

PENGOLAHAN DATA SEISMIK 2D MARINE MENGGUNAKAN ProMAX DI AREA TENGGARA PULAU SIMEULUE

Jamaluddin^{1*}, Johanes Gedo Sea², Fitriani³, Maria⁴

¹Program Studi Geologi, STT Migas Balikpapan.

²School of Geophysics and Information Technology, China University of Geosciences, Beijing.

³School of Geophysics and Geomatics, China University of Geosciences, Wuhan.

⁴Departemen Geofisika, Universitas Hasanuddin, Makassar.

E-mail: johanesgedosea@gmail.com

ABSTRACT

Multiple in marine seismic data is the noise formed due to the high impedance contrast at the boundary between layer. Multiple interferes the data processing that will also affect the interpretation of subsurface image. The use of seismic reflection in ocean has become an activity that is often performed with a variety of purposes, to map the subsurface. The basic objective of seismic data processing is to convert the recorded information from the field into data that can be interpreted. One goal of seismic data processing is to eliminate or reduce the noise of reverberation and multiples as well as enhance the signal to noise ratio. The data are a 2D marine reflection seismic data with SEG-Y format that will be processed with using ProMAX software. SEG-Y data are combined with field geometry data in processing of header load, then is carried out noise reduction (trace editing and filtering), and seismic signal amplification (deconvolution and TAR).

Keyword : Noise, Processing Data, ProMAX, Seismic 2D Marine.

ABSTRAK

Multipel pada data seismik laut adalah refleksi berulang karena terperangkapnya gelombang di dalam air atau lapisan batuan lunak. *Multipel* akan mengganggu proses pengolahan data berikutnya yang akan mempengaruhi hasil interpretasi. Tujuan dasar dari pengolahan data seismik yaitu untuk mengkonversikan informasi yang terekam dari lapang menjadi data yang dapat diinterpretasikan. Salah satu tujuan prosesing data seismik adalah untuk menghilangkan atau mengurangi *noise* dari *reverberasi* dan *multiples* serta mempertinggi rasio sinyal terhadap *noise*. Data yang akan diolah berupa data seismik refleksi 2 *marine* berformat SEG-Y menggunakan perangkat lunak ProMAX. Data SEG-Y digabungkan dengan data geometri lapangan pada proses *header load*, kemudian dilakukan peredaman *noise* (*editing trace* dan *filtering*) dan penguatan sinyal seismik (*dekonvolusi* dan TAR).

Kata Kunci: *noise*, pengolahan data, ProMAX, seismik 2D laut.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat telah banyak memberikan pengaruh dalam perkembangan dunia eksplorasi minyak dan gas bumi. Metode seismik refleksi digunakan dalam mengidentifikasi struktur lapisan bawah permukaan untuk mengetahui daerah hidrokarbon. Terdapat tiga tahap dalam kegiatan seismik eksplorasi yaitu pengambilan data (*aquisition data*), pengolahan data (*processing data*) dan interpretasi (*interpretation*) (Yilmaz, 1987). Pengolahan data seismik merupakan tahapan yang penting karena bertujuan untuk mendapatkan gambaran struktur geologi bawah permukaan yang mendekati struktur yang sebenarnya. Citra tersebut diharapkan dapat memudahkan *interpreter* pada saat interpretasi bawah permukaan (Sukmono, 2000).

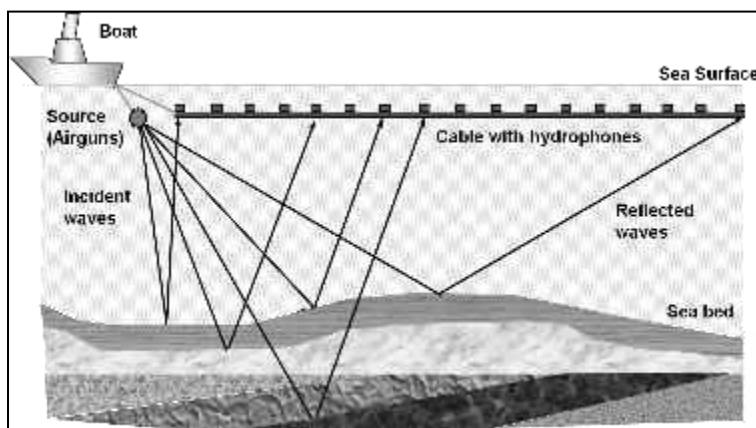
Prosesing data seismik adalah peningkatan kualitas dari data seismik dengan tujuan untuk mempresentasikan data dalam bentuk yang sesuai guna interpretasi secara geologi. Hasil akhir dari pengolahan data seismik adalah penampang seismik yang analog dengan penampang geologi (*geologic cross-section*) (Aswad, 2011). Penampang seismik yang dihasilkan dari daerah yang kompleks pada umumnya sangat sukar diinterpretasikan. Oleh karena itu, masih diperlukan perbaikan sehingga hasil pengolahan data seismik dapat menampilkan struktur bawah permukaan dengan jelas. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan prosesing data seismik *marine* 2D menggunakan *software* ProMAX sebagai pelengkap untuk mereduksi *noise* dan *multiple* serta meningkatkan kualitas *stack* dari data.

TINJAUAN PUSTAKA

Penjalaran Gelombang Seismik

Metode seismik refleksi merupakan metode geofisika aktif yaitu dilakukan dengan membuat sumber sinyal yang berupa getaran di permukaan. Gelombang yang dihasilkan akan menjalar masuk ke dalam bumi dengan pola berbentuk bola. Dalam perambatannya, gelombang seismik mengalami perubahan fase, energi, dan *amplitudo* yang disebabkan oleh perbedaan sifat fisis *interface* seperti densitas dan kecepatan medium (Aswad, 2011). Ketidaklanjutan medium tersebut menyebabkan gelombang seismik dipantulkan kembali ke permukaan oleh bidang pantul dan akan direkam oleh *geophone*. Semakin jauh *offset* (jarak antara *source* dengan *receiver*) maka semakin lama pula (Elboth, 2010). Secara sederhana proses penjalaran gelombang seismik pada pengambilan data dengan metode seismik refleksi yang biasanya disebut *akuisisi* (gambar 1).

Tujuan dari metode seismik refleksi adalah untuk mengetahui informasi tentang batuan, terutama setiap lapisannya (dalam penggunaan terbatas) dari variasi *amplitudo* dan frekuensi (Telford et al, 1976).



Gambar 1. Prinsip penjalaran gelombang seismik pada proses *akuisisi* (NExT, 2002).

Pengolahan Data Seismik

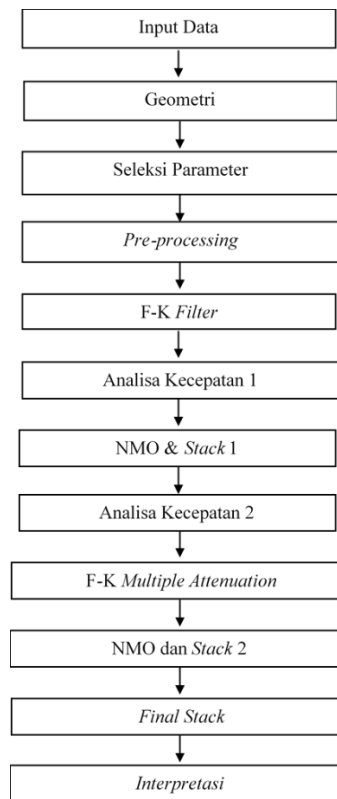
Pengolahan data seismik adalah peningkatan kualitas dari data seismik dengan tujuan untuk mempresentasikan data dalam bentuk yang sesuai guna interpretasi secara geologi. Hasil akhir dari pengolahan data seismik adalah penampang seismik yang *analog* dengan penampang geologi (*geologic cross-section*). Pengolahan data seismik dilakukan melalui serangkaian tahapan-tahapan. Oleh karena geologi setiap medan survei seismik berbeda-beda, yang secara umum dapat dibedakan menjadi lingkungan laut (*marine*), lingkungan darat (*land*), dan transisi (*transition*), perbedaan ini akan menghasilkan data dengan karakteristik yang berbeda-beda dan akan menyebabkan tahapan-tahapan pengolahan data seismik pun berbeda-beda (Yilmaz, 2001).

Secara prinsip, tahapan dalam pengolahan data seismik dapat dikelompokkan dalam:

- *Pre-processing/editing (conditioning data)*
- *Main processing*
- *Post processing*

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam prosesing seismik adalah data dalam format SEG-Y, SEG-D, SEG-A, SEG-B, atau SEG-C yang telah di *demultiplex*. Format hasil akuisisi ini berdasarkan hasil pendefinisian polaritas oleh SEG. Alur pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 2.



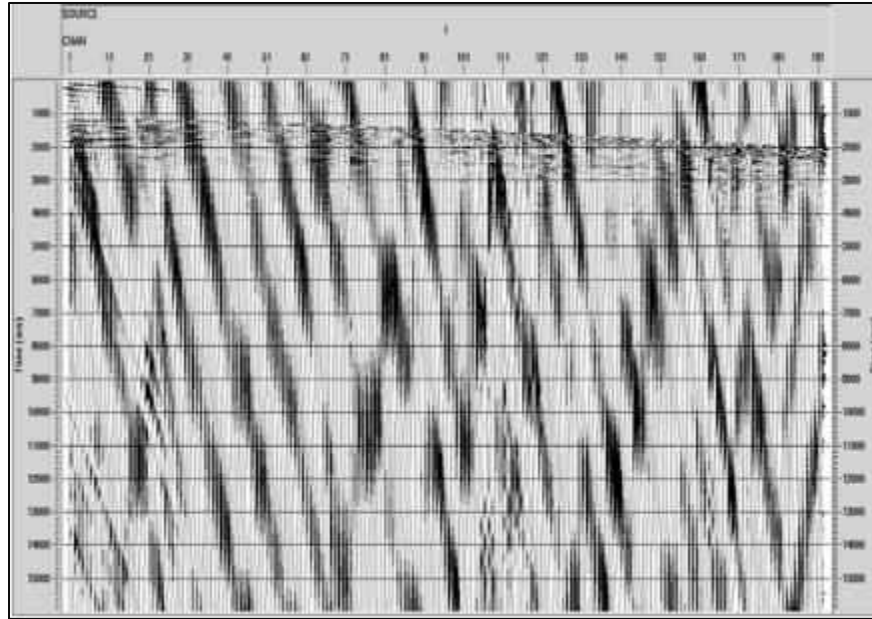
Gambar 2. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan menjelaskan proses pengolahan data dari penginputan data hingga proses final *stack*. Parameter-parameter awal pengolahan yang meliputi geometri, frekuensi yang digunakan, serta parameter kecepatan yang dimodelkan dari analisa kecepatan. Selain itu juga pereduksian *noise* dan *multiple* perlu dilakukan agar tidak mempengaruhi hasil migrasi dan interpretasi.

Input Data

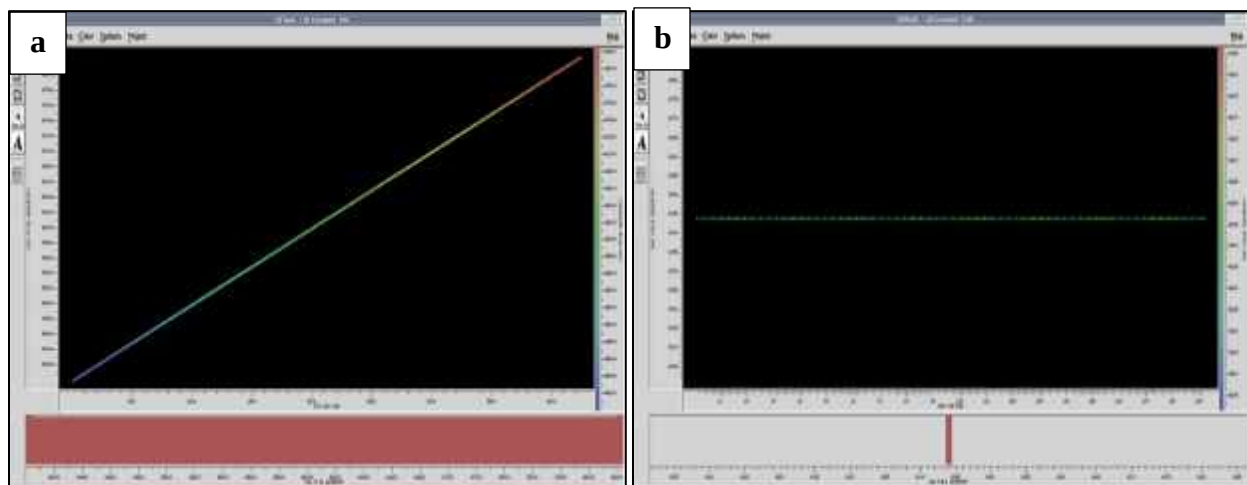
Data yang digunakan berformat SEG-D dan telah *didemultiplex*. Parameter penginputan data menggunakan modul SEG-D Input. Data yang telah diinput dengan modul *SEG-D Input* disimpan dalam ProMAX dengan format nama *dataraw* (Gambar 3).

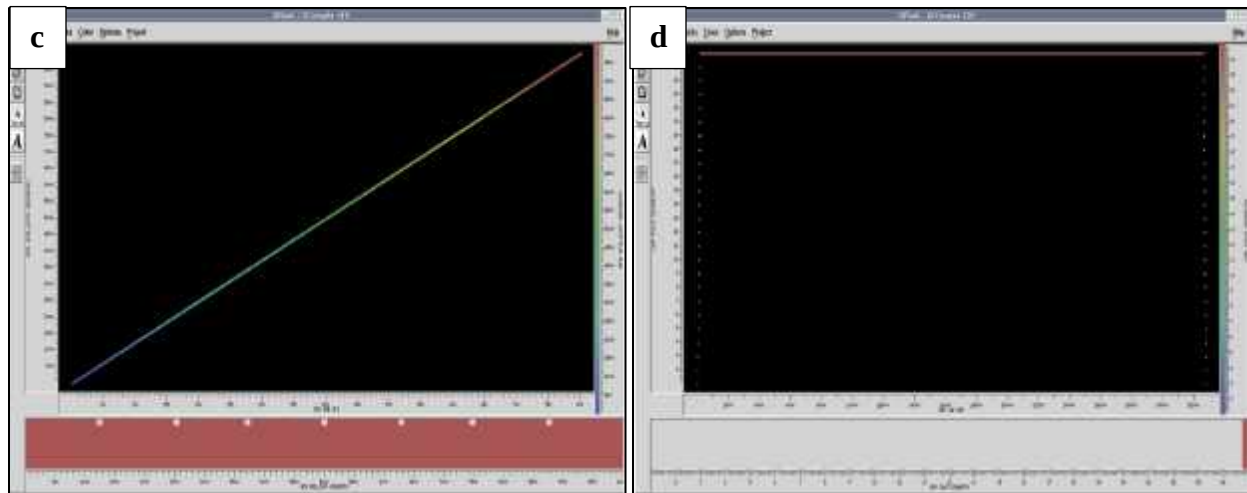


Gambar 3. Display data yang telah diinput.

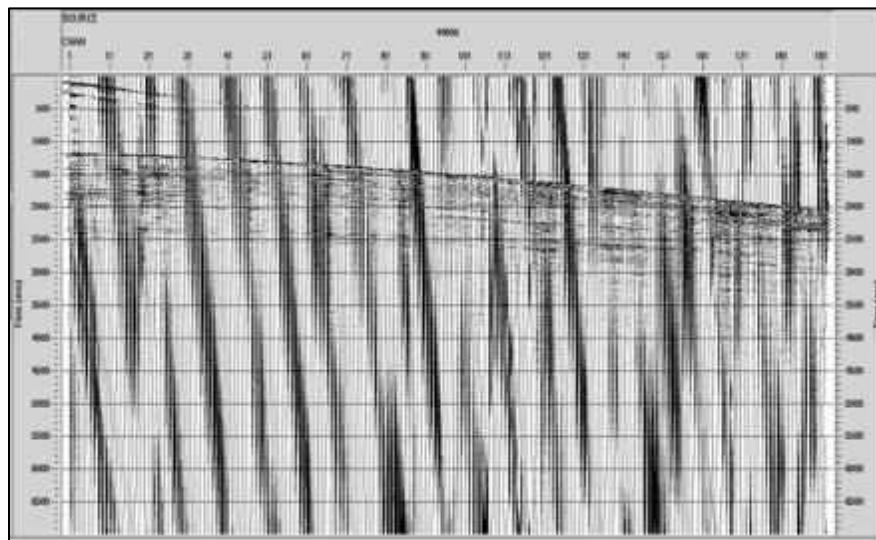
Geometri

Pembuatan geometri dari data dilakukan menggunakan modul *2D marine geometry spreadsheet*. Informasi geometri dari data yang telah di input kemudian dipanggil menggunakan modul *inline geom header load* untuk di *load* dengan geometri yang telah dibuat. Hasil *load* data tersebut telah menjadi data ProMAX untuk diolah lebih lanjut lagi (Jusri, 2005). Hasil pembuatan geometri dengan modul *2D marine geometry spreadsheet* diperlihatkan pada gambar 4. Geometri tersebut meliputi *crossplot source* (SIN) dan *field file ID number* (FFID), *crossplot fold channel* (CHN), *crossplot fold offset bin* (OFB), dan *crossplot fold CDP*.





Gambar 4. (a). 2D crossplot source FFID geometry, (b). 2D crossplot channel fold geometry, (c). 2D crossplot offset bin fold geometry, (d). 2D crossplot CDP fold geometry



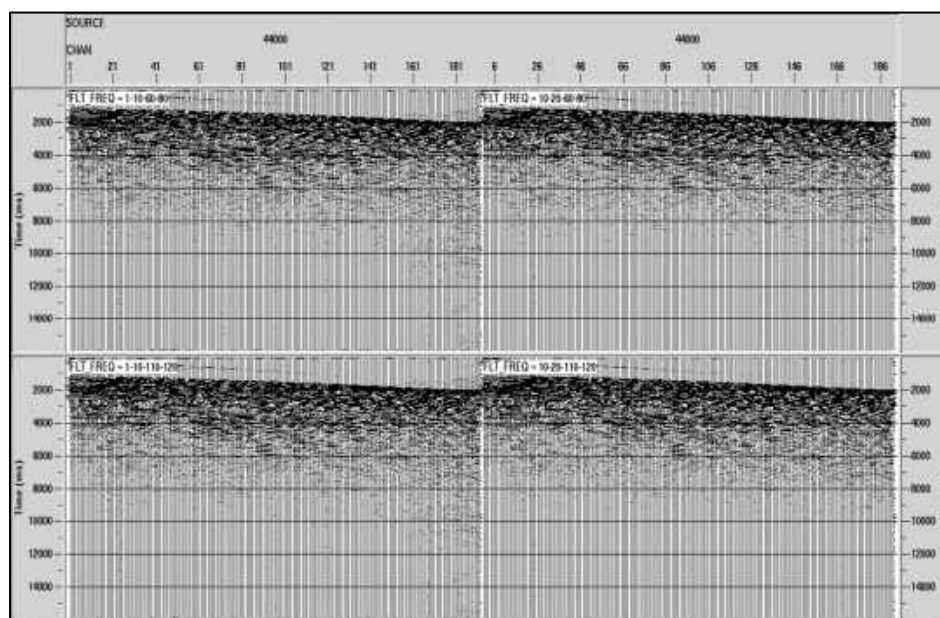
Gambar 5. Hasil *display data* dengan geometri yang telah di buat dengan modul *2D marine geometry spreadsheet*.

Setelah pembuatan geometri tersebut, data kemudian di*load* geometrinya dengan modul *inline geom header load* maka hasil *display data* dengan geometri yang telah dibuat dengan modul *2D marine geometry spreadsheet* (gambar 5).

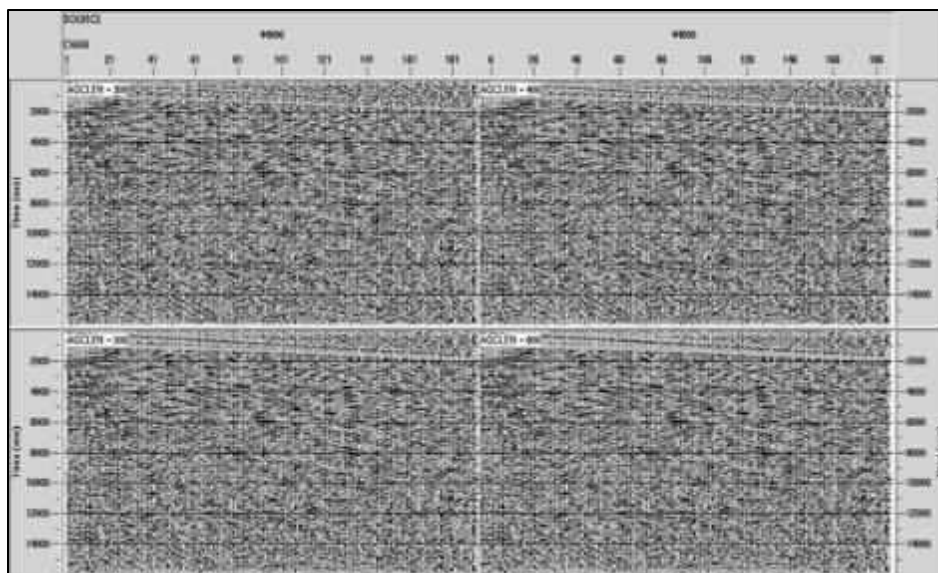
Seleksi Parameter

Tahap ini dilakukan untuk menentukan parameter-parameter yang tepat sebelum dilakukan preprosesing. Tahap ini meliputi seleksi parameter pada *bandpass filter*, *Automatic Gain Control* (AGC), *True Amplitude Recovery* (TAR), dan *spiking/predictive deconvolution*. Penentuan parameter yang pertama adalah penentuan parameter *filter* dengan *bandpass filter* (Landmark,

1998). *Filter* yang digunakan pada *bandpass filter* ini adalah *ormsby filter*. Parameter *bandpass filter* yang akan diujikan pada data adalah frekuensi dengan rentang 1-10-60-80, 10-20-60-80, 1-10-110-120, dan 10-20-110-120. Penentuan parameter ini berdasarkan acuan hasil Analisa Spektral yang menunjukkan bahwa frekuensi data seismik ini berada antara 10 Hz sampai dengan 80 Hz. Tetapi dilakukan pengujian pemfilteran hingga frekuensi 120 Hz untuk mendapatkan penampang bagian atas data yang berfrekuensi tinggi. Hasil parameter tes pada *Bandpass Filter* dapat diperlihatkan pada gambar 6. Dari hasil tes parameter ini maka *bandpass filter* yang digunakan adalah 10-20-110-120.

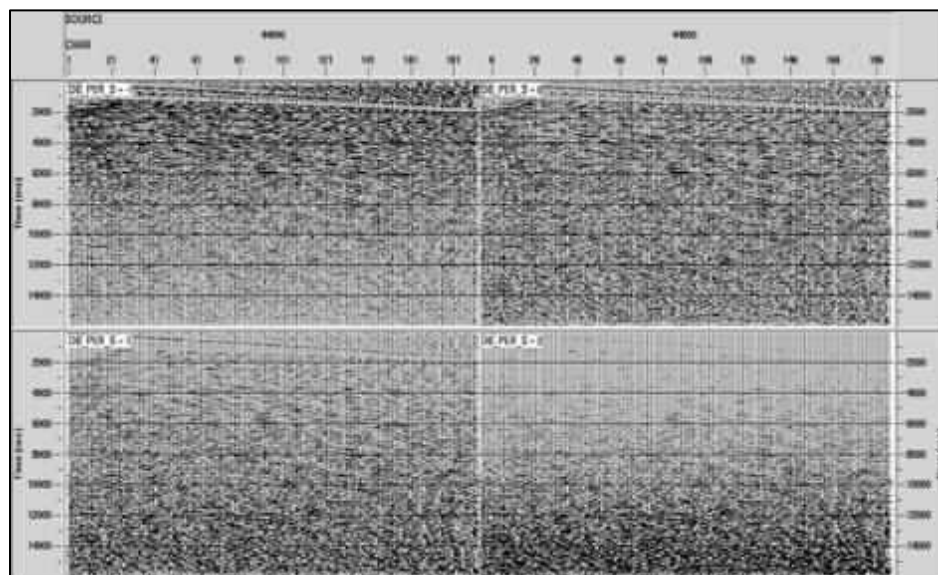


Gambar 6. Parameter *bandpass filter* yang diujikan pada data dengan parameter 1-10-60-80 (kiri atas), 10-20-60-80 (kanan atas), 1-10-110-120 (kiri bawah), dan 10-20-110-120 (kanan bawah).



Gambar 7. Parameter AGC yang diujikan pada data. AGC 400 (kiri atas), AGC 500 (kanan atas), AGC 600 (kiri bawah), AGC 700 (kanan bawah).

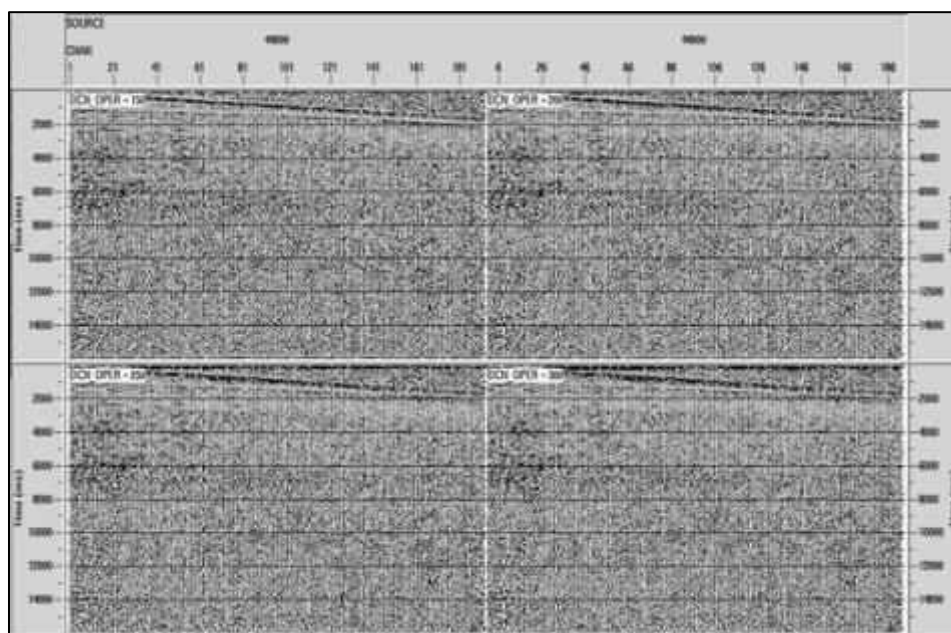
Dari hasil penentuan *bandpass filter* tersebut digunakan pada penentuan parameter AGC. Parameter AGC yang diujikan pada data adalah 400, 500, 600, dan 700. Hasil tes parameter AGC ini dapat terlihat pada Gambar 7. Dari hasil tes parameter ini maka AGC yang digunakan adalah 500.



Gambar 8. Parameter TAR yang diujikan pada data. 0 dB/sec (kiri atas), 2 dB/sec (kanan atas), 4 dB/sec (kiri bawah), 5 dB/sec (kanan bawah).

Hasil yang diperoleh dari uji *bandpass filter* dan AGC pada data digunakan pada uji TAR. Uji TAR ini dilakukan pada input nilai dB/sec *correction constant* pada modul TAR. Nilai yang

diujikan yaitu -1 dB/sec, 0 dB/sec, 1 dB/sec, dan 2 dB/sec. Hasil dari uji TAR ini ditunjukkan pada Gambar 8. Dari hasil tes parameter ini maka nilai TAR yang digunakan adalah 0 dB/sec.



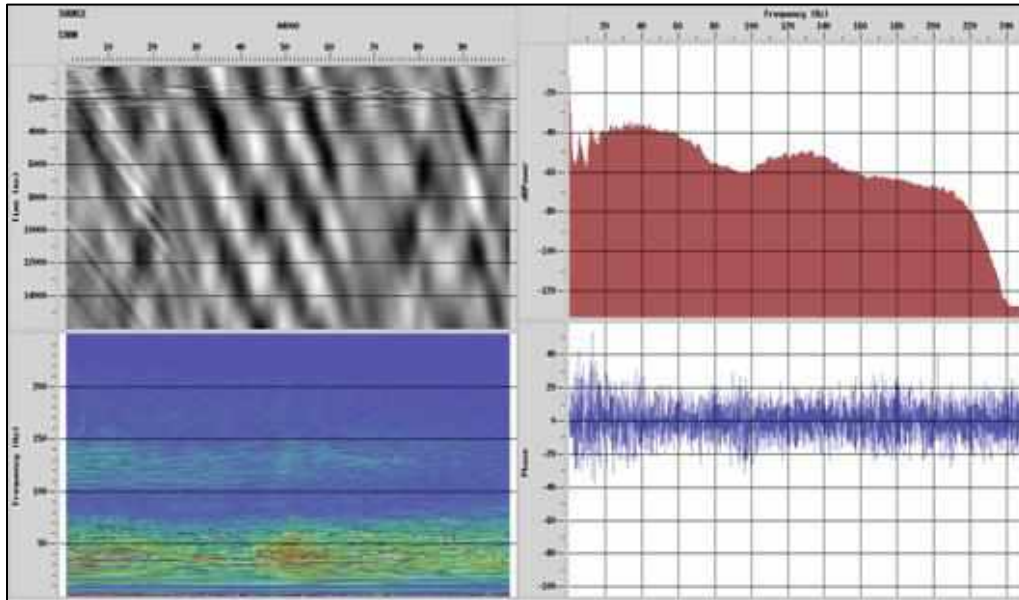
Gambar 9. Parameter nilai *dekonvolusi* yang diujikan pada data. Nilai operator *dekonvolusi* yang diujikan adalah 100 (kiri atas), 150 (kanan atas), 200 (kiri bawah), 250 (kanan bawah).

Hasil dari *banpass filter*, AGC dan TAR digunakan kembali pada seleksi parameter nilai operator *dekonvolusi* pada *Spiking/Predictive Deconvolution*. Nilai operator *dekonvolusi* yang diujikan adalah 100, 150, 200, dan 250. Dari hasil pengujian nilai operator *dekonvolusi* tersebut maka nilai yang dipilih adalah 250 (Gambar 9).

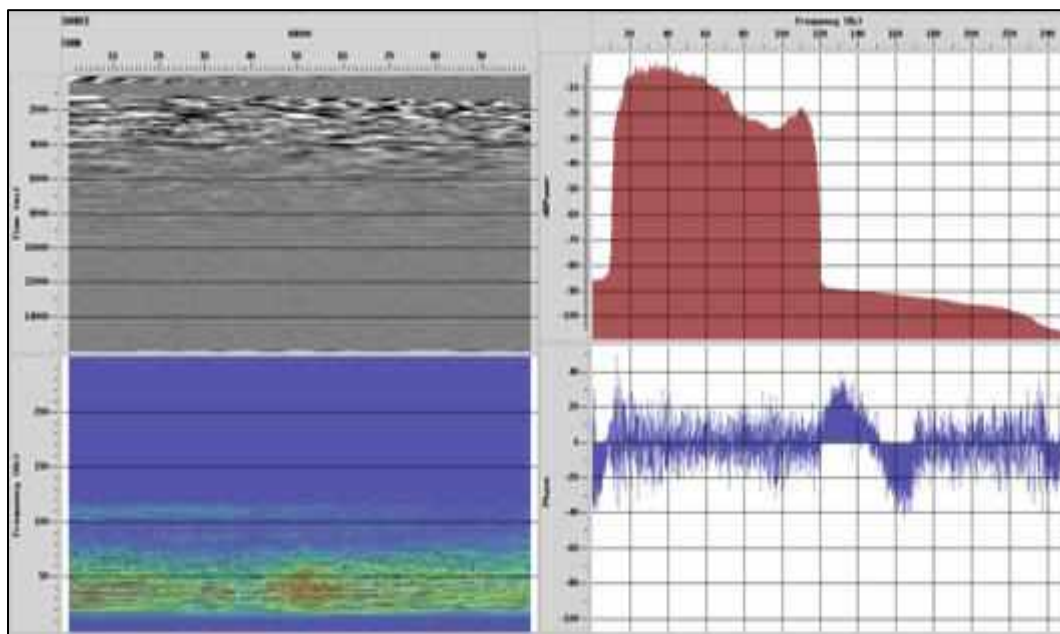
Preprosesing

Tahap *preprocessing* ini meliputi proses analisa spektral, *pemfilteran* data menggunakan *Bandpass Filter*, penguatan *amplitudo* menggunakan *Automatic Gain Control* (AGC), *True Amplitude Recovery*, dan *dekonvolusi*. Proses tersebut dijalankan secara berurutan. Hasil dari seleksi parameter pada tahap sebelumnya akan diterapkan pada data melalui tahap *preprocessing* ini (Jamaluddin dkk, 2019). Tahap awal *preprocessing* adalah analisa spektral pada data. Analisa spektral menggunakan modul *interactive spectral analysis* bertujuan untuk menghitung dan menampilkan perkiraan spektral untuk pemilihan interaktif dari kumpulan *trace* (Landmark, 1998). Dari hasil analisa spektral tersebut, terlihat bahwa frekuensi yang terdapat pada data adalah 0 Hz sampai dengan 230 Hz. Data seismik refleksi ini dominan pada frekuensi 10 Hz sampai dengan 80 Hz, tetapi dalam penelitian ini digunakan frekuensi pada rentang 10 Hz sampai dengan

120 Hz, sehingga frekuensi yang lainnya akan *difilter*. Dari hasil penentuan frekuensi ini kemudian digunakan pada *flow pemfilteran* untuk mereduksi *noise* yang berbeda frekuensi dari frekuensi yang digunakan (Gambar 10).



Gambar 10. Tampilan dari *interactive spectral analysis* pada *source 44000*.



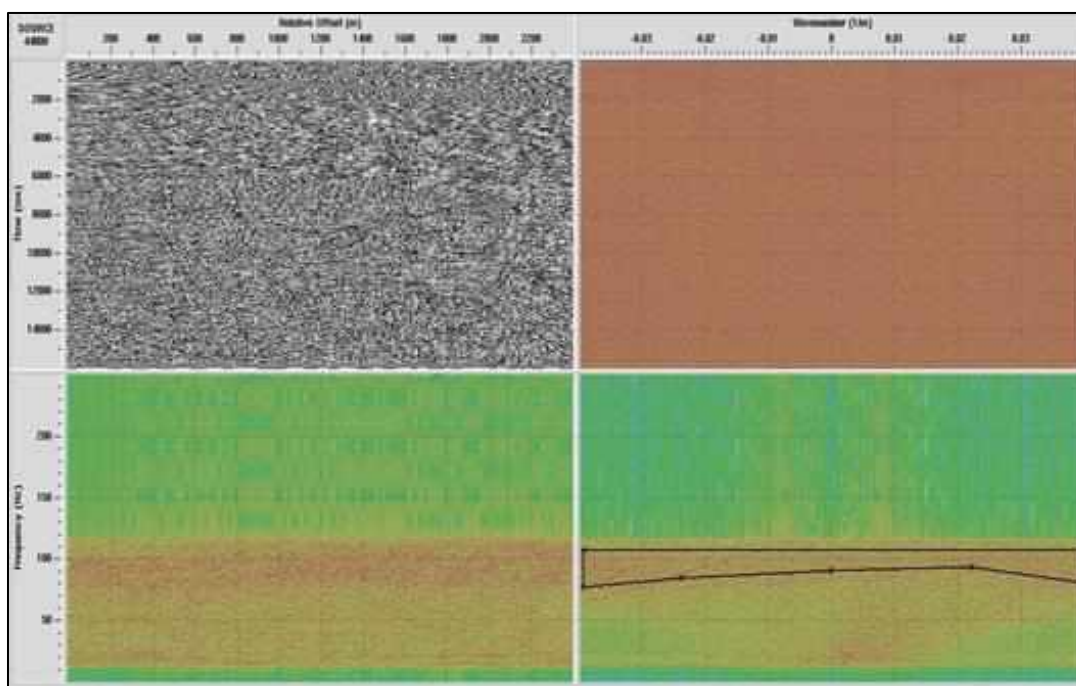
Gambar 11. Spektral data seismik pada *source 44000* setelah *difilter*.

Bandpass filter bertujuan untuk *memfilter* data yang memiliki frekuensi tinggi dan rendah. Tipe *filter* yang digunakan adalah *ormsby bandpass filter*. Pada hasil analisa spektral dan target

dari penampang yang diinginkan, frekuensi yang digunakan adalah 10 Hz sampai dengan 120 Hz. Berdasarkan hasil seleksi parameter *bandpass filter* maka nilai *ormsby filter* yang digunakan adalah 10-20- 110-120. Sehingga frekuensi dibawah 10 Hz dan diatas 120 Hz akan dibuang. Nilai 10 Hz dan 120 Hz berfungsi sebagai *slope filter* sedangkan 20 Hz dan 110 Hz merupakan batas bawah dan batas atas dari rentang frekuensi yang dipilih (Gambar 11).

F-K Filter

F-K *filter* digunakan dengan tujuan untuk mereduksi noise yang memiliki frekuensi yang sama dengan frekuensi data tetapi berbeda bilangan gelombangnya. Modul yang digunakan adalah *F-K analysis* dan *F-K filter*. Pemilihan bilangan yang sesuai dengan frekuensi data dilakukan pada *F-K analysis*. Hasil picking pada *F-K analysis* akan digunakan pada *F-K filter* (Gambar 12).

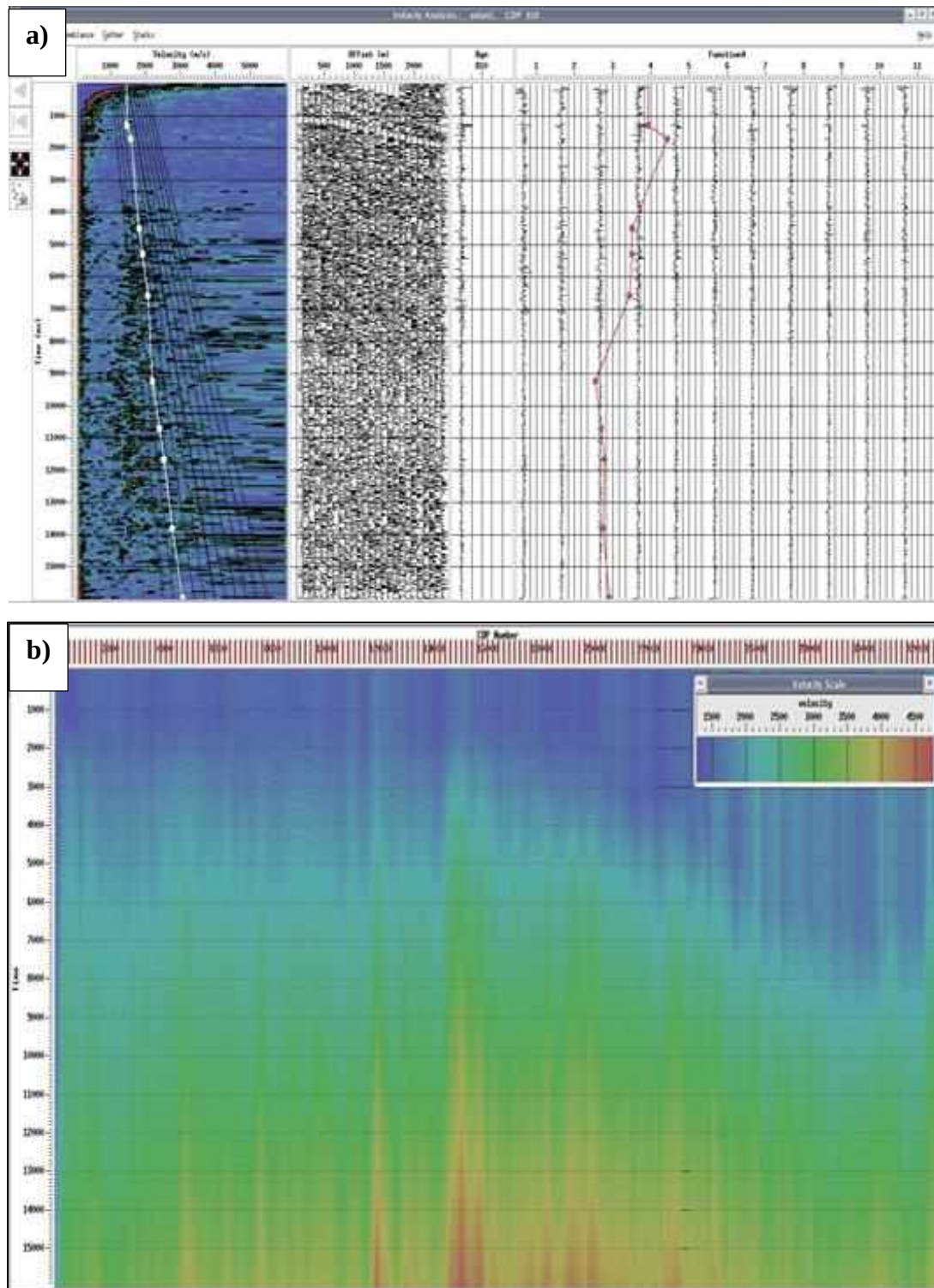


Gambar 12. Hasil *picking* pada *F-K Analysis*.

Analisa Kecepatan I

Analisa kecepatan yang dilakukan sebanyak dua kali. Untuk analisa kecepatan I ini dilakukan untuk melihat *stack* awal dari data serta digunakan untuk proses migrasi. Analisa kecepatan II dilakukan pada spektral *multiple* dan digunakan untuk mereduksi *multiple* pada proses selanjutnya. Metode pemilihan kecepatan yang digunakan adalah metode *Semblance*. Analisa kecepatan yang pertama dilakukan pada interval CDP 200 dengan total CDP adalah 32778. CDP yang tidak dilakukan pemilihan kecepatan akan diinterpolasi dari hasil *picking* kecepatan pada CDP antaranya

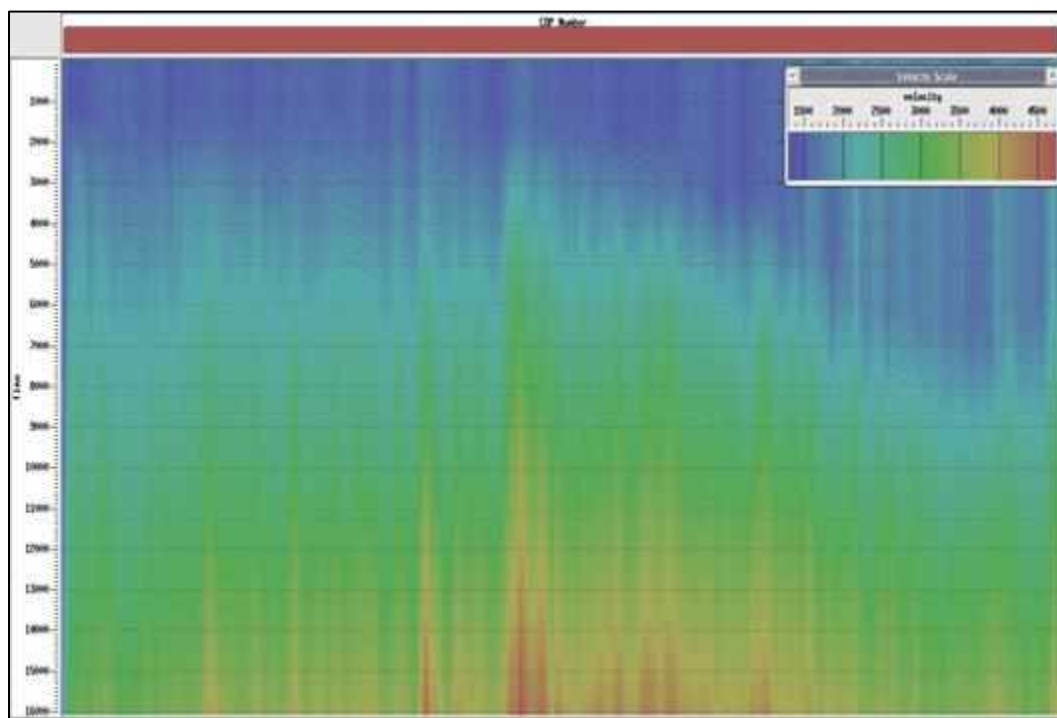
yang *dipicking* (Gambar 13).



Gambar 13. (a) *Picking* kecepatan pada CDP 810 pada panel semblance (b) Model kecepatan hasil analisa kecepatan I.

Untuk meningkatkan kualitas dari hasil analisa kecepatan ini maka model kecepatan yang

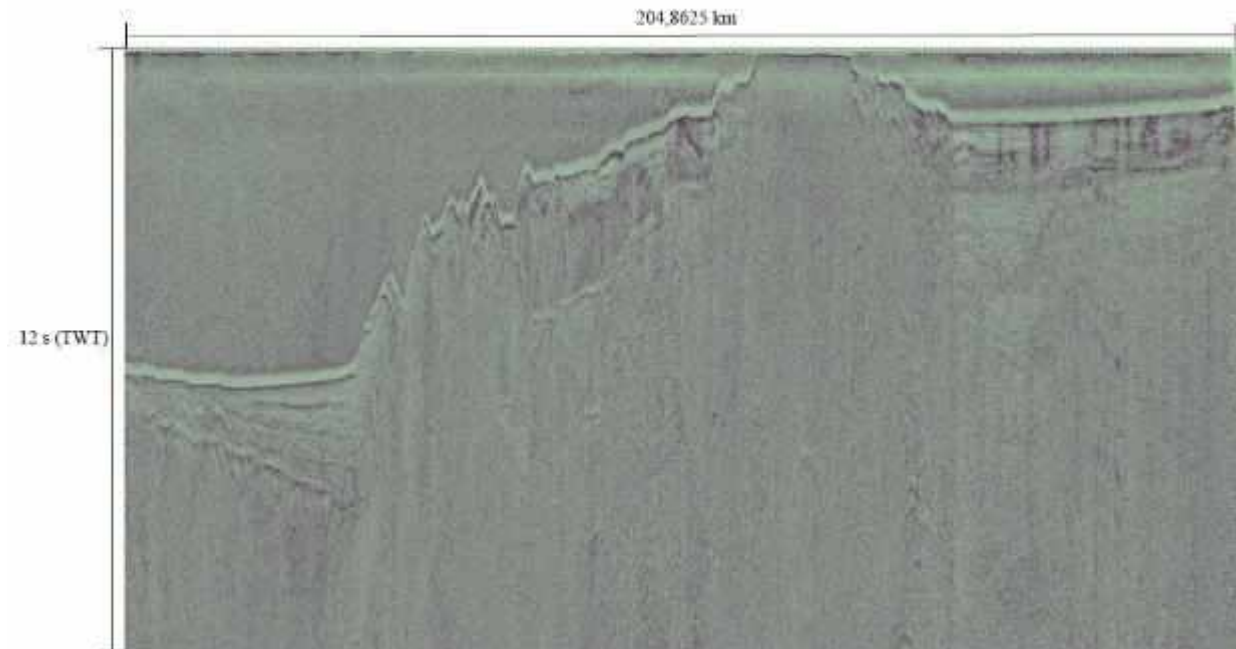
telah dibuat akan di-*smooth* menggunakan modul *velocity manipulation*. Model kecepatan yang dihasilkan seolah-olah dilakukan *picking* kecepatan dengan interval 4 CDP yang sebelumnya dilakukan *picking* kecepatan dengan interval 200 CDP (Gambar 14).



Gambar 14. Model kecepatan hasil analisa kecepatan I.

NMO dan Stack I

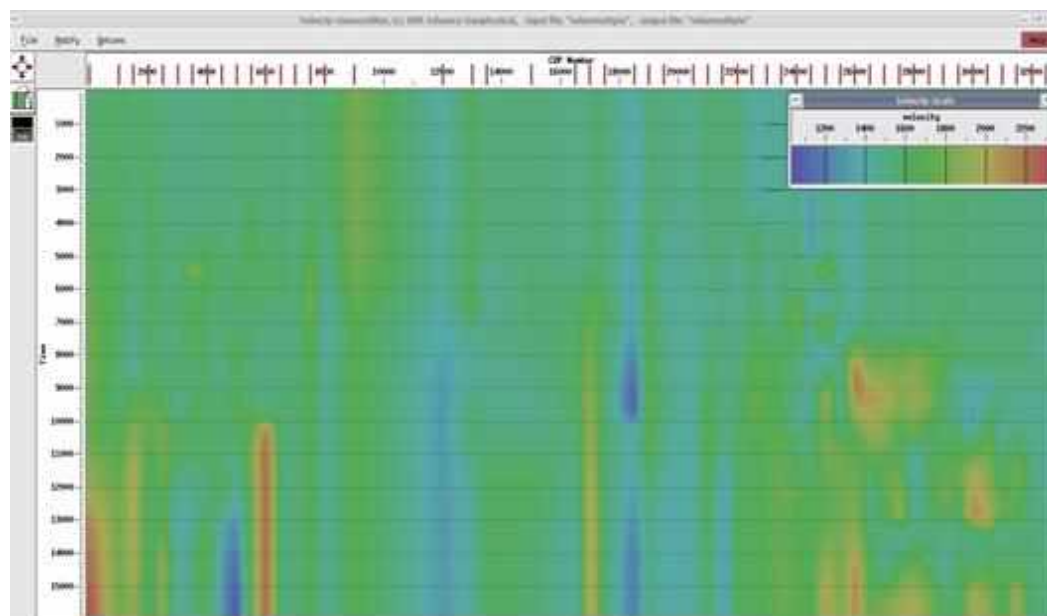
NMO dan *stack* dilakukan dua kali dengan menggunakan hasil analisa kecepatan I. Pada bagian ini dilakukan dua tahap dalam satu *flow* yaitu koreksi NMO dan *stack*. Koreksi NMO dilakukan menggunakan modul *normal moveout correction* dan *Stack* dilakukan menggunakan modul *CDP/ensemble stack*. input kecepatan yang digunakan pada *flow* ini adalah kecepatan RMS hasil analisa kecepatan I. Hasil dari NMO dan *stack* I ini menunjukkan masih adanya noise berfrekuensi tinggi pada data dan *multiple* yang dominan. *Noise* dan *multiple* tersebut akan direduksi kembali pada *flow F-K multiple attenuation* (Gambar 15).



Gambar 15. Hasil NMO dan Stack 1.

Analisa Kecepatan II

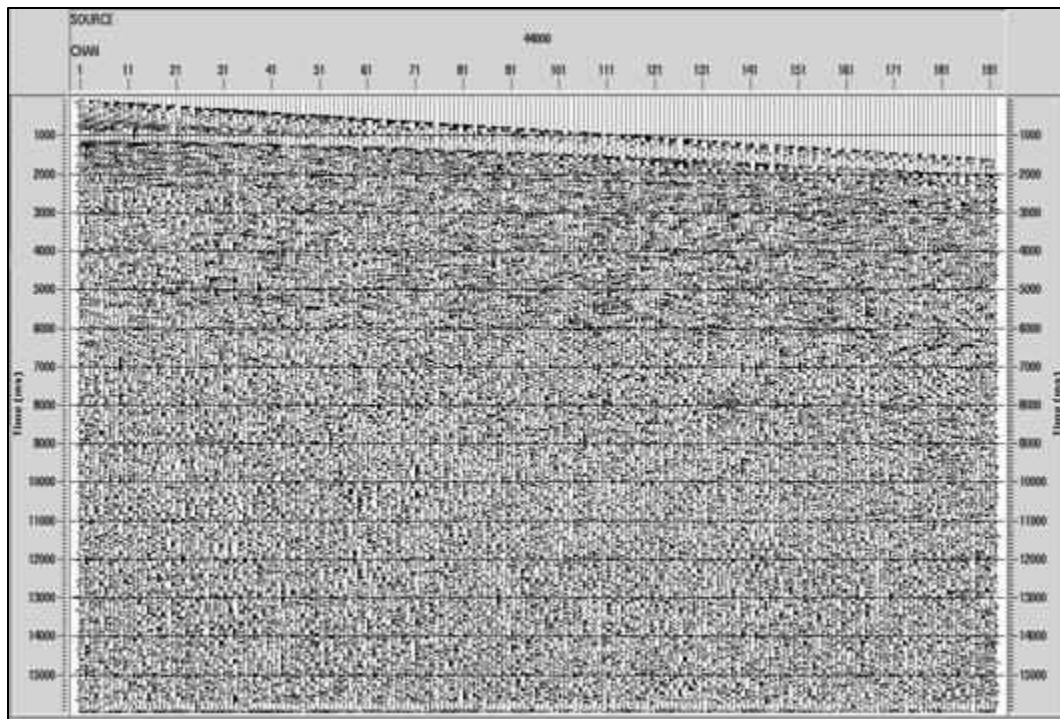
Analisa kecepatan II ini dimaksudkan untuk memodelkan kecepatan *multiple* pada data. *Picking* kecepatan yang dilakukan adalah picking kecepatan refleksi *multiple* yang memiliki kecepatan yang konstan setiap perubahan waktu. *Picking* kecepatan *multiple* serta model kecepataannya pada data ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Model kecepatan *multiple* hasil analisa kecepatan II.

F-K Multiple Attenuation

F-K *multiple attenuation* ini digunakan untuk mereduksi *multiple* pada data seismik. Input dari *flow* ini adalah hasil dari *F-K filter* dan input kecepatannya adalah model kecepatan *RMS multiple* hasil analisa kecepatan II. Flow ini tidak berpengaruh secara signifikan pada *multiple* yang ada pada data sehingga *multiple* tidak hilang sepenuhnya (Gambar 17).



Gambar 17. Hasil dari *F-K Multiple Attenuation*.

NMO dan Stack II

NMO dan *stack II* ini dilakukan dengan input data hasil dari *F-K multiple attenuation*. Hasil yang diperoleh kurang maksimal dalam pereduksian *multiple*, sehingga *multiple* masih terdapat pada data hasil stack. Model kecepatan yang digunakan pada modul *normal moveout correction* adalah model kecepatan hasil analisa kecepatan I yang telah di-smooth menggunakan *velocity manipulation* (Gambar 18).

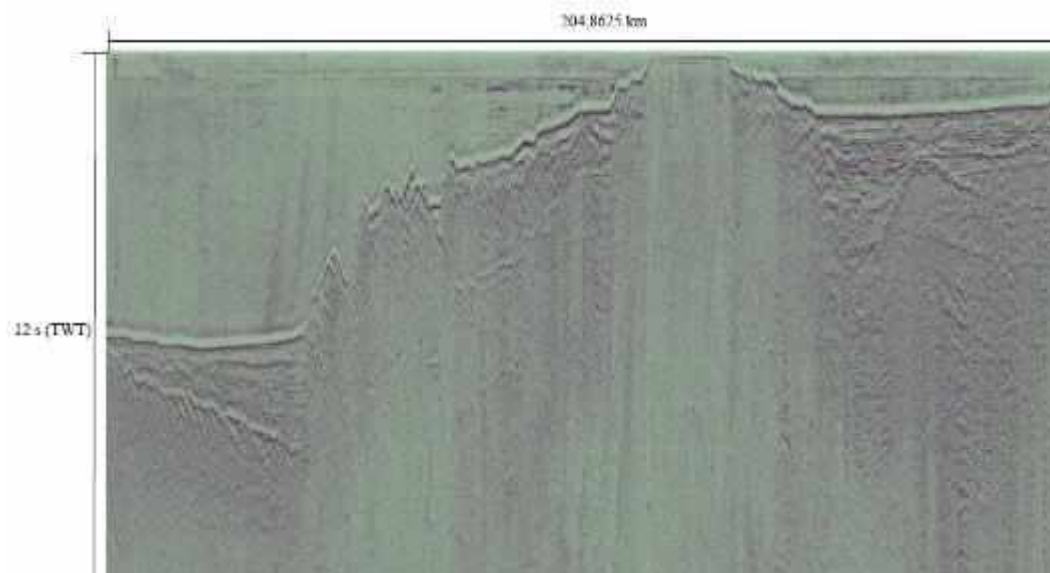


Gambar 18. Hasil NMO dan Stack II.

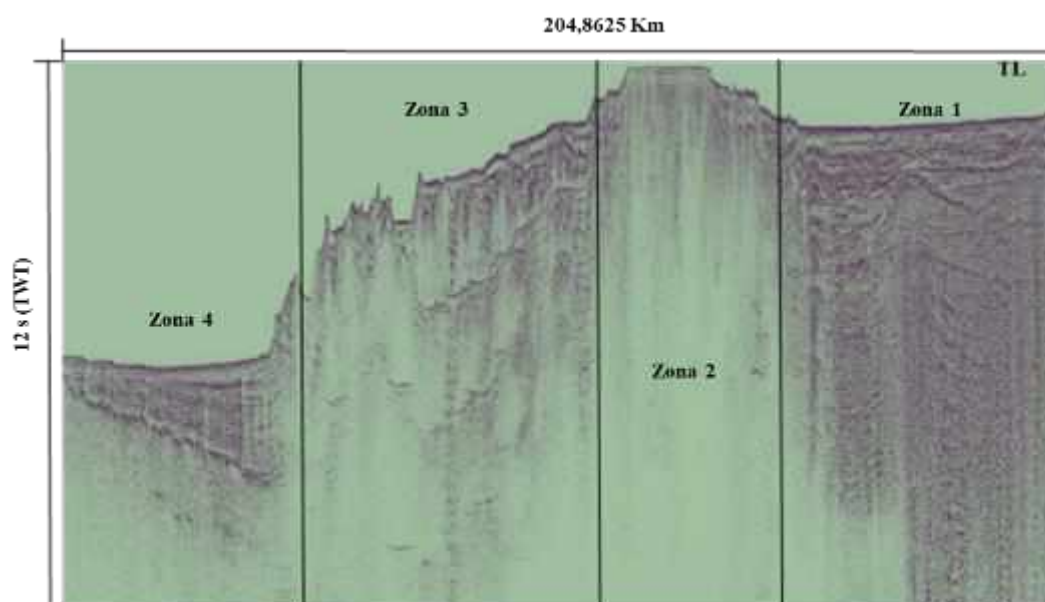
Final Stack

Final stack ini bertujuan untuk menghilangkan *noise* yang masih tersisa dari *flow NMO* dan *stack* sebelumnya. Modul yang digunakan pada *flow* ini adalah *true amplitude recovery*, *automatic gain control*, dan *F-X decon*. Modul *true amplitude recovery* menerapkan koreksi *spherical divergensi* dan *inelastic attenuation* yang belum di terapkan pada *flow preprosesing* karena membutuhkan parameter kecepatan. Nilai dB/sec *correction constant* yang sebelumnya diterapkan 0 ditingkatkan menjadi 2 agar *amplitudo* bagian bawah penampang terlihat dengan jelas. Modul *automatic gain control* diterapkan untuk meningkatkan kembali energi gelombang yang hilang dan menekan *noise* berfrekuensi tinggi akibat diterapkannya *true amplitude recovery*.

Modul *F-X decon* pada *final stack* ini digunakan untuk mereduksi *noise* yang bersifat random dan *multiple* berfrekuensi tinggi yang masih tersisa dari proses *NMO* dan *stack*. Pada tahap ini masing-masing *trace* yang berada pada domain t-x (*time-offset*) ditransformasikan kedalam domain frekuensi untuk masing-masing frekuensi. *Filter Wiener Levinson* pada *F-X decon* digunakan untuk memprediksi sampel berikutnya. Hasil akhir dari proses tersebut kemudian ditransformasikan kembali ke dalam domain t-x (*time-offset*) (Gambar 19-20).



Gambar 19. Hasil *final stack*



Gambar 20. Penampang Seismik hasil migrasi *fast explicit FD time migration*. Zona 1 merupakan cekungan muka busur (*fore arc basin*), Zona 2 merupakan busur luar yang tinggi (*outer arc high*), Zona 3 merupakan daerah prisma akresi, dan Zona 4 merupakan zona subduksi utama (*proto thrust zone*) dari lempeng Samudera Indo-Australia yang membawa sedimen laut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data seismik 2D *marine* pada studi kasus Tenggara Pulau Simeulue, penampang seismik daerah penelitian menampilkan hasil yang lebih baik dibandingkan sebelumnya. Hal ini diakibatkan frekuensi *reflektor* primer yang mendominasi penampang tersebut direduksi oleh frekuensi *noise*. Dari hasil analisis *migrasi* yang telah dilakukan maka hasil

migrasi terbaik yang adalah *fast explicit FD time migration*. Penampang seismik hasil migrasi domain waktu ini akan diinterpretasi untuk menentukan struktur bawah laut. Penampang seismik tersebut masih memiliki *noise* berfrekuensi rendah pada bagian bawah penampang dan *multiple* yang belum hilang saat prosesing. Pada penampang seismik yang telah diproses pada lokasi akuisisi di Tenggara Pulau Simeulue, terlihat empat zona tektonik yang terjadi yaitu pembentukan cekungan muka busur (*fore arc basin*) di lempeng Eurasia, pembentukan busur luar yang tinggi (*outer arc high*), prisma akresi, dan zona subduksi utama (*proto thrust zone*) dimana terdapat sedimen- sedimen laut dalam yang memainkan peranan penting di daerah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswad, S. (2011). *Seismik Eksplorasi*. Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Elboth T. (2010) *Noise in marine seismic data*. University of Oslo: Norway.
- Jamaluddin., Sea, J.G., Djajadihardja, Y.S., Massinai, M.A., Aswad, S., Maria. (2019) Analisis frekuensi data seismik hasil migrasi *finite difference*. Jurnal Geosaintek, 5 (3):119-126.
- 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.
- Telford, W., Geldart, L., Sheriff, R., and Keys, D., (1976). *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, New York.
- Sukmono, S. (2000). *Interpretasi Data Seismik*. ITB: Bandung.
- Yilmaz, Oz. (1987) *Seismic Data Analysis, Volume I*. United States: *Society of Exploration Geophysicists*.
- Yilmaz Ö. (2001) *Seismic data analysis processing, inversion, and interpretation of seismic data volume 1*. *Society of Exploration Geophysics*. Tulsa (US).