



LAPORAN AKHIR PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**PENEKANAN GELOMBANG MULTIPLE PADA DATA
SEISMIK 2D MENGGUNAKAN METODE RADON TRANSFORM
STUDI KASUS DI PERAIRAN BARAT SUMATRA**

BIDANG KEGIATAN :

Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian

Disusun oleh :

NAMA	NRP	TAHUN MASUK
Stefany Reza	C54090044	2009
I Made Teguh Wirayudha	A14090012	2009
I Gede Mahendra Wijaya	C54080004	2008

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2013

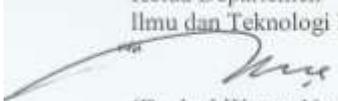
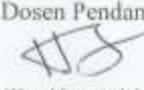
HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Penekanan Gelombang Multiple Pada Data Seismik 2D Menggunakan Metode Radon Transform Studi Kasus di Perairan Barat Sumatra
2. Bidang Kegiatan : PKMP PKMK PKMKC
 PKMT PKMM
3. Bidang Ilmu : Kesehatan Pertanian
 MIPA Teknologi dan Rekayasa
 Sosial Ekonomi Humaniora
 Pendidikan
4. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : Stefany Reza
 - b. NIM : C54090044
 - c. Jurusan : Ilmu dan Teknologi Kelautan
 - d. Universitas/Institut /Politeknik : Institut Pertanian Bogor
 - e. Alamat Rumah dan No Tel./HP : Dramaga Regency A no 3
081804994565/081999186095
 - f. Alamat email : Hendra040590@yahoo.com
5. Anggota Pelaksana Kegiatan : 3 orang
6. Dosen Pendamping
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Henry M Manik, S.Pi, MT.
 - b. NIDN : 0029127005
 - c. Alamat Rumah dan No Tel./ HP : Perum. Taman Yasmin Sektor 7, Jl.
Bambu Apus V No.29, Bogor/
081384943031
7. Biaya Kegiatan Total

DIKTI : Rp. 5.120.400

Sumber Lain : -
8. Jangka Waktu Pelaksanaan : 4 Bulan

Bogor, 20 Agustus 2013

<p>Menyetujui Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan</p>  <p>(Dr. Ir. I Wayan Nurjaya, M.Sc.) NIP. 19640801198903001</p>	<p>Ketua Pelaksana Kegiatan</p>  <p>(Stefany Reza) NIM. C54090044</p>
<p>Wakil Rektor, Bidang Akademik dan Kemahasiswaan</p>  <p>(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, M.Sc.) NIP. 195812281985031003</p>	<p>Dosen Pendamping</p>  <p>(Dr. Henry M Manik, S.Pi, M.T.) NIDN. 0029127005</p>

I LATAR BELAKANG MASALAH

Latar belakang masalah

Metode seismik merupakan salah satu bagian dari sistem *seismologi* eksplorasi yang dikelompokkan dalam metode geofisika, dimana pengukuran dan perekaman data dilakukan dengan menggunakan sumber seismik berupa palu, ledakan *dynamit*, *airgun*. Metode seismik adalah suatu metode dalam geofisika yang digunakan untuk mempelajari struktur dan strata bawah permukaan bumi. Metode ini memanfaatkan perambatan, pembiasan, pemantulan gelombang gempa.

Penggunaan metode ini akan memudahkan pekerjaan eksplorasi hidrokarbon karena dengan metode seismik dapat digunakan untuk menyelidiki batuan yang diperkirakan mengandung hidrokarbon atau tidak. Dalam eksplorasi hidrokarbon, para ahli geofisika menggunakan metode seismik untuk mendapatkan informasi bawah laut sehingga dapat memprediksi jebakan-jebakan struktur (*stratigrafi*) *reservoir* hidrokarbon yang terdapat di bawah lapisan dasar dengan jarak secara vertikal yang relatif jauh.

Survey laut merupakan sesuatu yang mahal dan membutuhkan biaya yang begitu mahal. Dalam proses perekaman data seismik laut seringkali membutuhkan kemampuan teknologi dan *user* yang baik. Hal ini berguna untuk meningkatkan akurasi dari interpretasi data di lapangan. Dalam survei seismik, suatu *trace* seismik yang ideal mestinya hanya berisi *signal* data yaitu sederetan *spike* TWT yang berkaitan dengan reflektor di dalam bumi. Namun pada kenyataannya dalam *trace* seismik tersebut juga terdapat *noise*. Analisis *trace* diperlukan untuk mengidentifikasi *signal* dan *noise* dalam *gather*.

Signal merupakan data yang diharapkan dalam *trace* seismik yang berisi informasi reflektifitas lapisan bumi sedangkan *noise* dalam *trace* seismik merupakan gangguan terhadap data yang tidak diinginkan. Pengamatan yang cermat sangat diperlukan dalam tahap analisis *trace*, misalnya dengan menduga adanya daerah kemenerusan event refleksi (reflektor) pada *trace gather*, amplitudo sinyal seismik dan polaritas pada setiap *trace*. Polaritas pulsa terpantul memiliki koefisien refleksi (R) antara -1 dan +1. Bila $R = 0$, berarti tidak terjadi pemantulan.

Secara garis besar *noise* dapat dikategorikan menjadi dua, yakni koheren dan inkoheren. *Noise* koheren memiliki pola keteraturan dari *trace* ke *trace* sementara *noise* inkoheren atau acak atau random terdiri dari *noise-noise* yang tidak memiliki pola teratur. *Random noise* biasanya mempunyai frekuensi yang lebih tinggi dan fasanya tidak sama sedangkan pada *noise* koheren frekuensi dan fasanya sama dengan sinyal seismik.

Salah satu akibat yang disebabkan oleh *noise* saat perekaman di lapangan adalah terjadinya *multiple*. *Multiple* ini dapat terjadi karena sepanjang perambatan gelombang akustik di air laut, gelombang tersebut banyak terperangkap (teratenuasi) oleh air laut atau terperangkap dalam lapisan batuan lunak. Sehingga untuk dapat menajamkan interpretasi sinyal digital seismik dibutuhkan pengolahan atau pemrosesan sinyal untuk dapat mengurangi efek *multiple* yang terjadi. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan *signal-to-noise-ratio* (SNR). Sebab gelombang *multiple* masih menjadi permasalahan serius

dalam pengolahan data seismik terutama pada data *marine* karena sulitnya dibedakan dari gelombang utama dan seringkali energi utama tidak fokus dengan masih adanya energi *multiple*. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui efek penggunaan *Radon Transform* untuk mengurangi efek *multiple* gelombang seismik yang terjadi.

Perumusan masalah

Adapun sejumlah masalah yang akan dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Bagaimana cara membedakan signal dan noise terhadap data seismik yang dihasilkan?
- Bagaimana cara mengisolasi noise dari data seismik menggunakan metode radon transform?
- Apa pengaruh metode radon transform ini terhadap reduksi *multiple* yang dilakukan?
- Apa kekurangan dan kelebihan penggunaan metode radon transform ini?
- Bagaimana cara melakukan reduksi *multiple* data laut menggunakan promax?
- Apa saja kendala yang didapatkan selama pengoperasian dan interpretasi data menggunakan promax?

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa efek diterapkannya *Radon Transform* pada data *real time* terhadap efek *multiple* yang terjadi selama proses perekaman data seismik di lapangan.

Luaran yang diharapkan

Luaran yang dihasilkan dari penelitian ini adalah hasil data seismik dengan peningkatan kualitas SNR (*Signal to Noise Ratio*) dan reduksi *multiple* dari data tersebut.

Kegunaan

a) Bagi Pemerintah

Penelitian ini merupakan kajian dari penerapan ilmu geofisika dan dapat digunakan dalam implementasi di lapangan selama melakukan kegiatan eksplorasi minyak dan gas dalam prosedur pengolahan data seismik yang lebih baik.

b) Bagi mahasiswa

Penelitian ini berguna untuk meningkatkan *softskill* ilmu dan terapannya dalam penggunaan software promax ini. Karena software ini merupakan salah satu software yang umum digunakan dalam pengolahan data seismik. Selain itu mahasiswa dapat mempedalam penerapan ilmu dasar yang telah didapat dari teknik deteksi bawah air. Mahasiswa juga dapat mengetahui cara mereduksi noise dari data seismik yang didapatkan.

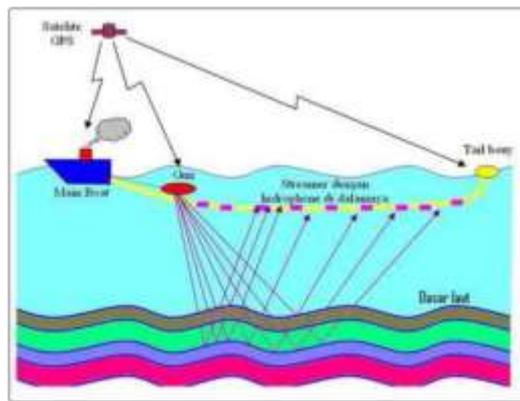
c) Bagi Masyarakat

Masyarakat akan dapat mengetahui informasi dan ilmu terkait survey dan pengolahan data seismik. Sebab survey dan pengolahan data yang baik akan membantu kegiatan eksplorasi minyak dan gas yang efisien dan berkesinambungan.

II TINJAUAN PUSTAKA

2D Seismic Marine Acquisition

Akuisisi data seismik laut 2D dilakukan untuk memetakan struktur geologi di bawah laut dengan menggunakan peralatan yang cukup rumit seperti: *streamer*, *air-gun*, perlengkapan navigasi. Skema akuisisi *marine* 2D dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Proses Perekaman Data Seismik Laut (Abdulah, 2011).

Dalam prakteknya akuisisi seismik laut terdiri atas beberapa komponen: kapal utama, *gun*, *streamer*, GPS, kapal perintis dan kapal pengawal dan kadang-kadang perlengkapan *gravity* (ditempatkan di dalam kapal) dan magnetik yang biasanya ditempatkan 240 meter di belakang kapal utama (3 meter di dalam air).

Di dalam kapal utama terdapat beberapa departemen : departemen perekaman (*recording*), navigasi, *seismic processing*, teknisi peralatan, ahli komputer, departemen yang bertanggung jawab atas keselamatan dan kesehatan kerja, departemen lingkungan, dokter, juru masak, dan kadang-kadang di lengkapi dengan departemen survey *gravity* dan magnetik, dll. Jumlah orang yang terlibat dalam keseluruhan operasi berjumlah sekitar 40 orang.

Untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan, selama operasi ini disertai pula dua buah kapal perintis (*chase boat*) yakni sekitar 2 mil di depan kapal utama. Selain bertanggung jawab membersihkan lintasan yang akan dilewati (membersihkan rumput, perangkap ikan, dll) , kapal perintis bertugas untuk menghalau kapal-kapal yang dapat menghalangi operasi ini. Selain itu di belakang *streamer*, terdapat juga sebuah kapal pengawal. Operasi akuisisi data seismik memakan waktu dari mulai beberapa minggu sampai beberapa bulan, tergantung pada kesehatan perangkat yang digunakan, musim, arus laut, dll.

Noise

Dalam survei seismik, suatu *trace* seismik yang ideal merupakan *trace* yang hanya berisi sinyal data yaitu sederetan *spike* TWT yang berkaitan dengan

reflektor di dalam bumi. Namun pada kenyataannya pada *trace* seismik tersebut juga terdapat *noise* di dalamnya. Sinyal merupakan data yang kita harapkan dalam *trace* seismik, yang berisi informasi reflektifitas lapisan bumi. Sedangkan *noise* merupakan sinyal atau gangguan yang tidak diinginkan. Pengamatan yang cermat sangat diperlukan dalam tahap analisis *trace*, misalnya dengan menduga adanya daerah kemenerusan reflektor pada *trace gather*, amplitudo sinyal seismik dan polaritas pada setiap *trace*. Polaritas pulsa terpantul memiliki koefisien refleksi (R) antara -1 dan +1. Bila $R = 0$, berarti tidak terjadi pemantulan. Secara garis besar *noise* dapat dikategorikan menjadi dua, yakni koheren dan inkoheren.

Noise koheren memiliki pola keteraturan dari *trace* ke *trace* sementara *noise* inkoheren atau acak atau random terdiri dari *noise-noise* yang tidak memiliki pola teratur. *Noise* acak biasanya mempunyai frekuensi yang lebih tinggi dan fasanya tidak sama, sedangkan pada *noise* koheren frekuensi dan fasanya sama dengan sinyal seismik (Ekasapta, 2008). Menurut Yilmaz (1987), jenis-jenis *noise* yang biasanya ditemui dalam *trace gather* antara lain sebagai berikut :

1. *Direct wave*, yaitu gelombang yang langsung merambat dari sumber getar ke *receiver* tanpa mengalami peristiwa refleksi.
2. Gelombang bias atau refraksi, yaitu *noise* koheren di daerah *first arrival*.
3. *Ground-roll*, yaitu *noise* koheren berfrekuensi rendah sering dijumpai pada data darat.
4. *Noise electro-static*, *trace* yang mengandung *noise* ini biasanya berfrekuensi tinggi.
5. *Multiple*, yaitu *noise* koheren dimana event seismik mengalami lebih dari satu kali refleksi dari posisi reflektor primernya.
6. *Noise reverse polarity*, yaitu pembalikan polaritas *trace* seismik yang disebabkan oleh kesalahan penyambungan konektor pada kanal detektor.
7. *Slash*, yaitu gangguan pada *trace seismik* yang disebabkan oleh konektor antar kabel yang kurang baik.
8. *Noise instrumen*, yaitu *noise* yang muncul karena kerusakan kanal selama akuisisi berlangsung.

Radon Transform

Teknik untuk menekan *multiple* pada pengolahan data seismik yang dikerjakan dalam tugas akhir ini adalah dengan menggunakan *radon transform*. Prinsip dari *radon transform* adalah mengubah data dari domain waktu $t(x)$ ke τ - p sehingga dengan *mute* yang tepat bisa memisahkan gelombang utama (*primary*) dan *multiple* (Yan Yan, 2002).

Radon transform dilakukan untuk menekan keberadaan *longpath multiple* yang diakibatkan oleh dasar laut. Data seismik yang merupakan data dengan domain waktu (T) dan jarak (X) ditransformasikan secara linier ke dalam domain waktu pada jarak nol/time intercept (τ) dan slowness (p). Dalam domain inilah data seismik dimuting untuk menghilangkan *multiple*.

Data seismik masukkan dalam *radon transform* berupa data seismik CMP *gather* yang sudah dilakukan koreksi NMO sehingga *multiple* dalam domain T-X yang terlihat memiliki gradient negative akan memiliki kenampakan yang berubah dalam domain τ - p yaitu gradient akan menjadi positif. Hal ini dikarenakan nilai

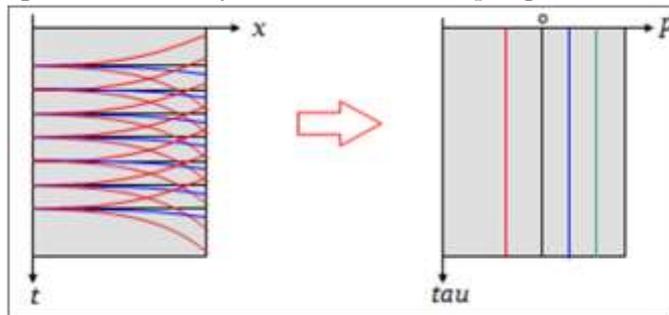
kecepatan yang beragam dan mengecil dari *multiple*. Sedangkan reflektor dalam domain T-X yang terlihat datar akan memiliki kenampakan berupa titik yang berada pada nilai p sekitar nol karena nilai kecepatan pada reflektor akan mendekati tak hingga.

Selanjutnya dilakukan muting pada domain τ - p untuk menghilangkan *multiple*. Muting pada domain τ - p dilakukan dalam beberapa variasi untuk dibandingkan dan dianalisa agar menghasilkan CMP *gather* yang terbaik bebas dari *multiple* dan tidak menghilangkan efek AVO.

Pada tahap *pre-conditioning*, untuk memudahkan analisa digunakan satu CMP. Sebelumnya di *bandpass filter* untuk menghilangkan *groundroll*, lalu pada data yang telah dikoreksi NMO dikenakan *radon transform*. *Multiple* akan mengalami atenuasi setelah berubah dari domain $t(x)$ ke domain τ - p . Pada domain τ - p dilakukan koreksi NMO, *event primary* akan menjadi *flat* tetapi *multiple* memiliki *residual moveout* yang naik berdasarkan *offset*. Dan karena memiliki perbedaan *moveout*, *primary* dan *multiple* akan tampak pada daerah yang berbeda pada domain τ - p . Kemudian dilakukan *mute* terhadap daerah $p > 0$ yang dianggap sebagai *multiple*. Sehingga energy *primary* dipisahkan dari energy *multiple* yang memiliki kecepatan lebih rendah dibandingkan kecepatan *primary* pada *semblance*.

Terdapat tiga jenis *radon transform* yang biasa digunakan untuk menekan *multiple*, yaitu *slant-stack* atau τ - p *transform* hiperbolik dan *radon transform* parabolic (Cao Zhihong, 2006). *Radon transform* hiperbolik dan parabolic yang diterapkan untuk mengatenuasi *multiple* berdasarkan perbedaan *moveout* antara gelombang utama (*primary*) dan *multiple*. *Radon transform* yang digunakan pada penghilangan efek *multiple* pada data seismik adalah bertipe parabolik.

Prinsip kerja *Radon transform* dengan merubah data dari domain t - x (*time-offset*) menjadi domain τ - p (*intercept time-ray parameter*) seperti pada gambar 23. *Radon transform* dikenakan pada data CMP *gather* yang sudah terkoreksi NMO atau pada *common shot gather*. Dengan ray parameter $\rho \sim 1/v$, maka *event primary* akan dipetakan sekitar $\rho=0$ dan *event multiple* pada daerah $\rho > 0$.



Gambar 2. Pemetaan *Event* dari Domain T-X ke Domain τ - p .

Radon transform memiliki kekurangan yaitu tidak menangani energi *multiple* pada *near-offset* dan tidak bisa menahan *amplitude* dari *primary* sehingga ada kebocoran energi *primary*.

III METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Processing data Seismik BPPT, Jakarta yang dilaksanakan selama 4 bulan dimulai dari Januari s/d April 2013.

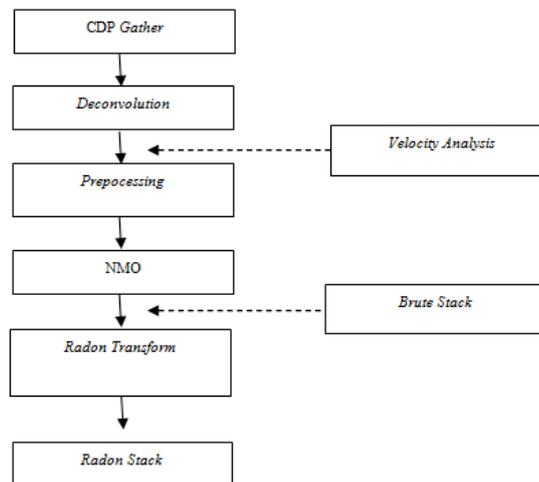
Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri dari :

- Perangkat keras berupa *Personal Computer (PC)* berbasis *Intel core 2 duo*, *hardisk 1 Terabyte*, dan *RAM 8 GB*.
- Perangkat lunak pengolah data, perangkat lunak yang digunakan adalah *Landmark Promax R5000*.
- *VM-Ware Workstation 7*.
- Data seismik yang digunakan memiliki tipe *raw data* berekstensi *Seg-d* daerah *SUME23.31*.
- Parameter Data Lapangan

Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software Promax dengan alur sebagai berikut.

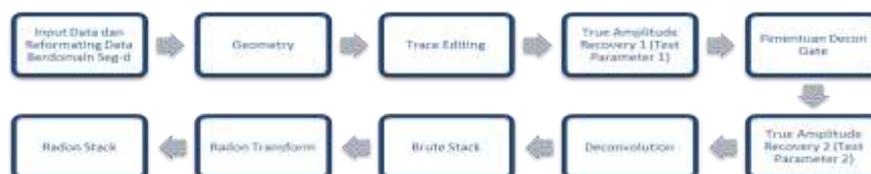


Gambar 3. Flow Chart Pengolahan Data Menggunakan Promax.

Model yang Digunakan

Model penelitian yang digunakan adalah menggunakan data berekstensi *Sed-D* dengan data pendukung berupa *observer log*. Model yang akan dihasilkan adalah berupa penampang seismik yang telah tereduksi oleh berbagai noise yang terdapat pada hasil interpretasi data. Selanjutnya hasil interpretasi ini dibagi lagi menjadi dua, yaitu penampang *brute stack*, *radon stack*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efek dari diterapkannya filter radon pada data seismik terhadap *multiple* yang ada.

Rancangan Penelitian



Gambar 4. Rancangan Penelitian Menggunakan Landmark Promax R5000.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan beberapa iterasi atau pengulangan terhadap interpretasi data awal, karena data yang akan digunakan merupakan data yang harus memiliki *multiple*. Oleh sebab itu maka diperlukannya data yang dianggap cukup memiliki noise atau *multiple*. Selain data SEG-D, data *observer log* juga merupakan data penting yang digunakan pada saat *geometry*. *Observer log* ini merupakan data yang didapat selama melakukan survey yang dicatat oleh *observer*. Data ini berupa FFID, kedalaman *receiver*, *streamer*, koordinat, dll.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan adalah dengan membandingkan hasil interpretasi penampang seismik dari *brute stack* dan *radon stack*. Uji coba yang dilakukan adalah dengan menggunakan jenis parabolic radon transform dan hiperbolic radon transform. Secara spesifik analisis radon ini dibandingkan lagi pada *offset* dekat, sedang, dan jauh. Manipulasi yang dilakukan adalah dengan merubah range moveout dari data. Analisis terakhir adalah melihat seberapa efektif filter radon ini digunakan pada masing-masing *offset* tersebut.

Cara Penyimpulan dan Penafsiran Hasil Penelitian

Penyimpulan hasil penelitian ini dilakukan dengan melihat hasil dari *brute stack* dan *radon stack*. Indikator yang digunakan adalah hilang atau berkurangnya *multiple* yang ada pada data sebelum dan sesudah dikenakan radon filter. Penafsiran ini berdasarkan karakteristik sinyal dan *multiple* yang memiliki perbedaan *moveout*. Sebab sinyal primer memiliki kisaran *moveout* 0 sedangkan *multiple* lebih besar dari 0. Hal ini nantinya akan dapat dibedakan saat melakukan *muting* dalam radon filter.

IV JADWAL KEGIATAN

Tabel 2. Jadwal Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3				Bulan ke-4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																
2	Pengurusan ijin pengolahan dan pengambilan data																
3	Pengecekan kualitas data																
4	Pengolahan data I																
5	Pengolahan data II																
6	Interpretasi Hasil Penelitian																
7	Pembuatan Laporan akhir																

Rancangan biaya

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini terdiri dari :

- Perangkat keras berupa *Personal Computer (PC)* berbasis *Intel core 2 duo*, *hardisk 1 Terabyte*, dan RAM 8 GB.
- Perangkat lunak pengolah data, perangkat lunak yang digunakan adalah *Landmark Promax R5000*.
- *VM-Ware Workstation 7*.
- Data seismik yang digunakan memiliki tipe *raw data* berektensi Seg-d daerah SUME23.31.
- Parameter Data Lapangan

Tabel 3. Rincian Biaya

No	Rincian Biaya	Jumlah	Harga (Rp)
Biaya habis pakai :			
1	Hardisk Eksternal 500 GB	2 buah	1280000
	Memori Internal DDR3 8 GB	1 buah	230000
	PC (<i>Personal Computer Core 2 Duo</i>)	1 buah	2.700.000
	<i>Monitor</i>	2 buah	700000
	Pembelian software Landmark Promax R5000	1 buah	300000
	Software		50000
	Peralatan penunjang PKM :		
2	Hardcover Laporan	5 Rangkap	25000
	CD RW	1 buah	7000
	Print Literatur	3 buah	121000
	Print Panduan Promax	1 buah	7400
	Scan Hasil Seismik	3 buah	30000
	Print Laporan	500 lembar	150000
	Foto-copy	2 buah	150000
3	Perjalanan		2700000
Total			Rp. 5.120.400

V HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Filter *Radon Transform*

Proses filter *Radon* umumnya dilakukan untuk menghilangkan *multiple* periode panjang. Teknik yang digunakan adalah dengan memisahkan *multiple* dan sinyal primer pada data seismik berdasarkan *moveout*-nya. Filter *radon* dengan

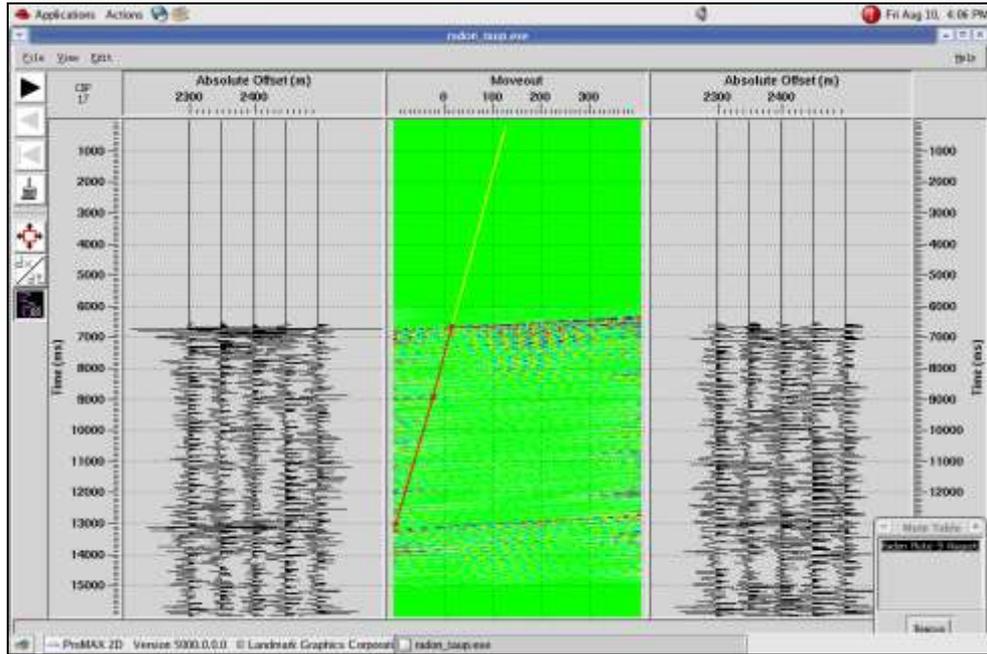
domain time vs *moveout* akan menampilkan nilai-nilai *residual moveout* dimana nilai dibagian sebelah kanan (lebih besar dari nol) merupakan indikasi adanya energi *multiple*. Bagian yang dianggap *multiple* tersebut kemudian dipotong dan dipisahkan dari data primer. Masukan dari proses ini adalah data yang telah dilakukan proses NMO dengan *header* berupa CDP *gather* dan *header* sekundernya berupa *absolute value of offset* (AOFSET), karena penentuan *residual moveout* tersebut bergantung pada hasil NMO. Jadi reflektor yang telah di-NMO akan mempunyai nilai *moveout* nol sedangkan *multiple* akan mempunyai *moveout* yang lebih besar dari nol.

Sinyal *multiple* akan terlihat pada daerah yang mempunyai *moveout* lebih besar dari pada nol yakni *multiple* yang mengalami *undercorrected*. Tipe *radon* yang digunakan adalah *radon hiperbolic* dan *parabolic* untuk membandingkan hasil yang didapatkannya setelah *stack*. Pada parameter *number of P-value* diisi oleh angka yang lebih besar dari *fold* maksimum. Pada data ini *fold* maksimum berada pada kisaran 60 (dapat dilihat pada saat QC *geometry*). Parameter *P-value of interest* biasanya diisi dengan nilai nominal -100, hal ini untuk mengatasi refleksi primer yang mengalami *overcorrected* (baik saat *muting* atau NMO), sedangkan parameter *maximum P-value of interest* kurang dari nilai maksimum *offset* dibagi dengan kecepatan RMS minimum (V_{rms}). Karena data ini merupakan data *marine*, maka kecepatan RMS minimum adalah kecepatan air. *Multiple* akan terlihat muncul pada bagian yang memiliki nilai *moveout* lebih besar daripada nol. Hasil tersebut dapat dilihat perbedaanya pada gambar di bawah ini.

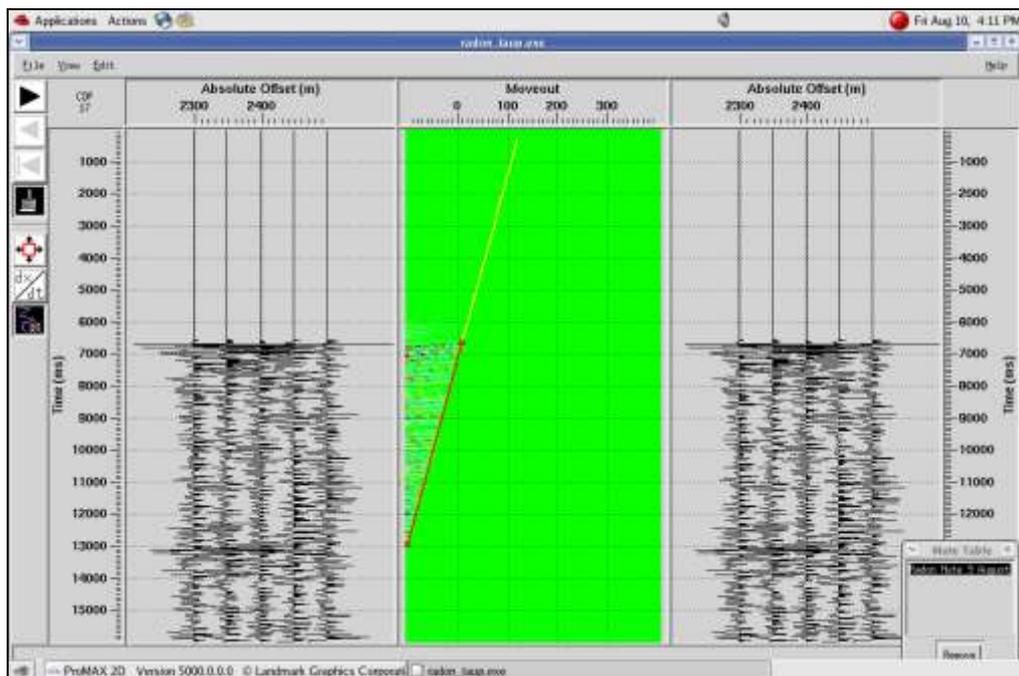
Tipe filter *Radon* yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *Radon Hiperbolik*. Tipe *Radon Hiperbolik* ini lebih cocok digunakan pada kasus laut dalam. Filter *Radon* diterapkan untuk menghilangkan *multiple* periode panjang, termasuk *multiple* permukaan yang terdapat pada data yang digunakan dalam penelitian ini (Gambar 5, 6, 7).



Gambar 5. Parameter Masukkan Dalam *Radon Filter*.

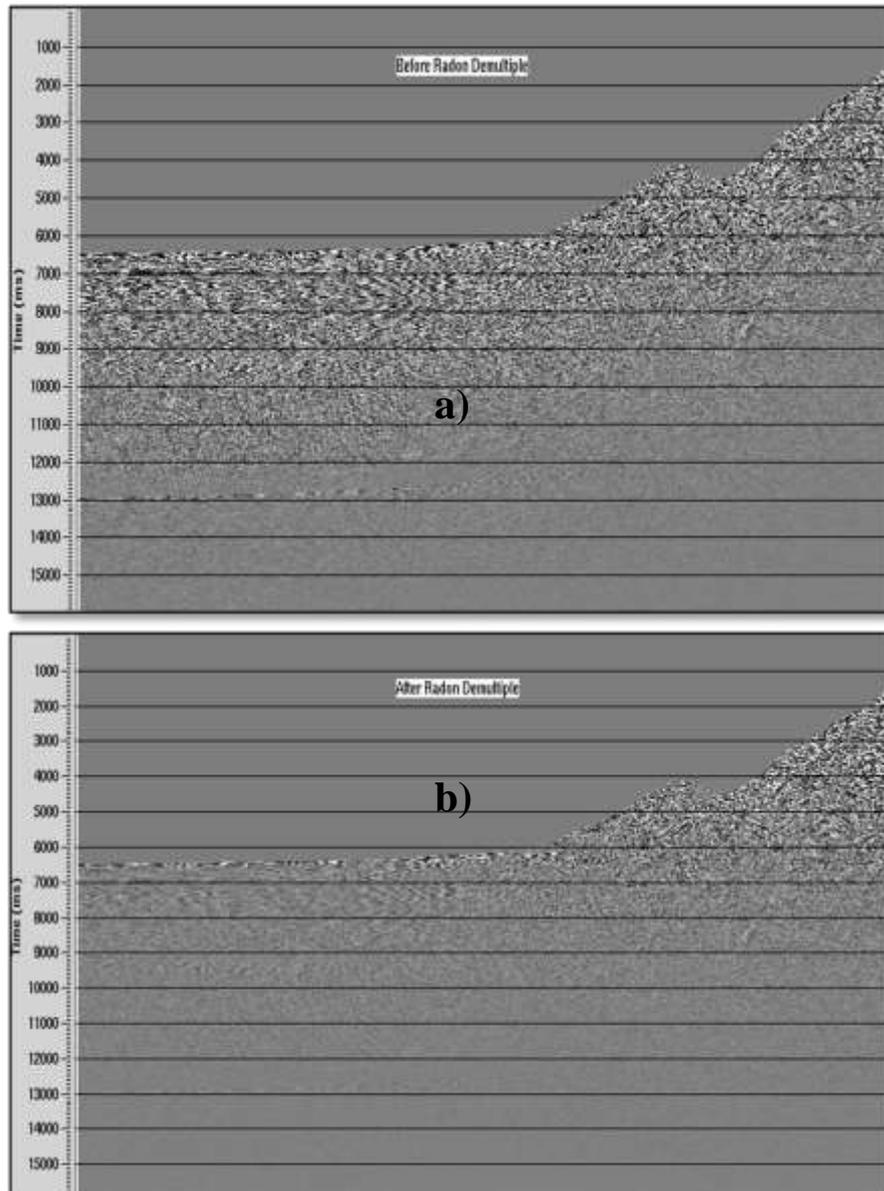


Gambar 6. Analisa Radon yang Mengelompokkan *Multiple* dan Sinyal dari Data Seismik Berdasarkan Perbedaan *Moveout*-nya Sebelum Dilakukan *Radon Velocity Filter*.



Gambar 7. Analisa Radon yang Mengelompokkan *Multiple* dan Sinyal Berdasarkan *Moveout*-nya Sesudah Dilakukan Filter Radon.

Hasil proses filter Radon diharapkan dapat memberikan resolusi yang lebih baik dibandingkan dengan data yang belum mengalami proses filter *Radon*, karena proses ini merupakan salah satu metode untuk menghilangkan *multiple* sehingga data seismik kita menjadi bebas *multiple* dan akan memberikan informasi geologi yang semakin valid (Gambar 8).



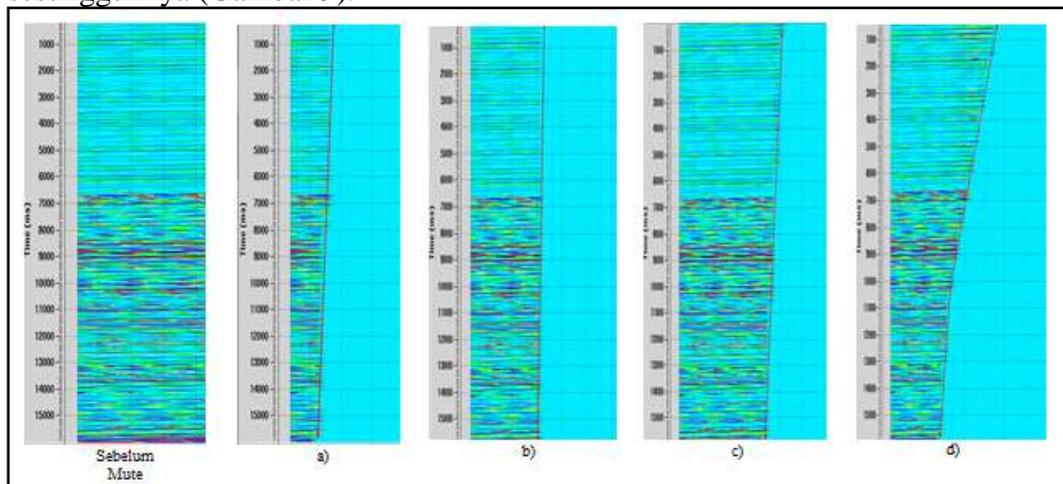
Gambar 8. Perbandingan Hasil (a) Sebelum dan (b) Sesudah *Radon Filter*.

Hasil di atas menunjukkan bahwa multiple pada kedalaman antara 12000-14000 ms^{-1} telah berhasil direduksi menggunakan radon filter parabolik. Meskipun belum seluruh *multiple* dapat dihilangkan, namun *noise* terhadap data pada *far offset* (efek *bowtie*) dapat diminimalkan secara optimal. Hal tersebut terlihat pada lingkaran merah dimana *noise* tersebut telah hilang. *Radon transform* efektif dalam menghilangkan *multiple* yang berada di *offset* jauh, karena dengan *offset* yang cukup maka perbedaan *moveout* antara refleksi primer dengan *multiple* akan lebih jelas terlihat.

Pada area *offset* dekat, filter *radon* sulit untuk melihat perbedaan *moveout* antara refleksi primer dan *multiple* karena kelengkungan hiperbolik dari refleksi primer dan *multiple* masih berupa garis lurus sehingga ketika ditransformasikan ke dalam domain radon akan terlihat sama. Oleh sebab itu, untuk memaksimalkan fungsi dari radon ini, maka dapat dilakukan dengan kombinasi filter seperti *surface related multiple elimination* (SRME), karena menurut Rahadian (2011)

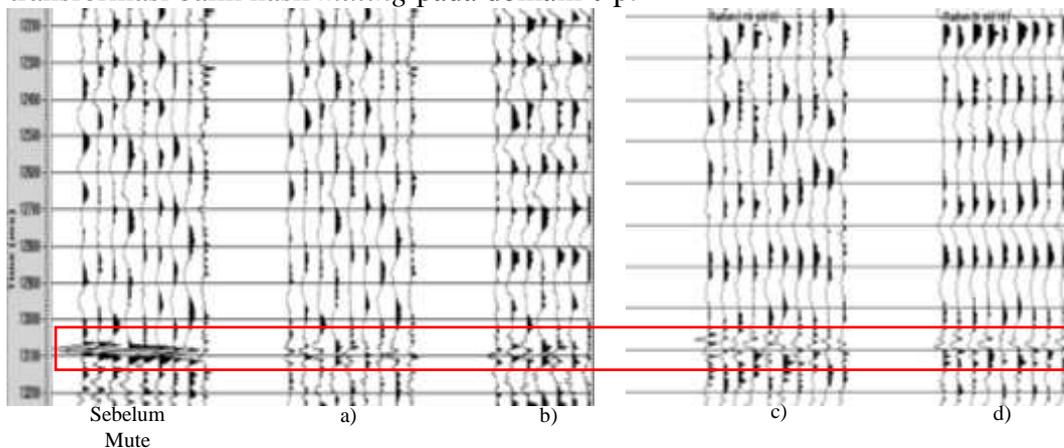
SRME lebih efektif digunakan untuk mengeliminasi multiple pada daerah *near offset*. Metode SRME ini lebih efektif pada *near offset* karena dalam reduksi multiple tidak bergantung pada *moveout*.

Adanya perbedaan amplitudo dan fase semakin besar antara model prediksi *multiple* dengan *multiple* sebenarnya ke arah *offset* jauh adalah kemungkinan disebabkan oleh adanya *feather angle* dari *streamer* pada saat akuisisi data. Dan ini ditambah pula dengan tidak adanya data file UKOAA yang dibutuhkan sebagai data navigasi dan *positioning streamer* dan *gun array* dalam tahap geometri. Dengan adanya *feather angle* dan tidak digunakannya data UKOAA, maka nilai *offset* yang terekam dalam *database* dan diolah dalam prediksi *multiple* adalah bukan *offset* sebenarnya. Ketika di *offset* dekat, posisi *streamer* relatif lurus sehingga *offset*-nya masih tepat dan sebaliknya semakin ke arah *far offset* perbedaan *offset*-nya menjadi semakin besar dengan *offset* sesungguhnya (Gambar 9).



Gambar 9. Variasi Muting dalam Domain τ -p.

Proses *muting* dalam domain τ -p ini akan sangat mempengaruhi energi yang terkandung dalam gelombang. Efeknya semakin besar area *muting* yang dilakukan maka akan semakin kecil nilai amplitudo yang dihasilkan saat ditransformasi kembali ke domain T-X. Gambar 10 menunjukkan hasil transformasi balik hasil *muting* pada domain τ -p.



Gambar 10. Data Seismik Domain T-X Hasil Transformasi Balik.

Dari Gambar 10 gambar (A) dinilai merupakan hasil *muting* terbaik yang dapat menghilangkan *multiple*, namun tetap menjaga keaslian amplitude. Hasil

muting (B), (C) dan (D) mampu menekan keberadaan *multiple*, namun tidak dapat mempertahankan keaslian *multiple*

VI KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapatkan dari penelitian ini dan terkait kepada tujuan awal, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Radon Transform* dapat mereduksi *multiple* dari data seismik SUME23.31. Pada *near offset* masih terdapat sedikit *multiple*, sedangkan pada *far offset*, metode ini dapat menghilangkan efek *bowtie*. Pengaruh *offset* merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap data. Kekurangan ini dapat diminimalisir apabila dalam geometri dilengkapi dengan data UKOAA (*United Kingdom Offshore Operators Association*). Meskipun demikian untuk mendapatkan suatu data seismik suatu lintasan dengan *feather angle* 0^0 sangatlah sulit, karena terkait faktor lingkungan di saat perekaman data di lapangan. Semakin sempit desain *muting multiple*, semakin besar kemampuan mereduksi *multiple* dan tereduksinya data primer akan semakin besar serta begitu pula sebaliknya.

Data seismik memerlukan pengolahan *geometri, true amplitude recovery* (TAR), *deconvolusi, preprocessing, brute-stack, dan radon stack*. Iterasi atau pengulangan terhadap hasil yang didapatkan pada masing-masing tahap harus dilakukan dengan beberapa kali pengulangan sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas data yang dihasilkan.

Saran

Proses dekonvolusi belum sempurna dalam menghilangkan efek *noise* serta *multiple*. Diperlukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode lain yang lebih efektif dalam menghilangkan seluruh *multiple* seperti SRME (*Surface Related Multiple Elimination*) atau dengan menggunakan kombinasi lain dengan beberapa filter. Pemilihan data sebaiknya menggunakan data survey yang lengkap, karena terkait koreksi dan input data dalam geometri yang sangat berpengaruh terhadap proses selanjutnya dalam pengolahan data seismik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. 2007. Ensiklopedia Seismik Online. <http://ensiklopediseismik.blogspot.com/> [Diunduh : 21 Juli 2012]
- Aki and Richard. 1980. *Quantitative Seismology*. Blackwell Publishing. University Science Books Sausalito, California.
- Anderson N and A Atinuke. 1999. *Overview of The Shallow Seismic Reflection Technique*. University of Missouri-Rolla, Missouri : 27 pp.
- Cao, Zhihong. 2006. *Analysis and Application of The Radon Transform*. University of Calgary : USA.
- Cary, P.W. 2001. *Seismic Deconvolution : Assumptions, Concerns and Convictions*. Sensor Geophysical Ltd.
- Dewar, Downtown. 2006. *Seismic and Seeing What's There*. Calgary : USA.
- Ekasapta, A. 2008. *Wavelet Seismik*. <http://asyafe.wordpress.com/> [Diunduh : 11 Maret2011].

Garland, George D. 1971. *Introduction To Geophysics Mantle Core and Crust*. Toppan Company : London.

Jusri, T.A. 2004. Panduan Pengolahan Data Seismik Menggunakan ProMAX. Laboraturium Seismik Program Studi Geofisika Departemen Geofisika dan Meteorologi Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Kearns R and FC. Boyd. 1963. *The Effect of a Marine Seismic Exploration on Fish Population in British Colombia*. Vancouver, Canada : 7 pp.

Murdianto, B. 2009. Workshop Pengolahan Data Seismik Menggunakan SU : Volume 1 Reformat Data – Dekonvolusi. Universitas Indonesia.

Priyono, Awali. 2006. *Petunjuk Praktikum Metode Seismik II*. ITB : Bandung.
ProMAX 2D Version 5000. 2011. Promax Reference. Landmark Graphics Corporation. Houston.

Rahadian. 2011. *Penerapan Metode Surface Related Multiple Elimination dalam Optimalisasi Pengolahan Data Seismik 2D Marine*. ITB : Bandung.

Sanny , TA. 1998. *Seismologi Refleksi*. Dept. Teknik Geofisika, ITB, Bandung : 31 hal.

Sanny , TA. 2004. *Panduan Kuliah Lapangan Geofisika Metode Seismik Refleksi*. Dept. Teknik Geofisika, ITB, Bandung : 34 hal.

Talagapu, K.K. 2005. 2D and 3D Land Seismic Data Acquisition and Seismic Data Processing. Departement of Geophysics, College of Science and Technology Andhra University. Andhra Pradesh.

Triyoso, W. 1991. *Konsep-Konsep Dasar Seismologi*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.

Van der Kruk 2001. *Reflection Seismik 1*, Institut für Geophysik ETH, Zürich : 86 pp.

Verschnuur, DJ and Bekhnout AJ. 1997. *Estimation of Multiple Scatering by Iterative Inversion*. Part I : Theorretical Considerations : Geophysics. Vol 62 No 5.

WM Telford, LP Geldart, RE Sheriff, and DA Keys. 1974. *Applied Geophysics*. Vail Ballou Press : New York.

Yan, Yan. 2002. *Suppresion of Water Column Multiples by Combining Components of Ocean-Bottom Seismic Surveys*. Calgary : USA.

Yilmaz, Ozdogan. 2001. *Seismic Data Analysis*. Society of Exploration Geophysicists : Volume 1.

Yilmaz, Ozdogan. 1987. *Seismic Data Processing*. Society of Exploration Geophysicists : USA.