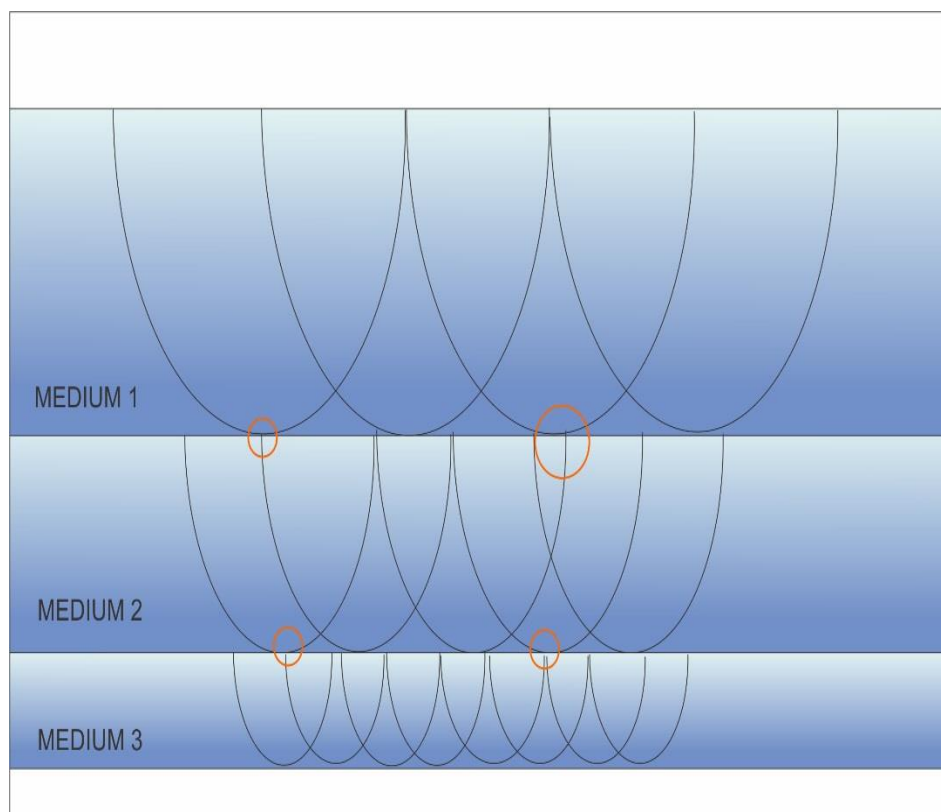
Metoda seismik refleksi mengukur waktu yang diperlukan suatu impuls suara untuk melaju dari sumber suara, terpantul oleh batas-batas formasi geologi, dan kembali ke permukaan tanah pada suatu *hydrophone*. Metoda seismik refleksi banyak dimanfaatkan untuk keperluan Eksplorasi perminyakan, penentuan sumber gempa ataupun mendeteksi struktur lapisan tanah. Seismik refleksi mengamati gelombang pantul yang *datang* dari batas-batas formasi geologi. Gelombang pantul ini dapat dibagi atas beberapa jenis gelombang yakni: Gelombang-P, Gelombang-S, Gelombang *Stoneley*, dan Gelombang *Love*. Sedangkan dalam seismik pantul, analisis dikonsentrasikan pada energi yang diterima setelah getaran awal yang menjalar dan terpantulkan dari semua *subsurface* antar lapisan di bawah permukaan. Analisis yang dipergunakan dapat disamakan dengan *echo sounding* pada teknologi bawah air, kapal, dan sistem radar. Informasi tentang medium juga dapat diekstrak dari bentuk dan amplitudo gelombang pantul yang direkam. Struktur bawah permukaan dapat cukup kompleks, tetapi analisis yang dilakukan masih sama dengan seismik bias, yaitu analisis berdasar kontras parameter elastisitas medium (Kearns dan Boyd, 1963).

3.2 Prinsip Pemantulan dan Pembiasan Gelombang

Beberapa prinsip perambatan gelombang seismik diantaranya adalah prinsip *Huygens*, prinsip *Snellius*, dan prinsip *Fermat*.

3.2.1 Prinsip *Huygens*

Prinsip Huygens menyatakan bahwa, setiap titik-titik pengganggu yang berada di depan muka gelombang utama akan menjadi sumber bagi terbentuknya deretan gelombang yang baru. Jumlah energi total deretan gelombang baru tersebut sama dengan energi utama. Gambar di bawah ini menunjukkan prinsip *Huygens*.

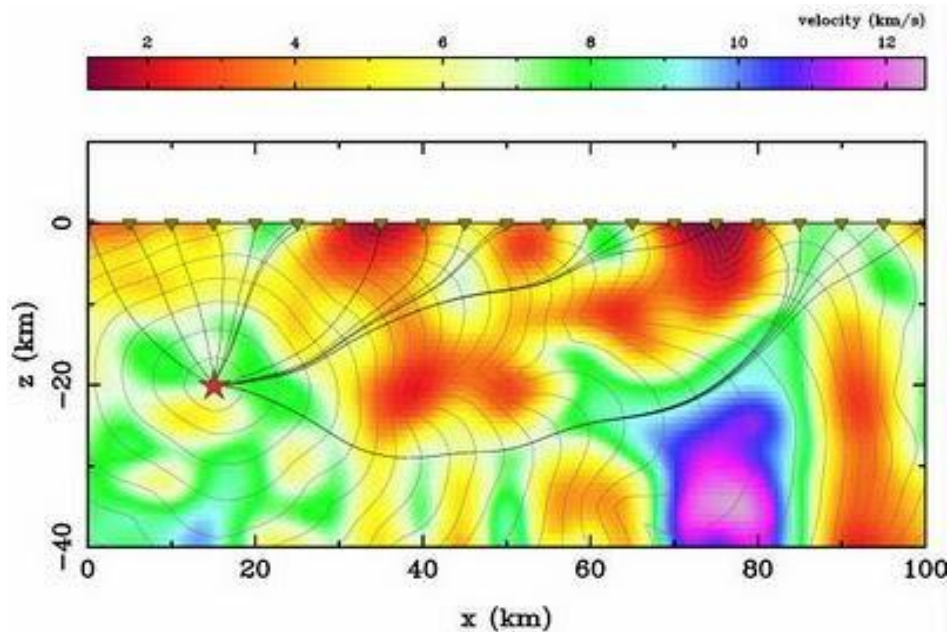


Gambar 3. Prinsip *Huygens* (modifikasi dari Oktavinta, 2008).

Di dalam eksplorasi seismik titik-titik di atas dapat berupa patahan, rekahan, pembajian, antiklin, dan lain-lain. Sedangkan deretan gelombang baru berupa gelombang difraksi. Untuk menghilangkan efek ini dilakukanlah proses migrasi.

3.2.2 Prinsip *Fermat*

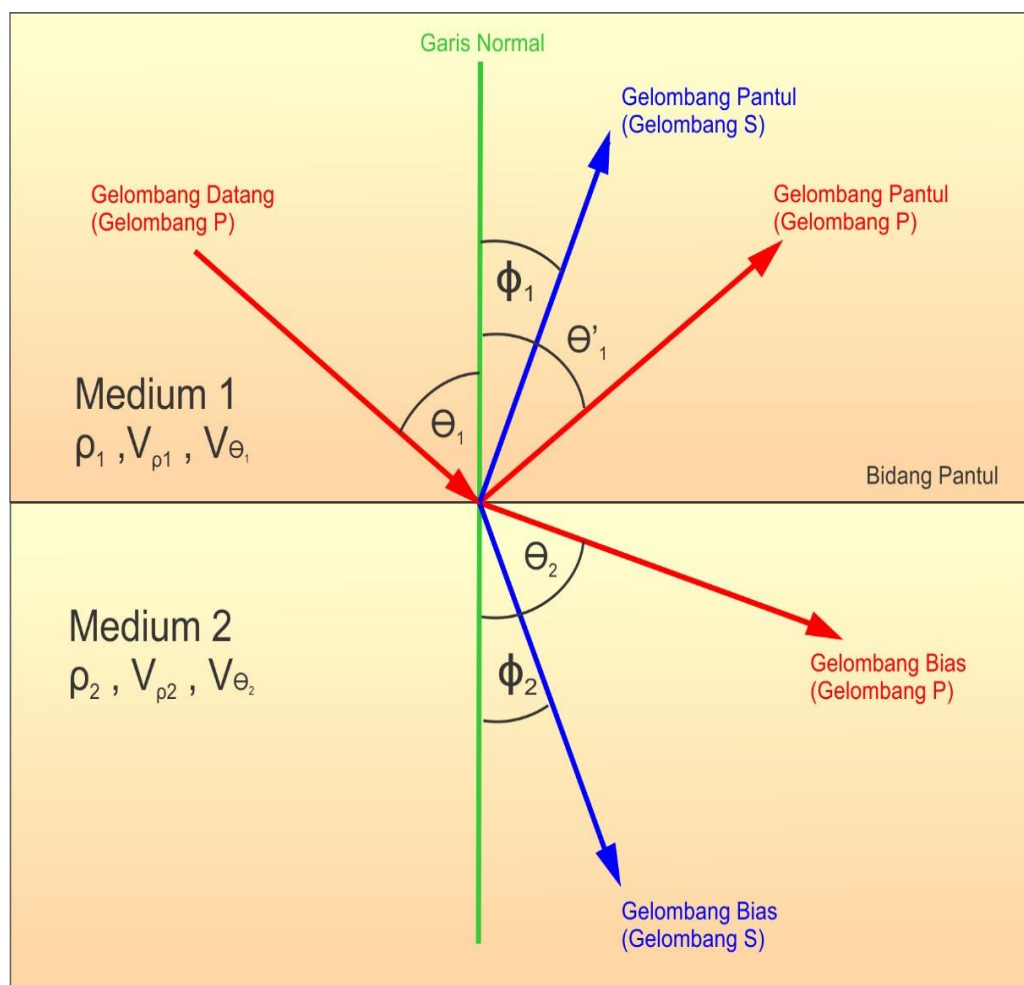
Prinsip Fermat menyatakan bahwa, jika sebuah gelombang merambat dari satu titik ke titik yang lain, maka gelombang tersebut akan memilih jejak yang **tercepat**. Kata **tercepat** di-*boldkan* untuk memberikan penekanan bahwa jejak yang akan dilalui oleh sebuah gelombang adalah jejak yang secara waktu tercepat bukan yang terpendek secara jarak. Tidak selamanya yang terpendek itu tercepat. Dengan demikian jika gelombang melewati sebuah medium yang memiliki variasi kecepatan gelombang seismik, maka gelombang tersebut akan cenderung melalui zona-zona kecepatan tinggi dan menghindari zona-zona kecepatan rendah. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar di bawah ini



Gambar 4. Prinsip *Fermat* (Oktavinta, 2008).

3.2.3 Prinsip *Snellius*

Gelombang seismik dalam medium berlapis seperti bumi dimana gelombang akan melakukan penjarannya mengikuti Hukum *Snellius*. Hukum ini mengatakan bahwa, jika gelombang seismik datang pada bidang batas antara dua lapisan yang berbeda sifat fisis dan litologinya, maka sebagian energinya akan terpantulkan. Gelombang yang terpantul akan mengikuti hukum pemantulan gelombang, yaitu Hukum *Snellius* di mana gelombang akan terpantul dengan sudut pantul sama dengan sudut datangnya ($i=r$). Di bawah ini adalah gambar perambatan menurut Hukum *Snellius*.



Gambar 5. Prinsip *Snellius* (Gadallah dan Fisher, 2009).

3.3 Parameter Lapangan

Dalam eksplorasi seismik pekerjaan pertama yang harus dilakukan adalah akuisisi *data* lapangan yang kemudian akan dilanjutkan dengan pengolahan *data* dari hasil akuisisi tersebut. Sebelum melakukan akuisisi *data* seismik terlebih dahulu dilakukan penentuan parameter lapangan. Penentuan parameter ini sangat penting karena akan menentukan kualitas *data* yang akan diperoleh dan juga akan sangat dibutuhkan dalam melakukan pengolahan *data* seismik. Terdapat parameter-parameter lapangan yang berpengaruh pada kualitas *data* serta suksesnya suatu survei (Munadi, 2002). Parameter-parameter tersebut adalah :

3.3.1 Interval Trace

Trace adalah seperangkat dari kumpulan *hydrophone*. Satu *trace* sama dengan satu *channel*, sama juga dengan satu *string hydrophone*. *Interval trace* merupakan jarak antara *trace* dari *group hydrophone*. Perhitungan yang biasa digunakan untuk menentukan *trace* adalah :

- a. Pada sistem penembakan *off-end*:

$$\Delta G = \frac{X_{maks} - X_{min}}{(N-1)} \quad (1)$$

- b. Pada sistem penembakan *split-spread*:

$$\Delta G = \frac{X_{maks} - X_{min}}{((N/2) - 1)} \quad (2)$$

Keterangan : ΔG = Interval *trace* (m/s)

X = Jarak antara *shot point* dengan *trace* (m)

N = Jumlah *trace*

3.3.2 Jarak *offset*

Far offset adalah jarak antara sumber seismik dengan *hydrophone/receiver* terjauh. Dimana energi terdalam masih cukup ditangkap oleh *channel* terjauh tersebut, dan sinyal terdalam masih lebih kuat dari *ambient noise*. *Near offset* adalah jarak terdekat antara sumber seismik dengan *hydrophone/receiver*, dimana sinyal dari target terdangkal tidak didahului *ground roll*.

3.3.3 *Multiplicity*

Multiplicity (fold/converage) adalah jumlah atau seringnya suatu titik di *subsurface* terekam oleh *hydrophone* di permukaan. Semakin besar jumlah *fold*-nya, kualitas *data* akan semakin baik. *Fold* bertujuan mempertinggi *S/N*.

3.3.4 *Interval Shot Point*

Perhitungan yang dapat digunakan untuk menghitung *interval shot point* :

$$\Delta S = \frac{N \times \Delta G \times NSP}{2 \times F} \quad (3)$$

Keterangan : N = Jumlah *Chanel*

ΔG = Interval *hydrophone* (m)

NSP = Jumlah penembakan (=1 untuk *split spread* dan *single off end*, dan = 2 untuk *double off end*)

F = Fold.

3.3.5 *Sampling Rate*

Laju pencuplikan akan menentukan batas frekuensi maksimum yang masih dapat direkam dan direkonstruksi dengan benar sebagai *data*. Frekuensi yang lebih besar dari batas maksimum akan mengakibatkan timbulnya *aliasing*. Batas frekuensi

maksimum ini disebut *Frekuensi Nyquist*. Pada umumnya sinyal frekuensi tinggi dicuplik dengan laju pencuplikan 2 ms atau 1 ms agar terhindar dari *aliasing*, *Frekuensi Nyquist* dihitung dengan persamaan :

$$F_{nyq} = 1/(2 \times \text{sampling rate}) = 0.5 F_{\text{sampling}} \quad (4)$$

Sinyal yang mempunyai kandungan frekuensi $> F_{nyq}$ akan direkam dan direkonstruksi menjadi sinyal yang mempunyai kandungan frekuensi yang lebih rendah daripada kandungan frekuensi sebenarnya (*alias*).

3.3.6 Filter

Penentuan *filter* ini dilakukan pada instrumen yang digunakan. Pemilihan *high cut* ditentukan berdasarkan *sampling rate* yang digunakan. Pemasangan *high cut filter* ditujukan untuk anti *aliasing filter* dan besarnya *high cut* lebih kecil atau sama dengan frekuensi *Nyquistnya* dan selalu lebih besar atau sama dengan frekuensi sinyal tertinggi. *Low cut filter* berfungsi untuk meredam *noise* yang lebih rendah dari frekuensi yang ada pada *hydrophone*.

3.3.7 Geometry Penembakan

Geometry penembakan adalah konfigurasi titik tembak dan *trace* di lintasan. *Spread* dirancang dengan maksud menyesuaikan dengan struktur geologi bawah permukaan arah target. Oleh karena itu, untuk merancang tipe *spread* yang akan digunakan, terlebih dulu diperlukan informasi tentang struktur geologi dan *trend* kemiringan lapisan dari arah target. Ada beberapa macam tipe *spread*, yaitu :

- a. *Single off end* :Titik tembak terletak pada salah satu ujung, baik di muka maupun di belakang bentangan kabel *receiver*.
- b. *Double of end* : Titik tembak terletak di kedua ujung bentangan kabel *receiver* dan penembakan dilakukan secara bergantian terhadap bentangan

kabel *receiver* yang sama. *Geometry* penembakan *double off end* dikenal dengan istilah *alternating split spread*.

- c. *Symmetrical split spread*, jika *shot point* terletak tepat di tengah-tengah bentangan kabel *receiver*.
- d. *Asymmetrical split spread*, jika *shot point* terletak tidak tepat di tengah-tengah bentangan kabel *receiver*.

3.3.8 *Geometry Raypath*

Berdasarkan *raypath* (lintasan sinar gelombang) *geometry* penembakan dapat dibagi dalam empat jenis, yaitu :

- a. *Common Source Point (CSP)*

Yaitu sinyal direkam oleh setiap *trace* yang *datang* dari satu titik tembak yang sama.

- b. *Common Depth Point (CDP)*

Yaitu sinyal hasil pantulan dari satu titik *reflect shot* direkam oleh sekelompok *receiver* yang berbeda.

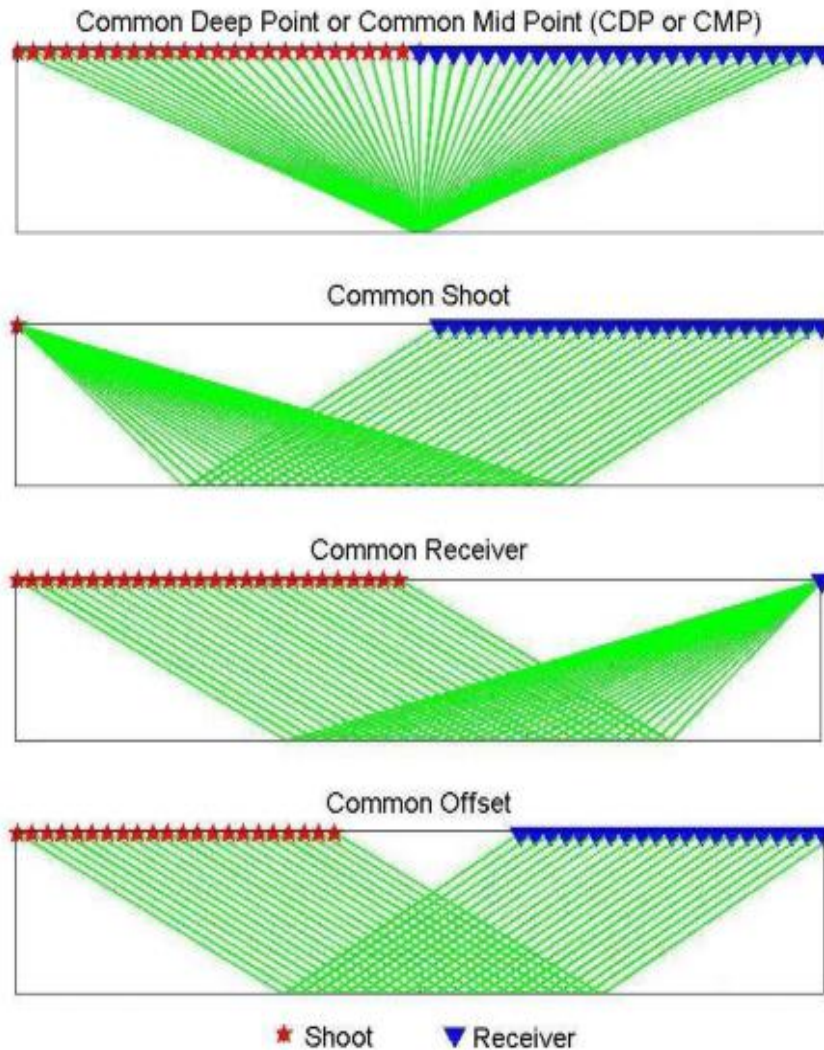
- c. *Common Receiver Point (CRP)*

Yaitu satu *trace* merekam sinyal-sinyal dari setiap titik tembak yang ada.

- d. *Common Offset (CO)*

Yaitu sinyal setiap titik reflektor masing-masing direkam oleh satu *trace* dengan *offset* yang sama.

Geometry Raypath termasuk dalam proses *trace labeling* yang diartikan sebagai proses pendefinisian identitas *trace* seismik berdasarkan variable-variabel seperti *shotpoint*, koordinat di permukaan, *CDP gather* dan *offset* yang bergantung pada *geometry* penembakan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 6. *Geometry Raypath* (Abdullah, 2007).

3.4 Software Promax

Pada tahap pelaksanaan, proses pengolahan *data* seismik yang dilaksanakan menggunakan suatu perangkat lunak (*software system*), yaitu *Promax* yang merupakan *software* produk landmark yang terdiri dari berbagai macam versi dengan keunggulan masing masing, *Promax* 2003 12.1 yang digunakan ini memberikan banyak fasilitas dalam menjalankan tugasnya karena menggunakan

user interface, sehingga penggunaannya akan merasakan kemudahan dalam pengolahan *data* seismik.

Fungsi utama dari *user interface* adalah membuat (*create*), memodifikasi (*modify*) dan mengesekusi (*excute*) *Flow-Flow* dalam pengolahan *data* seismik. Terdapat sejumlah kelompok *directory area*, *Line*, dan *Flow*. Dimana setiap *directory area* mempunyai satu atau lebih *subdictory line*. Adapun yang merupakan bagian inti dari tahapan satu pengolahan *data* adalah perintah perintah yang berupa *Flow-Flow* dengan setiap *Flow* memiliki memiliki beberapa parameter macro *processing* yang sangat menentukan benar salah serta baik tidaknya proses pengolahan *data* yang dilakukan. Oleh karena itu, pemahaman yang mantap secara konsep tentang seismik eksplorasi akan sangat membantu dalam proses pengolahan *data* seismik. Secara garis besar, *Promax* dibentuk oleh tiga level struktur ruang kerja yang terdiri dari *Area*, *Line* dan *Flow*.

Ketika memasuki *Promax*, *user* harus mendefinisikan ruang kerja “*Area*” terlebih dahulu dengan mengetikkan nama dari daerah survei seismik yang bersangkutan. Setelah masuk kedalam *Directory Area*, maka selanjutnya *User* harus mendefinisikan ruang kerja *line* dengan mengetikkan nama dari lintasan pada daerah survei yang bersangkutan. Selanjutnya, dalam *Directory Line* *User* harus dapat mendfnisikan langkah-langkah pengolahan *data* dengan mengetikkan nama dari *Flow* yang diinginkan oleh *User*. Kemudian dalam *Directory Flow* inilah, *User* dapat memilih proses proses yang akan digunakan berdasarkan sub*Flow* yang teah disediakan oleh *Promax* berdasarkan *database* yang telah dibuat atau didefinisikan sendiri oleh *User*:

3.4.1 Pembentukan Ruang Kerja *Line*

Klik MB 1 pada nama *area* yang telah dibuat, kemudian *User* akan masuk ke jendela ruang kerja *line*, yang menyediakan perintah-perintah yang sama dengan yang tersedia pada ruang kerja *area*. Pilih perintah *Add* pada jendela ruang kerja *Line* dengan MB1, lalu ketikkan nama dari lintasan seismik dan akhiri dengan menekan (*enter*). Pada tahap ini, *user* telah memiliki ruang kerja *line* sendiri.

3.4.2 Pembentukan Ruang Kerja *Flow*

Klik MB1 pada nama lintasan yang telah dibuat, kemudian *user* akan masuk ke jendela ruang kerja *Flow*.

- a. *Dataset* : menampilkan list dari seluruh *dataset* yang terdapat atau telah dihasilkan pada lintasan yang bersangkutan
- b. *Database* : memungkinkan *User* untuk mengakses file-file parameter yang telah dihasilkan pada lintasan

Klik MB1 pada nama *Flow* yang telah dibuat di jendela ruang kerja *Flow*, maka *user* akan masuk ke jendela *editing Flow*.

3.4.3 *Avaiable Process*

Bagian ini menampilkan sublow, berupa perintah-perintah yang disediakan oleh *Promax* untuk melakukan suatu pengolahan *data* seismik.

3.4.4 *Editable Flow*

Bagian ini menampilkan perintah-perintah yang dipilih oleh *user* dari keseluruhan perintah-perintah yang disediakan dibagian *avaiable process*.

3.5 Noise

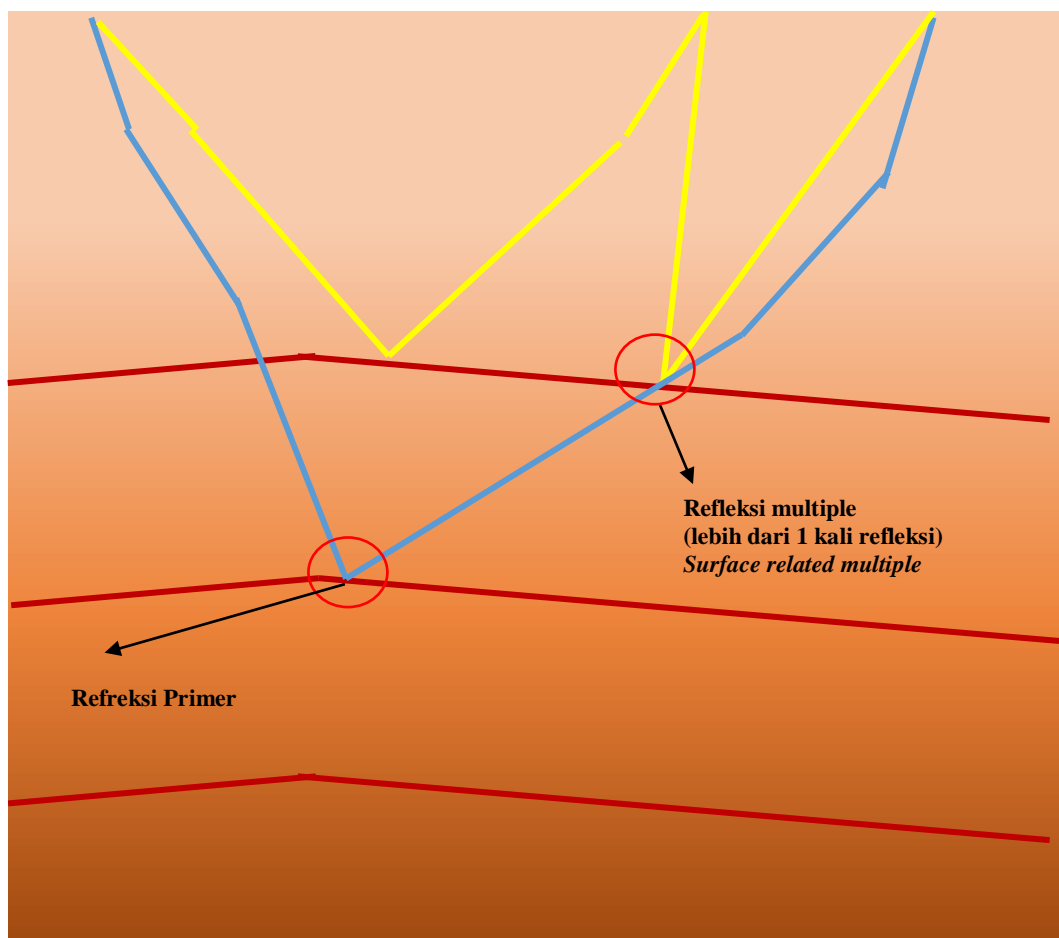
Noise atau gangguan pada sinyal seismik memiliki karakter tertentu yang bergantung pada daerah dimana survei dilakukan. Umumnya pada daerah lepas pantai *noise* yang sering muncul dan cukup mengganggu adalah *multiple*, sedangkan pada survei didarat *noise* yang sering muncul disebut *ground roll*, di samping itu masih banyak *noise-noise* yang lain yang ada pada sinyal seismik. *Noise* sendiri merupakan gelombang yang ikut terekam pada akuisisi di lapangan, namun memiliki frekuensi dan amplitudo yang berbeda dengan sinyal yang diinginkan. Biasanya *noise* memiliki frekuensi yang lebih rendah atau bahkan lebih tinggi dari pada sinyal seismik itu sendiri (Yilmaz, 2001).

Noise secara umum terbagi menjadi dua klasifikasi yaitu, *random noise* dan *coherent noise*. Perbedaan yang mencolok dari kedua jenis *noise* ini adalah pada *coherent noise* hanya muncul pada beberapa *trace* saja, tetapi pada *random noise*, hampir muncul di semua *trace*. Selain itu pada *random noise* kita tidak dapat memprediksinya, hal ini disebabkan sumber dari *noise* ini bukan dari gelombang yang berasal dari sumber seismik (*source*), tetapi dapat bersumber dari cuaca, aktifitas manusia, dan sebagainya (Tricahyono, 2000).

Dikatakan *random noise*, karena kita tidak dapat memprediksi kapan munculnya gangguan ini, sehingga *noise* semacam ini dapat muncul pada sembarang *trace* dan sembarang waktu. Pada *coherent noise* kemunculannya dapat berulang, seperti pada *multiple* (jenis *noise* yang hanya muncul pada *marine seismik*). *Surface wave*, pantulan dari pembiasan yang terjadi akibat lapisan yang dekat dengan *receiver* juga merupakan jenis *coherent noise*. *Ground roll* adalah *noise* amplitudo yang sangat tinggi dengan frekuensi yang rendah (Saputra, 2006).

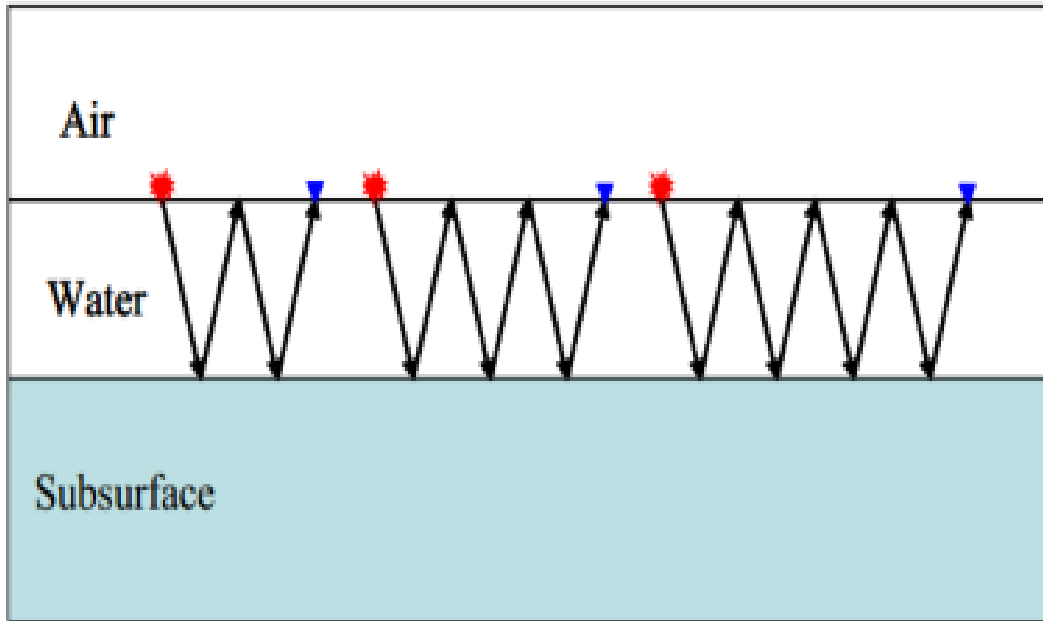
3.6 Multiple Attenuation

Multiple attenuation merupakan suatu koreksi terhadap adanya *multiple* yang tercatat oleh *receiver* dengan kecepatan gelombang yang lebih lambat daripada gelombang primer. *Multiple* memiliki karakteristik dengan waktu tempuh 2 kali waktu tempuh gelombang primer. Ilustrasi *multiple* dapat dilihat pada gambar berikut.

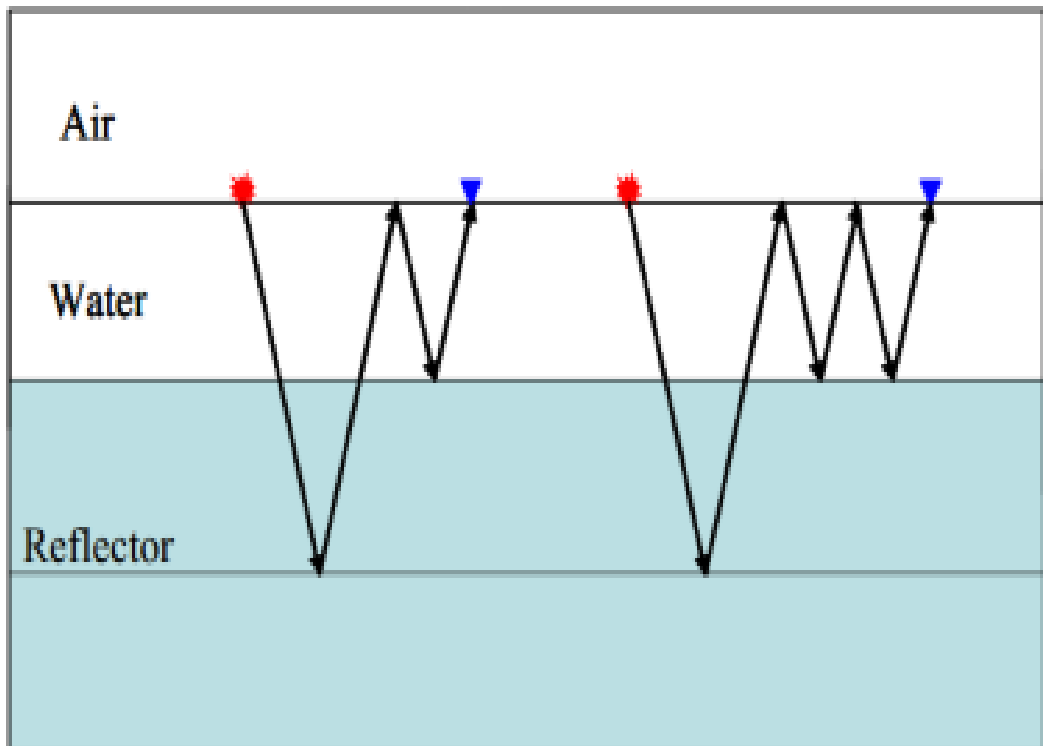


Gambar 7. Ilustrasi *primary path* dan *multiple path* (Verschuur, 2006).

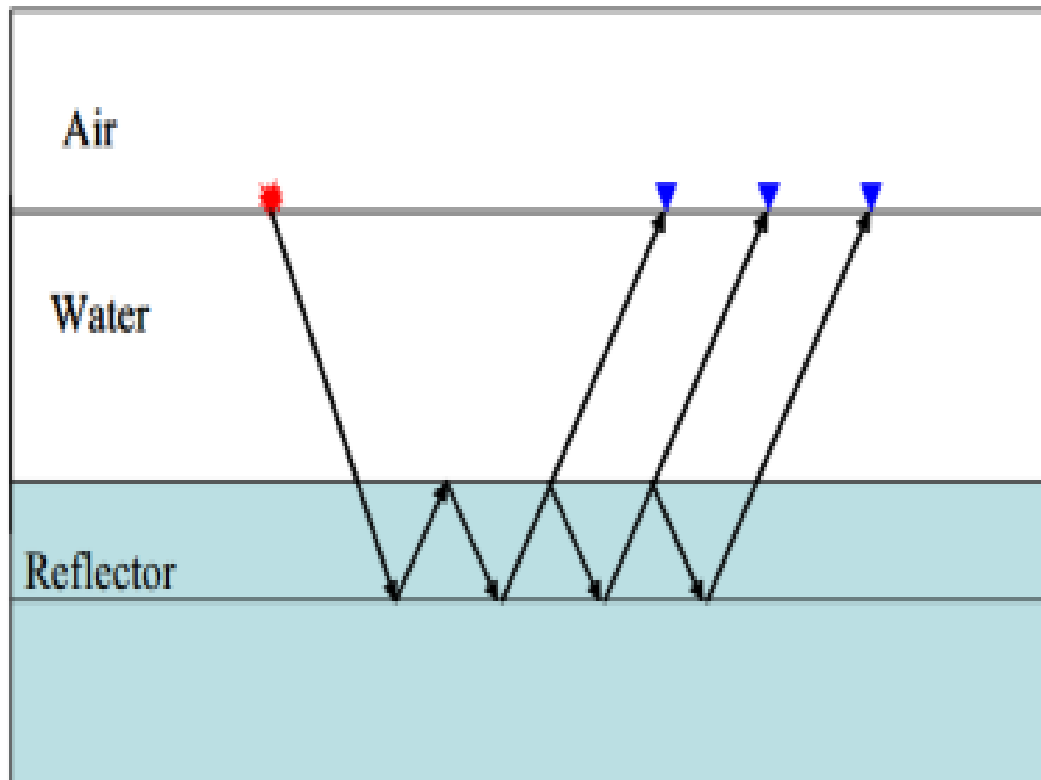
Teknik *multiple suppression* memiliki perbedaan dari setiap metode yang digunakan pada saat melakukan proses pengolahan data seismik, sehingga perlu dilakukan dengan teliti dalam melakukan pelemahan *signal noise* agar refleksi suatu seismik tidak mengalami pelemahan juga yang disebabkan kesalahan *user*.



Gambar 8. *Water Bottom Multiple Raypath* (Cao, 2006).



Gambar 9. *Peg-Leg Multiple Raypath* (Cao, 2006).



Gambar 10. *Interbed Multiple Raypath* (Cao, 2006).

3.7 Metode Standar Processing

3.7.1 Reformat Data

Rekaman data seismik yang diperoleh di lapangan berupa data mentah yang direkam *field tipe* dalam format *multiplex*. Format *multiplex* merupakan perekaman *trace* seismik yang dilakukan dalam waktu bersamaan. Dalam *raw data input format multiplex* terdiri dari *SEG-A*, *SEG-B*, *SEG-C* dan *SEG-D* akan diubah menjadi format *demultiplex* berupa *SEG Y*. Dengan demikian proses *demultiplex* digunakan untuk mengubah format data dari *sequential series* menuju *time series* pada data seismik. Dengan dilakukannya *demultiplex* data yang diolah akan menjadi lebih mudah dilakukan proses ekstrapolasi dan interpolasi data seismik (Munadi, 2002).

3.7.2 Geometry

Data seismik yang terekam pada saat akuisisi hanya memiliki informasi untuk setiap *trace* berupa *trace header FFID* dan *channel* saja. Dimana informasi mengenai *Geometry* lapangan sangat penting untuk mendefinisikan *trace header* pada *raw data* yang belum sepenuhnya terisi pada *display raw data*, sehingga dilakukan proses pencocokan parameter lapangan dari *observer report*. Informasi yang berkaitan dengan pemasangan *Geometry* antara lain konfigurasi dari *group interval*, *interval shot point*, jumlah *shot*, jumlah *channel*, *near offset* dan *far offset*.

3.7.3 Filtering

Filtering bertujuan untuk menghilangkan frekuensi yang mengganggu data *seismik* dan meloloskan data yang diinginkan. Filter frekuensi bekerja meredam *noise* dengan *event* frekuensi rendah dengan amplitudo yang besar. Pada proses *filtering* 1 dimensi data ada tiga proses filtering yaitu *low pass filter*, *high pass filter* dan *bandpass filter* (Abdullah, 2007).

a. Low Pass Filter

Low pass filter digunakan untuk mengambil data seismik dengan frekuensi rendah dan meredam frekuensi tinggi dengan memberikan nilai batasan pada frekuensi tertinggi yang akan diambil.

b. High Pass Filter

High pass filter digunakan untuk mengambil data seismik dengan frekuensi tinggi dan membuang frekuensi rendah dengan memberikan nilai pada frekuensi terendah yang akan diambil. Penggunaan *high pass filter*

berguna menjaga kualitas data karena terkontaminasi oleh *noise* frekuensi rendah.

c. Bandpass Filter

Bandpass filter merupakan kombinasi antara *low pass filter* dan *high pass filter* sehingga digunakan untuk mengambil data seismik dengan memilih batasan frekuensi terendah dan frekuensi tertinggi yang akan diambil. Proses pengolahan data seismik yang dipakai untuk melakukan filter frekuensi adalah *bandpass filter*. *Band pass filter* adalah *filter* yang hanya melewatkan sinyal-sinyal yang frekuensinya tercantum dalam pita frekuensi tertentu (Murdianto, 2009).

3.7.4 Editing

Prinsip dari proses *editing* adalah membuang atau menghapus sinyal-sinyal yang tidak diinginkan seperti *ground roll*, *noise koheren* dan *noise random*. Dalam pengolahan data seismik terdapat dua *sub picking* dalam *picking editing* yaitu: proses *killing* yang dilakukan dengan cara memberikan nilai nol pada *trace* untuk dimatikan. Proses yang kedua adalah *muting*, dimana *muting* merupakan proses pengeditan bagian-bagian *trace* dengan cara memotong atau menghilangkan zona-zona tertentu yang dianggap *noise*.

3.7.5 Koreksi True Amplitude Recovery

TAR merupakan proses untuk mengembalikan harga amplitudo seismik yang mengalami pelemahan akibat divergensi bumi. Penguatan amplitudo seismik terjadi dengan mengasumsikan setiap titik reflektor seolah-olah datang dengan energi yang sama. Pada Koreksi *TAR* ini ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingginya amplitudo gelombang seismik yaitu (Priyono, 2006) :

- a. Kekuatan sumber ledakan antara sumber ledakan dengan medium yang berperan dalam melemahkan harga amplitudo gelombang seismik.
- b. Divergensi bola/*spherical divergence* yang menyebabkan energi gelombang terdistribusi dalam volume bola.
- c. Variasi koefisien refleksi terhadap sudut datang gelombang atau terhadap *offset*.
- d. Pantulan berulang atau multiple oleh lapisan-lapisan tipis.

3.7.6 Dekonvolusi

Trace seismik yang diterima dan terekam di alat merupakan suatu hasil dari konvolusi gelombang seismik yang terjadi dalam bumi yang dinyatakan sebagai:

$$s(t) = w(t) * e(t) + n(t) \quad (5)$$

dimana

$s(t)$ = *trace* yang terekam

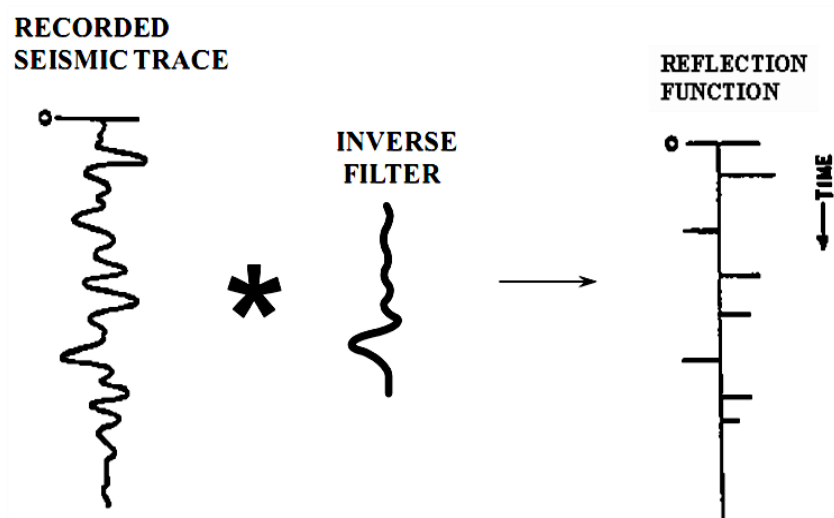
$w(t)$ = *wavelet inverse*

$e(t)$ = koefisien refleksi

$n(t)$ = *noise*

Dalam proses konvolusi tersebut, *wavelet* yang dibangkitkan sumber gelombang merambat ke medium bawah permukaan, berkonvolusi terhadap koefisien refleksi. Koefisien refleksi adalah target utama dalam survei seismik yang mampu menunjukkan kontras impedansi akustik sebagai petunjuk perubahan litologi maupun konfigurasi internal batuan dibawah permukaan bumi sehingga data yang sudah terkonvolusi memiliki nilai koefisien reflektifitas bumi (Yilmaz, 2001).

Efek-efek alamiah pemfilteran yang terjadi di bawah permukaan bumi memiliki faktor tambahan terhadap hasil konvolusi tersebut di atas, yaitu berupa *noise* yang sebetulnya tidak diinginkan tetapi juga terekam di penerima. Dekonvolusi bertujuan untuk mengambil komponen reflektivitas dari data seismik dengan cara membuang efek *wavelet*. Proses dekonvolusi adalah proses untuk mengkompres *wavelet* untuk meningkatkan resolusi data seismik dengan mengambil *wavelet* dasarnya sehingga dapat mempertajam *image* bawah permukaan dengan membuat *wavelet* menjadi lebih *spike* dan memiliki resolusi yang lebih tinggi (Murdianto, 2009).



Gambar 11. Model umum dekonvolusi yang arah sebaliknya dari konvolusi (Murdianto, 2009).

3.7.7 Analisa Kecepatan

Analisa kecepatan merupakan tahapan *processing* yang paling penting karena merupakan faktor yang paling menentukan dari hasil penampang seismik yang akan dihasilkan. Prinsip dasar analisa kecepatan adalah mencari persamaan hiperbola yang sesuai dengan sinyal yang dihasilkan sehingga memberikan *stack*

terbaik. Metode yang akan digunakan dalam menganalisa kecepatan adalah metode *semblance picking*. Spektrum kecepatan ditampilkan dalam bentuk kontur warna dan biasanya menggunakan atribut *semblance panel*. Langkah awal dilakukan proses *picking*, warna yang mewakili koherensi maksimum ditunjukkan dengan warna merah, sedangkan biru mewakili koherensi minimum. Kriteria dalam melakukan pemilihan kecepatan yaitu kecepatan bertambah besar dengan bertambahnya kedalaman dan kecepatan gelombang primer lebih besar dari pada kecepatan *multiple*.

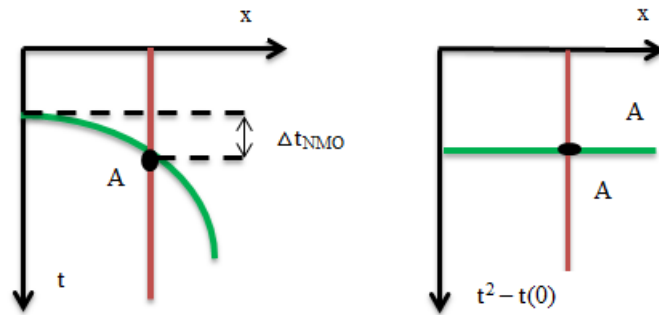
3.7.8 Koreksi NMO

Koreksi *NMO* atau *Normal Moveout* merupakan koreksi untuk menghilangkan pengaruh beda jarak antara sumber dan penerima pada data seismik, sehingga seolah-olah sumber dan penerima berada pada satu sumbu garis vertikal atau disebut dengan *zero offset*. Perbedaan antara waktu datang gelombang pantul pada masing-masing *offset* dengan waktu datang gelombang pantul untuk *offset nol*, inilah yang disebut *Normal Moveout (NMO)* (Yilmaz, 2001). Persamaan waktu tempuh gelombang dapat ditulis dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$t^2(x) = t^2(0) + \frac{x^2}{v^2} \quad (6)$$

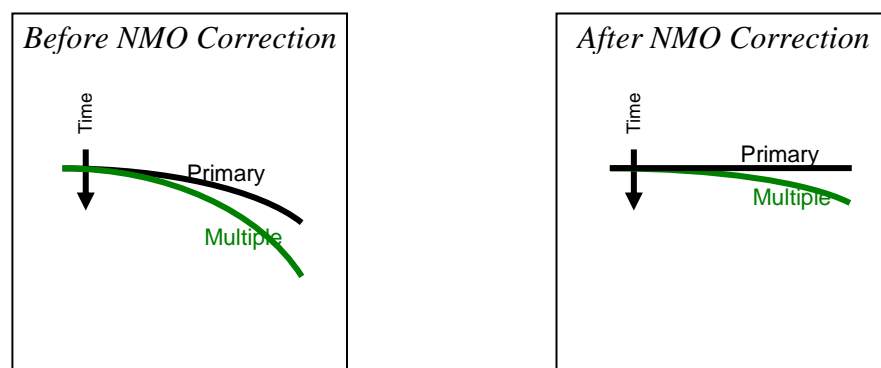
dimana x adalah *offset*, yaitu jarak antara masing-masing sumber dan penerima dan v adalah kecepatan dari medium di atas reflektor dan t_0 adalah waktu bolak-balik vertikal (*Two-Way Travel-Time*). Selisih waktu *NMO* (Δt_{NMO}) dipengaruhi oleh kecepatan penjalaran gelombang seismik pada medium batuan. Besarnya *moveout* berbanding lurus dengan jarak antara sumber-penerima. Selain itu

semakin besar kedalaman lapisan pada jarak sumber-penerima yang tetap, maka semakin kecil nilai *moveout*-nya. *Moveout* adalah selisih waktu Δt_{NMO} antara jarak suatu titik reflektor terhadap titik nol secara horizontal (Tricahyono, 2000) .



Gambar 12. Selisih Waktu Δt_{NMO} (Tricahyono, 2000)

Waktu rambat gelombang untuk satu titik di *sub-surface* akan terekam oleh sejumlah *hydrophone* sebagai garis lengkung hiperbola. Kondisi seperti ini tidak mewakili kondisi struktur bawah permukaan yang sebenarnya. Koreksi *NMO* apabila digunakan kecepatan primer maka gelombang primer akan menjadi *flat* dan *multiple* akan *undercorrected* begitu pula sebaliknya apabila digunakan kecepatan *multiple* maka gelombang *multiple* akan *flat* dan gelombang primer akan *undercorrected*. Perubahan kelurusan dari data seismik ini dinamakan dengan nilai *moveout*.

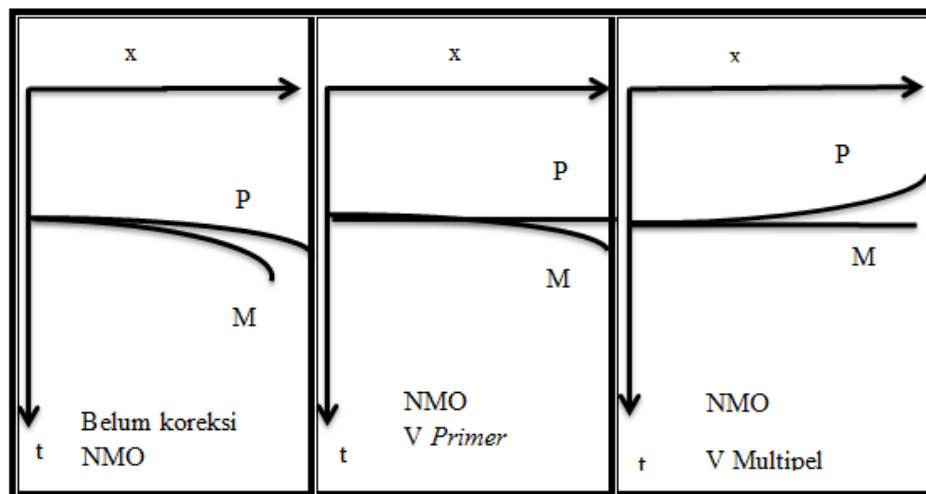


Gambar 13. Ilustrasi perbedaan perubahan koreksi *NMO* (Tricahyono,2000)

3.8 Metode Khusus

3.8.1 Filter $f-k$

Penerapan filter $f-k$ pada sebuah data bertujuan agar *multiple* terpisah dari sinyal primer dalam domain tertentu. Dalam data seismik sinyal primer dan *noise* akan sulit dibedakan jika mempunyai frekuensi yang sama. Apabila ingin menghilangkan *noise* yang terkandung pada data menggunakan filter frekuensi biasa, maka informasi data akan hilang. Oleh karena itu dilakukan dengan cara mentransformasikan data dari domain waktu-jarak ($t-x$) menjadi domain frekuensi-bilangan gelombang ($f-k$) agar informasi data tetap utuh terjaga. Proses ini dikenal dengan filter $f-k$. Metode filter $f-k$ menggunakan data yang sudah terkoreksi *NMO* karena hasil dari koreksi *NMO* akan membedakan sinyal primer dan *multiple* dari *moveout*-nya.

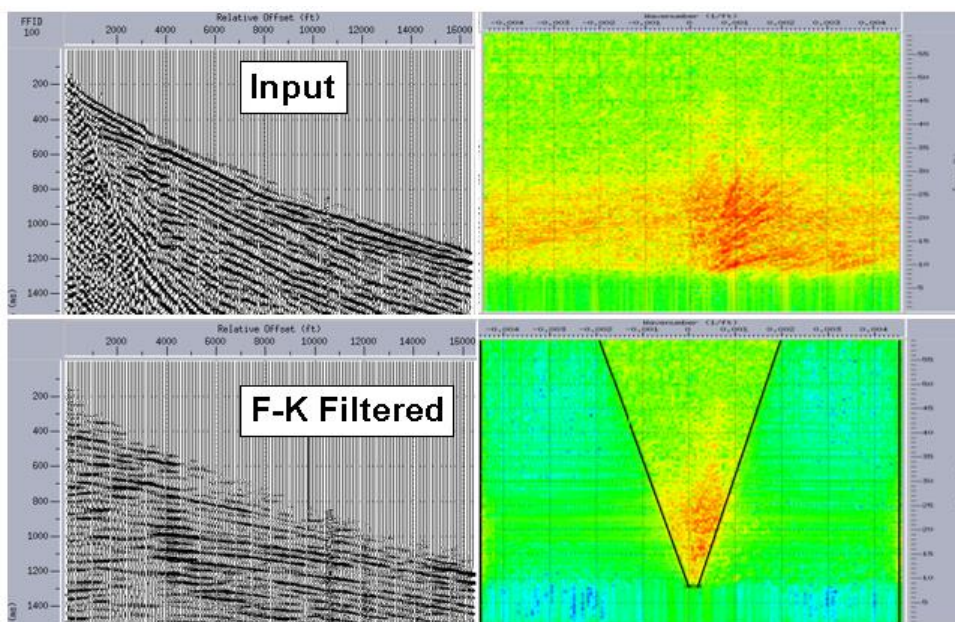


Gambar 14. Pengaruh kecepatan terhadap sinyal primer dan *multiple* (Pradityo, 2011).

Gambar 14 sebelah kiri merupakan data seismik sebelum di koreksi *NMO*, bagian tengah hasil *NMO* dengan kecepatan primer dan sebelah kiri hasil *NMO*

dengan kecepatan *multiple*. Pengaruh kecepatan terhadap sinyal primer dan *multiple* dapat dilihat bahwa dalam domain ($t-x$) gelombang primer memiliki kemiringan ke atas dan *multiple* akan memiliki kemiringan ke bawah.

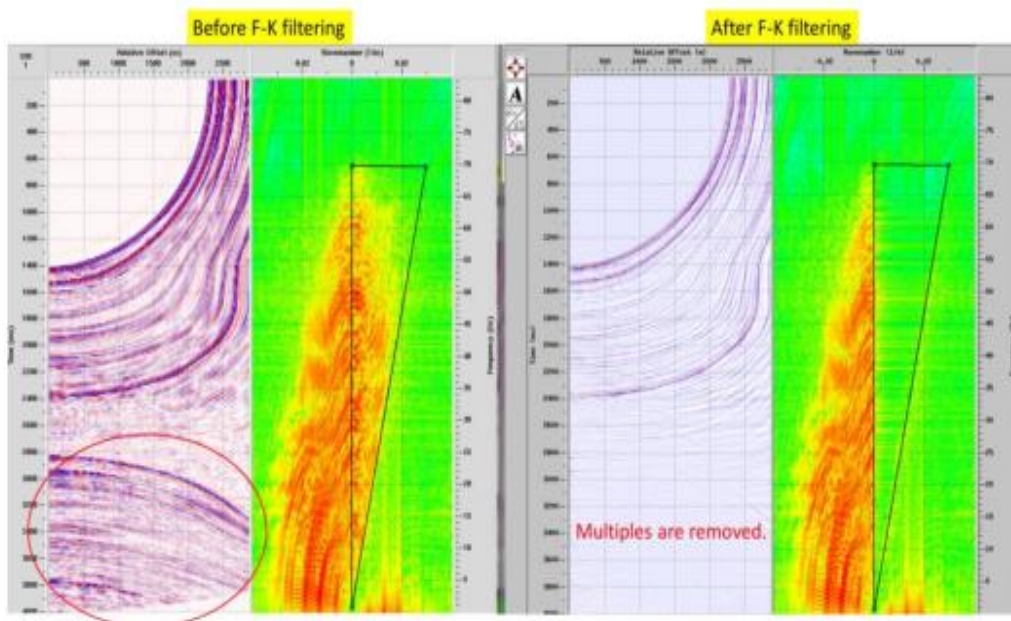
Pada kasus data seismik tipe darat, *noise* koheren linier pada persamaan gelombang dengan domain ruang-waktu ($t-x$), harus ditransformasikan ke dalam domain frekuensi-bilangan gelombang akibat kehadiran lintasan miring (*dip*). Dalam faktanya, *noise* koheren berupa *ground-roll*, gelombang langsung dan gelombang bias yang secara umum merupakan refleksi pertama dalam data seismik. *Noise* pada jenis ini dapat ditangani dari energi refleksi dalam domain $f-k$. Salah satu proses implementasi dari domain $f-k$ adalah *f-k dip filtering*. Zona yang dihilangkan oleh *f-k* pada data seismik yang terganggu oleh *noise*, sehingga dapat juga dilakukan pada kasus untuk mengatenuasi *multiple noise* (Philip, dkk, 2002).



Gambar 15. *Filtering* data seismik dengan menggunakan $f-k$ pada data seismik tipe darat (Yilmaz, 2001)

Filtering dalam kawasan frekuensi-gelombang ($f-k$) dapat dinamakan sebagai *velocity filter*. *Velocity Filter* dilakukan dengan proses *picking* pada refleksi dasar laut untuk diaplikasikan pada *filter f-k*. Pada hal ini perlakuan dalam melakukan proses *velocity filter* pada data *marine* dan darat pun berbeda. Fungsi kecepatan tersebut dihitung dan di interpolasi untuk dipilih sebagai *event* dasar laut dan fungsi yang digunakan untuk koreksi *NMO*. Harga bilangan gelombang sangat berpengaruh terhadap besarnya kemiringan dalam domain ($t-x$) (Wang,2011).

$$\text{Wave number} = \text{dip} \cdot \frac{\text{frequency}}{\text{trace interval}} \quad (7)$$



Gambar 16. *Filtering* pada domain ($f-k$) pada data seismik *marine* (Pholpark,2014).

Domain ($f-k$) kemiringan positif akan terpetakan dikuadran kanan dan kemiringan negatif ada dikuadran kiri, sedangkan untuk penampang datar pada domain ($f-k$) akan memiliki bilangan gelombang nol. Dengan demikian semakin besar kemiringan domain ($t-x$) akan memberikan harga gelombang yang lebih besar

(jauh dari nol). Hubungan k dengan panjang gelombang pada domain ($f-k$) adalah

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$, dimana $\lambda = \frac{v}{f}$, sehingga diperoleh :

$$K = \frac{2\pi f}{v} \quad (8)$$

Dimana ;

K = bilangan gelombang

F = frekuensi (Hz)

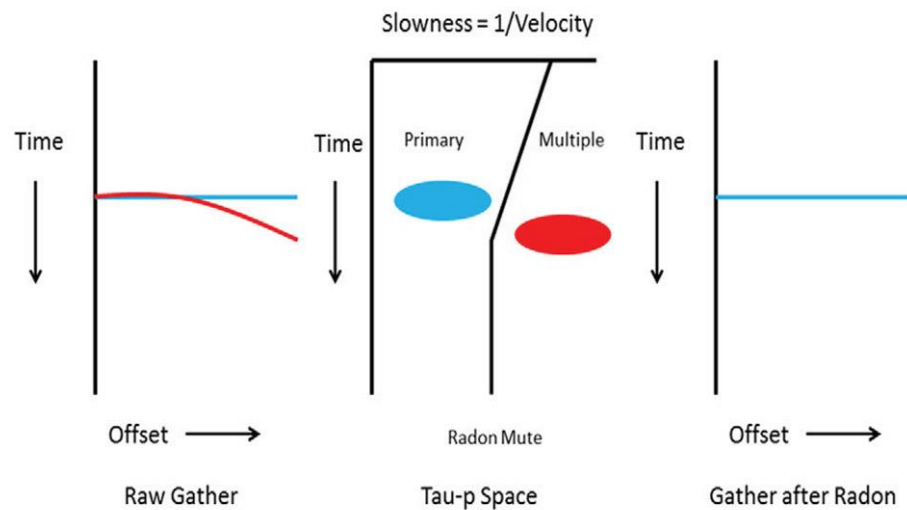
V = cepat rambat gelombang (m/s)

3.8.2 Metode Transformasi Radon

Secara umum untuk Transformasi Radon, persamaan untuk menunjukkan arti p adalah:

$$t = \tau + px \quad (9)$$

Sinyal-sinyal refleksi dalam kumpulan data seismik yang saling bertumpuk, dapat dibedakan oleh perbedaan *moveout*. Radon mentransformasikan data tersebut dari domain $t-x$ ke domain $\tau - p$ dengan penjumlahan trace. Dalam domain $\tau - p$ energi dari sinyal-sinyal refleksi yang bertumpuk akan terpisah, karena energi diatur menurut *moveout*. Sinyal refleksi yang tidak diinginkan kemudian dihilangkan dalam domain $\tau - p$ dengan pemotongan kecepatan. Terakhir, dilakukan transformasi balik kembali ke domain jarak dan waktu. *Multiple* dapat dihilangkan dengan cara meloloskan refleksi primer melalui transformasi tersebut dan meloloskan *multiple* dan mengurangkan pada data asli. Terdapat 3 jenis transformasi Radon yaitu transformasi radon linier, transformasi radon parabolik, dan transformasi radon hiperbolik, dimana setiap transformasi memiliki perbedaan pemisahan letak primer dan *multiple* pada data seismik (Saputra, 2006).



Gambar 17. Transformasi Radon (Yilmaz, 2001).

Prinsip yang digunakan dalam metode ini adalah merubah domain data seismik menggunakan pendekatan *moveout* parabola. Dengan menggunakan pendekatan *moveout* parabola, domain waktu-jarak ($t-x$) dirubah menjadi domain τ - p (*intercept time*-parameter sinar). Hal ini dilakukan karena pada domain τ - p suatu *multiple* akan mudah dibedakan terhadap data primernya. (Rahadian, 2011) menunjukkan bahwa refleksi *multiple* pada CDP *gather* yang sudah terkoreksi *NMO* dapat diperkirakan dengan melihat sebagai parabolik. *Radon Transform Parabolic* bisa diterapkan pada CDP *gather* yang sudah terkoreksi *NMO* dengan menjumlahkan data sepanjang jalur *stacking* yang didefinisikan persamaan :

$$t = \tau + qx^2 ; q = p \quad (10)$$

$$p = \frac{\text{Moveout}}{x^2} \quad (11)$$

dimana;

t = two-way travel time (ms)

q = parameter sinar

τ = two-way intercept time (ms)

x = jarak sumber-penerima (m)

Moveout adalah selisih waktu pada Δt *NMO* adalah jarak suatu titik reflektor terhadap titik x nol secara horizontal. Signal primer dan signal *multiple* akan berada pada nilai p paling positif dan p paling negatif sehingga akan mudah untuk melakukan desain *muting multiple* (Musto'in, dkk, 2010)

Sebuah kurva parabolik yang tepat pada *CDP* domain bisa dipetakan secara teori pada satu titik yang terfokus pada *Radon Transform Parabolic* dimana $t = \tau + qx^2$ dapat dianggap sebagai satu event dengan *two-way travel time* pada *zero-offset* t_0 dan kecepatan RMS V_{rms} , jika event ini dikoreksi dengan satu kecepatan V_c , maka *event* tersebut akan tampak pada *time* $T(x)$ dimana :

$$\begin{aligned} T(x) &= t_0 - \sqrt{t_0^2 - \frac{x^2}{V_{rms}^2}} - \sqrt{t_0^2 - \frac{x^2}{V_c^2}} \\ &= t_0 \left[1 - \sqrt{1 - \frac{x^2}{V_{rms}^2 t_0^2}} - \sqrt{1 - \frac{x^2}{V_c^2 t_0^2}} \right] \end{aligned} \quad (12)$$

Event yang terkoreksi *NMO* pada input bisa dilihat kira-kira sebagai parabolik dan dipetakan pada titik dalam domain Radon Transform oleh persamaan :

$$u(\tau, q) = \sum_y d(t = \tau + qx^2, x) \quad (13)$$

Dengan $q = 1/2t_0V_r^2$ sebagai *event* yang mempunyai selisih dengan bentuk ideal parabolik, amplitudo yang tidak bisa diperkirakan dalam radon dan *event* yang dipisahkan menjadi lebih tegas.

Tricahyono (2000) mempunyai definisi berbeda tentang Radon Transform Parabolik yaitu didefinisikan pada *t²-stretched CDP* atau *shot gather* karena hiperbola pada domain CDP menjadi betul-betul parabola setelah peregangan t^2 pada sumbu *time*. Anggapan bahwa *event* pada *CDP gather* dengan *travel-time* hiperbola didefinisikan oleh :

$$t^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{v^2} \quad (14)$$

Kemudian dilakukan peregangan (*stretching*) pada arah waktu dengan menentukan $t' = t^2$ dan $t_0' = t_0^2$. Selanjutnya persamaan 6 menjadi berbentuk :

$$t' = t_0' + \frac{x^2}{v^2} \quad (15)$$

Yang didefinisikan sebagai parabola. Sehingga *Radon Transform parabolic* bisa didefinisikan pada *t²-stretched CDP* atau shot gather. Indikasi bahwa sinar seismik bergerak secara vertikal diperoleh bentuk reflektor yang lurus horisontal, sehingga apabila meninjau persamaan $\Delta t = p.\Delta x$ maka sinar tersebut akan memiliki nilai p sebesar 0. Hal ini karena sinar yang bergerak vertikal sejajar dengan sumbu vertikal, sehingga sudut θ bernilai 0. Maka dapat dilakukan pemisahan antara *event* primer dan multiple dengan filter radon yang dikehendaki :

- d. Sinyal : $P \leq 0$
- e. *Multiple* : $P > 0$

3.8.3 Metode *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)*

Salah satu cara atenuasi *multiple* yaitu dengan memisahkan refleksi primer dan refleksi *multiple*. Pemisahan refleksi primer dan refleksi multiple ini akan sulit dilakukan jika perbedaan *moveout* nya terlalu kecil. Penyebab kecilnya perbedaan *moveout* antara refleksi primer dan refleksi *multiple* yaitu jarak *offset* yang terbatas. Maka dibutuhkan metode yang dapat mengetanusi *multiple* tanpa dipengaruhi *offset* salah satunya adalah metode *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)*. Pada metode *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)* ini dibutuhkan dua masukan yaitu *picking horizon* pada *stack* dan data *gather* yang

disorting dalam *SIN* dan *source-receiver offset*. Proses dibagi menjadi dua bagian besar yaitu *picking horizon* dari reflektor yang menyebabkan *multiple* dan pengaplikasian *Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)*. Karena tidak dipengaruhi oleh nilai *offset* diharapkan metode ini dapat mengatenuasi *multiple* dengan baik pada data yang memiliki nilai *offset* yang terbatas (Erlangga, 2010).

Metode *Wave Equation Mutiple Rejection (WEMR)* baik digunakan untuk menghilangkan *multiple water botom* dan *multiple peg-leg*. *Water bottom* sederhana dapat dieleminasi/dihilangkan, sedangkan *pegleg multiple* tidak dapat dihilangkan namun dapat dikurangi. Proses atenuasi menggunakan Metode *Wave Equation Mutiple Rejection(WEMR)* dibagi menjadi dua bagian besar yaitu *picking horizon* dari reflektor yang menyebabkan *multiple* dan pengaplikasian proses Metode *Wave Equation Mutiple Rejection (WEMR)* (Purwanti, dkk, 2015).

Dimana proses kerja dari *WEMR* adalah :

$$S_{0(t-x)} - r_{(x)} * S_{e(t-x)}^2 = \text{minimum} \quad (16)$$

Dimana;

$S_{0(t-x)}$ = *angle stack data*

$r_{(x)}$ = *extrapolated pick data*

$S_{e(t-x)}$ = *combined reflecting operation*

Dan dengan mengaplikasikan *Trace Header Math* pada parameter :

$$Rec_H20d = rec_h2od * 0,74 \quad (17)$$

Dimana;

Rec_h2od = Nilai *header* pada data

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun penelitian yang telah penulis kerjakan selama kurang lebih empat bulan dilaksanakan pada :

Tanggal : 1 Mei – 22 Agustus 2016

Tempat : Laboratorium Seismik, Kelompok Geofisika, KPRT
Eksplorasi III ,PPPTMGB ‘LEMIGAS’ Jl. Ciledug Raya
Kav. 109 Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230

4.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan di penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Bahan dan Peralatan Penelitian

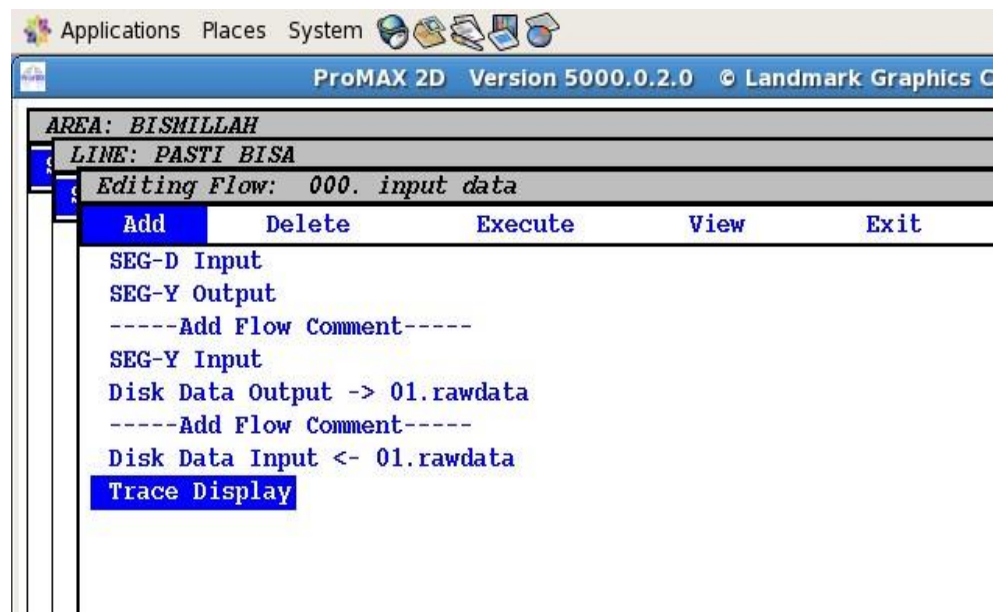
Alat	Bahan
1. <i>Operation :</i> Laptop Windows 7	1. Data Raw <i>format SEG-D</i>
2. <i>Virtual Box : CentOS</i> dengan <i>ProMAX</i> 5000.3	2. <i>Observer Report</i> - <i>Channel : 72</i> - <i>Shot : 220</i> - <i>Near Offset : 150 m</i> - <i>Far Offset : 1037.5 m</i> - <i>Rec. Interval : 12,5 m</i> - <i>Sampling Rate : 2 ms</i>

4.3 Prosedur Pengolahan Data Penelitian

Pada prosedur pengolahan data laut seismik 2D dilakukan dengan tahapan diantaranya *preprocessing* , *processing* , dan fokus pada metode yang akan diterapkan pada penelitian. Adapun langkah-langkah pengolahan data seismik 2D laut sebagai berikut :

4.3.1 Input Data

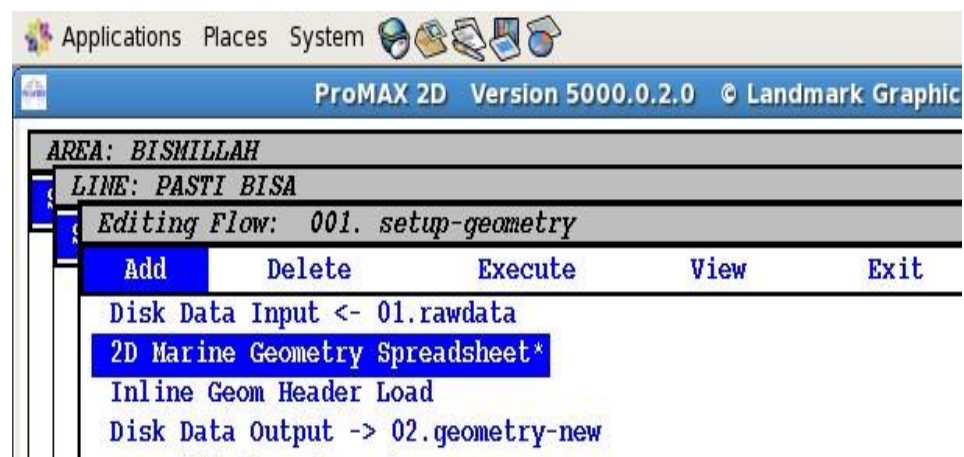
Proses pemasukan data *SEG-D* ke dalam software *ProMAX 5000.3*. Data dengan format *SEG-D* dimasukkan dan diubah ke bentuk *SEG-Y* , perubahan data format *SEG-D* dan *SEG-Y* tidak memengaruhi hasil *input* data selanjutnya karena pada dasarnya kedua data tersebut langsung bisa diolah oleh *software*, namun pada proses *input* data ini penulis menggunakan inputan *SEG-Y* hasil ubahan dari data *SEG-D*. Hasil dari *input* data dapat dilihat dengan *trace display* yang kemudian dilakukan analisis terhadap data.



Gambar 18. Flow Input Data

4.3.2 Geometry

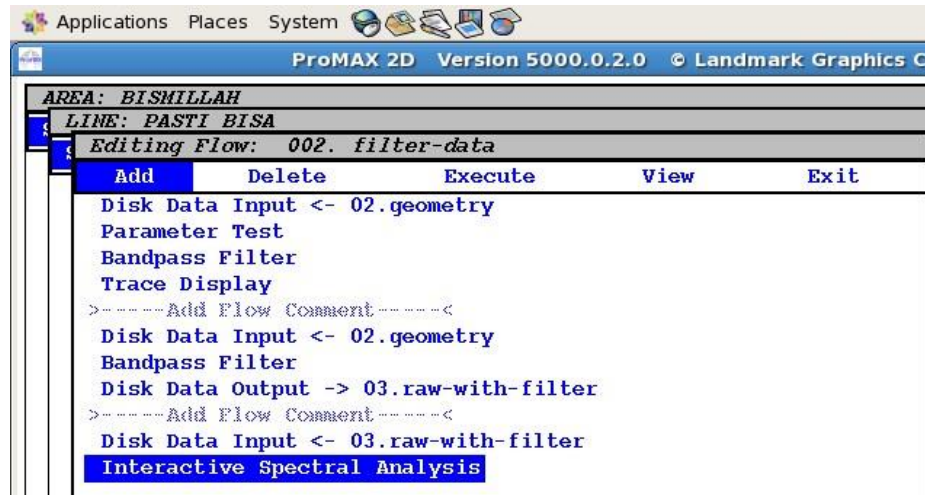
Geometry merupakan tahapan dalam *processing* seismik dengan menginput nilai *observer report* sehingga data yang diolah sesuai dengan data lapangan yang ada sehingga semua data yang direkam mempunyai informasi lapangan sesuai dengan informasi *observer report*. Proses awal dari *geometry* adalah memasukan parameter-parameter lapangan dan data-data *geometry* melalui *flow 2D Marine Geometry Spreadsheet**.



Gambar 19. *Flow Geometry*

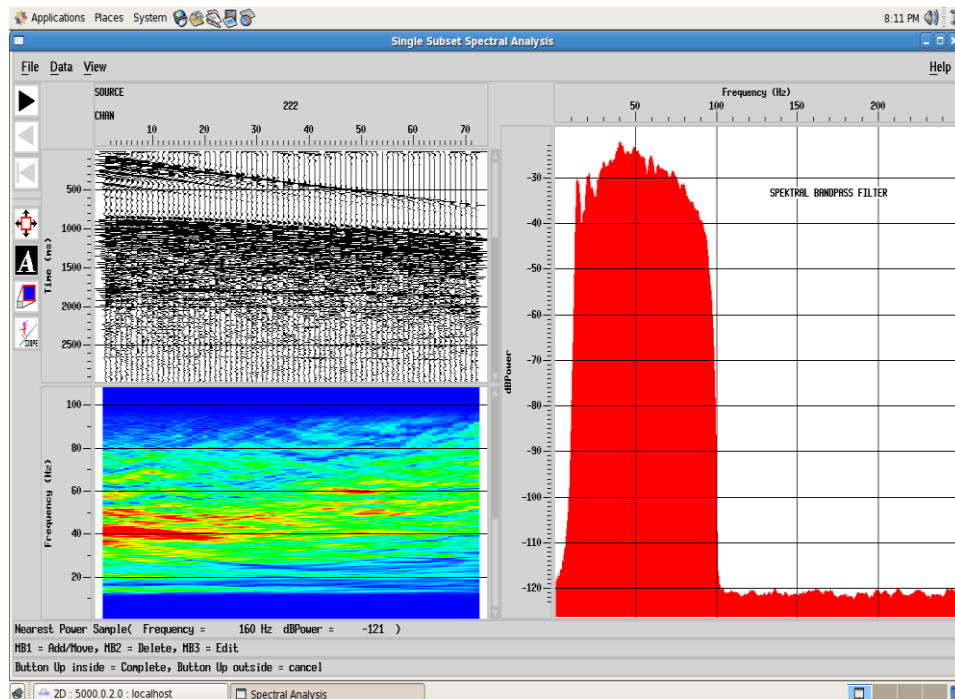
4.3.3 Filtering

Filtering adalah tahapan mengambil sinyal frekuensi data seismik dan mengeliminasi frekuensi *noise*. Salah satu metode *filtering* adalah *Bandpass Filter* merupakan metode frekuensi dengan memilih rentang frekuensi terendah dan tertinggi. Sistem kerja dari proses *Bandpass filter* adalah meloloskan signal yang dipilih berdasarkan rentang rendah dan tingginya dari frekuensi data seismik yang ada, sehingga didapatkan rentang frekuensi yang akan diolah saja. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *flow* sebagai sebagai berikut.



Gambar 20. Flow Filter Data

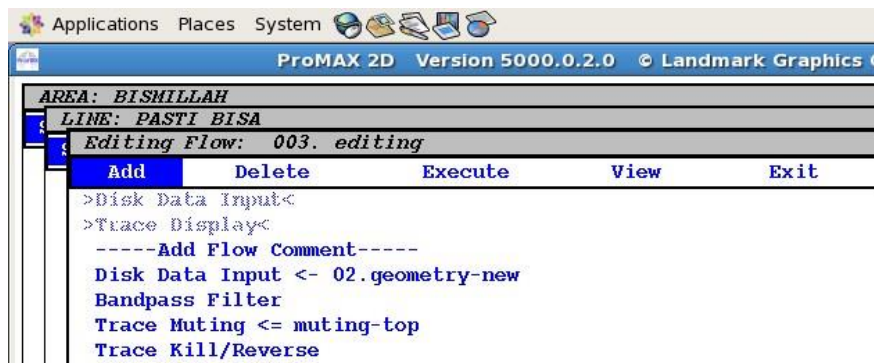
Tahapan dalam melihat hasil *filtering* dapat dilakukan pada *flow interactive spectral analysis* yang berguna untuk melihat hasil rentang filter yang dipilih sesuai dengan desain frekuensi yang akan dipergunakan. Dari *spectral analysis* ini dapat digunakan dalam penentuan frekuensi sinyal primer dan frekuensi *noise*.



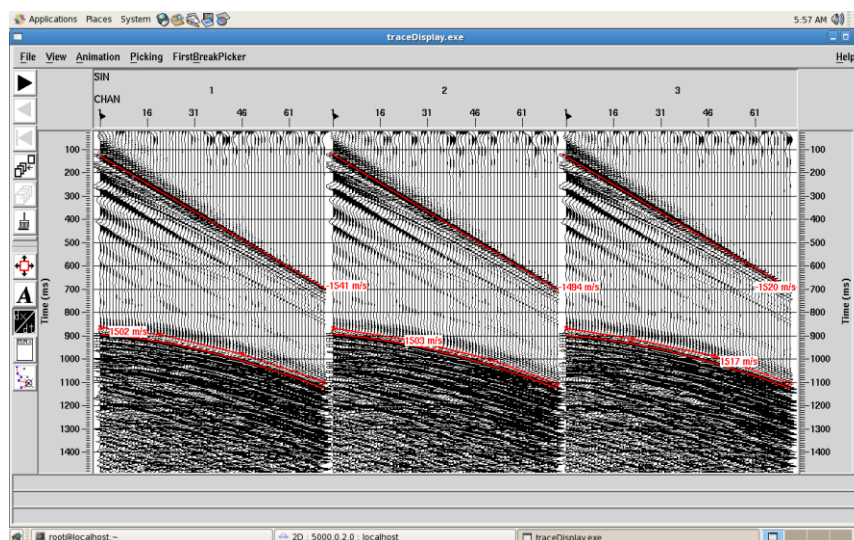
Gambar 21. Spektrum Data Analisis

4.3.4 Editing

Tahapan *editing* digunakan untuk menghilangkan pemotongan data yang dianggap sebagai *noise*. *Top Mute* dilakukan untuk menghapus data yang sangat *noise* pada bagian atas dan tahap *killing* dilakukan untuk menghapus *channel* yang tidak memiliki data seismik pada *trace*. Tujuan dari proses *editing* adalah untuk membuang bagian tertentu yang memiliki *noise* sehingga data akan terlihat baik dan bersih dari gangguan. Berikut merupakan *trace display* dari *top mute* pada data seismik.

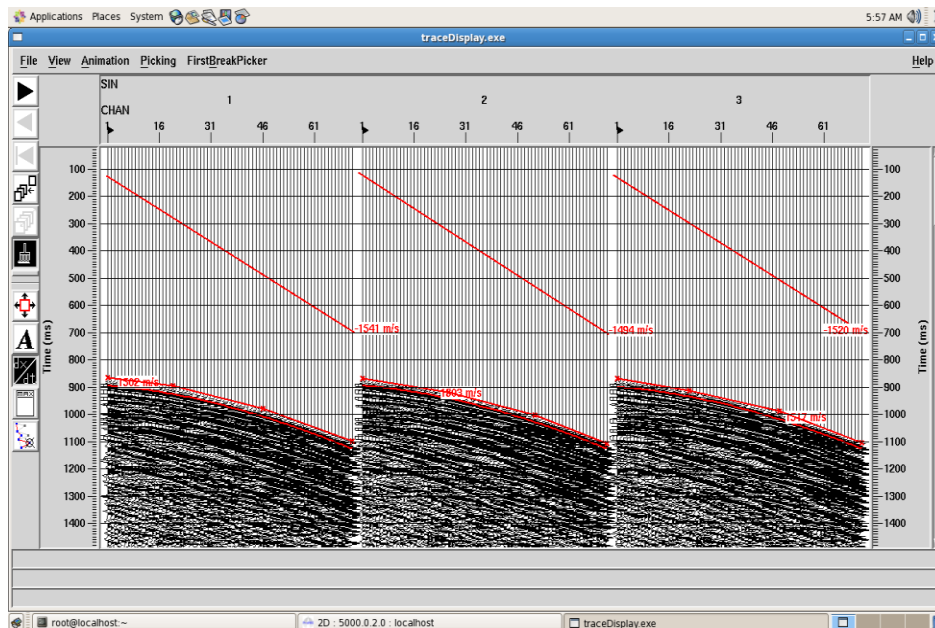


Gambar 22. Top Mute Data Seismic



Gambar 23. Picking Top Mute

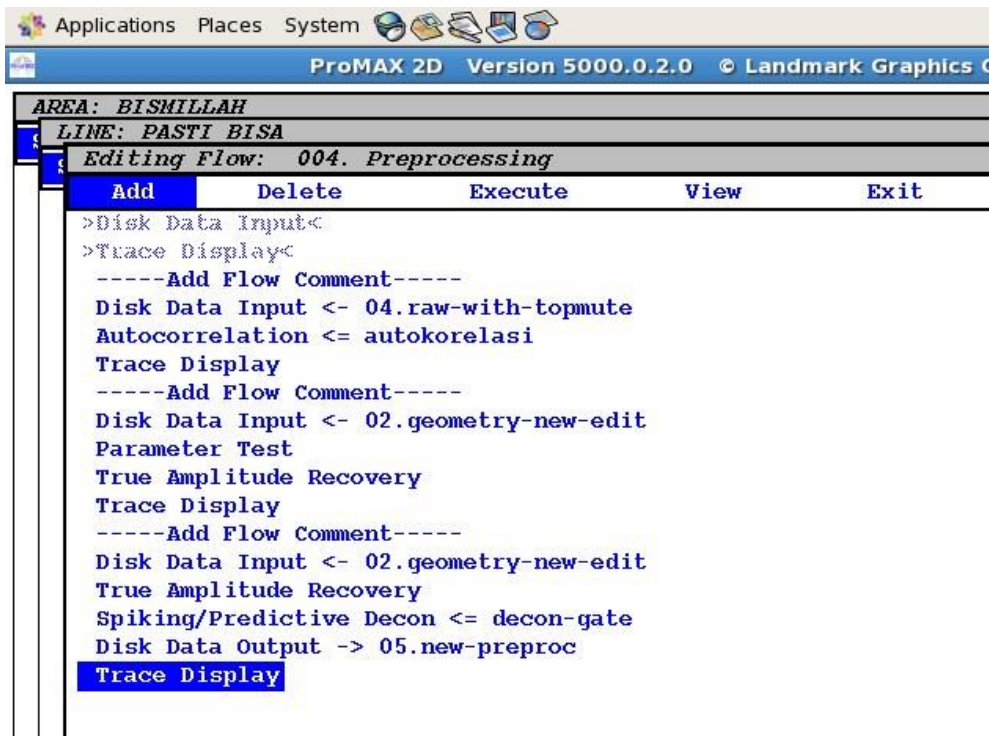
Hasil *picking top mute* tersebut kemudian tersimpan dalam *dataset program*, yang nantinya akan diterapkan pada data sehingga data tersebut akan terlihat bersih dari *noise*. Hasil proses *picking top mute* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 24. *Top Muted*

4.3.5 TAR dan Dekonvolusi

Tahapan ini merupakan tahap akhir dari *preprocessing* yaitu *True Amplitude Recovery* , *Autocorrelation* dan *Dekonvolusi*. *TAR* merupakan proses pengembalian energy yang hilang akibat atenuasi gelombang saat penjalaran gelombang di dalam bumi. Nilai parameter *TAR* digunakan tahapan parameter tes. Parameter tes digunakan sebagai *quality control* data sehingga dapat menunjukkan nilai parameter yang tepat untuk dapat dilakukan tahapan proses selanjutnya supaya data tersebut minimal terhadap *noise*.



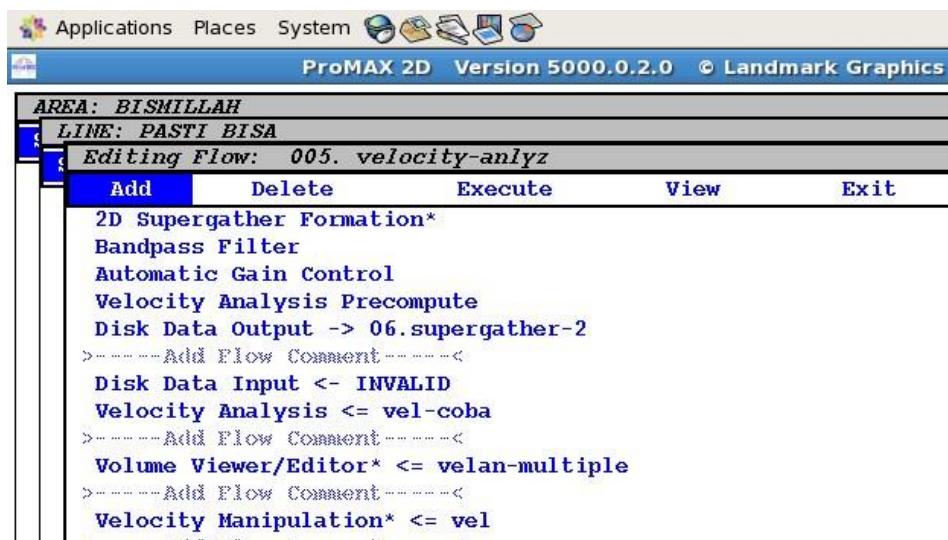
Gambar 25. *Flow Preprocessing*

Tahapan *Autocorrelation* merupakan tahap melihat konsistensi *wavelet* data seismik dengan menggunakan parameter *dekonvolusi*. Proses *Dekonvolusi* bertujuan untuk mengembalikan bentuk *wavelet* data menjadi bentuk *wavelet reflector* yang diharapkan membawa informasi untuk setiap lapisannya. Dekonvolusi yang dipakai adalah *predictive dekonvolusi*, prediksi dari dekonvolusi ini didapat dengan tahap autokorelasi tersebut. *Time gate* dalam dekonvolusi berfungsi sebagai daerah untuk melakukan ekstrak *wavelet* data seismik.

4.3.6 Analisis Kecepatan

Tahapan ini digunakan pemilihan kecepatan data seismik sehingga data seismik memiliki kecepatan yang tepat menggunakan metode *semblance*. Data yang

digunakan untuk input adalah data hasil *preprocessing* yang akan diubah menjadi *2D Supergather Formation**. Selanjutnya digunakan *Automatic Gain Control* yang berfungsi untuk memperluas zona *semblance* sehingga pada saat melakukan *picking* kecepatan dapat lebih mudah. Terdapat *Velocity Analysis Precompute* yang berguna dalam perhitungan *semblance* dimana parameternya tersesuaikan terhadap kondisi data.

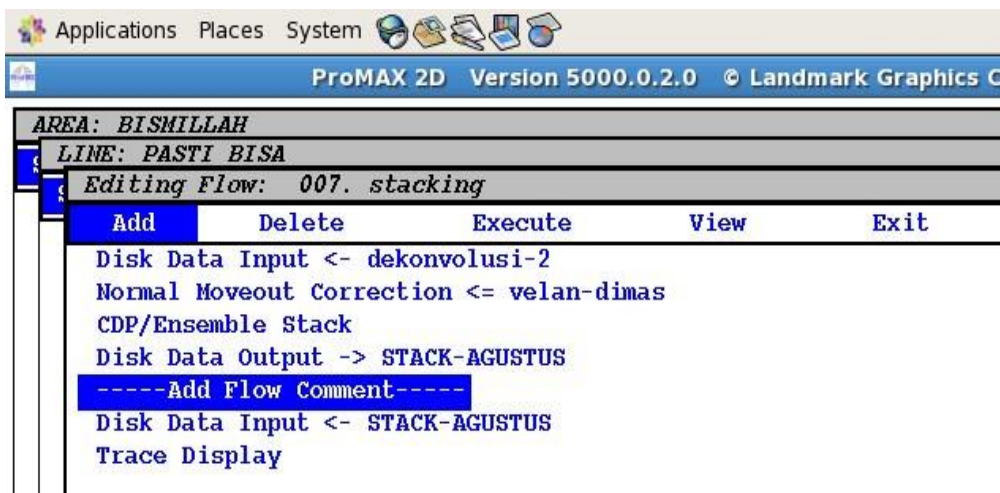


Gambar 26. Flow Analisis Kecepatan

Picking Velocity adalah proses pengolahan yang penting dalam *velocity analysis*. *Picking Velocity* dilakukan pada reflektor bukan pada *multiple* yang memiliki kecepatan +/- 1500 m/s dan memiliki kecepatan yang rendah pada *time* yang semakin dalam. *Picking Velocity* dilakukan bukan pada *semblance* yang tinggi namun *picking* dilakukan pada data yang dapat meluruskan reflektor setelah *apply NMO*, nilai *interval velocity* akan semakin naik berdasarkan kedalaman. Nilai *velocity* adalah nilai yang akan dipakai untuk proses *stacking* dalam proses tahapan *stack* sehingga data akan menghasilkan data yang baik karena sudah terkoreksi *velocity*nya.

4.3.7 Stacking

Tahapan *stack* merupakan proses dimana *trace-trace* seismik disatukan pada satu titik penembakan (*Common Mid Point*) yang bertujuan untuk meningkatkan *signal to noise ratio*. Hasil *stacking* akan semakin baik jika analisis *picking velocity* yang dilakukan juga benar. Adapun *flow stacking* yang dilakukan pada tahapan ini adalah sebagai berikut :

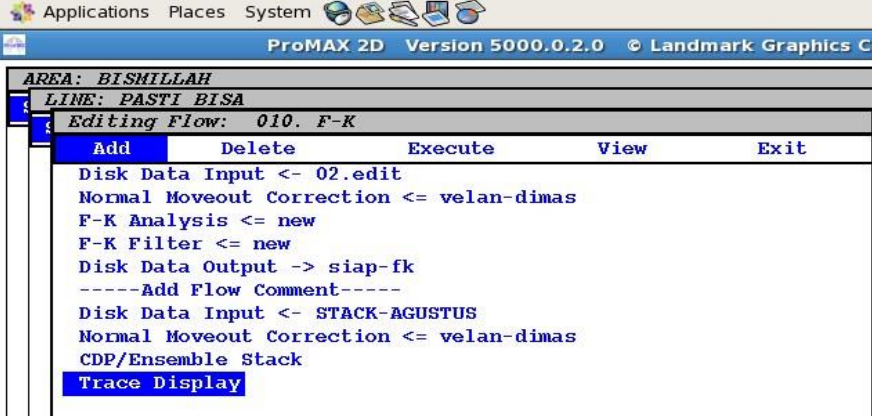


Gambar 27. Flow Stacking

4.3.8 Penerapan Filter $f-k$

Penerapan filter ini digunakan untuk menekan *multiple* pada data seismik. Filter $f-k$ bekerja dengan menggunakan hasil input data *gather* yang telah terkoreksi *NMO* (*Normal Moveout*) pada domain $t-x$ yang selanjutnya dilakukan proses *picking f-k* pada domain bilangan gelombang (k -number). Analisis $f-k$ digunakan untuk mereduksi *multiple* pada data seismik karena pada domain gelombang *multiple* dapat dengan mudah terpetakan sehingga dapat dengan mudah melakukan proses *picking multiple* yang selanjutnya hasil *picking* tersebut digunakan sebagai

parameter *filter f-k* sehingga *multiple* dan *noise* dapat tereduksi. Adapun flow *Filter f-k* pada tahapan ini adalah sebagai berikut :



```

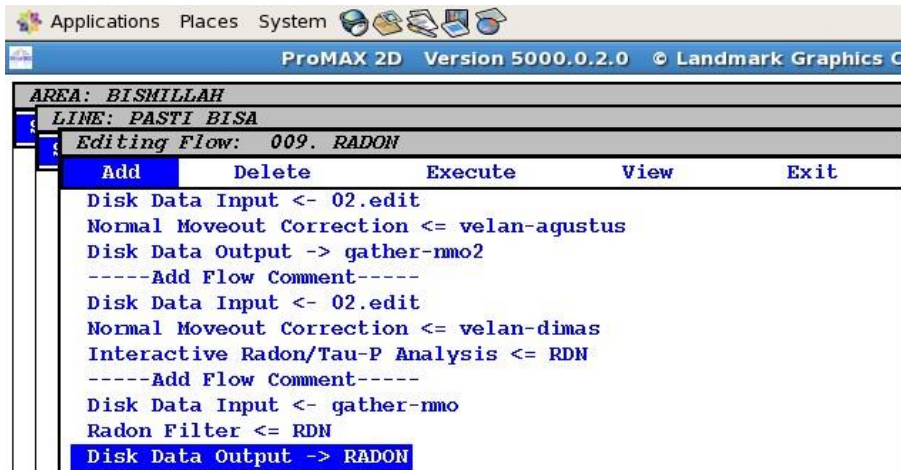
Applications Places System
ProMAX 2D Version 5000.0.2.0 © Landmark Graphics Co
AREA: BISMILLAH
LINE: PASTI BISA
Editing Flow: 010. F-K
Add Delete Execute View Exit
Disk Data Input <- 02.edit
Normal Moveout Correction <= velan-dimas
F-K Analysis <= new
F-K Filter <= new
Disk Data Output -> siap-fk
----Add Flow Comment----
Disk Data Input <- STACK-AGUSTUS
Normal Moveout Correction <= velan-dimas
CDP/Ensemble Stack
Trace Display

```

Gambar 28. *Flow Filter f-k*

4.3.9 Penerapan Filter Radon

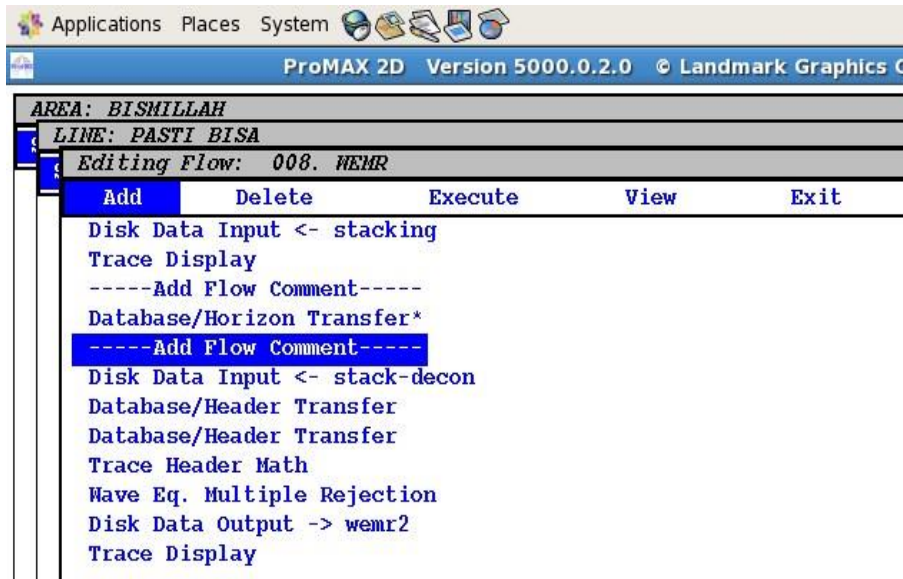
Tahapan *Radon* pada data seismik merupakan proses *demultiple* (penekanan *multiple*) dengan merubah domain *t-x* menjadi domain *Tau-P*. Dalam pereduksian *multiple* ini digunakan *Interactive Radon Analysis* yang berguna untuk melihat data dalam domain *Tau-P*. Data masukan pada proses ini merupakan data *gather* yang telah terkoreksi *NMO* dalam domain *t-x* dan selanjutnya melakukan *picking multiple* pada domain *Tau-P*. Hasil *picking* pada domain *Tau-P* digunakan sebagai parameter dalam *Filter Radon*. Tahapan pada proses filter *Radon* ini akan dapat memisahkan antara primer dan *multiple*, penerapan *inverse* dan *forward* kecepatan dilakukan agar kecepatan *multiple* yang masih mempengaruhi data seismik akan ikut juga terkoreksi pada domain *tau-p* selanjutnya data dari proses tersebut akan memiliki data *gather* yang bebas dari *velocity multiple* . Adapun *flow Radon* yang digunakan dalam tahapan ini adalah :



Gambar 29. Flow Radon Transform

4.3.10 Penerapan Metode WEMR

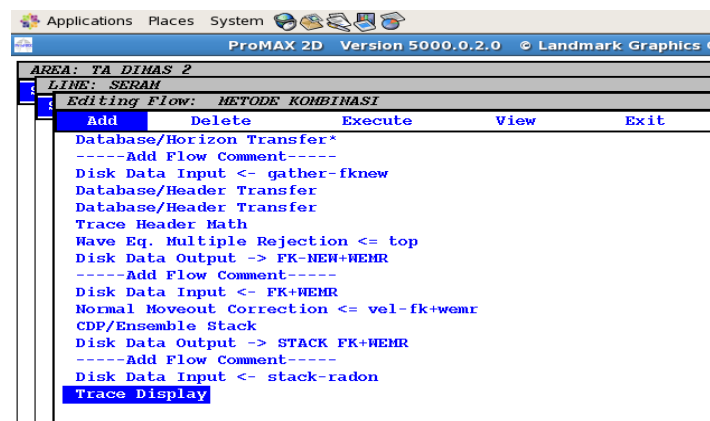
Tahapan *WEMR* merupakan metode yang digunakan untuk melemahkan gangguan *multiple*. Tahapan ini berguna untuk melemahkan *multiple* yang *relative* datar. Proses ini dilakukan dengan melakukan proses *picking* horizon pada data *stack*, kemudian hasil *picking* horizon tersebut akan ditransfer ke dalam *database*. Selanjutnya dari *database* dilakukan *database/header transfer* yang digunakan sebagai input parameter metode *WEMR*. Kemudian hasil *picking cdp horizon* tersebut dimasukkan kedalam header *water bottom* dengan menggunakan kecepatan rata-rata air dengan rumus ($REC_H2OD = REC_H2OD * 1480 / 2$). Wave Equation Multiple Rejection adalah salah satu proses *multiple suppression* dengan menggunakan ekstrapolasi gelombang. Metode *WEMR* diterapkan untuk *multiple* yang berbentuk data. *Picking WEMR* dilakukan dengan melakukan *picking horizon* pada *seabed* dikarenakan banyak *multiple* yang disebabkan oleh reflektor yaitu *seabed*. Hasil *picking* tersebut kemudian akan menjadi parameter *input* dalam tahap *demultiple WEMR* ini. Adapun tahapan dalam metode *WEMR* ini adalah sebagai berikut :



Gambar 30. *Flow Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)*

4.3.11 Penerapan Metode Kombinasi *Multiple Suppression*

Dilakukan pula kombinasi metode penekanan multiple pada data ini untuk dapat mengetahui secara analisis kembali dengan cara kerja dari metode-metode *multiple suppression* ini. Metode yang dikombinasikan pada data ini adalah metode *Radon Transform* dengan *WEMR (Wave Equation Multiple Rejection)* serta metode *f-k filter* dengan *WEMR*.



Gambar 31. *Flow Metode Kombinasi f-k filter dengan WEMR*

```

Editing Flow: METODE KOMBINASI
Add      Delete      Execute      View      Exit
Database/Horizon Transfer*
-----Add Flow Comment-----
Disk Data Input <- gather-radon
Database/Header Transfer
Database/Header Transfer
Trace Header Math
Wave Eq. Multiple Rejection <= top
Disk Data Output -> 13.RADON+WEMR
-----Add Flow Comment-----
Disk Data Input <- 13.RADON+WEMR
Normal Moveout Correction <= vel-radon+wemr
CDF/Ensemble Stack
Disk Data Output -> 10.radon+wemr
-----Add Flow Comment-----
Disk Data Input <- 11.after-wemr
Trace Display

```

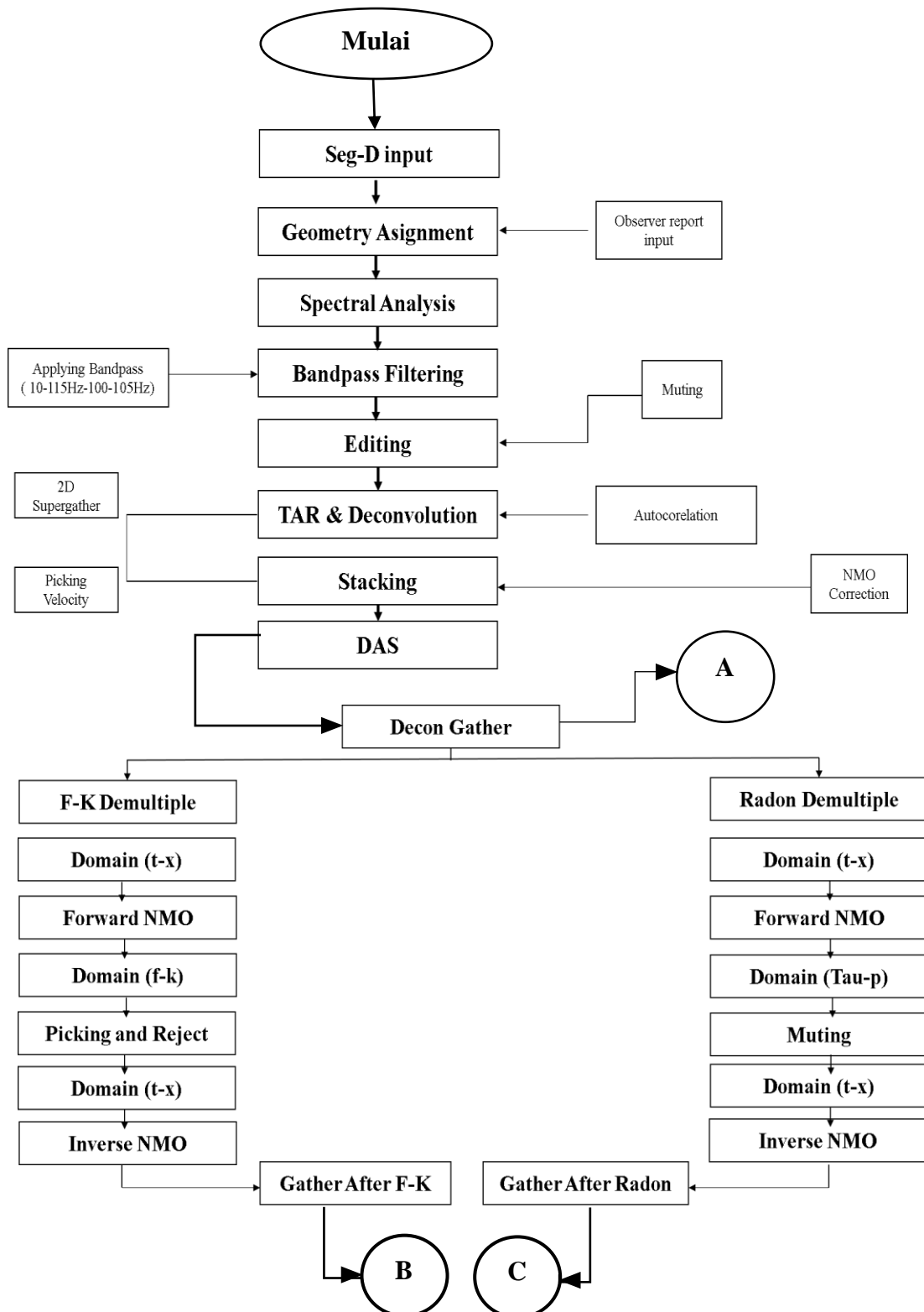
Gambar 32. *Flow Metode Kombinasi Radon Transform dengan WEMR*

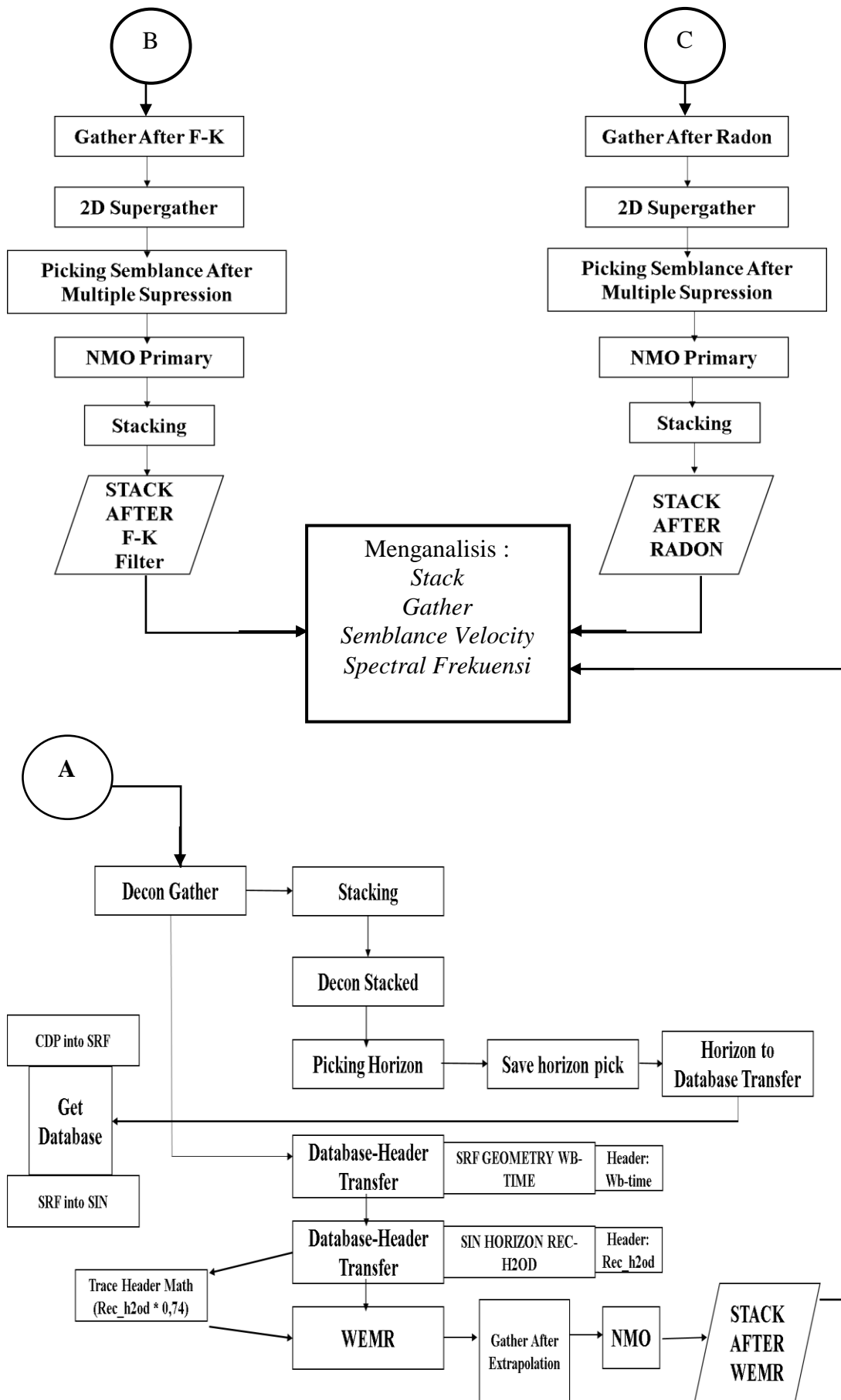
4.3.12 Analisis *Gather Seismik, Stack Section, Semblance Velocity* , dan Spektral Frekuensi

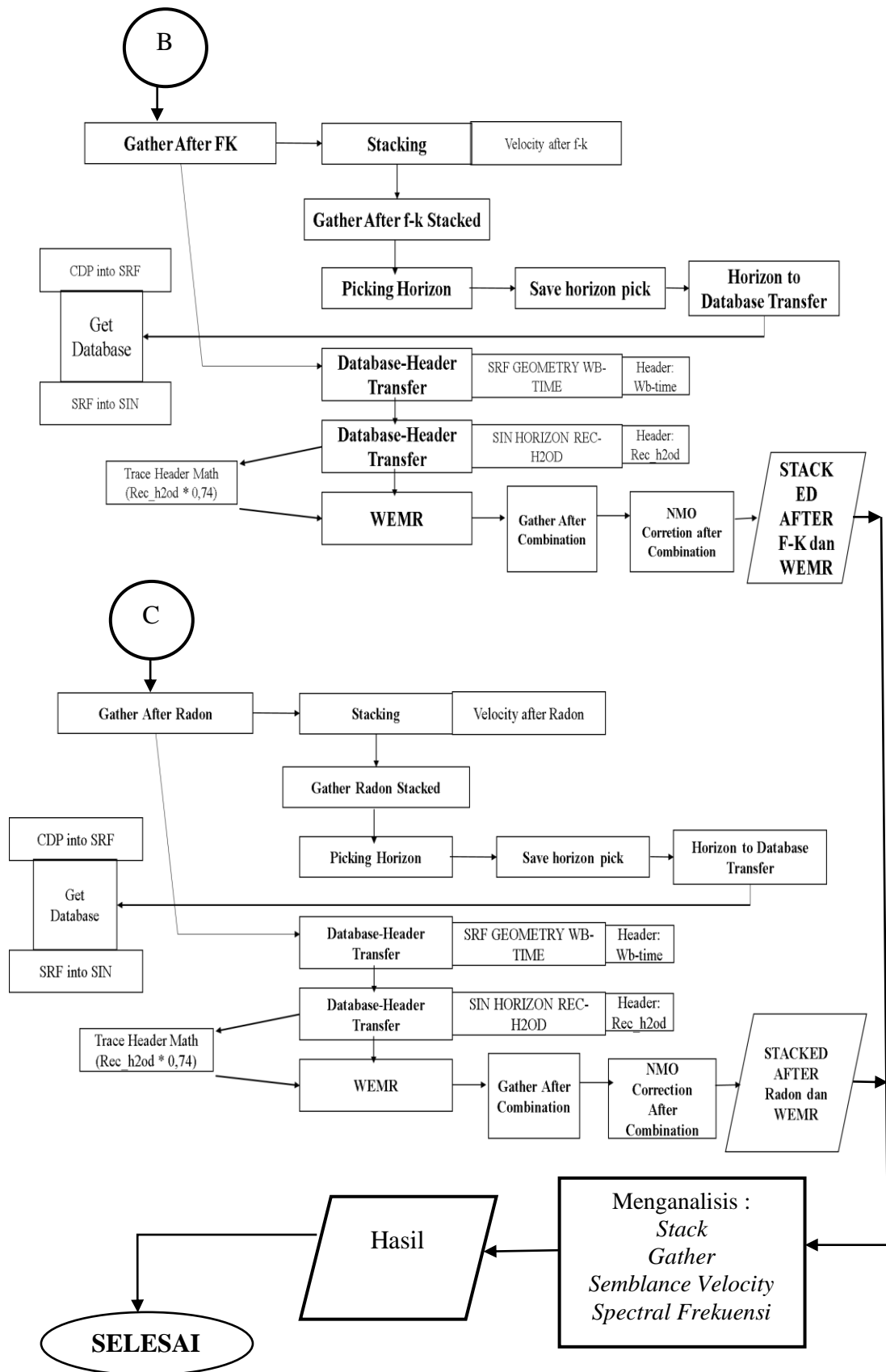
Dalam melakukan analisis dari hasil *multiple suppression* yang akan dilakukan , peneliti harus melakukan beberapa analisis sebagai parameter pembanding dalam melihat keefektifan metode yang dipakai dalam mengeliminasi *multiple*. Analisis *Gather* digunakan untuk melihat bentukan refleksi seismik berdasarkan *shot gather*, dari *shot gather* tersebut akan diamati hasil sebelum dan sesudah dilakukan proses *multiple suppression*. Apabila *multiple* telah hilang maka bentukan *multiple* pada *shot gather* akan tidak Nampak lagi. Analisis pada *Stack* merupakan analisis yang paling mudah karena hanya melihat bentuk refleksi *multiple* pada *stack* seismiknya apakah masih ada atau sudah hilang. Analisis *semblance velocity* digunakan untuk mengamati kecepatan *multiple* yang masih ada pada data seismik, *semblance* yang sudah terkoreksi akan memberikan gambaran *semblance* yang bersih dari kecepatan rendah. Sedangkan untuk spektral digunakan untuk melihat persebaran frekuensi setiap *channel* pada *trace* seismik.

4.4 Diagram Alir

Adapun diagram tahapan melakukan proses data seismik pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :







Gambar 33. Diagram alir proses analisis *Multiple Suppression*

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Hasil *stack f-k filter* hanya mampu mengatenuasi *multiple water bottom* dan *peg-leg multiple* tanpa dapat mengeliminasi *multiple* serta menyebabkan reflektor mengalami *blur*.
2. Hasil *stack Radon Transform* mampu mengeliminasi *multiple water bottom* dan *peg-leg multiple* namun masih meninggalkan jejak tipis *multiple*.
3. Hasil *stack Wave Equation Multiple Rejection (WEMR)* mampu secara optimal mengeliminasi *multiple water bottom* dan *peg-leg* tanpa memberikan efek *blur* pada data
4. Pada Metode *multiple suppression* kombinasi metode yang optimal dalam mengeliminasi *multiple* adalah metode *Radon Transform* dengan *WEMR (Wave Equation Multiple Rejection)* dan mampu meningkatkan koherensi *spectral* frekuensi data seismik di rentang 30-60Hz serta mampu mereduksi *velocity multiple* pada *semblance velocity*.

6.2 Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya :

1. Tahapan proses data dapat dilanjutkan hingga migrasi agar efek *bowtie* pada hasil *stack* dapat hilang dan dapat menghasilkan hasil penampang seismik yang lebih baik.
2. Menggunakan metode lain seperti *SRME* maupun kombinasi menggunakan *SRME* pada tahapan teknik *multiple suppression*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., 2007. Filter Pengolahan Data Seismik. *Ensiklopedia Seismik Online*. Diakses dari <http://ensiklopediseismik.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2016 pukul 19.30 WIB.
- Cao, Z., 2006. Analysis and Application of The Radon Transform. *Thesis from Department of Geology and Geophysics*. University of Calgary, Canada.
- Erlangga, M., 2010. Atenuasi Multipel Pada Data Seismik Refleksi Menggunakan Metode Radon Filter dan Wave Equation Multiple Rejection (WEMR). *Skripsi Program Studi Teknik Geofisika*. Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan. Institut teknologi Bandung, Bandung.
- Gadallah, M. R., and Fisher, R. M., 2009. *An Introduction Exploration of Geophysics*. University of Verlag Berlin Heidelberg, Houston, USA.
- Granath, J. W., Christ, J. M., Emmet, P. A., dan Dinkelman M. G., 2011. Pre-Cenozoic sedimentary section and structure as reflected in the Java SPAN crustal-scale PSDM seismic survey, and its implications regarding the basement terranes in the East Java Sea. *The Journal of Geological Society of London Special Publication*, Inggris.
- Hartono, H.M.S., 1990. *Late Cenozoic tectonic development of the Southeast Asian continental margin in the Banda Sea area*. Teknofisika, Vol.181, Issue 1, halaman 267-276.
- Kearns, R., dan Boyd, F. C., 1963. The Effect of a Marine Seismic Exploration on Fish Population in British Columbia. *The Journal of Geophysics and Environmental*. Vancouver, Canada.
- Munadi, S., 2002. *Pengolahan Data Seismik*. Buku Ajar Prinsip Dasar dan Metodologi. Universitas Indonesia, Jakarta.

- Murdianto, B., 2009. *Pengolahan Data Seismik Menggunakan SU*. Reformat Data Seismik, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Oktavinta, A., 2008. *Hukum Fisika Gelombang Seismik*. Diakses dari <http://duniaseismik.blogspot.com/2008/06/hukum-fisika-gelombang-seismik.html>. Diakses pada tanggal 11 Januari 2017 pukul 16.07 WIB.
- Philip, K., Brooks, M., dan Hill, I., 2002. *An Introduction to geophysical Exploration*. Geophysics Exploration Edisi ke - 3 . Blackwell Science, Oxford, Inggris.
- Pholpark, S., 2014. Geophysical Data Processing 612 (Petroleum). *Journal Lectures of Geophysical*, Thailand, halaman 40.
- Powell, D.E., 1976. *The geological evolution of the continental margin off northwest Australians*. Australian Petroleum Explore, halaman 16.
- Pradityo, R., 2011. Analisa Kecepatan Data Seismik Refleksi 2D Zona Darat Menggunakan Metode Semblance. *Skripsi FMIPA Fisika* . Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Priyono, A., 2006. *Metoda Seismik*. Buku Ajar Program Studi Geofisika Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Purwanti, S., 2015. Eliminasi Artefak Dalam Penampang Seismik Dengan Tahapan Pengolahan Data Seismik Multichannel di Area Bone Line 1. *Jurnal Program Studi Pendidikan Fisika*, Fakultas MIPA. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Rahadian, A., 2011. Penerapan Metode Surface Related Multiple Elimination Dalam Optimalisasi Pengolahan Data Seismik Marine. *Thesis Program Studi Geofisika*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Ramadhan, F., 2011. Potensi Hidrokarbon Terkait Dengan Struktur Geologi dan Stratigrafi di Cekungan Seram Halmahera, Indonesia Timur. *Jurnal Teknik Geologi* , Universitas Diponegoro, Semarang.

- Saputra, D., 2006. Atenuasi Multipel pada Data Seismik Laut dengan Menggunakan Metoda Predictive Deconvolution dan Radon Velocity Filter. *Skripsi Sarjana pada program Studi Teknik Geofisika Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Surjono, S., dan Kusmana, M., 2011. Tectono-Stratigraphic Framework of Eastern Indonesia and Its Implication to Petroleum System. *Jurnal Teknik Geologi*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Teas, P. A., Decker, J., Orange, J., dan Baillie, P., 2013. New Insight into The Structure and Tectonics of the Seram Trough. *Proceedings of Indonesian Petroleum Association 33rd*, Annual Convention, Jakarta.
- Tricahyono, W., 2000. Eliminasi Multipel Dengan Menggunakan Transformasi Radon Parabola. *Skripsi dari Jurusan Fisika FMIPA*, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Verschuur, D. J., 2006. Seismic Multiple Removal Technique Past, Present, and Future. *EAGE Publication For Education Series*. Netherlands.
- Wang., 2011. *A case Study of FK Demultiple on 2D Offshore Seismic Data*. The Leading Edge, Vol.3, halaman 446-450.
- Yilmaz, O., 2001. *Processing, Inversion and Interpretation*. The Seismic Data Analysis, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, halaman 4-5.