



Studi Pengolah Data (Processing) Seismik dengan Menggunakan Program Promax

Rahma Hi. Manrulu, Nengah Jambonada^{*}, Ayu Ashari, Jeim Suasdin
Program Studi Fisika, Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo

^{*}E-Mail: nengahjambonada.1303408010@gmail.com

ABSTRAK. *Pengolahan data seismik yang dilakukan bertujuan untuk memperoleh gambaran struktur geologi bawah permukaan yang mendekati keadaan sebenarnya dengan cara meningkatkan signal noise ratio. Hasil pengolahan data seismik sangat bergantung pada parameter – parameter dan metode-metode yang digunakan, sehingga untuk menghasilkan data dengan kualitas baik harus didukung oleh informasi geologi dan pengalaman dan kemampuan dari pemakaian software sangat mempengaruhi hasil yang didapat. Pada softwareProMAX terdapat berbagai metode yang memiliki kelebihan masing-masing dalam menentukan solusi untuk suatu data. Bila metode yang digunakan sesuai dengan karakteristik data, maka hasil yang didapat akan maksimal. Kualitas dari data yang dihasilkan dipengaruhi juga oleh fakto human error. Misalnya dalam picking velocity pada analisis kecepatan*

Kata Kunci: *human error, noise ratio, picking velocity, software proMAX*

I. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi permasalahan mengenai *recovery* cadangan hidrokarbon dunia, suatu metode diluncurkan oleh para ahli geofisika, Metode tersebut dinamakan metode seismik. Metode tersebut untuk saat ini merupakan metode geofisika yang paling sering digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon di dunia (Priyono. A, 2005). Sedangkan beberapa metode lain sedang dicoba dikembangkan untuk melaksanakan eksplorasi hidro efisien dan efektif. Metode ini memanfaatkan perambatan, pembiasan, pemantulan gelombang gempa. Dengan menggunakan metode ini akan memudahkan pekerjaan eksplorasi hidrokarbon karena dengan metode seismik dapat diselidiki batuan yang diperkirakan mengandung hidrokarbon atau tidak. Tentu saja metode ini pun harus didukung oleh adanya data-data geologi yang lengkap. Secara umum dalam suatu langkah eksplorasi hidrokarbon, urutan penggunaan metode seismik adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data seismik (*Seismic Data Acquisition*)

2. Pengolahan data seismic (*Seismic Data Processing*)
3. Interpretasi data Seismik (*Seismic Data Interpretation*)

Ketiga langkah ini merupakan sebuah pola dimana dalam tahap prosesing data seismik secara runtut beberapa program prosesing data (Azman, 2004).

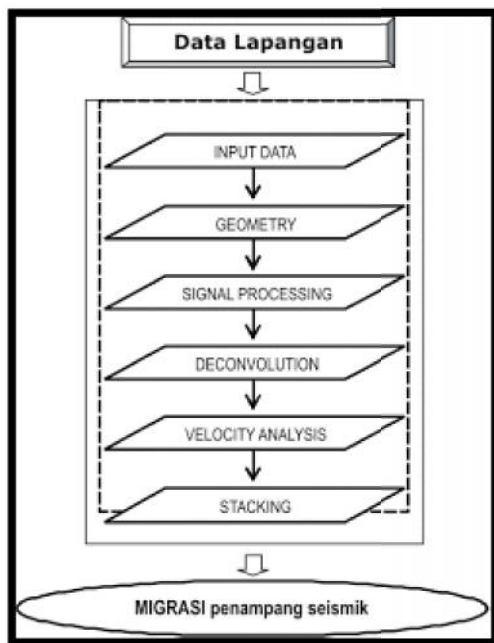
Langkah yang sistematis merupakan sebuah keharusan dalam pengolahan data seismik. Polahan data (prosesing) sebagai langkah dalam pengolahan data dalam tahap selanjutnya, setelah tahap akusisi data, maka dalam hal ini tahap prosesing menjadi tahap lanjutan dalam pengolahan data seismik. Software yang banyak digunakan dalam pengolahan data seismik yakni proMAX. Gambaran umum mengenai Prosesing data seismik menjadi sebuah batasan yang utuh dalam latar belakang dan juga merupakan batasan masalah dalam karya tulis ini. Masalah yang disajikan iyalah bagaimana tahapan prosesing data dengan program proMAX?

Pengembangan dan pengolahan data dalam penyajian tentunya merupakan satu

proses enterpretasi dari sebuah kajian pengolahan keadaan alam, keadaan tersebut menjadi sebuah pematik dalam enterpretasi dalam sebuah karya tulis dalam menyajikan informasi mengenai prosesing data seismik. Arah tersebut akan menjadikan karyatulis ini sebuah reveremsi dalam kegiatan akademik lainnya.

1.1 Input Data

Urutan Pengolahan data seismic dapat berbeda – beda tergantung dari perangkat lunak yang digunakan. Namun secara garis besar urutan pengerjaan pengolahan data adalah sama. Secara umum tahap pengolahan data seismic seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap pengolahan seismic

(sumber:hasyafe.wordpress.com/sitemap.xml)

Sebelum dilakukan pengolahan data, data lapangan harus kita proses awal dahulu. Pada dasarnya proses pengolahan awal ini bertujuan untuk menyiapkan data yang bagus untuk proses pengolahan data yang belum distack. Pada perangkat lunak ProMAX version 2003, sistem yang digunakan adalah UNIX (Jusri.T, 2005). Data seismic dalam bentuk digital direkam dalam pita magnetik dengan standar format tertentu. Standar format ini dilakukan oleh SEG (Society of Exploration Geophysics). *Magnetic tape* yang

digunakan biasanya adalah 9 stack tape dengan format : SEG-A, SEG-B, SEG-C, SEG-Y.

Data seismic direkam dalam bentuk multiplex. Dalam bentuk ini susunan kolom matriks menyatakan urutan data dari masing - masing stasion penerima. Sedangkan barisnya menyatakan urutan data dari perekaman seismic. Untuk ituyang harus pertama kali dilakukan adalah demultiplexing data, yaitu mengurutkan kembali data seismic untuk masing-masing stasion penerima sehingga berupa trace seismic.

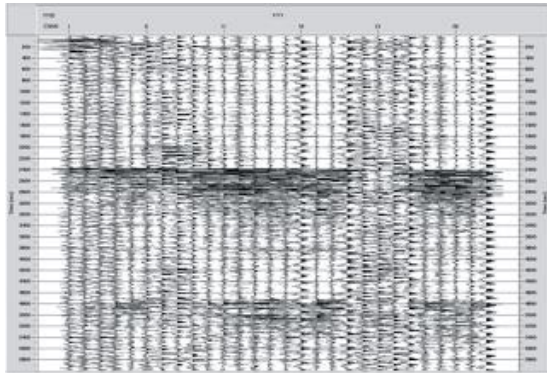
Secara matematis demultiplex dapat dilihat sebagai transpose matriks yang sangat besar sehingga kolom matriks transpose tadi terbaca sebagai rekaman trace seismic pada offset yang berbeda untuk setiap common shot point (Landmark, 1998). Data yang digunakan sudah diformat sedemikian rupa sehingga tidak perlu lagi dilakukan forming. Data yang diolah berupa format SEG-Y.

Data lapangan yang dikerjakan memiliki konfigurasi tipe *spread*, panjang *streamer*, *streamer*, *source*, *receiver*, dan *multichannel*. Fungsi Instrument Dephase adalah untuk mengoreksi *phase data trace* terekam untuk menghilangkan noise yang diakibatkan oleh alat perekam atau geophone sewaktu merekam sinyal dari dalam bumi. Data yang digunakan pada pengolahan data seismic marine 2D iyalah sudah dilakukan Instrument Dephase.

1.2 Geometri

Tahapan ini dimaksudkan untuk mendefinisikan geometri dari data yang telah di-loading agar sesuai dengan geometri penembakan pada akusisi data di lapangan. Tipe *spread* yang digunakan *Single off end* Kedalaman airgun 3 m dan panjang *streamer* 700 m dengan kedalaman *streamer* 10 m. *Streamer* yang dgunakan 28 *hydrophone* Near offset 30 m dengan sumber airgun *Sail line* azimuth 90°. *Receiver* yang digunakan *hydrophone* dengan jumlah tembakan 3741. Seismik *multichannel* 28 kanal dengan Interval

tembakan 25 m. Nomor *receiver* pertama 1 dengan interval channel 25 m dengan nomor *receiver* terakhir adalah 28.



Gambar 2. Dataset GEOM FFID

(sumber:asyafe.wordpress.com/2008/07/)

1.3 Editing Signal

Selama proses akuisisi dilakukan seringkali hasil rekaman terganggu oleh beberapa sebab, seperti pembalikan polaritas, trace mati, berbagai jenis noise (Ground roll, koheren dan random noise) yang jika tidak dihilangkan terlebih dahulu akan sangat mengganggu dalam proses pengolahan data. Noise yang diakibatkan oleh Instrument dan geophone telah direduksi sebelumnya pada *Instrument Dephase*. Dalam pengolahan data seismik ini penulis menggunakan 2 *subflow* utama dalam *flow Editing* ini yaitu :

a. Trace Muting

Trace Nuting adalah pengeditan yang dilakukan dengan cara membuang/memotong bagian-bagian *trace* pada zona tertentu. Ada tiga jenis mute yang biasa dilakukan yaitu : *Top*, *Bottom* dan *Surgical Mute*. Data lapangan terdiri dari beberapa jenis gelombang. Gelombang yang tidak melibatkan dalam pengolahan data seismik refleksi akan dibuang. Even – even yang pertama direkam adalah *direct wave* yang dapat kita hilangkan dengan melakukan mute, yang dalam pengolahan data seismik 2D kali ini penulis lakukan. Untuk itu sebelumnya dilakukan pick terhadap tiap trace.

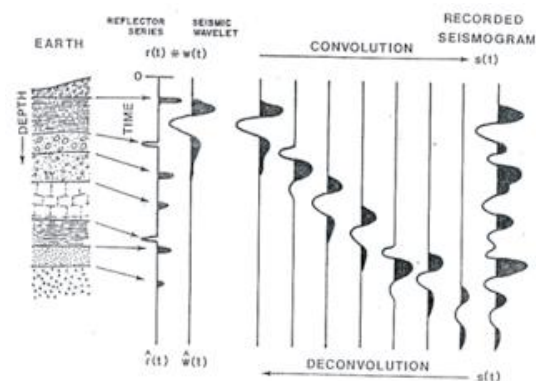
b. Trace Kill/Reverse

Trace dengan data yang jelek sekali atau *trace* yang mati akan sangat sulit sekali untuk

dikoreksi, karena itu akan kita buang (seluruh data dalam *trace* tersebut dibuat berharga nol. Pada modul ProMAX, proses editing sinyal dilakukan berdasarkan hasil identifikasi trace pada keseluruhan data seismik. *Flow* dan spesifikasi parameter *subflow* yang digunakan dalam proses *editing* sinyal ialah sebagaiberikut.

c. Dekonvolusi

Dekonvolusi adalah suatu proses untuk menghilangkan wavelet seismik sehingga yang tersisa hanya estimasi dari reflektifitas lapisan bumi.



Gambar 3. Skema dekonvolusi

(sumber: .uns.ac.id)

Secara garis besar metoda dekonvolusi dapat dibagi menjadi dua, yaitu deterministik dan statistik. Dekonvolusi deterministik adalah dekonvolusi menggunakan operator filter yang sudah diketahui atau didesain untuk menampilkan suatu bentuk tertentu. Contoh dekonvolusi deterministik adalah spiking deconvolution. Sementara jika disain filter tidak kita ketahui, kita dapat memperolehnya secara statistik dari data itu sendiri. Metoda ini disebut dekonvolusi statistik. Contoh dekonvolusi statistik adalah dekonvolusi prediktif.

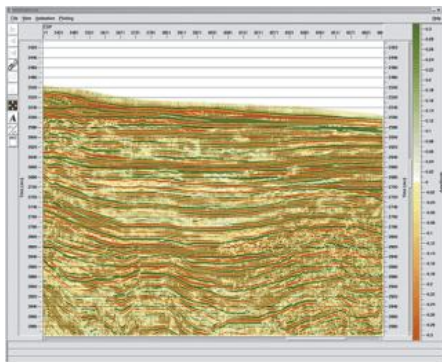
Dekonvolusi prediktif dilakukan dengan cara mencari bagian-bagian yang bisa diprediksi dari trace seismik untuk kemudian dihilangkan. Metode dekonvolusi yang digunakan pada penelitian ini ialah metode dekonvolusi prediktif. Untuk mengaplikasikan proses dekonvolusi, perintah yang digunakan pada modul ProMAX ialah Spiking/Predictive

Deconvolution. Namun sebelumnya perlu dilakukan tes parameter decon terlebih dahulu untuk mengetahui harga operator decon terbaik.

1.4 Processing

Kecepatan gelombang seismik dalam formasi bawah permukaan adalah salah satu informasi penting yang akan digunakan untuk konversi data seismik dari domain waktu ke kedalaman. Sumber data kecepatan yang paling akurat didapat dari pengukuran *check-shot* sumur tetapi metoda tersebut hanya dapat dilakukan pada area yang sangat dekat dengan lokasi sumur, pada kenyataannya interpretasi dilakukan pada area-area yang jauh dari lokasi sumur. Masalah lainnya adalah adanya struktur geologi yang kompleks sehingga menimbulkan variasi kecepatan terhadap kedalaman. Hal-hal tersebut dapat menimbulkan masalah dalam penentuan posisi struktur dan masalah pada waktu dilakukan proses migrasi. Oleh karena itu analisa kecepatan adalah suatu proses yang sangat penting dalam tahapan pemrosesan data seismik.

Metode analisis kecepatan yang digunakan ialah metode mengukur-kesamaan atau metode semblance. Metode ini menampilkan spektrum kecepatan dan CDP gather secara bersamaan. Pada modul ProMAX, skema dasar tahapan analisis kecepatan ialah seperti pada gambar berikut.



Gambar 5. Hasil migrasi F-K
(sumber: www.seismik.cz)

Pada Gambar 5 subflow Supergather Formation digunakan untuk membentuk

suatu formasi paket CDP (CDP's supergather) dengan input dataset yang telah didekonvolusi. Proses ini akan mengumpulkan CDP-CDP dengan trace header SG_CDP. Kemudian disiapkan data sebagai input untuk analisis kecepatan dengan menggunakan subflow Velocity Analysis Precompute. Dataset yang dihasilkan dengan nama "precompute_dataset" digunakan sebagai parameter input dalam subflow Disk Data Input. Didalam subflow ini juga dilakukan modifikasi trace header sesuai dengan definisi atribut supergather sebelumnya, yaitu pada menu Select Primary Trace Header Entry diisi dengan "SG_CDP". Subflow yang terakhir ialah Velocity Analysis. Tabel kecepatan didefinisikan untuk menyimpan hasil picking kecepatan, yakni dengan nama '_Velan_'. Stacking trace merupakan tahapan pengolahan data seismik dimana seluruh data trace seismik dikoreksi NMO kemudian di-stack (stacking).

Proses *stacking trace* kecepatan yang digunakan ialah kecepatan *stack*. Kecepatan *stacking* dapat diperoleh dari hasil analisis kecepatan sebelumnya dengan melihat amplitudo *stack* yang paling optimum. Kecepatan ini seringkali disebut juga kecepatan NMO saja. Untuk jarak *offset* yang kecil, kecepatan stacking sama dengan kecepatan RMS. Hasil akhir *stacking trace* ialah sebuah penampang seismik yang belum termigrasi atau dikenal dengan nama stacked section. Penampang ini ditampilkan dalam format wiggle trace, yakni format default display yang disediakan oleh ProMAX. Ketidaktepatan posisi reflektor ini disebabkan oleh efek difraksi yang terjadi ketika gelombang seismik mengenai ujung/puncak dari suatu diskontinuitas akibat adanya struktur geologi, seperti lipatan atau sesar. Migrasi dilakukan dengan cara menggeser reflektor ke arah up-dip sepanjang garis kurva hiperbolik di mana bentuk dari hiperbola tersebut bergantung pada kecepatan medium tempat gelombang seismik tersebut merambat.

Proses migrasi yang dilakukan (secara keseluruhan) pada penelitian ini adalah post stack time migration (PSTM), yaitu migrasi dilakukan pada setiap event yang sudah dikoreksi NMO dan di-stack, serta di dalam domain time. Metode migrasi yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode F-K (frekuensi bilangan gelombang). Subflow yang digunakan ialah Memory Stold F-K Migration. Dalam subflow ini digunakan tabel hasil picking analisis kecepatan sebelumnya. Output dataset hasil migrasi kemudian ditampilkan, yaitu berupa penampang seismik 2D yang dikenal dengan nama migrated section (Yilmaz, 1987).

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei seismik dilakukan untuk mendapatkan rekaman data seismik dengan kualitas yang baik. Penilaian baik tidaknya data seismik adalah dari perbandingan antara banyaknya sinyal refleksi dengan sinyal gangguan atau noise yang diterima. Semakin banyak sinyal refleksi serta semakin sedikit noise yang diterima maka kualitas perekaman data seismik semakin bagus. Keakuratan pengukuran waktu tempuh (travel time) juga mempengaruhi kualitas perekaman.

Secara garis besar eksplorasi seismik dibagi menjadi eksplorasi seismik dangkal dan eksplorasi seismik dalam. Eksplorasi seismik yang digunakan untuk eksplorasi hidrokarbon (minyak dan gas bumi) adalah eksplorasi seismik dalam. Sedangkan eksplorasi seismik dangkal (shallow seismic reflection) biasa digunakan untuk eksplorasi batubara dan bahan tambang lainnya. Kedua jenis eksplorasi seismik tersebut memiliki resolusi dan akurasi yang berbeda. Seismik refleksi terbagi atas tiga bagian yaitu akuisisi data seismik, proses data seismik, dan yang terakhir adalah interpretasi data. Akuisisi data adalah untuk memperoleh data seismik dari area yang disurvei. Dari proses data seismik akan diperoleh penampang seismik permukaan bawah tanah. Setelah data seismik diproses maka dilakukan interpretasi untuk menganalisa keadaan geologi di bawah

permukaan dan juga untuk memperkirakan komposisi material batuan di bawah permukaan tersebut. Proses akuisisi data sangat penting karena mempengaruhi kualitas data seismik. Kualitas data seismik yang baik akan menghasilkan penggambaran penampang seismik bawah tanah yang baik sehingga proses interpretasi juga dapat dilakukan dengan baik.

Secara umum kegiatan akuisisi data seismik adalah dimulai dengan membuat sumber getar buatan, seperti vibroseis atau dinamit, kemudian mendeteksi dan merekamnya ke suatu alat penerima, seperti geophone atau hidrophone. Getaran hasil ledakan akan menembus ke dalam permukaan bumi dimana sebagian dari sinyal tersebut akan diteruskan dan sebagian akan dipantulkan kembali oleh reflektor. Sinyal yang dipantulkan kembali tersebut akan direkam oleh alat perekam di permukaan. Sedangkan sinyal yang menembus permukaan bumi akan dipantulkan kembali oleh bidang refleksi yang kedua sinyalnya akan diterima kembali oleh alat perekam dan seterusnya hingga ke alat perekam yang terakhir. Alat perekam akan menghasilkan data berupa trace seismik.

Gelombang seismik adalah gelombang mekanis yang muncul akibat adanya gempa bumi. Sedangkan gelombang secara umum adalah fenomena perambatan gangguan (usikan) dalam medium sekitarnya. Gangguan ini mula-mula terjadi secara lokal yang menyebabkan terjadinya osilasi (pergeseran) kedudukan partikel-partikel medium, osilasi tekanan maupun osilasi rapat massa. Karena gangguan merambat dari suatu tempat ke tempat lain, berarti ada transportasi energi. Gelombang seismik disebut juga gelombang elastik karena osilasi partikel-partikel medium terjadi akibat interaksi antara gaya gangguan (gradien stress) melawan gaya-gaya elastik. Dari interaksi ini muncul gelombang longitudinal, gelombang transversal dan kombinasi diantara keduanya. Apabila medium hanya memunculkan gelombang longitudinal saja

(misalnya di dalam fluida) maka dalam kondisi ini gelombang seismik sering dianggap sebagai gelombang akustik.

Dalam eksplorasi minyak dan gas bumi, seismik refleksi lebih lazim digunakan daripada seismik refraksi. Hal tersebut disebabkan karena seismik refleksi mempunyai kelebihan dapat memberikan informasi yang lebih lengkap dan baik mengenai keadaan struktur bawah permukaan. Penyelidikan seismik dilakukan dengan cara membuat getaran dari suatu sumber getar. Getaran tersebut akan merambat ke segala arah di bawah permukaan sebagai gelombang getar. Gelombang yang datang mengenai lapisan-lapisan batuan akan mengalami pemantulan, pembiasan, dan penyerapan. Respon batuan terhadap gelombang yang datang akan berbedabeda tergantung sifat fisik batuan yang meliputi densitas, porositas, umur batuan, kepadatan, dan kedalaman batuan. Gelombang yang dipantulkan akan ditangkap oleh geophone di permukaan dan diteruskan ke instrument untuk direkam. Hasil rekaman akan mendapatkan penampang seismik.

Refleksi Seismologi (Refleksi Seismik) adalah metode geofisika eksplorasi yang menggunakan prinsip – prinsip seismologi untuk memperkirakan sifat – sifat bumi bawah permukaan dari refleksi gelombang seismik. Metode ini memerlukan kontrol energi sumber seismik, seperti dinamit / Tovex, Airgun atau vibrator seismik, umumnya dikenal dengan nama dagang (trademark) Vibroseis. Dengan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk pantulan tiba di penerima (receiver), memungkinkan untuk menentukan kedalaman fitur yang menggenerate pantulan (refleksi). Dengan cara ini, seismologi refleksi mirip dengan sonar dan echolocation.

Metoda seismik refleksi mengukur waktu yang diperlukan suatu impuls untuk melaju dari sumber suara, terpantul oleh batas – batas formasi geologi, dan kembali ke permukaan tanah pada suatu geophone. Refleksi dari suatu horison geologi mirip

dengan gema pada suatu muka tebing atau jurang. Metoda seismik refleksi banyak dimanfaatkan untuk keperluan eksplorasi perminyakan, penentuan sumber gempa ataupun mendeteksi struktur lapisan tanah.

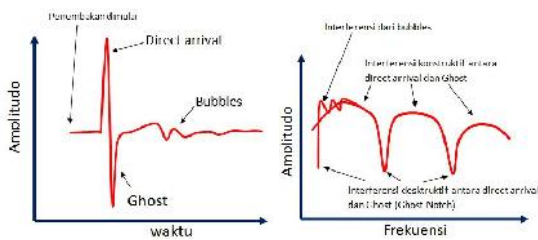
Seismik refleksi hanya mengamati gelombang pantul yang datang dari batas-batas formasi geologi. Gelombang pantul ini dapat dibagi atas beberapa jenis gelombang yakni : Gelombang P, Gelombang-S, Gelombang Stoneley, dan Gelombang Love.

Refraksi Seismologi (Pembiasan seismik) adalah prinsip geofisika yang diatur oleh hukum Snell. Digunakan dalam bidang geologi teknik , rekayasa geoteknik dan geofisika eksplorasi. Transverse refraksi seismik (garis seismik) dilakukan dengan menggunakan seismograf atau geophone dalam array dan sumber energi. Metode refraksi seismik memanfaatkan gelombang seismik pada lapisan geologi dan batuan / unit tanah untuk mencirikan kondisi geologi bawah permukaan dan struktur geologi .

Metoda seismik refraksi mengukur gelombang datang yang dipantulkan sepanjang formasi geologi dibawah permukaan tanah. Peristiwa refraksi umumnya terjadi pada muka air tanah dan bagian paling atas formasi bantalan batuan cadas. Grafik waktu datang gelombang pertama seismik pada masing-masing geofon memberikan informasi mengenai kedalaman dan lokasi dari horison-horison geologi ini. Informasi ini kemudian digambarkan dalam suatu penampang silang untuk menunjukkan kedalaman dari muka air tanah dan lapisan pertama dari bantalan batuan cadas.

Sumber seismik adalah sebuah alat yang menggenerate kontrol energi seismik yang digunakan untuk melakukan survey seismik baik itu refleksi maupun refraksi. Sebuah sumber seismik dapat merupakan alat yang sederhana seperti bahan peledak (dinamit), atau dapat merupakan teknologi yang lebih canggih seperti Airgun. Sumber seismik dapat menyediakan pulsa tunggal atau sweep energi yang terus menerus

menghasilkan gelombang seismik, yang perjalanan melalui media seperti air atau lapisan batuan. Beberapa gelombang kemudian mencerminkan dan membiaskan.



Gambar 6. Arsitektur marine source
(sumber: www.seismik.cz)

Source signature adalah karakteristik pulsa akustik (acoustic pulse) yang dihasilkan oleh sumber gelombang seismik. Pada akusisi seismik marine, source signature diukur dengan meletakkan perekam (hydrophone) pada kedalaman tertentu yang biasanya 90 meter di bawah sumber gelombang (air gun). Marine source signature memiliki tiga elemen penting yakni direct arrival atau gelombang yang merambat dari sumber langsung ke penerima, source ghost yang terefleksikan oleh batas air udara dan bubble pulse yang dihasilkan oleh gelembung udara akibat ledakan.

Sebuah *source signature* yang baik harus memiliki direct arrival yang dominan, memiliki interferensi konstruktif antara direct arrival dan ghost serta memiliki interferensi *bubbles* yang minimum (Prihadi S, 2004).

Interferensi destruktif dari ghost dapat dihindarkan dengan meletakkan air gun pada kedalaman tertentu sehingga ghost tidak terletak pada rentang frekuensi gelombang seismik yang dikehendaki.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Pustaka dapat disimpulkan bahwa gambaran struktur geologi bawah permukaan yang mendekati

keadaan sebenarnya dengan cara meningkatkan signal noise ratio dengan software proMAX sehingga diharapkan bagi peneliti selanjutnya mengkaji Program/*Software* yang berbeda guna menjadi khasanah pengetahuan yang lebih luas.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- Azman. (2004). "Field Data Processing & QC", makalah pada 2D Seismic, Kepuh Area, West Java. Elnusa Geosains.
- Jusri, T.A. (2005). Panduan Pengolahan Data Seismik Menggunakan ProMAX. Laboratorium Seismik Program Studi Geofisika ITB.
- Landmark. (1998). ProMAX Essentials User Training Manual. Houston: Landmark Graphics Corporation.
- Munadi, S. (2003). "Pengolahan Data Seismik, Status & Permasalahannya", makalah pada Prosiding Semiloka Teknologi Simulasi dan Komputasi serta Aplikasi 2003. Jakarta: Pusat Pengkajian & Penerapan Teknologi Informasi dan Elektronika.
- Prihadi S. (2004). Interpretasi Seismik Geologi. Diktat Kuliah pada FITB ITB.
- Priyono, A. (2005). Metoda Seismik I. Diktat Kuliah pada Program Studi Geofisika FIKTM ITB.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. (2005). Laporan Penelitian Cekungan Geologi Perairan Gorontalo Sulawesi. Bandung: Puslitbang Geologi Kelautan.
- Sutarno, D. (tanpa tahun). Pengolahan Data Fisika Bumi. (FI-652). Catatan Kuliah pada Departemen Fisika FMIPA ITB.
- Yilmaz, O. (1987). Seismic Data Processing. Tulsa: Society of Exploration Geophysicist.