



**PENINGKATAN S/N DATA SEISMIK MENGGUNAKAN  
*FILTER MEDIAN* BERUBAH WAKTU 1 DIMENSI**

**TESIS**

**Jhonlighten D.  
0706171964**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI MAGISTER FISIKA  
JAKARTA  
JULI 2010**

**PENINGKATAN S/N DATA SEISMIK MENGGUNAKAN  
*FILTER MEDIAN* BERUBAH WAKTU 1 DIMENSI**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains**

**Jhonlighten D.**

**0706171964**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI MAGISTER FISIKA  
KEKHUSUSAN GEOFISIKA RESERVOAR  
JAKARTA  
JULI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Jhonlighten D.**

**NPM : 0706171964**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 2 juli 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Jhonlighten D.  
NPM : 0706171964  
Program Studi : Geofisika Reservoar  
Judul Skripsi : Peningkatan S/N data seismik menggunakan *filter median* berubah waktu 1 dimensi

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Magister Fisika Kekhususan Geofisika Reservoar, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Suprayitno Munadi (  )

Penguji : Dr. rer. Nat. Abdul Haris (  )

Penguji : Dr. Waluyo (  )

Penguji : Dr. Supriyanto (  )

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 2 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Geofisika Reservoir pada Program Studi Pasca Sarjana Fisika.

Dalam menyusun tugas akhir ini, saya banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

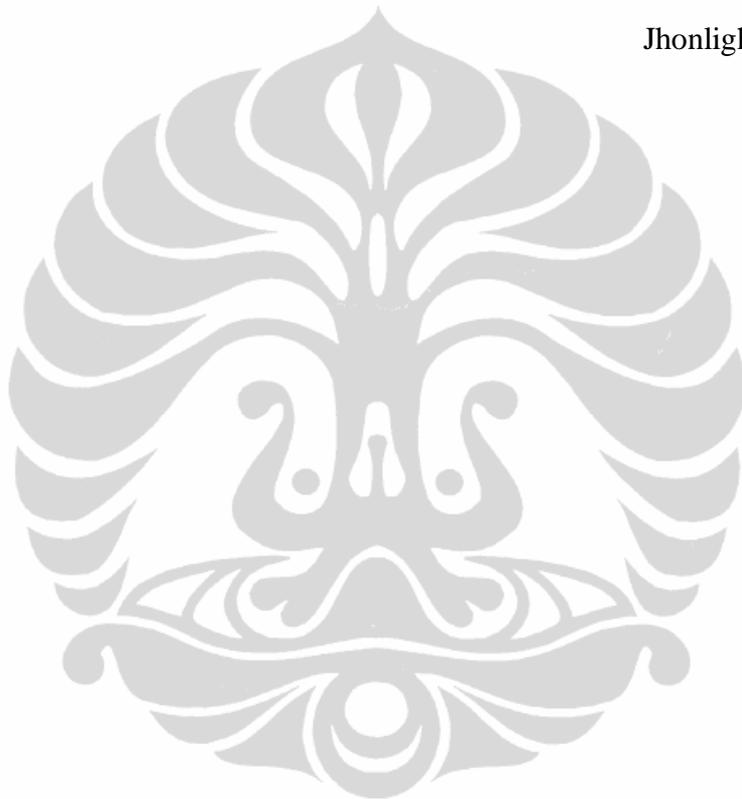
1. Bapak Prof. Dr. Suprayitno Munadi, selaku pembimbing saya, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini. Terimakasih banyak pak Prayit, maaf karena muridmu yang bandel ini selalu menyusahkanmu.
2. Pak Haris, pak Supriyanto, dan pak Waluyo. Terimakasih atas masukan dan kritikan – kritiknya yang membangun.
3. Staff tata usaha Program Studi Magister Fisika Kekhususan Geofisika Reservoir Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, yang banyak membantu kelancaran administrasi penulisan dan masa perkuliahan.
4. Kedua Orang tua saya, bang Hogen, Yerna, ka Ita, dan nenek, yang selalu mendoakan saya. Tentunya juga Varend yang selalu membuat saya semangat dikala lagi suntuk.
5. Teman – teman Geofisika UI'07, terimakasih atas bantuan dan dukungan kalian.
6. Mas Agung N.P., Akbar, Suster Ely, V. Intan P., terimakasih atas dukungan dan motifasi – motifasinya.
7. Awang, teman seperjuangan dan senasib. Nuhun pisan mbah awang.

Saya menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saya sangat membuka diri terhadap kritik dan saran dari tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan dan semua pihak yang membacanya.

Jakarta, 2 Juli 2010

Penulis,

Jhonlighten D.



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jhonlighten D.

NPM : 0706171964

Program Studi: Geofisika Reservoar

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

### **PENINGKATAN S/N DATA SEISMIK MENGGUNAKAN *FILTER MEDIAN* BERUBAH WAKTU 1 DIMENSI**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 2 Juli 2010

Yang menyatakan



( Jhonlighten D. )

## ABSTRAK

Nama : Jhonlighten D.  
Program Studi : Geofisika Reservoir  
Judul : PENINGKATAN S/N DATA SEISMIK  
MENGUNAKAN *FILTER MEDIAN* BERUBAH  
WAKTU 1 DIMENSI

Tesis ini membahas mengenai perbaikan data *stack* seismik yang jelek. Permasalahan utama mengapa data seismik bisa menjadi jelek adalah disebabkan karena *noise – noise* yang masih terekam didalam data seismik. *Noise – noise* ini sangat mengganggu karena menyebabkan data seismik sangat susah untuk diinterpretasi. Struktur seismik, reflektor lapisan, dan *fault* menjadi kabur karena *noise* yang masih terkandung didalam data seismik. Tesis ini bertujuan untuk menghilangkan *noise* yang mengganggu data seismik dengan menggunakan *1D time-varying median filter* (TVMF), sehingga reflektor, *fault*, dan struktur dari seismik bisa menjadi lebih jelas untuk diinterpretasi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *software* komputasi MATLAB untuk menganalisa sinyal seismik dan membuat program *filtering* 1D TVMF. Hasil yang diharapkan dari tesis ini adalah hilangnya *noise – noise* yang mengganggu data seismik, sehingga data seismik bisa diinterpretasi. Kesimpulan akhir adalah bahwa *filter 1D time-varying median filter* sangat efektif untuk menghilangkan *noise – noise* yang terkandung didalam data seismik, serta menguatkan gambaran struktur geologinya.

Kata kunci :  
*Median filter, 1D time-varying median filter, random noise, signal-to-noise ratio.*

## ***ABSTRACT***

Name : Jhonlighten D.  
Study Program : Geofisika Reservoir  
Title : S/N ENHANCEMENT OF SEISMIC DATA USING 1D  
TIME-VARYING MEDIAN FILTER

The thesis study about enhancement of bad stack seismic data. The reason for seismic data being bad is because of noises that still remain in the seismic data. These noises causing the seismic data become very difficult to interpret. Events such as structure, bed, and fault become blurred because of noises that remain in the seismic data. The objective of this thesis is to repair seismic data by reducing the noise using 1D time-varying median filter (TVMF), so that interpreter could see more clearly of the reflector, fault, and structure. The research is done by using MATLAB as its main tools to analyze seismic signal and to make the 1D TVMF filtering programme. The expected result of this thesis is that the noise of seismic data is completely removed. We can conclude then, the 1D TVMF is very effective to remove noises in seismic data and strengthen the structure geology.

Kata kunci :

Median filter, 1D time-varying median filter, random noise, signal-to-noise ratio.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR RUMUS .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.1.1 <i>Noise</i> dan Data .....	1
1.1.2 <i>Filter</i> Seismik .....	3
1.2 Perumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	8
1.4 Manfaat Penelitian .....	9
1.5 Batasan Penelitian .....	9
1.6 Model Operasional Penelitian .....	9
<b>2. TEORI DASAR</b> .....	11
2.1 Konsep <i>Median Filter</i> .....	11
2.2 Karakteristik <i>Median Filter</i> .....	12
2.3 <i>Median Filter 1D Stationary</i> .....	13
2.4 Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio (S/N)</i> Menggunakan Metode <i>Stack</i> ...	14
2.5 <i>1D Time-Varying Median Filter (TVMF)</i> .....	15
<b>3. METODE PENELITIAN</b> .....	17
3.1 Persiapan Data .....	17
3.2 Pembuatan Program .....	17
3.2.1 Program Analisa Sinyal .....	18
3.2.1.1 Program Energi Sinyal (Es) .....	18
3.2.1.2 Program Energi <i>Noise</i> (Es) .....	19
3.2.1.3 Program Energi S/N (SNR) .....	19
3.2.2 Program 1D TVMF .....	20
3.2.1.1 Program Nilai Ambang Batas (T) .....	20
3.2.1.2 Program Penentuan Batas Syarat .....	20
3.3 Pengolahan Data Lapangan .....	21
3.3.1 Penentuan Jendela Analisa .....	21
3.3.2 Proses 1D TVMF .....	22

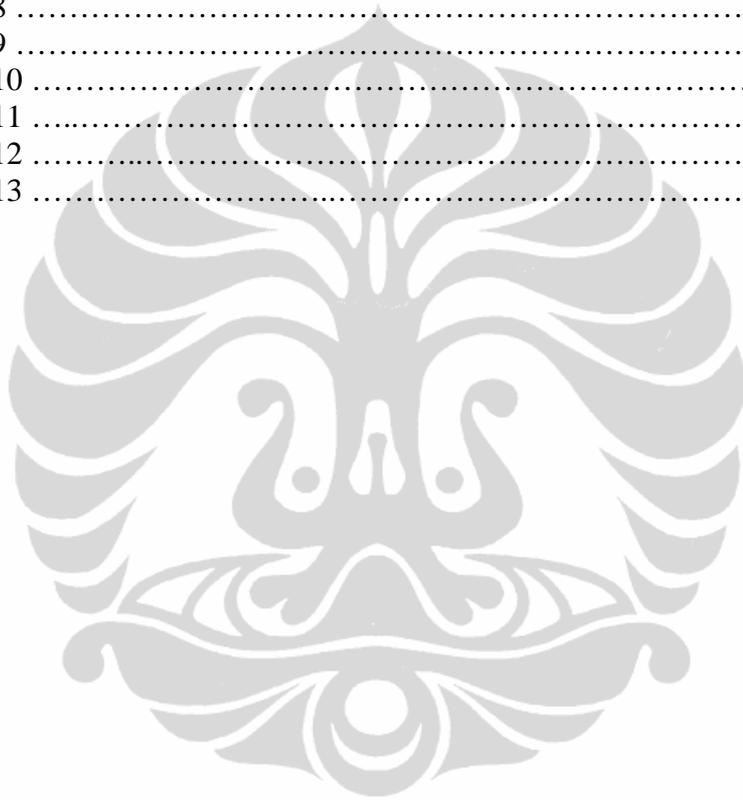
3.4 Alur Kerja .....	22
<b>4. PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>24</b>
4.1 Analisa Sinyal Seismik .....	24
4.1.1 Pemilihan Jendela Analisa. ....	25
4.1.2 Analisa Sinyal Energi (Es) .....	26
4.1.3 Analisa Sinyal <i>Noise</i> (Es) .....	27
4.1.4 Analisa <i>Signal to Noise Ratio</i> (S/N) .....	28
4.2 <i>1D Time-Varying Median Filtering</i> (TVMF) .....	29
<b>5. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
5.1 Program Analisa Seismik .....	31
5.2 Program 1D TVMF .....	31
5.3 Jendela Analisa .....	31
5.4 Referensi Panjang Jendela <i>Filter</i> ( $c$ ) .....	34
5.5 Parameter $\beta$ dan $\alpha$ .....	35
5.6 Parameter $\delta$ dan $\gamma$ .....	35
5.7 Hasil 1D TVMF dan <i>Median Filter</i> .....	35
<b>6. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
6.1 Kesimpulan .....	43
6.2 Saran .....	44
DAFTAR REFERENSI .....	45
LAMPIRAN .....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data Seismik <i>Gather</i> .....	2
Gambar 1.2a	<i>Low Pass Filter (high cut)</i> .....	4
Gambar 1.2b	<i>High Pass Filter (low cut)</i> .....	4
Gambar 1.2c	<i>Band Pass Filter</i> .....	5
Gambar 2.1	Konsep <i>Median Filter</i> .....	12
Gambar 2.2	Data Seismik 2D .....	13
Gambar 3.1	Alur Kerja Penelitian .....	23
Gambar 4.1	Data Seismik 2D seismik1.sgy .....	24
Gambar 4.2	Data Seismik dan Jendela Analisa .....	25
Gambar 4.3	Sinyal Energi .....	26
Gambar 4.4	<i>Noise</i> Energi .....	27
Gambar 4.5	<i>Signal to Noise Ratio (S/N)</i> .....	28
Gambar 4.6	Hasil <i>Filtering</i> 1D TVMF, parameter ( $c=15, \alpha=37, \beta=35, \gamma=9, \delta=7$ ) .....	30
Gambar 5.1	Data Seismik dan Daerah Penyebaran Tempat – Tempat untuk Jendela Analisa .....	32
Gambar 5.2a	Grafik dari Sinyal Energi, <i>Noise</i> Energi, dan S/N pada Daerah Jendela Analisa A .....	33
Gambar 5.2b	Grafik dari Sinyal Energi, <i>Noise</i> Energi, dan S/N pada Daerah Jendela Analisa E .....	33
Gambar 5.3	Data Seismik 2D Seismik1.sgy .....	38
Gambar 5.4	Hasil <i>Filtering</i> 1D TVMF, Parameter ( $c=15, \alpha=37, \beta=35, \gamma=9, \delta=7$ ) .....	39
Gambar 5.5	Data Hasil <i>Median Filter</i> dengan $c=9$ .....	40
Gambar 5.6	Data Hasil <i>Median Filter</i> dengan $c=37$ .....	41
Gambar 5.7	Pebandingan antara Data Asli (5.7a), Data Hasil 1D TVMF (5.7b), dan Data Hasil <i>Median Filter</i> (5.7c & 5.7d) .....	42

## DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 .....	13
Persamaan 2.2 .....	14
Persamaan 2.3 .....	14
Persamaan 2.4 .....	14
Persamaan 2.5 .....	14
Persamaan 2.6 .....	14
Persamaan 2.7 .....	15
Persamaan 2.8 .....	15
Persamaan 2.9 .....	15
Persamaan 2.10 .....	16
Persamaan 2.11 .....	16
Persamaan 2.12 .....	16
Persamaan 2.13 .....	16



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Program untuk <i>Median Filter</i> .....	48
Lampiran 2.	Program untuk Analisa Sinyal Seismik .....	49
Lampiran 3.	Program <i>1D Time-Varying Median Filter</i> .....	51
Lampiran 4.	Data Asli sebelum Interpretasi .....	53
Lampiran 5.	Data Asli setelah Interpretasi .....	54
Lampiran 6.	Data Hasil 1D TVMF sebelum Interpretasi .....	55
Lampiran 7.	Data Hasil 1D TVMF setelah Interpretasi .....	56



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Data seismik sangat penting dalam dunia oil & gas, karena selain membutuhkan biaya yang tidak sedikit untuk mendapatkannya, belum tentu data seismik yang dihasilkan pun akan bagus. Bagaimanapun juga, seberapa ketatnya prosedur pelaksanaan akuisisi, data seismik yang dihasilkan tetap akan mengandung *noise* dan gelombang seismik yang menjalar pun akan mengalami perlemahan karena struktur lapisan bumi yang bervariasi dan tidak terduga.

#### 1.1.1 *Noise* dan Data

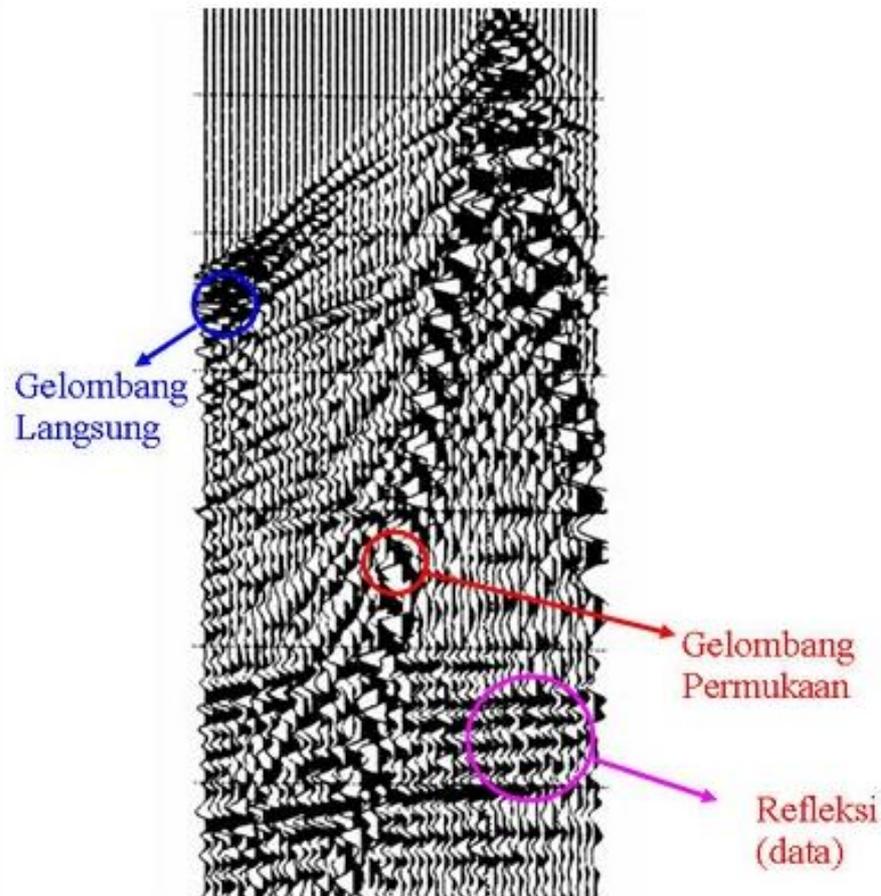
*Noise* bisa diartikan sebagai gangguan yang tidak diharapkan yang sering muncul pada saat perekaman data seismik dan mengganggu sinyal, atau bisa juga kita definisikan *noise* sebagai semua gelombang yang tidak dikehendaki dalam sebuah rekaman seismik dan kehadiran gelombang ini mengganggu sinyal yang benar – benar merupakan suatu data. Sedangkan data atau sinyal adalah gelombang yang kita harapkan muncul lebih banyak dari gelombang – gelombang yang lain. Sinyal ini mewakili reflektor – reflektor atau pantulan dari lapisan – lapisan yang ada didalam bumi.

Dalam seismik refleksi, gelombang refleksilah yang dikehendaki dalam suatu rekaman data seismik, sedangkan gelombang yang lain harus dihilangkan atau dikurangi keberadaannya dalam data seismik, karena akan berpengaruh terhadap kemunculan reflektor pada data seismik.

Adapun ciri – ciri sinyal pada perekaman data seismik adalah :

- Mempunyai kecepatan yang terbesar *dibandingkan* dengan jenis gelombang yang lainnya.
- Mempunyai amplitudo relatif paling besar.

- Mempunyai panjang gelombang yang relatif lebih besar dibandingkan dengan gelombang lainnya.



Gambar 1.1. Data seismik *gather*. Lingkaran biru menunjukkan gelombang langsung, lingkaran merah menunjukkan gelombang pantulan, dan lingkaran ungu menunjukkan gelombang refleksi (data).

Gambar 1.1. merupakan gambar seismik *gather* yang diambil dari <http://ensiklopediseismik.blogspot.com>. Pada data *gather* ini terdapat berbagai macam gelombang yang terekam dari proses akuisisi di lapangan. Gambar gelombang yang diberi tanda lingkaran biru adalah gelombang langsung (*direct wave*), sedangkan gelombang yang diberi tanda lingkaran merah merupakan gelombang permukaan (*ground roll*), dan gelombang yang diberi tanda lingkaran ungu merupakan gelombang refleksi. Pada proses pengolahan data, gelombang langsung dan gelombang permukaan ini akan dihilangkan atau dikurangi,

sehingga yang tertinggal di data seismik hanya gelombang refleksi yang kita inginkan saja.

Pada dasarnya, *noise* terbagi menjadi 2 macam (<http://asyafe.wordpress.com>) :

1. *Noise* koheren (*coherent noise*)

*Noise* koheren adalah *noise* yang memiliki pola keteraturan dari *trace* ke *trace*. Pada *noise* koheren, frekuensi dan fasanya sama dengan sinyal seismik. Contoh dari *noise* keheren adalah *ground roll*, *guided waves*, *noise* kabel, tegangan listrik, *multiple*.

2. *Noise* Inkoheren/Acak/*Random* (*random ambient noise*)

*Noise random* adalah *noise* yang tidak memiliki pola teratur. *Noise* ini biasanya memiliki frekuensi yang lebih tinggi dan fasanya tidak sama. *Noise random* terjadi karena gelombang laut, angin, kendaraan yang lewat saat perekaman.

### 1.1.2 *Filter* Seismik

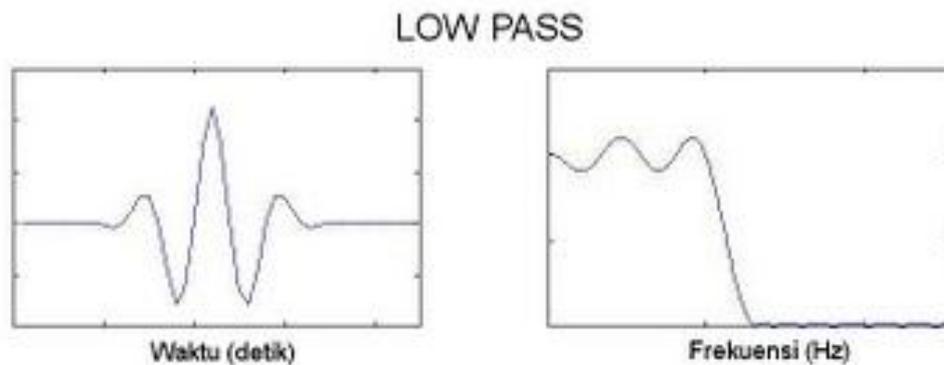
*Filtering* adalah salah satu cara untuk menghilangkan bentukan – bentukan gelombang yang tidak kita inginkan dari sinyal ([http://en.wikipedia.org/wiki/Filter \(signal processing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Filter_(signal_processing))), dan dalam hal ini bentukan yang dimaksud adalah *noise* - *noise* yang terdapat dalam data seismik.

Umumnya pada proses pengolahan data, *filtering* yang sering digunakan adalah *filtering* untuk frekuensi, yaitu jenis *filter* yang digunakan untuk memisahkan gelombang dengan frekuensi tertentu. Untuk *filter* frekuensi ini terdapat beberapa macam :

- *Low pass filter*

*Low pass filter* adalah *filter* yang digunakan untuk menghilangkan sinyal - sinyal yang memiliki frekuensi tinggi. Jadi yang tersisa adalah sinyal – sinyal dengan frekuensi rendah. Gambar 1.2a memperlihatkan sebuah gelombang yang memiliki frekuensi yang rendah. Gambar 1.2a sebelah kiri adalah sebuah gelombang dalam zona waktu, dan gambar 1.2a sebelah kanan adalah dalam zona frekuensinya. Frekuensi memiliki hubungan yang terbalik dengan waktu

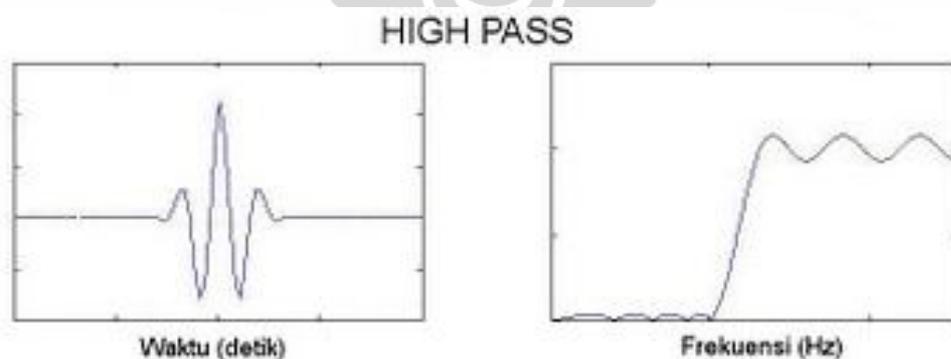
( $f = 1/T$ ), maka ketika dalam zona waktu gelombang memiliki perioda (*time*) yang besar, sebaliknya dalam zona frekuensi akan memiliki frekuensi yang kecil.



**Gambar 1.2a. Low pass filter (high cut)**

- *High pass filter*

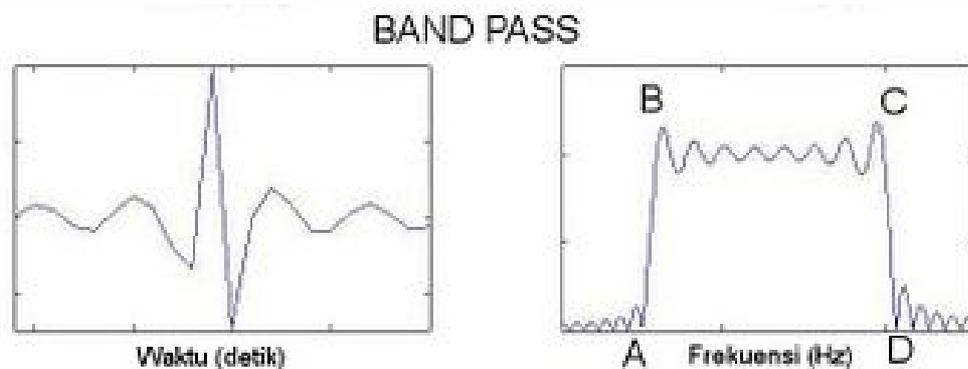
*High pass filter* adalah jenis *filter* yang digunakan untuk menghilangkan sinyal – sinyal yang memiliki frekuensi rendah, sehingga sinyal yang tersisa adalah sinyal yang memiliki frekuensi tinggi. Pada gambar 1.2b kiri, adalah gambar sebuah gelombang dengan perioda (*time*) yang kecil, sehingga dalam zona frekuensinya akan memiliki frekuensi yang tinggi (gambar 1.2b kiri).



**Gambar 1.2b. High pass filter (low cut)**

- *Band pass filter*

*Band pass filter* adalah gabungan dari *low pass* dan *high pass*. Jenis *filter* ini akan menghilangkan sinyal – sinyal yang memiliki frekuensi rendah dan tinggi, sehingga kita akan mendapatkan keluaran sinyal – sinyal yang memiliki frekuensi di tengah – tengah antara yang rendah dan yang tinggi (lihat gambar 1.2c).



Gambar 1.2c. *Band pass filter*. Tanda A, B, C, D diatas merupakan frekuensi sudut (*corner frequency*)

*Filter* diatas bisa digunakan untuk menghilangkan *noise* koheren karena *noise* tersebut memiliki pola tertentu, yaitu memiliki frekuensi yang sama, sehingga kita bisa menghilangkannya dengan *filter* frekuensi. Sebaliknya, *noise* inkoheren atau yang kita kenal dengan *random noise*, akan sangat sulit untuk dihilangkan karena *noise* ini tidak memiliki pola tertentu yang bisa kita gunakan sebagai *filter*.

Dalam beberapa tahun ini para peneliti telah mengembangkan metode - metode untuk menghilangkan *random noise*. Sebagai contoh Gulunay (2000) menggunakan *filter* prediksi *noncausal* untuk mengurangi *random noise*, Ristau dan Moon (2001) membandingkan beberapa aplikasi *filter adaptive* yang digunakan untuk mengurangi *random noise* pada data geofisika, dan Karsli et al. (2006) mengaplikasikan analisa *trace* kompleks terhadap data seismik untuk menekan *random noise*, metode ini disarankan digunakan pada data seismik yang

memiliki *fold* yang rendah. Beberapa metode transformasi digunakan untuk menghilangkan *random noise*, contohnya transformasi *seislet* (Fomel, 2006; Fomel dan Liu, 2008), transformasi *discrete* kosinus (Lu dan Liu, 2007), dan transformasi *curvelet* (Neelamani et al., 2008).

Dengan kata lain, ini menunjukkan bahwa *median filter* adalah metode yang sudah cukup dikenal oleh para ahli yang bisa digunakan secara efektif untuk mengurangi *noise*. Bednar (1983) dan Duncan dan Beresford (1995) menemukan bahwa metode ini mudah digunakan dan efektif untuk melihat prospek pada seismik. Akhir – akhir ini, metode *median filter* yang baru telah dikemukakan oleh beberapa ahli, yaitu Mi dan Margrave (2000) memasukkan *median filter* untuk mengurangi *noise* dalam satu proses standar migrasi waktu Kirchhoff. Zhang dan Ulrych et al. (2003) menggunakan *median filter* hiperbolik untuk menekan *multiple*. Liu et al. (2006) menganjurkan penghilangan *random noise* dengan menggunakan *2D multistage median filter* (MLM).

*Median filter* merupakan *filter nonlinier*, dimana panjang jendela *filter* perlu diatur sebelum proses *median filter* dijalankan. *Median filter* yang umum dilakukan adalah *median filter stationary*, yaitu *median filter* akan menjalankan *filter* dengan panjang jendela *filter* tetap untuk semua data. Dengan begitu, baik sinyal dan data akan diproses dengan panjang jendela *filter* yang sama. Hal ini akan berakibat kepada hilangnya sinyal reflektor dan *noise* yang masih tertinggal pada data.

Liu et al. (2009) mengemukakan *median filter* yang bervariasi terhadap waktu (*time-varying median filter*, TVMF). Liu memperlihatkan kelebihan 1D TVMF dengan *median filter* (MF) *stationary* pada model sintetik struktur antiklin. Kemudian metode ini diaplikasikan pada data asli 2D seismik. Metode ini secara efektif membantu mengurangi *noise spike* (tajam) yang terdapat dalam data seismik 2D.

TVMF bekerja dengan suatu nilai ambang batas, dengan adanya syarat nilai ambang batas ini maka panjang jendela *filter* yang dikenakan pada tiap data tidak

akan selalu sama. Nilai ambang batas ini akan menentukan sinyal – sinyal mana saja yang termasuk sinyal yang berisi informasi penting dan sinyal mana – mana saja yang termasuk *noise*.

Disini akan dibuat program 1D TVMF dengan menggunakan MATLAB dan akan diaplikasikan terhadap data seismik 2D yang memiliki struktur patahan. Hasil dari *filter* TVMF ini bisa digunakan untuk menganalisa struktur patahan yang terjadi pada geologi daerah tersebut. Selain itu, disini juga akan diperlihatkan tehnik untuk mengurangi difraksi yang terdapat pada data *stack* seismik 2D dengan menggunakan TVMF. Kemudian akan ditunjukkan perbandingan antara *median filter stationary* dengan TVMF, dimana pada *median filter* yang bervariasi terhadap waktu ini akan menghasilkan keluaran yang lebih bagus dari pada *median filter* biasa.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pada data seismik *stack*, sering kali reflektor – reflektor yang tergambar pada data seismik tidak selalu menerus dan terputus – putus, hal ini dikarenakan *noise – noise random* yang masih tertinggal pada data seismik tidak tersaring dengan baik pada proses pengolahan data seismik (*processing*). Bidang patahan ada kalanya juga tidak selalu tergambar dengan baik pada penampang seismik karena akibat dari patahan tersebut akan terjadi difraksi dari gelombang yang memantul, sehingga pada hasil akhir dari pengolahan data seismik, difraksi dan *noise* yang masih tertinggal didalamnya tersebut akan ikut melemahkan reflektor disekitar patahan dan mengaburkan bidang patahan yang terjadi.

*Noise random* yang tidak bisa dihilangi pada tahap *processing* sehingga muncul dan mengganggu hasil akhir dari *stack* ini harus kita kurangi lagi keberadaannya dalam data seismik 2D. Salah satu cara mudah yang bisa dilakukan adalah dengan menerapkan *filtering* pada data seismik 2D, sehingga kita tidak harus mengulang tahap *processing* dari awal hanya untuk menghilangkan *noise random* ini. Hal ini

akan sangat menghemat waktu dan juga membantu hasil interpretasi struktur yang dilakukan oleh interpreter.

Hal yang harus dilakukan untuk menekan keberadaan *noise random* pada data seismik 2D adalah dengan memproses data seismik ini dengan *1D time-varying median filter* (TVMF). Pertama kali kita harus membuat program 1D TVMF dalam MATLAB, karena fungsi 1D TVMF ini belum tersedia dalam MATLAB ataupun *software – software processing* lain. Kemudian data seismik tersebut kita analisa dan olah dengan menggunakan alat komputasi MATLAB.

Program yang dibuat terdiri dari program untuk menganalisa sinyal seismik dan program untuk 1D TVMF itu sendiri. Kedua program ini akan diterapkan pada data set seismik kita, sehingga keluaran yang dihasilkan akan mengurangi kehadiran dari *noise random*.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakter dari 1D TVMF dan mengaplikasikannya secara langsung terhadap data seismik 2D yang memiliki struktur geologi yang cukup kompleks, dimana pada data seismik tersebut terdapat banyak patahan. Dengan menerapkan *filter* ini pada data seismik, kita akan melihat sejauh mana efektifitas *filter* ini dalam mengurangi *random noise* sekaligus meningkatkan kualitas data seismik.

Penelitian ini juga bertujuan untuk membuat program analisa data seismik dan program untuk *filtering* 1D TVMF. Kedua program ini dibuat dengan MATLAB dan akan kita lihat efektifitasnya dalam mengolah data seismik 2D. Hasil keluaran dari program ini akan dibandingkan dengan jenis *filter* lainnya, untuk melihat kelebihan dari 1D TVMF.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan sangat bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan khususnya dunia oil dan gas, karena program ini bisa digunakan secara cepat terhadap data seismik 2D untuk menghilangkan *noise random* yang terdapat dalam data seismik, tanpa perlu lagi kita melakukan *processing* ulang.

*Filter* 1D TVMF ini mengakomodir kekurangan dari *filter – filter* yang biasa kita gunakan, sehingga data seismik yang dihasilkan akan menguatkan struktur yang terdapat didalam data seismik serta mengurangi *noise* yang terkandung didalamnya, serta memperjelas struktur bidang patahan.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Data set seismik yang dipakai adalah data seismik 2D dan data ini merupakan data seismik *stack*. Data ini diambil dari salah satu wilayah di Indonesia. Untuk menjaga kerahasiaan data, maka lokasi dan informasi dari data seismik ini tidak bisa saya sebutkan informasinya secara detail.

Data seismik yang dijadikan sebagai contoh ini adalah data seismik yang memiliki struktur yang kompleks, yaitu terjadi banyak patahan pada lapisan bagian atas. Pada data seismik contoh ini, data masih mengandung *noise random* sehingga reflektor dan bidang patahan menjadi kabur.

Pengolahan data seismik beserta tampilan – tampilan penampang seismik yang disajikan disini dilakukan dengan menggunakan Matlab tanpa melibatkan *software – software processing* atau *software – software interpretasi* lain. Sebelumnya Matlab perlu diinstal Crewes dan Segymat untuk menjalankan program ini.

### 1.6 Model Operasional Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB sebagai alat utama komputasi, dibantu dengan CREWES dan SEGYPAT. Program untuk menganalisa sinyal seismik serta program *filter* 1D TVMF dibuat dengan menggunakan Matlab. Tampilan seismik yang diperlihatkan juga menggunakan Matlab sepenuhnya sebagai alatnya dan Segypat sebagai fungsinya.



## BAB 2

### TEORI DASAR

#### 2.1 Konsep *Median Filter*

Istilah *median* yang dimaksudkan disini adalah istilah statistik yang mengacu kepada nilai tengah dari suatu kumpulan data. Jika ada sekumpulan data yang berjumlah  $n$ , kemudian kita urutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar, maka untuk data yang berjumlah ganjil, nilai *median* dapat ditentukan dengan mengambil harga data ke- $n$  yang berada tepat ditengah – tengah. Sedangkan untuk data yang berjumlah genap, nilai *mediannya* adalah perata – ratahan dari dua data yang ada ditengah – tengahnya.

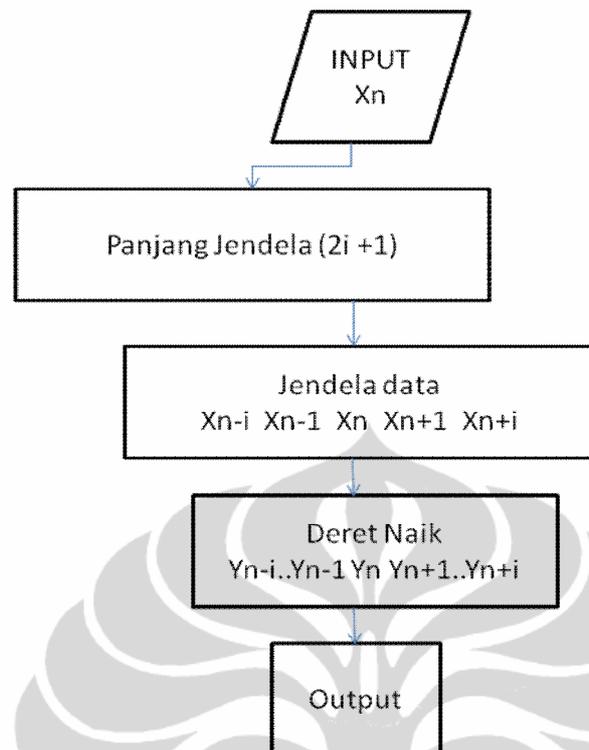
Misal :            data =  $x_2, x_4, x_3, x_1, \dots x_n$   
                      Dengan  $x_1 < x_2 < x_3 < x_4 < \dots < x_n$   
                      Setelah diurutkan menjadi :  $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots x_n$

Maka :

- Untuk  $n$  bilangan ganjil, nilai *median* (data) =  $x_{(n+1)/2}$
- Untuk  $n$  bilangan genap, nilai *median* (data) =  $(x_{(n/2)} + x_{(n/2 + 1)})/2$

Dengan  $x$  adalah *sample*.

*Filter median* dengan panjang  $n$ , akan menggantikan setiap titik pada data ke- $n$  dengan *median* dari kumpulan data asli yang terdapat pada jendela data dengan panjang  $n$  yang titik tengahnya terletak di titik yang akan diganti. Hal ini biasanya berkaitan dengan panjang jendela *filter* yang ganjil. Jika digunakan *filter median* dengan panjang jendela *filter* genap, maka dipakai rata – rata dari 2 titik tengah sebagai keluaran *filter*. Gambar 2.1 memperlihatkan konsep dari *median filter*.



Gambar 2.1 Konsep *Median Filter*

## 2.2 Karakteristik *Median Filter*

*Filter median* sebagai alat untuk menyaring *random noise* memiliki beberapa sifat – sifat khusus yaitu :

1. Proses *filter median* yang dikenakan pada suatu data masukan yang terskala akan menghasilkan keluaran yang terskala pula.

Secara matematis dapat dilihat :

$$\text{Median dari } (k X(n)) = k \text{ median } X(n)$$

2. *Filter median* bukan merupakan *filter linier*, sehingga tidak berlaku sifat *superposisi*.

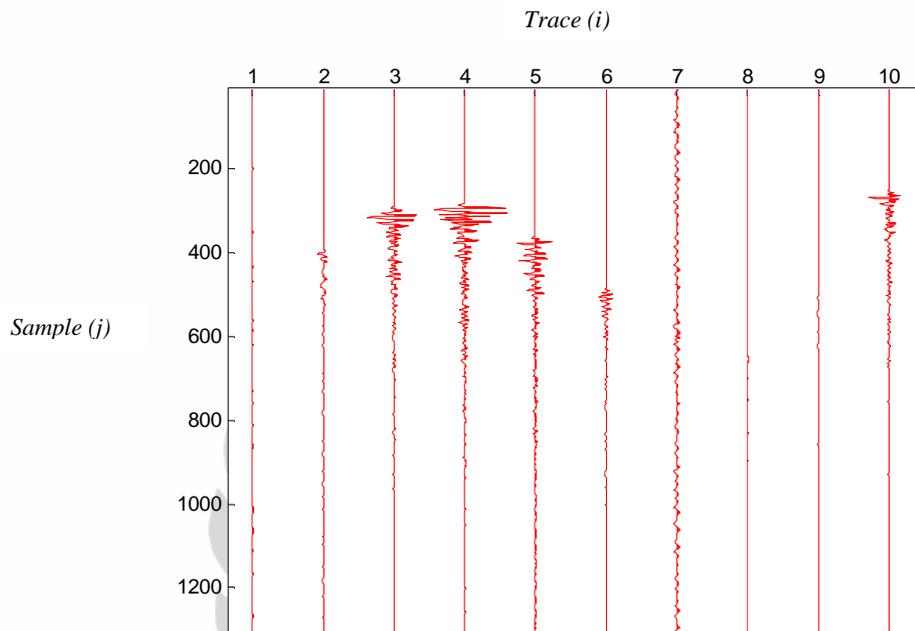
$$\text{Median } (\alpha X1(n) + \beta X2(n)) \neq \alpha \text{ Median } X1(n) + \beta \text{ Median } X2(n)$$

3. *Filter median* secara mutlak menghilangkan bising paku.
4. *Filter median* mempertahankan fungsi tangga.

### 2.3 Median Filter 1D Stationary

Data seismik 2D bisa ditampilkankan sebagai urutan data :

$$x_{ij} (i = 1, \dots, m, \dots, N_x; j = 1, \dots, n, \dots, N_t), \quad (2.1)$$



Gambar 2.2 Data seismik 2D

Dimana,  $i$  adalah *trace*, dan  $j$  adalah *time*

Langkah – langkah untuk menggunakan *filter median stationary* 1D adalah sebagai berikut :

- Pilih data pada *trace* ke- $m$  dan *sample* ke- $n$ , kemudian pilih  $C$  *sample* dalam data ke- $m$  *trace* tersebut
- Urutkan *sample*  $C$  mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar
- Setelah diurutkan, tentukan nilai tengahnya sebagai keluaran *filter median* pada data *trace* ke- $m$  dan *sample* ke- $n$

Ulangi proses diatas pada semua data seismik yang terekam, maka akan menghasilkan *filter median stationary* 1D. Dengan kata lain, *median filter* (MF) bisa diekspresikan sebagai *median*  $[x_{ij}]$ .

#### 2.4 Perhitungan *Signal to NoiseRatio* (S/N) Menggunakan Metode *Stack*

Persamaan yang digunakan untuk menghitung *Signal to NoiseRatio* (S/N) diambil dari persamaan yang dibuat oleh Liu dan Li (1997). Jika diambil sebuah jendela analisa  $D$  yang merupakan bagian dari rekaman seismik, maka bisa ditulis :

$$D = [x_{ij}]_{M \times N} \quad (0 < M \leq N_x, 0 < N \leq N_t), \quad (2.2)$$

Persamaan ini mengasumsikan bahwa *waveform*, *amplitudo*, dan *phasa wavelet* seismik pada jendela  $D$  adalah tetap seiring dengan berubahnya jarak  $i$ , *noise* bernilai nol, yang berarti terdistribusi secara merata, dan arah lintasan survei berdiri sendiri (*decorrelated*) dengan sinyal.

Dari asumsi ini, maka bisa ditentukan:

$$x_{ij} = s_j + n_{ij}, \quad (2.3)$$

$$\sum_{i=1}^M n_{ij} = 0, \quad (2.4)$$

Dimana :  $s_j$  = amplitudo sinyal

$n_j$  = amplitudo *noise*

Dengan demikian, jika sinyal energi adalah :

$$E_s = M \sum_{j=1}^N s_j^2 = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^N \left( \sum_{i=1}^M x_{ij} \right)^2, \quad (2.5)$$

Maka energi *noise* bisa dihitung dengan :

$$E_N = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M x_{ij}^2 - E_s, \quad (2.6)$$

Akhirnya, S/N bisa didefinisikan sebagai :

$$SNR = \frac{E_S}{E_N} = 10 \log_{10} \left( \frac{\sum_{j=1}^N \left( \sum_{i=1}^M x_{ij} \right)^2}{M \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M x_{ij}^2 - \sum_{j=1}^N \left( \sum_{i=1}^M x_{ij} \right)^2} \right), \quad (2.7)$$

### 2.5 1D Time-Varying Median Filter (TVMF)

Dengan menggunakan persamaan – persamaan diatas, maka bisa dibuat langkah – langkah untuk proses TVMF :

1. Menentukan referensi panjang *filter median*

Pada data ke  $x_{m,n}$ , dengan C sebagai panjang jendela *filter*, maka referensi panjang jendela *filter* bisa diekspresikan sebagai :

$$Y_{m,n}^C = \text{median} [x_{ij}] \quad (i = m; j = n - (C - 1)/2, \dots, n + (C - 1)/2), \quad (2.8)$$

2. Menentukan nilai ambang

Dengan nilai referensi *filter median* tersebut, kemudian kita tentukan nilai rata – rata absolutnya. Setelah itu kita tentukan nilai ambangnya dengan persamaan:

$$T = \frac{1}{N_x \times N_t} \left( \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_t} |Y_{ij}^C| \right), \quad (2.9)$$

Nilai ambang ini berguna untuk mengevaluasi data yang berupa *random noise* dengan data sinyal yang berguna.

- Ketika  $|Y_{m,n}^C| < T$ , maka data pada poin tersebut merupakan suatu *random noise*. Data ini harus diproses dengan jendela analisa *filter median* harus lebih besar dari C, dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuannya menghilangkan *random noise*.

- Ketika  $|Y_{m,n}^C| \geq T$ , maka data pada poin tersebut merupakan sinyal. Data ini harus diproses dengan jendela analisa *filter median* lebih kecil dari nilai C, dengan tujuan untuk melindungi struktur sinyal yang detail.

### 3. Menentukan jendela *filter time-varying*

Setelah nilai ambang kita tentukan, kemudian kita bisa menetapkan 4 skala jendela. Panjang jendela *time-varying* bisa di bagi menjadi :

$$\alpha, \quad 0 < |Y_{ij}^C| < T/2, \quad (2.10)$$

$$\beta, \quad T/2 < |Y_{ij}^C| < T, \quad (2.11)$$

$$\gamma, \quad T \leq |Y_{ij}^C| < 2T, \quad (2.12)$$

$$\delta, \quad |Y_{ij}^C| \geq 2T, \quad (2.13)$$

Dimana  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , and  $\delta$  adalah suatu nilai yang konstan, dan  $\alpha > \beta$  dan  $\gamma > \delta$ .

Batasan parameter diatas mengartikan, bahwa sinyal yang merupakan data akan diproses dengan panjang jendela *filter*  $\delta - \gamma$ , sedangkan sinyal yang dianggap sebagai *noise* akan diproses dengan panjang jendela *filter*  $\beta - \alpha$ .

Dengan menggunakan parameter ini, maka kita bisa menghilangkan *noise random* dengan memberikan nilai panjang jendela *filter* yang besar, sedangkan untuk menjaga sinyal yang merupakan data, kita beri nilai panjang jendela *filter* yang kecil.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Persiapan Data

Langkah awal yang harus kita lakukan adalah melakukan persiapan data dan peralatan untuk mulai melakukan penelitian. Disini saya menyiapkan 1 set data seismik *stack* 2D yang memiliki struktur geologi yang cukup kompleks. Data seismik ini saya namakan “seismik1.sgy”.

Kemudian untuk peralatannya, saya memakai Matlab untuk menganalisa data seismik. Sebelumnya kita harus menginstal dulu Crewes dan Segymat 1.2 pada Matlab. Untuk mendapatkan Crewes dan Segymat, kita tinggal mengunduh saja lewat internet karena tidak dipungut biaya. Crewes dan Segymat ini diperlukan, karena dalam pembuatan program nanti, kita akan memakai fungsi – fungsi dari Crewes dan Segymat ini.

#### 3.2 Pembuatan Program

Setelah Crewes dan Segymat terinstal, baru kemudian kita mulai membuat program. Program yang akan kita buat terdiri dari program untuk menganalisa sinyal dan program untuk 1D TVMF. Ini adalah 2 program utama yang akan digunakan untuk mengolah data seismik. Sedangkan fungsi dasar dari program ini adalah fungsi untuk menghitung *filter median*, dan fungsi ini sudah terdapat didalam Matlab.

### 3.2.1 Program Analisa Sinyal

Program untuk menganalisa sinyal yang akan dibuat terdiri dari program untuk menganalisa energi dari sinyal, program untuk menganalisa tingkat energi *noise*, dan program untuk menganalisa S/N dari data seismik.

Data seismik yang akan kita lihat tingkat energinya adalah data seismik yang sudah kita proses oleh *filter median* dengan satu panjang jendela *filter* ( $c$ ). Untuk satu data seismik yang sudah di *filter median*, kita akan mendapatkan satu nilai tingkat energi.

Pada tahap program ini, kita akan melihat nilai energi dari data seismik yang sudah diproses oleh *filter median* mulai dari panjang jendela *filter* bernilai 3 sampai panjang jendela *filter* bernilai 50. Jadi kita akan mendapatkan nilai energi sebanyak 48 nilai (masing – masing untuk tiap panjang jendela *filter*).

Program untuk menganalisa sinyal dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 3.2.1.1 Program Energi Sinyal ( $E_s$ )

Program energi sinyal ini dibuat dengan memasukkan algoritma dari persamaan 2.5 kedalam Matlab. Persamaan 2.5 mengartikan bahwa untuk mendapatkan nilai energi sinyal ini, kita harus menjumlahkan semua data pada *trace* pertama, kemudian kita kuadratkan, lalu kumpulan dari tiap – tiap *trace* ini kita jumlahkan lagi, sehingga kita akan mendapatkan satu nilai energi sinyal ( $E_s$ ) dari satu set data seismik yang sudah diproses terlebih dahulu oleh satu panjang jendela *filter*.

Untuk panjang jendela *filter* dari 3 sampai 50, maka kita akan mendapatkan suatu kumpulan nilai dari energi sinyal dalam bentuk matriks, dimana pada matriks tersebut terdapat 48 nilai energi sinyal.

### 3.2.1.2 Program Energi *Noise* ( $E_n$ )

Program energi *noise* dibuat dengan memasukkan algoritma dari persamaan 2.6 kedalam bahasa Matlab. Persamaan 2.6 ini didapat dengan mengkuadratkan masing – masing nilai data pada satu *trace*, kemudian dijumlahkan semua nilai tersebut, setelah itu kita jumlahkan semua nilai yang kita dapatkan pada tiap – tiap *trace*. Untuk mendapatkan nilai energi *noise* ( $E_n$ ) ini, maka nilai akhir tersebut kita kurangkan dengan nilai akhir dari energi sinyal ( $E_s$ ), maka keluarlah nilai energi *noise*.

Perlu diingat, bahwa satu nilai energi *noise* ini adalah merupakan hasil dari data seismik yang telah diolah dengan *filter median* dengan satu nilai panjang jendela *filter*, sehingga sama seperti energi sinyal, kita juga akan mendapatkan kumpulan nilai energi *noise* dalam bentuk matriks untuk panjang jendela *filter* dari 3 sampai 50.

### 3.2.1.3 Program Energi S/N (SNR)

Setelah kita mendapatkan matriks – matriks energi sinyal ( $E_s$ ) dan energi *noise* ( $E_n$ ), maka kita bisa mendapatkan matriks S/N (SNR) yaitu dengan menerapkan persamaan 2.7 kedalam Matlab. Persamaan tersebut mengharuskan nilai energi sinyal dibagi dengan nilai energi *noise*, kemudian kita log kan, setelah itu kita kalikan dengan 10. Maka kita akan mendapatkan suatu hasil akhir, yaitu matriks SNR yang berisi nilai – nilai energi S/N dari panjang jendela *filter* 3 sampai 50.

Jika kita sudah mendapatkan nilai energi sinyal, energi *noise*, dan S/N, maka dari analisa ketiga energi ini kita akan mendapatkan 5 parameter, yaitu :

1. Parameter referensi panjang jendela *filter* ( $c$ )
2. Parameter  $\alpha$
3. Parameter  $\beta$
4. Parameter  $\gamma$
5. Parameter  $\delta$

Parameter – parameter ini nantinya akan kita gunakan untuk menjalankan program 1D TVMF. Parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , dan  $\delta$  bisa disebut juga sebagai 4 skala jendela *filter time-varying*.

### 3.2.2 Program 1D TVMF

Setelah kita menganalisa data seismik, maka kita akan mendapatkan nilai parameter – parameter yang disebutkan diatas. Parameter ini kita masukkan kedalam program 1D TVMF. Program 1D TVMF sendiri terdiri dari 2 program utama, yaitu program untuk mencari nilai ambang batas (T) dan program untuk menjalankan *filter median* dengan batas syarat yang telah ditentukan.

Program untuk 1D TVMF dapat dilihat pada lampiran 3.

#### 3.2.2.1 Program Nilai Ambang Batas (T)

Program nilai ambang batas dibuat berdasarkan persamaan 2.9. Persamaan ini mengartikan bahwa nilai ambang batas merupakan pempositifan data seismik yang telah diberi *median filter*, kemudian dalam satu *trace* tersebut, nilai – nilai yang sudah dipositifkan akan dijumlahkan, maka akan didapat satu nilai pada satu *trace*. Setelah itu nilai – nilai pada tiap *trace* kita jumlahkan semua dan akan menghasilkan satu nilai juga, kemudian nilai ini kita bagi dengan hasil perkalian antara banyaknya *trace* dengan banyaknya *sample*, maka didapatkanlah satu nilai ambang batas (T).

#### 3.2.2.2 Program Penentuan Batas Syarat

Setelah penentuan nilai ambang batas, maka dilanjutkan dengan pembuatan program penentuan batas syarat. Program penentuan batas syarat dibuat berdasarkan persamaan 2.10, 2.11, 2.12, dan 2.13. Persamaan – persamaan ini mengartikan bahwa setiap nilai data seismik yang telah diberi proses *filter median* ( $Y_{ij}^C$ ) akan dipositifkan, kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas (T).

Hasil dari perbandingan tersebut akan menentukan apakah data seismik pada titik tersebut akan diolah oleh *filter median* dengan menggunakan panjang jendela *filter*  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , ataupun  $\delta$ .

### 3.3 Pengolahan Data Lapangan

Setelah pembuatan program selesai, maka kita sudah bisa mengolah data seismik untuk kita proses. Pada pengolahan data terdapat 2 langkah kerja, yaitu memproses data dengan program analisa sinyal dan yang kedua memproses data seimik dengan program 1D TVMF.

#### 3.3.1. Penentuan Jendela Analisa

Sebelum kita menjalankan program analisa seismik, terlebih dahulu kita harus menentukan jendela analisa untuk kita analisa sinyal seismiknya. Jadi tidak semua data seismik kita analisa sinyalnya, hanya pada bagian – bagian yang memiliki reflektor yang tajam saja. Jadi kita harus menentukan daerah jendela analisa yang kecil saja.

Setelah kita menentukan jendela analisa yang kecil, maka selanjutnya kita jalankan program kita untuk melihat energi sinyal, energi *noise*, dan energi S/N dari jendela analisa kita tersebut. Jika kita sudah merasa cocok atau puas dengan nilai dari energi sinyal, energi *noise*, dan energi S/N tersebut, maka kita sudah bisa menyimpulkan nilai dari 5 parameter diatas. Jika kita belum merasa puas atau cocok, maka kita harus memilih daerah jendela analisa di daerah yang lain, atau bisa saja hanya dengan mengecilkan atau membesarkan jendela analisa pada tempat yang sama.

Pada penentuan jendela analisa ini, kita pasti akan mencoba – coba semua daerah pada seismik tersebut untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Langkah ini tidak

akan hanya sekali jalan saja, tetapi bisa berkali – kali tergantung dari pemilihan jendela analisa apakah sudah bagus atau belum.

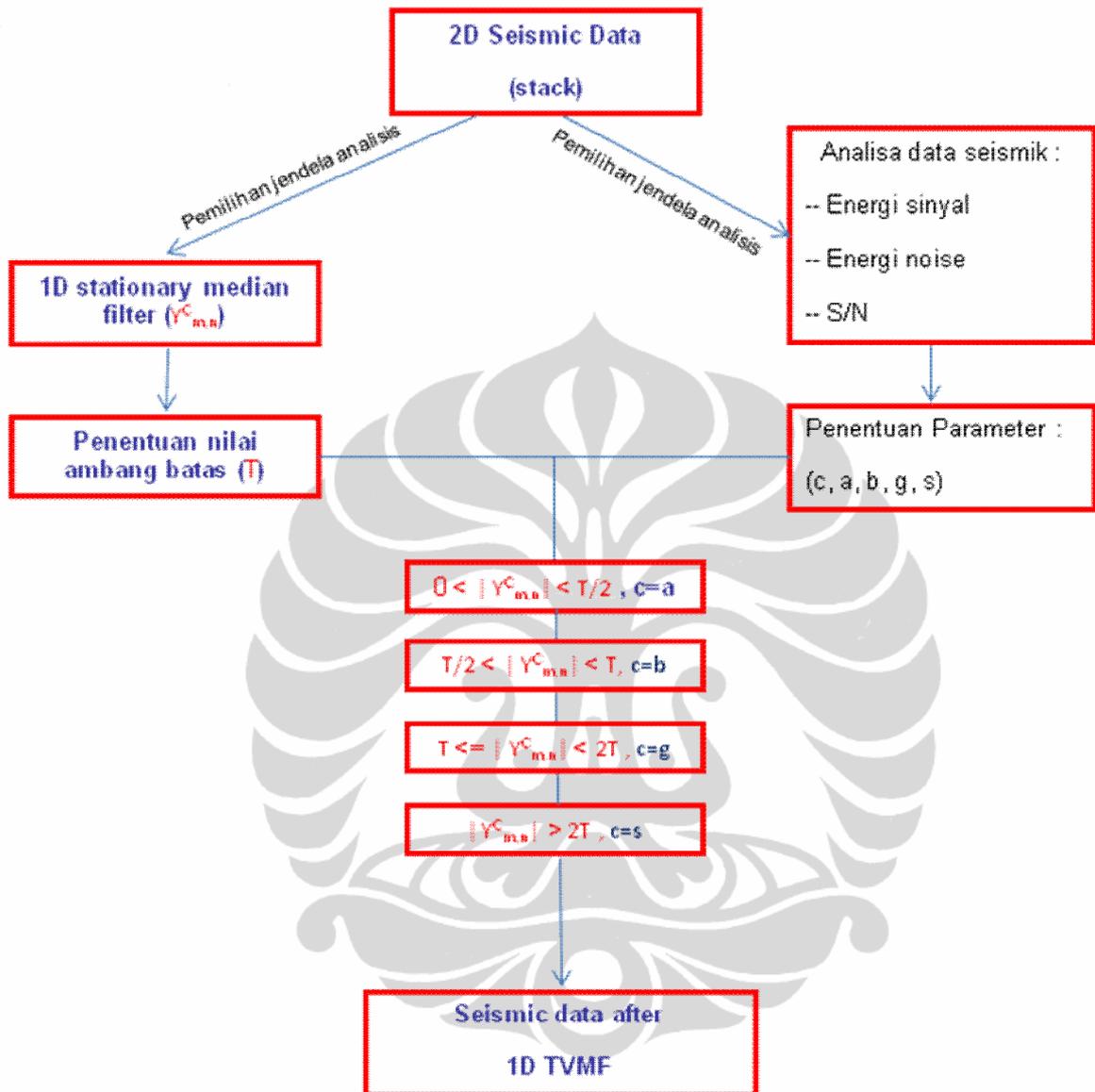
### 3.3.2. Proses 1D TVMF

Setelah kita merasa puas dengan hasil analisa kita pada jendela analisa tersebut, maka kita bisa memasukkan parameter – parameter yang disebutkan diatas ( $c$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , dan  $\delta$ ) kedalam program 1D TVMF. Jika parameter sudah dimasukkan, maka kita sudah siap untuk menjalankan program ini.

Hasil dari 1D TVMF pada data seismik kita nantinya adalah sebuah set data seismik yang baru dengan pemfilteran *median* menggunakan panjang jendela *filter* yang kecil untuk data – data yang dianggap berisi informasi penting, dan panjang jendela *filter* yang besar untuk data – data yang dianggap sebagai *noise*.

### 3.4 Alur Kerja

Alur kerja atau bagan pengerjaan dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah.



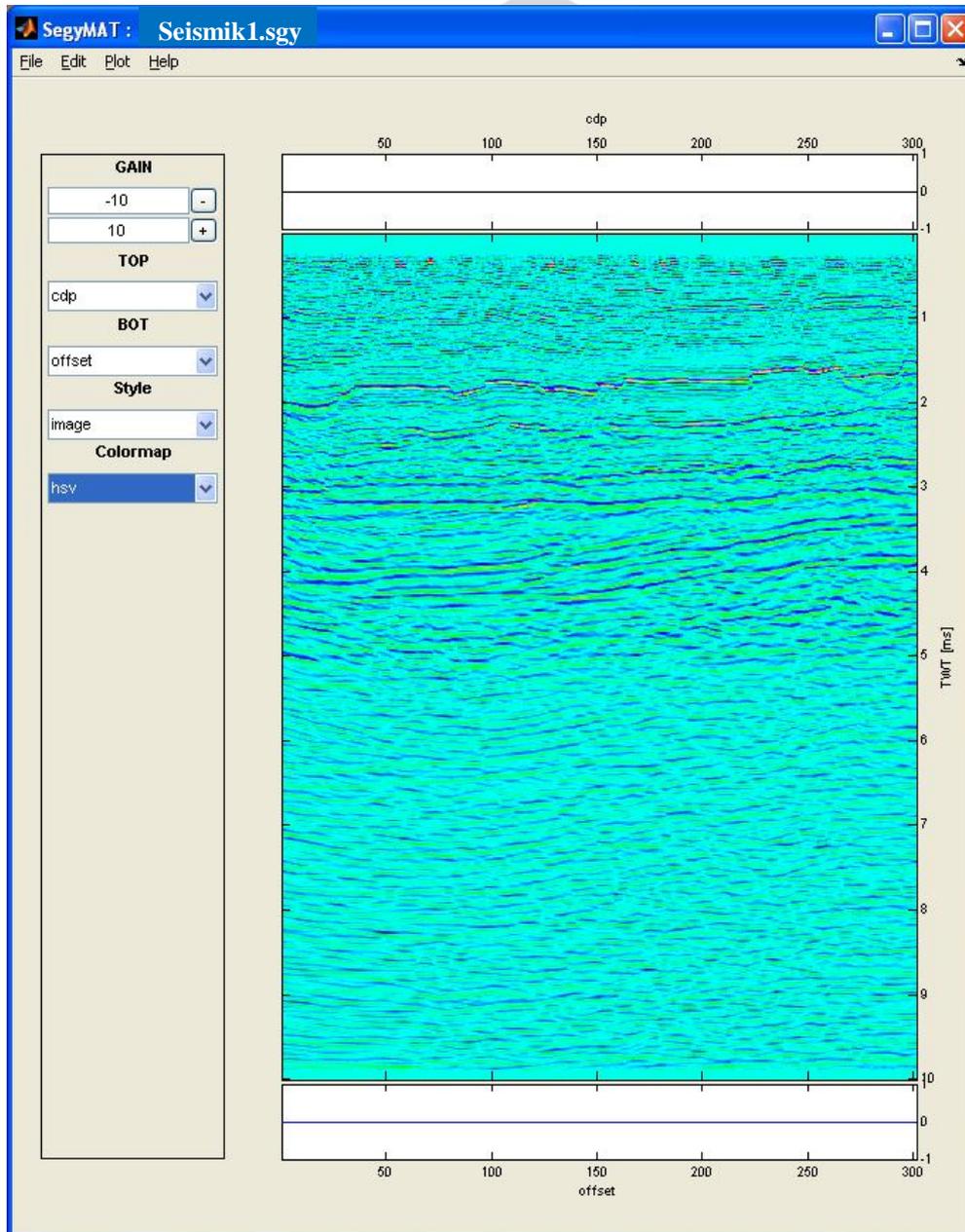
Gambar 3.2 Alur kerja Penelitian

## BAB 4

### PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Analisa Sinyal Seismik

Data set seismik yang akan saya olah saya namakan “seismik1.sgy“. Gambar 4.1 memperlihatkan penampang seismik1.sgy.

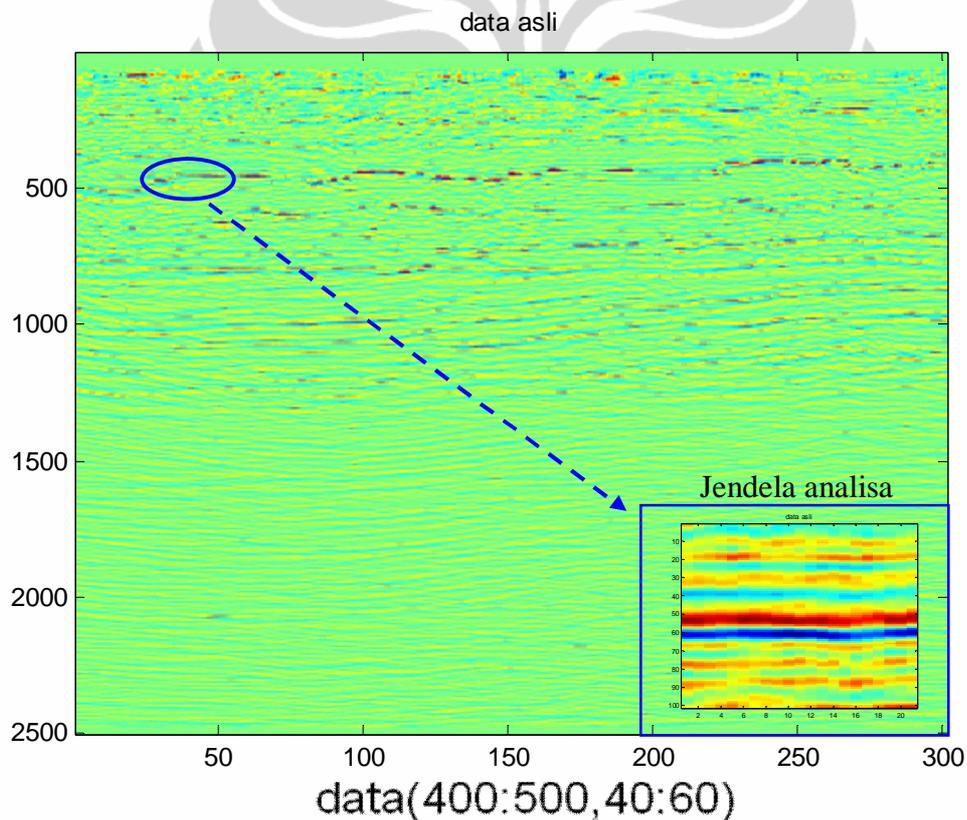


Gambar 4.3 Data seismik 2D seismik1.sgy

Data *stack* seismik 2D ini diambil dari salah satu tempat di Indonesia. Penampang seismik pada gambar 4.1 memperlihatkan struktur geologi yang kompleks, dimana pada penampang seismik tersebut terdapat banyak *sesar* atau patahan. Data seismik inilah yang akan kita olah dengan *filter* 1D TVMF dan akan kita analisa sinyal seismiknya.

#### 4.1.1 Pemilihan Jendela Analisa

Untuk menganalisa sinyal seismik, terlebih dahulu kita perlu untuk menetapkan daerah jendela analisa. Jadi tidak seluruh data seismik kita analisa sinyalnya, tetapi hanya sebagian kecil dari keseluruhan data seismik.



**Gambar 4.2 Data seismik dan jendela analisa**

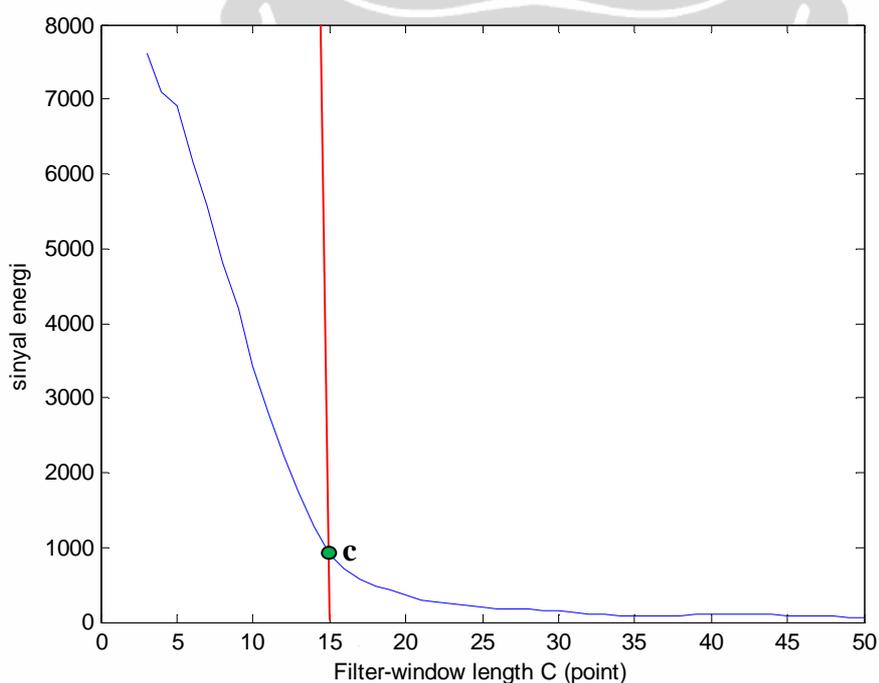
Gambar 4.2 memperlihatkan data seismik yang asli dan juga daerah jendela analisa yang saya pilih. Pada gambar tersebut terdapat lingkaran biru, itu menunjukkan daerah atau jendela analisa yang diambil untuk kita analisa lebih lanjut.

Bisa kita lihat pada gambar 4.2 bahwa data seismik terdiri dari 300 *trace* dan 2500 *sample*, akan tetapi daerah jendela analisa yang saya pilih terletak pada *trace* ke 40 sampai *trace* ke 60, dan terletak pada *sample* ke 400 sampai *sample* ke 500. Alasan saya memilih pada daerah ini adalah karena pada daerah ini terdapat reflektor yang cukup tajam, yang saya yakini sebagai batas suatu lapisan atau karena memang pada daerah ini banyak terdapat data/sinyal yang berisi informasi penting. Besar kecil jendela analisa yang kita tentukan ini akan berpengaruh kepada nilai energi dari sinyal, *noise*, dan S/N nya yang akan dihasilkan nanti. Dan ini akan berpengaruh terhadap hasil *filter* 1D TVMF.

Jendela analisa ini akan kita analisa sinyal seismiknya untuk melihat energi sinyal, energi *noise*, dan S/N nya. Untuk menganalisa jendela *filter* ini, kita harus memproses jendela *filter* ini dengan *filter median*. Panjang *filter median* yang dipakai adalah mulai dari panjang *filter median* bernilai 3 sampai bernilai 50.

#### 4.1.2 Analisa Sinyal Energi (Es)

Setelah kita menentukan jendela analisa, maka kita jalankan program untuk melihat tingkat sinyal energi pada jendela analisa tersebut.



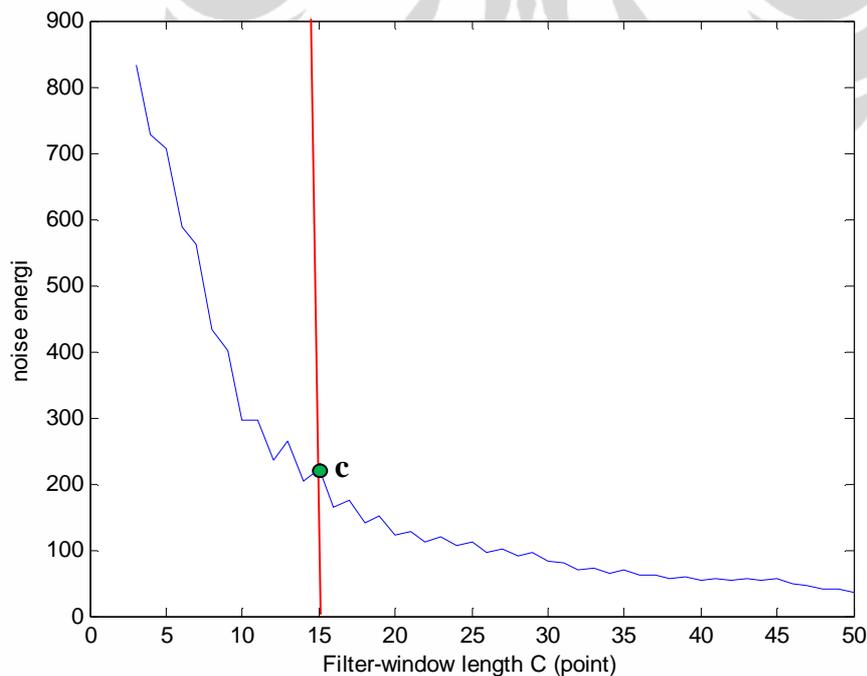
**Gambar 4.3 Sinyal energi**

Gambar 4.3 memperlihatkan sinyal energi pada jendela analisa yang sudah kita tentukan diatas. Pada gambar 4.3 bisa dilihat bahwa pada panjang jendela *filter* bernilai 3, maka sinyal energi mempunyai nilai yang paling tinggi, dan seiring dengan bertambahnya panjang jendela *filter*, maka nilai sinyal energi akan semakin lama semakin menurun.

Nilai sinyal energi akan terus turun dengan tajam sampai akhirnya pada nilai panjang jendela *filter* bernilai 15, nilai sinyal energi akan mulai stabil. Panjang jendela *filter* bernilai 15 inilah yang akan kita ambil sebagai parameter referensi panjang jendela *filter* ( $c$ ).

#### 4.1.3 Analisa Sinyal *Noise* ( $E_s$ )

Setelah kita melihat sinyal energi dari jendela analisa kita, sekarang kita akan melihat energi *noise* nya.



**Gambar 4.4** *Noise* energi

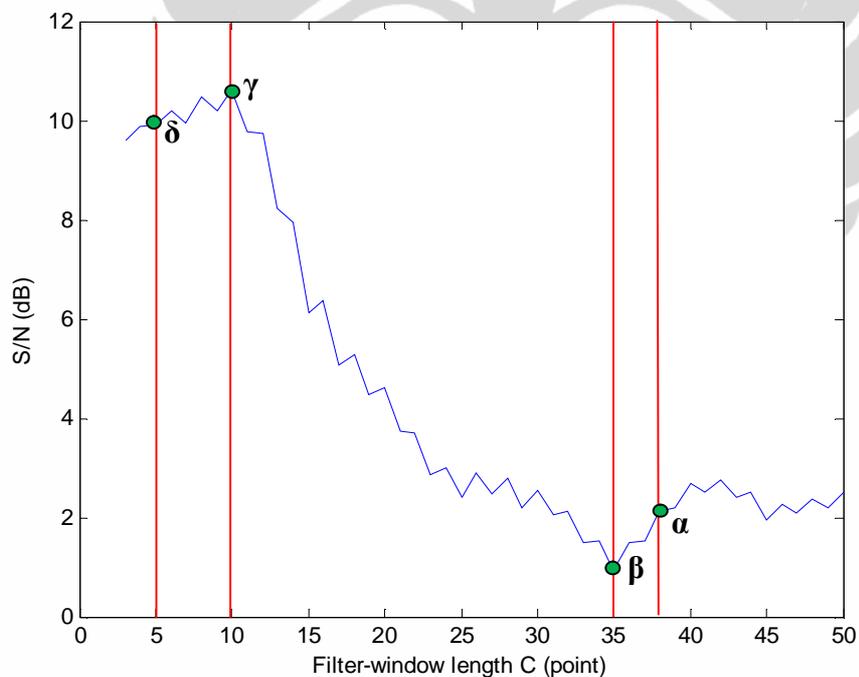
Gambar 4.4 menunjukkan energi *noise* dari jendela analisa kita. Bisa kita lihat pada gambar bahwa energi *noise* akan memiliki nilai tertinggi pada panjang

jendela *filter* bernilai 3. *Curve* sinyal energi akan semakin menurun seiring dengan bertambah besar nilai panjang jendela *filter*.

Sama seperti *curve* sinyal energi, *curve* energi *noise* akan turun dengan tajam mulai dari nilai panjang jendela *filter* bernilai 3 sampai kira – kira panjang jendela *filter* bernilai 14. Ketika panjang jendela *filter* bernilai 15, *curve* energi *noise* akan mulai perlahan dan menjadi stabil. Panjang jendela *filter* bernilai 15 inilah yang akan kita jadikan sebagai nilai referensi panjang jendela *filter* (c).

#### 4.1.4 Analisa *Signal to Noise Ratio* (S/N)

Setelah melakukan analisa sinyal energi dan *noise* energi, maka sekarang kita akan melihat S/N dari jendela analisa kita.



**Gambar 4.5** *Signal to noise ratio* (S/N)

Gambar 4.5 memperlihatkan grafik S/N terhadap panjang jendela *filter*. Dari gambar bisa kita lihat bahwa mulai dari panjang jendela *filter* bernilai 3 sampai 10, S/N akan memiliki nilai yang cukup bagus, yaitu sekitar nilai 10. Kemudian

grafik akan turun dengan tajam sampai mencapai titik terendah, yaitu pada panjang jendela *filter* bernilai 35, kemudian nilai S/N akan memiliki nilai yang stabil seterusnya.

Pada gambar 4.5, nilai S/N *ratio* terbesar terdapat pada panjang jendela *filter* (*filter window length*)  $5 - 10$  ( $\delta - \gamma$ ). Range nilai ini akan kita pilih untuk digunakan sebagai parameter dalam memproses data yang mengandung sinyal yang berguna. Sedangkan nilai S/N yang paling kecil, yaitu diatas poin 15, tepatnya pada panjang jendela *filter* bernilai 35 keatas, S/N akan memiliki nilai yang terendah. Sehingga untuk memproses data dengan nilai S/N yang rendah ini, kita akan memberi nilai panjang jendela *filter* antara  $35 - 37$  ( $\beta - \alpha$ ). Range pada nilai panjang jendela *filter* antara  $35 - 37$  ini bearti bahwa nilai panjang jendela *filter* yang besar ini akan digunakan untuk memproses data yang memang *noise*.

Dengan begitu bisa kita tetapkan parameter untuk 1D TVMF, yaitu :

- Untuk data yang mengandung *noise*, akan diproses dengan panjang jendela *filter* diatas 15 agar *noise* bisa berkurang dengan baik, dalam hal ini akan dipilih *range* nilai panjang jendela *filter* dari  $35 - 37$  ( $\beta - \alpha$ ).
- Sedangkan data yang mengandung sinyal akan diproses dengan panjang jendela *filter* dibawah 15 untuk menguatkan sinyal dan memperjelas struktur. Panjang jendela *filter* antara  $5 - 10$  adalah *range* yang dipakai untuk kita menentukan parameter  $\delta$  &  $\gamma$ . Pada data ini maka saya akan memilih nilai panjang jendela *filter*  $7 - 9$  untuk parameter  $\delta$  &  $\gamma$ .

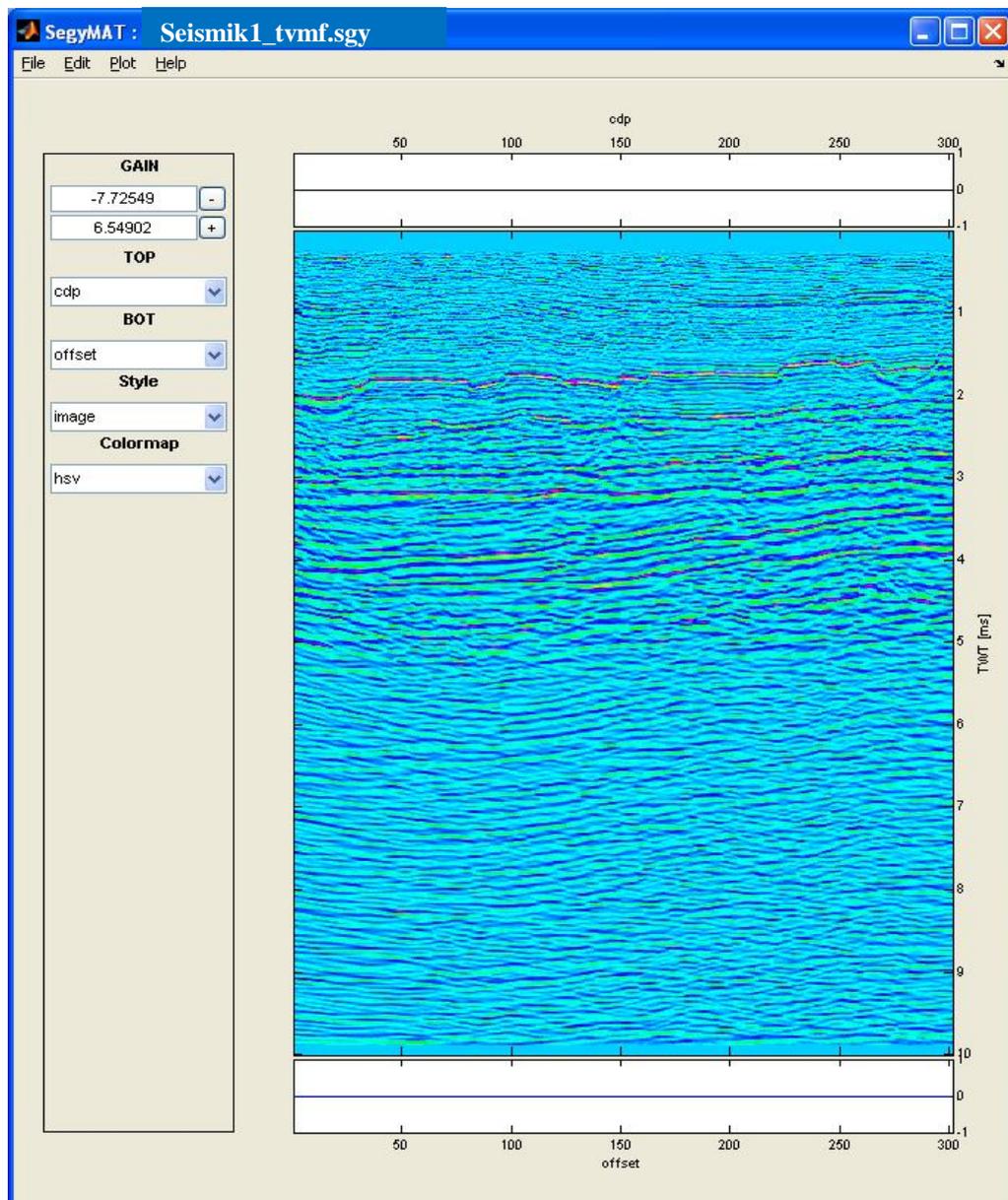
#### 4.2 1D Time-Varying Median Filtering (TVMF)

Terakhir adalah menjalankan program 1D TVMF dengan parameter – parameter yang sudah kita tetapkan diatas tadi. Program akan dijalankan dengan parameter sebagai berikut :

- Referensi panjang jendela *filter* ( $c$ ) =15

- Panjang jendela *filter* antara 35 – 37 ( $\beta - \alpha$ ) akan digunakan untuk memproses data yang dianggap *noise*.
- Panjang jendela *filter* antara 5 – 10 ( $\delta - \gamma$ ) akan digunakan untuk memproses data yang dianggap sebagai data/sinyal yang berisi informasi penting.

Gambar 4.6 adalah hasil dari data seismik asli yang sudah melalui proses 1D TVMF dengan parameter  $c=15$ ,  $\alpha=37$ ,  $\beta=35$ ,  $\gamma=9$ ,  $\delta=7$ .



Gambar 4.6 Hasil *filtering* 1D TVMF, parameter ( $c=15$ ,  $\alpha=37$ ,  $\beta=35$ ,  $\gamma=9$ ,  $\delta=7$ )

## BAB 5

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Program Analisa Seismik

Program analisa seismik yang sudah saya buat bisa dilihat pada lampiran 2. Program ini digunakan untuk menghitung sinyal energi, *noise* energi, dan *S/N* dari jendela analisa pada data seismik. Program ini membutuhkan *Crewes* dan *Segymat* versi 1.2 untuk menjalankannya.

#### 5.2 Program 1D TVMF

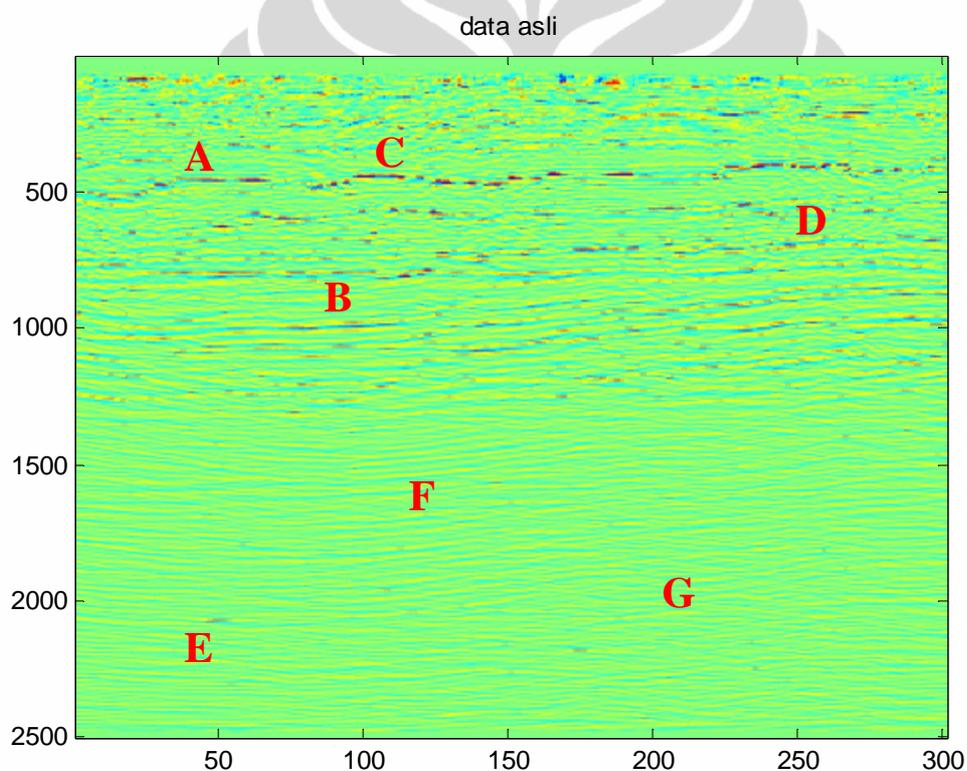
Program 1D TVMF dapat dilihat pada lampiran 3. Program ini berisi program untuk menghitung nilai ambang batas (T) dan program 1D TVMF itu sendiri. *Script* Matlab yang saya buat cukup panjang, akan tetapi cukup efektif untuk menjalankan data seismik 2D yang berukuran kecil.

#### 5.3 Jendela Analisa

Jendela analisa adalah faktor yang sangat penting dalam menganalisa data seismik ini, karena jika pemilihan jendela analisa tidak baik, maka hal itu akan berpengaruh terhadap hasil parameter – parameter yang akan ditentukan, serta akan berpengaruh terhadap hasil nilai ambang batas (T) yang dihasilkan. Jika parameter – parameter yang dihasilkan tidak optimal, maka hasil dari 1D TVMF pada data seismik juga akan tidak optimal.

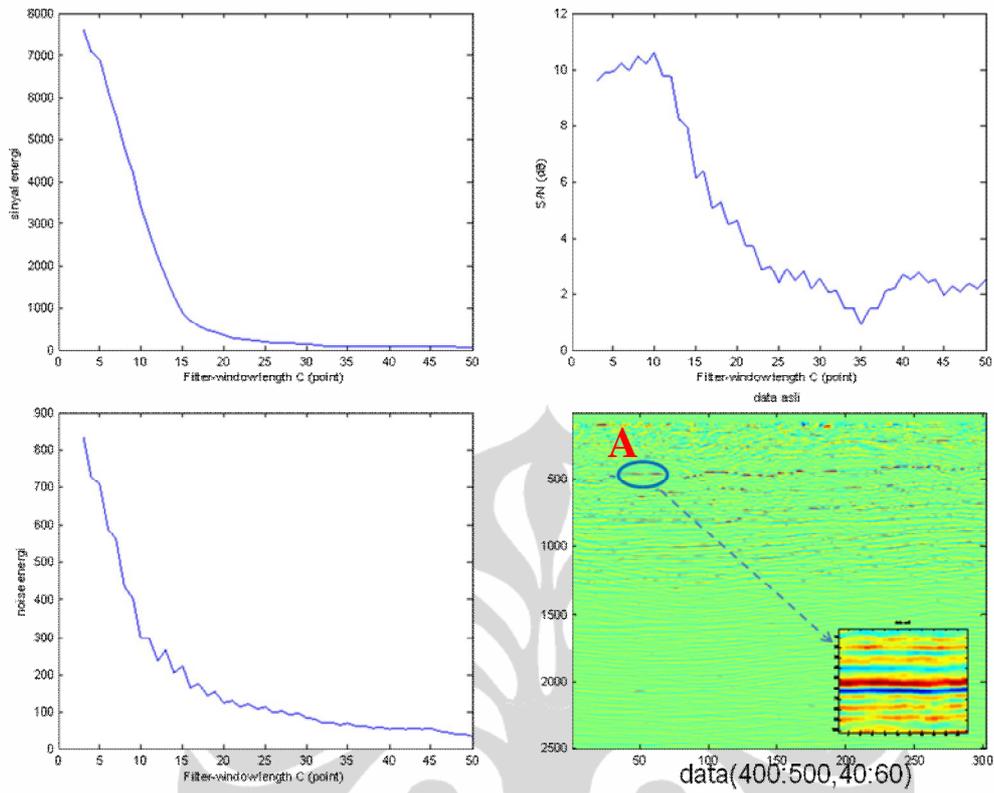
Hal – hal yang harus diperhatikan ketika kita memilih daerah untuk jendela analisa ini adalah :

- Pilih tempat yang dilewati oleh reflektor yang cukup tajam atau bagus. Maksudnya bagus disini adalah bahwa reflektor tersebut cukup kontras warnanya.
- Biasanya reflektor – reflektor itu akan muncul dengan jelas pada bagian atas dari jendela seismik, bukan pada bagian tengahnya ataupun bagian yang paling bawah.
- Buat jendela analisa yang cukup kecil sehingga S/N yang dihasilkan akan bernilai positif.
- Buat jendela analisa yang cukup kecil, sehingga bentuk grafik sinyal energi dan *noise* energi akan semakin menurun.

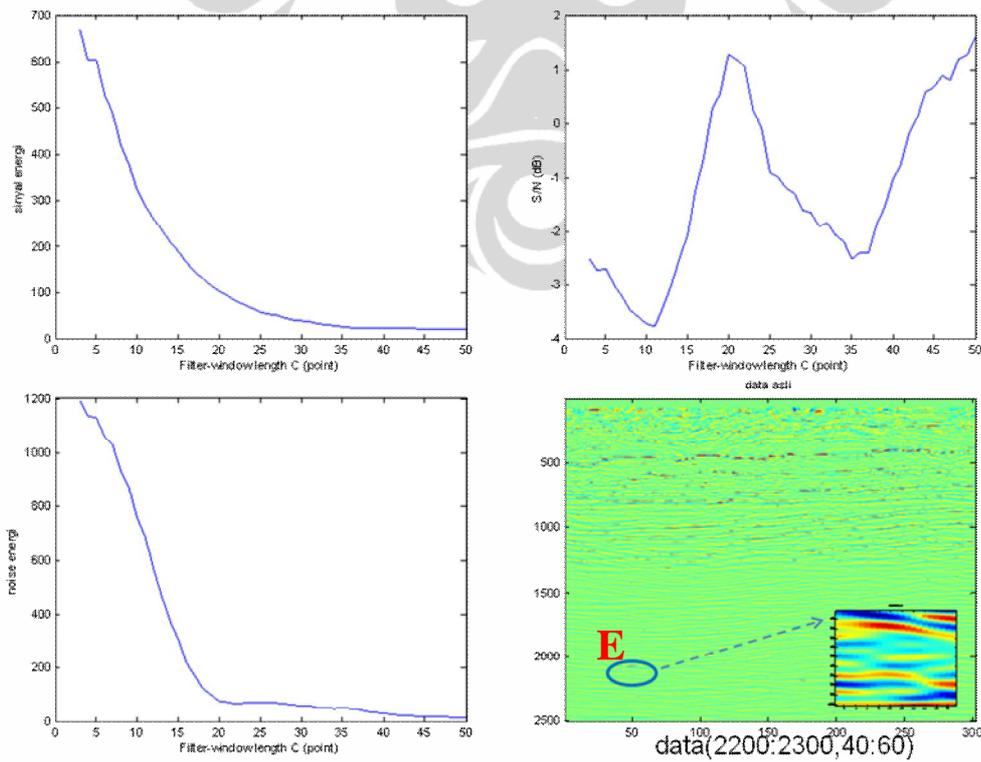


**Gambar 5.1 Data seismik dan daerah penyebaran tempat – tempat untuk jendela analisa. Daerah dengan indeks A, B, C, dan D adalah tempat yang bagus untuk kita membuat jendela analisa. Daerah dengan indeks E, F, dan G adalah tempat yang jelek untuk membuat jendela analisa.**

Gambar 5.1 memperlihatkan jendela seismik yang akan kita olah. Pada gambar tersebut, indeks A, B, C, dan D adalah tempat – tempat yang bagus untuk kita membuat jendela analisa, sedangkan daerah dengan indeks E, F, dan G adalah tempat yang jelek untuk kita membuat jendela analisa.



Gambar 5.2a Grafik dari sinyal energi, *noise* energi, dan S/N pada daerah jendela analisa A



Gambar 5.2b Grafik dari sinyal energi, *noise* energi, dan S/N pada daerah jendela analisa E

Gambar 5.2a adalah jendela analisa pada daerah A, sedangkan gambar 5.2b adalah jendela analisa pada daerah E. Bisa dibandingkan pada dua gambar tersebut bahwa daerah dengan jendela analisa A akan memiliki S/N yang lebih besar daripada jendela analisa E, hal ini dikarenakan pada jendela analisa E, sinyal yang tergambar pada penampang seismik kebanyakan adalah *noise*, sehingga S/N pada daerah E ini rendah. Sedangkan pada jendela analisa dengan daerah A, sinyal – sinyal yang tergambar disini kebanyakan adalah sinyal/data yang memang berisi informasi penting, maka S/N akan besar juga.

Jika kita bandingkan antara sinyal energi pada daerah A dengan daerah E, maka sinyal energi pada daerah A akan memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan daerah E. Begitupun juga jika kita bandingkan energi *noise* pada daerah A dan daerah E, pada daerah A, energi *noise* akan lebih kecil dibandingkan energi *noise* pada daerah E.

Kesimpulan yang bisa kita dapat adalah bahwa jendela analisa pada daerah A memang berisi data/sinyal yang berisi informasi penting, sehingga daerah A ini patut kita pilih sebagai jendela analisa untuk kita olah lebih lanjut.

#### 5.4 Referensi Panjang Jendela *Filter* (c)

Referensi panjang jendela *filter* ini kita dapatkan ketika kita menganalisa sinyal energi dan *noise* energi pada jendela analisa. Pada gambar 4.3 dan gambar 4.4, nilai referensi panjang jendela *filter* adalah pada saat *curve*/grafik mulai stabil, atau setelah grafik menurun tajam. Pada jendela analisa, nilai referensi panjang jendela *filter* diambil pada nilai panjang jendela *filter* ke 15.

### 5.5 Parameter $\beta$ dan $\alpha$

Parameter  $\beta$  dan  $\alpha$  didapat dari hasil analisa kita pada grafik S/N. Pada gambar 4.5, nilai  $\beta$  dan  $\alpha$  adalah pada 35 dan 37, karena nilai S/N pada poin ini adalah yang terendah dan terletak diatas poin ke-15.

Parameter  $\beta$  dan  $\alpha$  digunakan untuk mengolah sinyal –sinyal data seismik yang mengandung *noise* agar *noise* bisa dikurangi keberadaannya dalam data seismik.

### 5.6 Parameter $\delta$ dan $\gamma$

Parameter  $\delta$  dan  $\gamma$  juga didapat dari hasil analisa kita pada grafik S/N. Pada gambar 4.5, nilai  $\delta$  dan  $\gamma$  adalah diantara 5 dan 10, karena nilai S/N pada poin ini adalah yang tertinggi dan terletak dibawah poin ke-15. Untuk pengolahan data seismik pada program 1D TVMF, saya memilih nilai  $\delta$  dan  $\gamma$  pada 7 dan 9. Hal ini dilakukan agar ketika kita memproses data seismik yang berisi informasi penting, data seismik tersebut akan diolah dengan *median filter* dengan panjang jendela *filter* 7 dan 9, sehingga data seismik akan lebih dikuatkan sinyalnya dan juga memperjelas struktur.

### 5.7 Hasil 1D TVMF dan *Median Filter*

Data seismik yang telah diproses dengan 1D TVMF akan dibandingkan dengan data seismik yang diproses dengan *median filter stationary*. Hal ini dilakukan untuk melihat kelebihan dari 1D TVMF jika dibandingkan dengan *filter median*.

*Median filter stationary* disini akan diproses dengan panjang jendela *filter* masing – masing 9 dan 37.

Gambar 5.3, 5.4, 5.5, dan 5.6 adalah berturut – turut merupakan data seismik asli, data seismik hasil 1D TVMF, data seismik hasil *median filter* dengan panjang jendela *filter* 9, dan data seismik hasil *filter* dengan panjang jendela *filter* 37.

Pada gambar 5.3, terlihat bahwa reflektor (lingkaran berwarna biru) dan patahan (lingkaran berwarna merah) terlihat kurang jelas, tetapi setelah di proses 1D TVMF (gambar 5.4), reflektor dan patahan tersebut menjadi lebih menerus dan terlihat lebih jelas jika dibandingkan data aslinya. Gambar 5.5 memang bisa juga menunjukkan bentuk patahan yang jelas dibandingkan dengan data asli, akan tetapi reflektor – reflektor yang berada diantara patahan masih belum terlihat jelas, masih sama seperti data asli. Sedangkan gambar 5.6 memperlihatkan sinyal dan *noise* yang sudah rusak karena pemakaian *filter window length* yang terlalu besar.

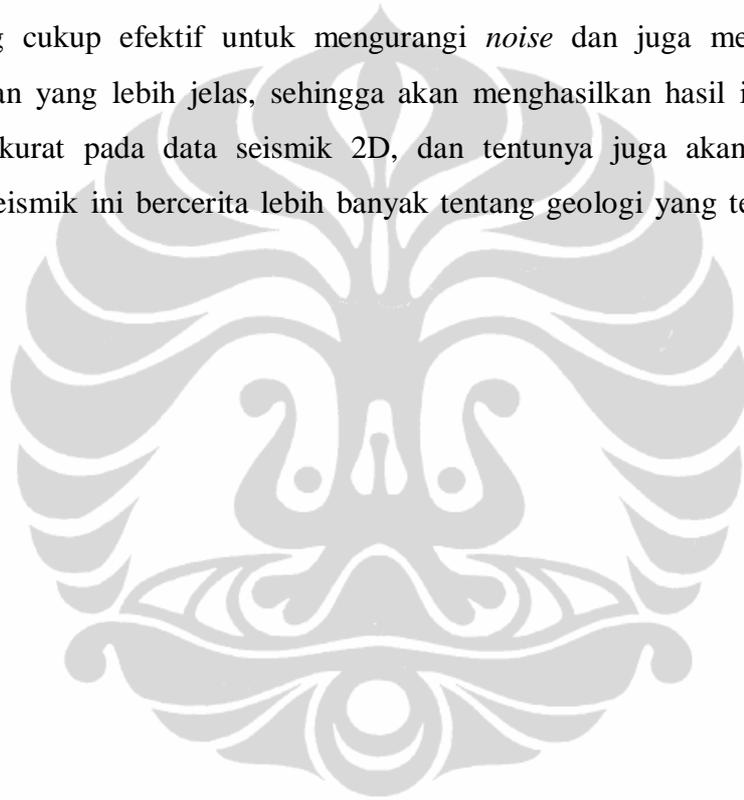
Gambar 5.7 secara ringkas menunjukkan perbandingan dan perbedaan dari ke-4 data seismik. Bisa kita lihat perbedaan yang jelas pada reflektor dan bidang patahan pada masing – masing data seismik.

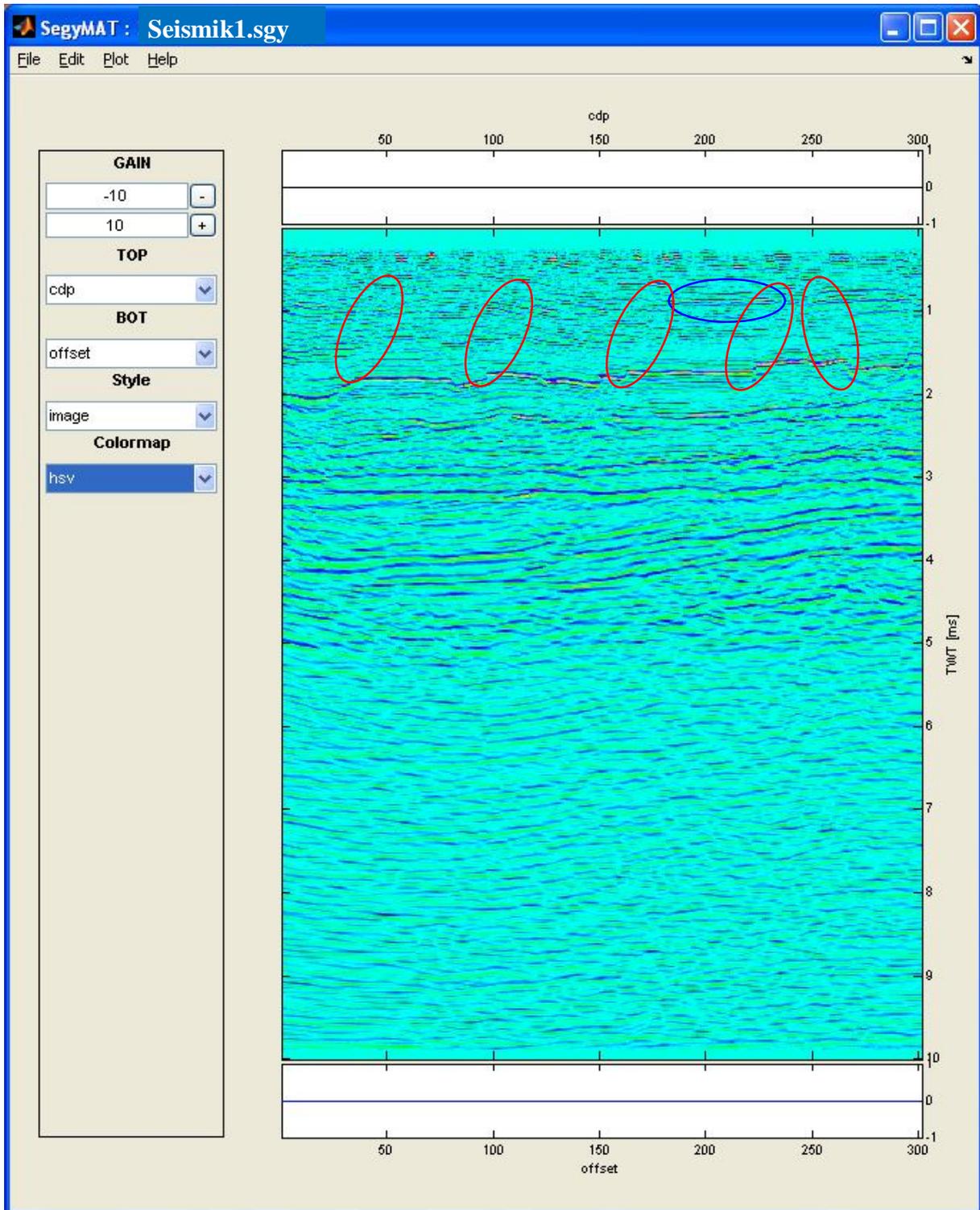
Untuk melihat perbedaan yang lebih jelas lagi, dan juga untuk melihat seberapa besar pengaruhnya hasil dari 1D TVMF ini terhadap hasil interpretasi, maka saya lampirkan berturut - turut data asli sebelum interpretasi, data asli setelah interpretasi, data hasil 1D TVMF sebelum interpretasi, dan data hasil 1D TVMF setelah interpretasi, masing – masing pada lampiran 4, lampiran 5, lampiran 6, dan lampiran 7.

Hasil dari interpretasi pada data seismik asli dan data seismik hasil 1D TVMF menunjukkan perbedaan yang cukup jauh, dimana pada data asli, kita hanya bisa menarik reflektor dan bidang patahan hanya pada bagian tengah saja, sedangkan pada data hasil 1D TVMF, kita bisa menarik reflektor pada bagian bawah, tengah, dan bagian atas dari penampang seismik.

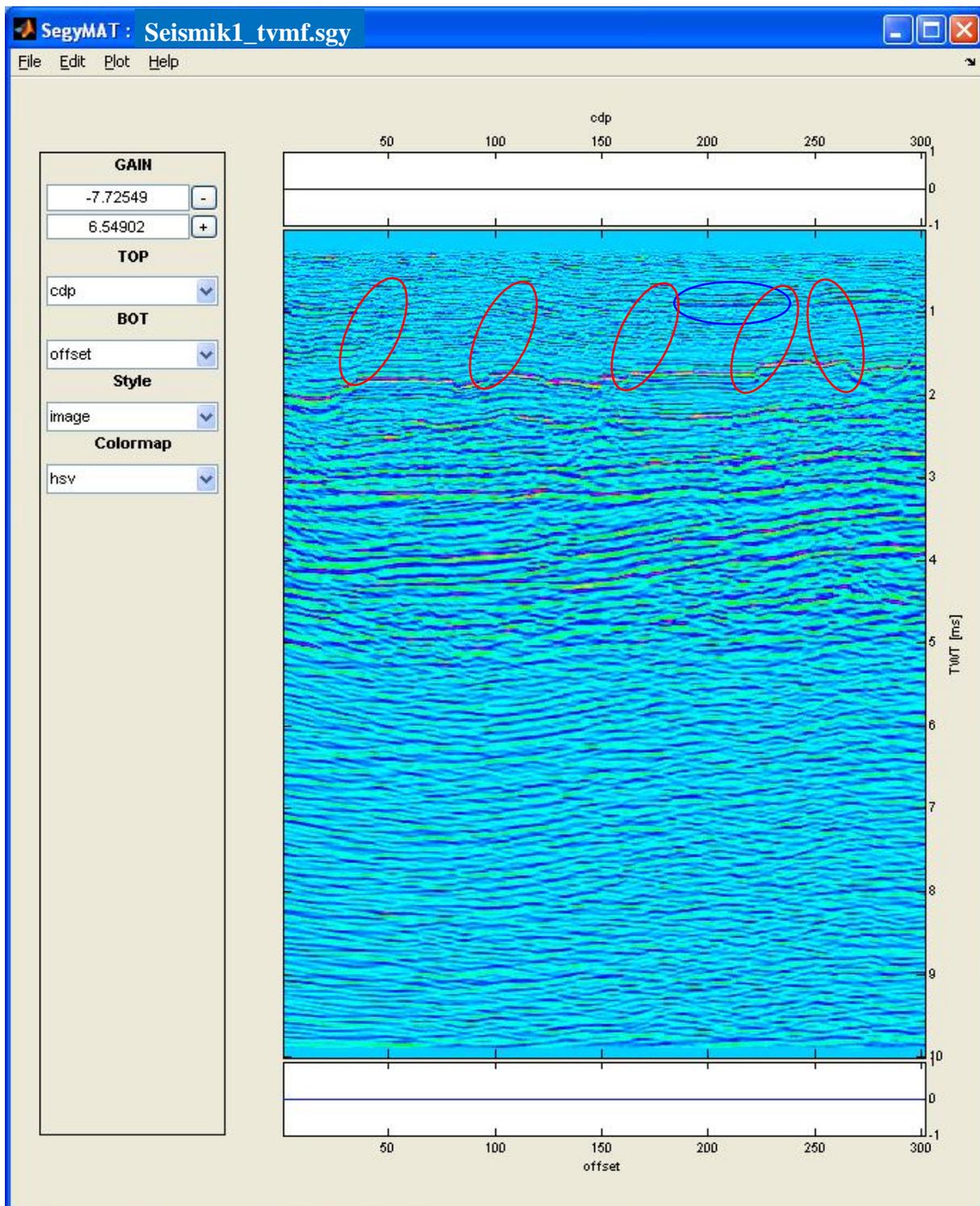
Sedangkan pada bidang patahan, kita bisa menarik bidang patahan sampai dekat permukaan, dan ini menjelaskan bahwa ada banyak patahan – patahan yang cukup besar yang terjadi pada data seismik hasil 1D TVMF dibandingkan dengan data seismik aslinya. Pada bagian bawah seismik pun kita dapat menarik reflektor dan tambahan bidang patahan lagi.

Dari hasil interpretasi pada data seismik asli dan data seismik hasil 1D TVMF menunjukkan perbedaan yang cukup jelas, bahwa 1D TVMF ini merupakan *filtering* yang cukup efektif untuk mengurangi *noise* dan juga menunjukkan bidang patahan yang lebih jelas, sehingga akan menghasilkan hasil interpretasi yang lebih akurat pada data seismik 2D, dan tentunya juga akan membuat penampang seismik ini bercerita lebih banyak tentang geologi yang terjadi pada daerah ini.

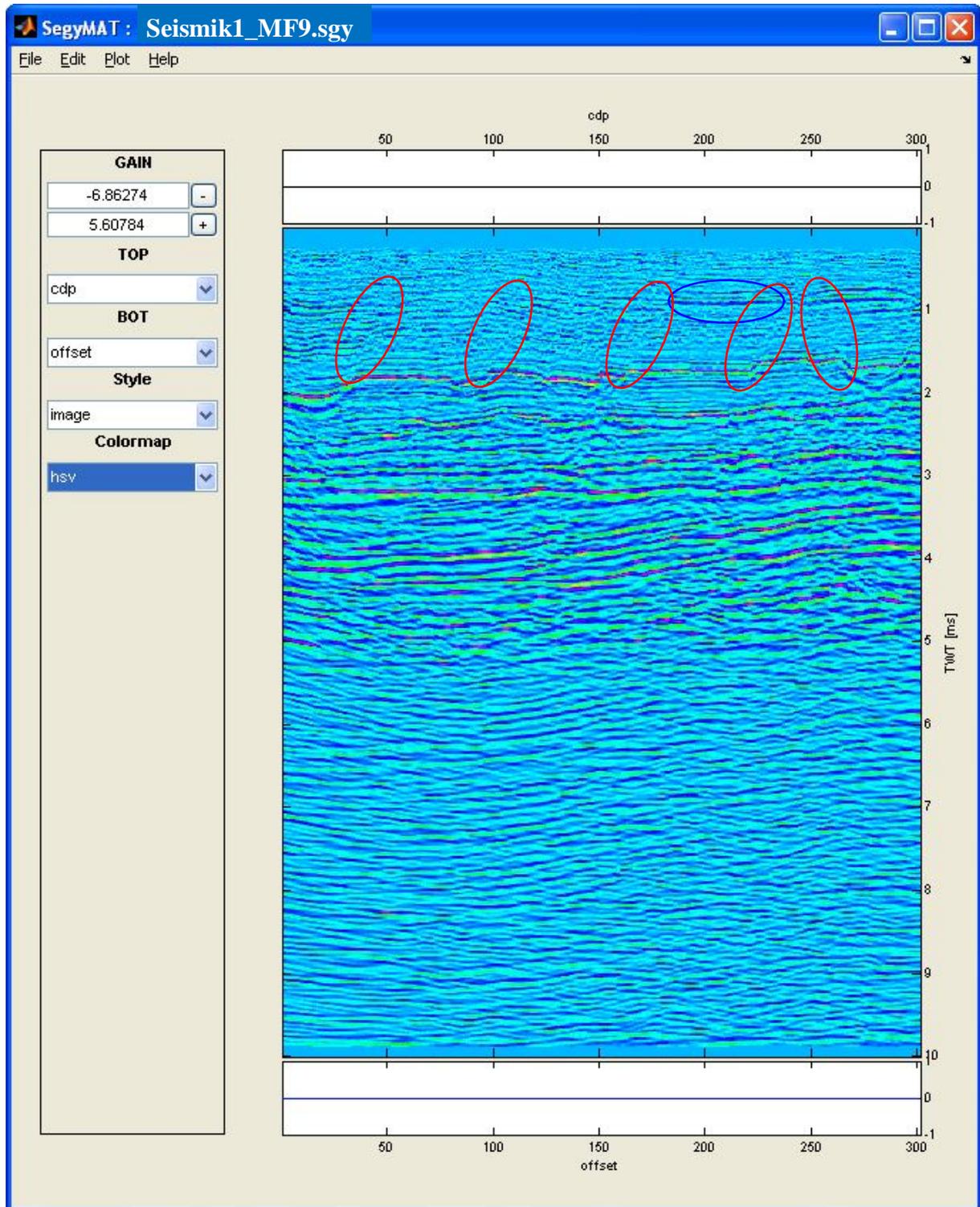




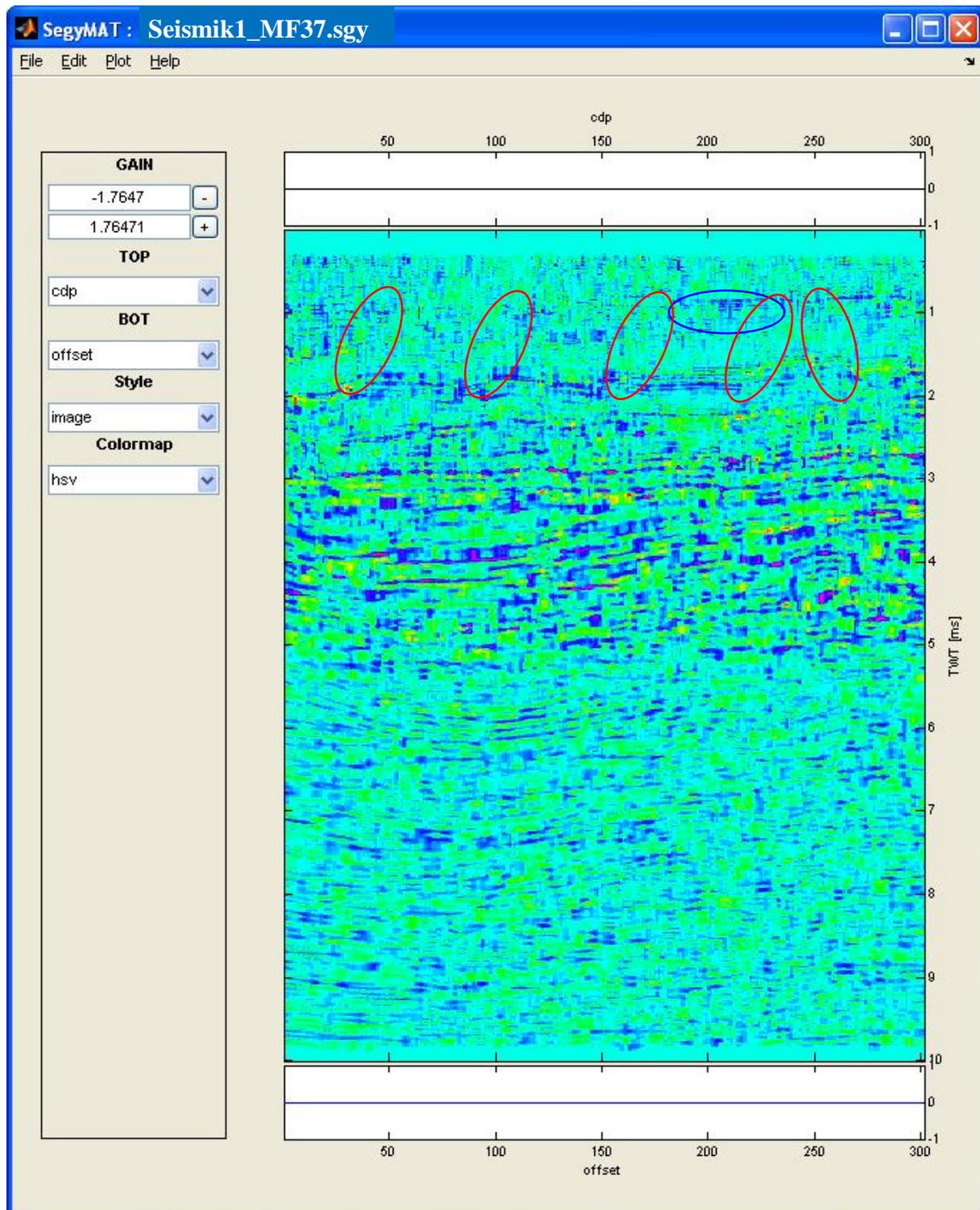
Gambar 5.3 Data seismik 2D seismik1.sgy



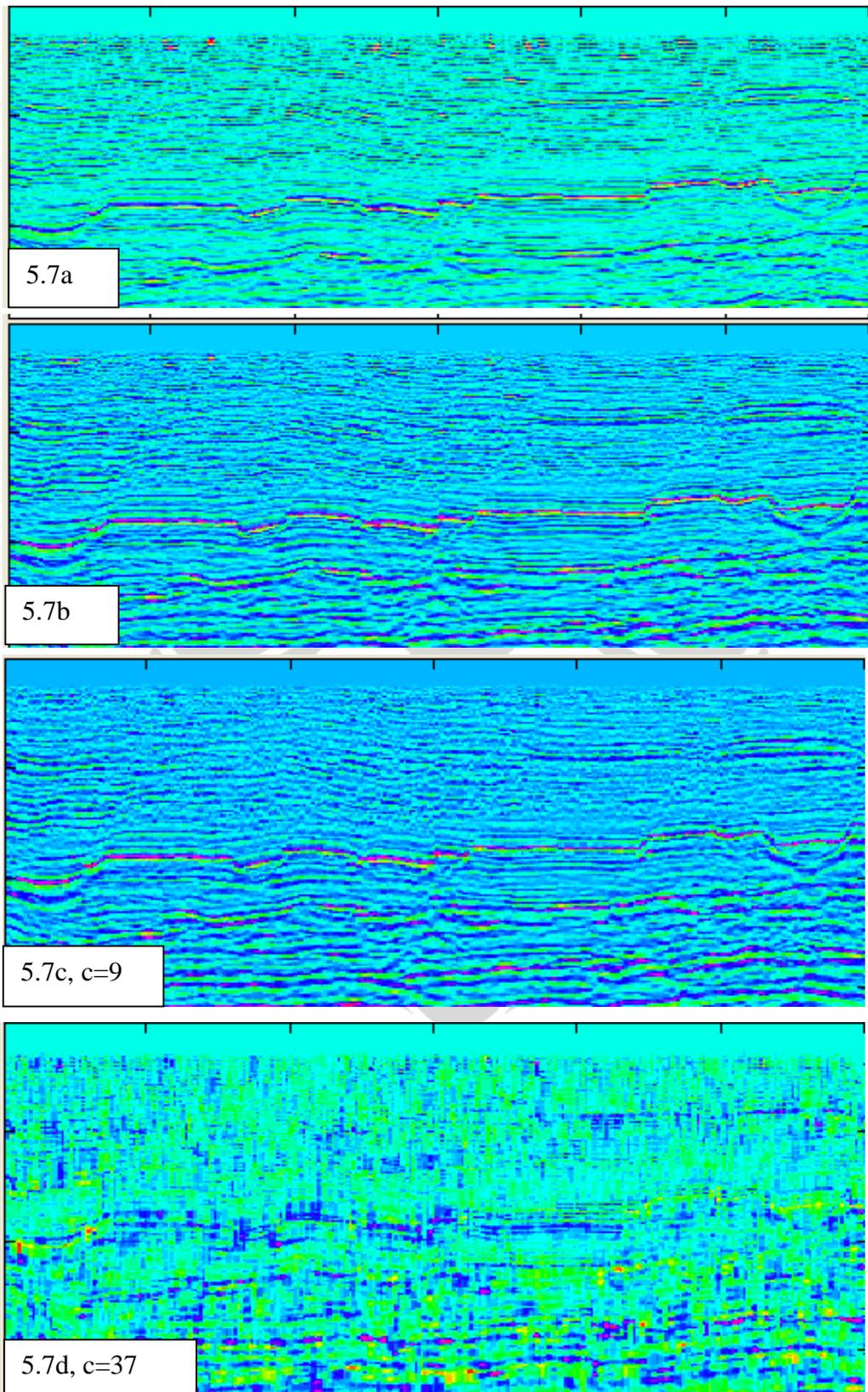
Gambar 5.4 Hasil *filtering* 1D TVMF, parameter ( $c=15$ ,  $\alpha=37$ ,  $\beta=35$ ,  $\gamma=9$ ,  $\delta=7$ )



Gambar 5.5 Data hasil *median filter* dengan  $c=9$



Gambar 5.6 Data hasil *median filter* dengan  $c=37$



Gambar 5.7 Pebandingan antara data asli (5.7a), data hasil 1D TVMF (5.7b), dan data hasil *median filter* (5.7c & 5.7d)

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Pada tesis ini telah dipaparkan pembuatan *filtering* 1D TVMF dengan menggunakan Matlab, serta penerapannya pada data 2D. *Filter* ini secara efektif mengurangi *noise – noise* yang terkandung didalam data seismik serta menguatkan reflektor dan struktur dari data seismik, sehingga bentuk patahan terlihat jelas.

Program ini sangat efektif dan cepat digunakan pada data seismik 2D, sehingga tidak perlu menggunakan *software – software* lain yang lebih rumit.

Pada *median filter* biasa (*stationary*), panjang jendela analisa yang tetap akan berpengaruh terhadap informasi yang terkandung dan *random noise* pada skala yang sama. Pemilihan jendela analisa yang tidak tepat akan mengakibatkan informasi hilang atau *noise* yang masih tetap ada dalam data seismik. Sedangkan pada metode 1D TVMF, metode ini akan mengurangi *noise* sekaligus melindungi data atau sinyal – sinyal yang berisi informasi penting.

Eksperimen pada data lapangan menunjukkan bahwa metode ini bisa mengurangi *noise random* dan menunjukkan kemenerusan pada reflektor serta memperjelas bidang patahan yang terjadi.

## 6.2 Saran

Kelemahan dari program ini adalah, bahwa program ini memakan waktu yang lama untuk menjalankan data seismik 2D dengan *trace* diatas 100 dan data *sample* diatas 100. Untuk data seismik dengan ukuran yang sangat besar, maka Matlab akan kekurangan memori sehingga program tidak bisa dijalankan. Sehingga disarankan untuk memakai *hardware* yang spesifikasinya cukup tinggi untuk menjalankan program ini.

*Software* untuk mengolah data seismik menggunakan metode 1D TVMF belum pernah ada, sehingga disarankan untuk membuat *Graphical User Interfaces* (GUI) dari program ini dengan menggunakan Matlab.

Program ini hanya bisa diterapkan terhadap data seismik 2D, sehingga tidak bisa digunakan pada data seismik 3D. Untuk mengolah data seismik 3D dengan program ini, maka perlu dilakukan cara lain atau memanipulasi data 3D menjadi suatu potongan – potongan data 2D.

## DAFTAR REFERENSI

- Bednar, J.B., 1983, *Application of median filtering to deconvolution, pulse estimation, and statistical editing of seismic data*: *Geophysics*, 48, 1598-1610.
- Duncan, G., and G. Beresford, 1995, *Some analyses of 2-D median f-k filters*: *Geophysics*, 60, 1157-1168.
- Fomel, S., 2006, *Towards the seislet transform: 76th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts*, 2847-2851.
- Formel, S., and Y. Liu, 2008, *Seismic data analysis with one-dimensional seislet frame: 78th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts*, 2581-2585.
- Gayatri, N., S. Munadi, *Aplikasi filter median untuk dekonvolusi dan perkiraan sinyal seismik* : Proceedings of the 19th annual convention Indonesian association of geophysicist (HAGI).
- Gulunay, N., 2000, *Noncausal spatial prediction filtering for random noise reduction on 3-D poststack data*: *Geophysics*, 65, 1641-1653.  
<http://asyafe.wordpress.com/>  
<http://ensiklopediseismik.blogspot.com/2007/09/spike.html>  
<http://en.wikipedia.org/>  
<http://segymat.sourceforge.net/>  
<http://www.crewes.org/ResearchLinks/FreeSoftware/>
- Janizal, S. Munadi, *Pemakaian filter median pada profil seismik vertikal (VSP)*: Lembaran publikasi lemigas, no.2, 1987.
- Karsli, H., D. Dondurur, and G. Cifci, 2006, *Application of complex-trace analysis to seismic data for random-noise suppression and temporal resolution improvement*: *Geophysics*, 65, 1641-1653.
- Liu, C., Y. Liu, B. Yang, D. Wang, and J. Sun, 2006. *A 2D multistage median filter to reduce random seismic noise*: *Geophysics*, 71, V105-V110.
- Liu, Y., C. Liu, and D. Wang, 2009, *A 1D time-varying median filter for seismic random, spike-like noise elimination*: *Geophysics*, vol.74, no.1, 2009.
- Lu, W., and J. Liu, 2007, *Random noise suppression based on discrete cosine*

- transform*: 77th Annual Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 2668-2672.
- Mi, Y., and G.R. Margrave, 2000, *Median filtering in Kirchhoff migration for noisy data*: 70th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 822-825.
- Neemali, R., A.I. Baumstein, D.G. Gillard, M.T. Hadidi, and W.I. Soroka, 2008, *Coherent and random noise attenuation using the curvelet transform*: The Leading Edge, 27, 240-248.
- Ristau, J.P., and W.M. Moon, 2001, *Adaptive filtering of random noise in 2-D geophysical data*: Geophysics, 66, 342-349.
- Zhang, R., and T.J. Ulrych, 2003, *Multiple suppression based on the migration operator and a hyperbolic median filter*: 73rd Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 1949-1952.

## LAMPIRAN



Lampiran 1 : Program untuk *median filter*

```
close all
clear all
clc

% Load stack data
[data_asli]=ReadSegyFast('seismik1.sgy');
data=data_asli(:,60:360);
[M,N]=size(data); % melihat ukuran matrix kolom dan barisnya

% apply "1D stationary median filter" pada sinyal

data1=medfilt1(data,9);
data2=medfilt1(data,37);

% plot trace seismic
% plotseis(data)
figure, imagesc(data1)
figure, imagesc(data2)
```

## Lampiran 2 : Program untuk analisa sinyal seismik

```

close all
clear all
clc

% Load stack data
[data_asli]=ReadSegyFast('seismik1.sgy');
data=data_asli(:,60:360);
[Nt,Nx]=size(data); % melihat ukuran matrix kolom dan barisnya

Es=[];
En=[];
FWT=50; %FWT = c =Filter Window lengTh max
for c=3:FWT

    % apply "1D stationary median filter" pada sinyal
    data1=medfilt1(data(400:500,40:60),c);
    %data1=medfilt1(data(2200:2300,40:60),c);
    [N,M]=size(data1);

    %apply "S/N estimation using the stack method" pd sinyal

    Es_5=[];
    En_4=[];
    for j=1:N %N = total sample
        Es_2=[];
        En_2=[];
        for i=1:M %M = total trace
            Es_1=data1(j,i);
            Es_2=[Es_2 Es_1];

            En_1=data1(j,i)^2;
            En_2=[En_2 En_1];
        end
        Es_3=sum(Es_2);
        Es_4=Es_3^2;
        Es_5=[Es_5 Es_4];

        En_3=sum(En_2);
        En_4=[En_4 En_3];
    end
end

```

(Lanjutan)

```

Es_6=sum(Es_5);
Es_7=(1/M)*Es_6;
Es=[Es Es_7];
%Es_1=(1/M)*(x(i,j)^2)
%Es = energi sinyal, berupa
%kumpulan nilai dari hasil looping FWT!

En_5=sum(En_4);
En_6=En_5-Es_7;
En=[En En_6];
%En = noise energi, berupa
%kumpulan nilai dari hasil looping FWT!
end

SNR=10*log10(Es./En); %SNR = sinyal to noise ratio

%grafik sinyal, noise, dan Sinyal/Noise, masing2 di plot terhadap FWT
plot(3:FWT, Es), ylabel('sinyal energi'), xlabel('Filter-window length
C (point)')

figure, plot(3:FWT, En), ylabel('noise energi'), xlabel('Filter-window
length C (point)')

figure, plot(3:FWT, SNR), ylabel('S/N (dB)'), xlabel('Filter-window
length C (point)')

% plot trace seismic
plotseis(data), title('data asli')
plotseis(data(400:500,40:60)), title('data asli')
%plotseis(data(2200:2300,40:60)), title('data asli')
plotseis(data1), title('data hasil median filter')
% plotseis(data1), title('data target yg di filter')

```

Lampiran 3 : Program 1D *time-varying median filter*

```

close all
clear all
clc

tic

% Load stack data
[data_asli]=ReadSegyFast('seismik1.sgy');
data=data_asli(:,60:360);
[Nt,Nx]=size(data); % melihat ukuran matrix kolom dan barisnya
                    % Nt=Ntime=total sample
                    % Nx=Ntrace=total trace

c=15;
a=37;
b=35;
g=9;
s=7;

% apply "1D stationary median filter" pada sinyal
data1=medfilt1(data(400:500,40:60),c); %FWT = c =filter
                                       %window length

%data1=medfilt1(data(2200:2300,40:60),c);
%data1=medfilt1(data,c);
[N,M]=size(data1);

%apply "S/N estimation using the stack method" pd sinyal
Y_4=[];
for j=1:M %Nx = total trace
    Y_2=[];
    for i=1:N %Nt = total time/sample
        Y_1=abs(data1(i,j)); %pem-positifan nilai, |Yij|
        Y_2=[Y_2 Y_1];
    end
    Y_3=sum(Y_2);
    Y_4=[Y_4 Y_3];
end
Y_5=sum(Y_4);
Y_6=(1/(Nx*Nt))*Y_5;
T=Y_6;

```

(lanjutan)

```

% batas syaratttttttttttttttttttt
data1=medfilt1(data,c);

data4=[];
for j=1:Nx
    data3=[];
    for i=1:Nt

        if ((0 < abs(data1(i,j)))&&(abs(data1(i,j)) < T/2))

            data2=medfilt1(data(:,j),a);

        elseif ((T/2 < abs(data1(i,j)))&&(abs(data1(i,j)) < T))

            data2=medfilt1(data(:,j),b);

        elseif ((T <= abs(data1(i,j)))&&(abs(data1(i,j)) < 2*T))

            data2=medfilt1(data(:,j),g);

        else abs(data1(i,j)) >= 2*T;

            data2=medfilt1(data(:,j),s);

        end
        data3=[data3;data2(i,1)];

    end
    data4=[data4 data3];
end

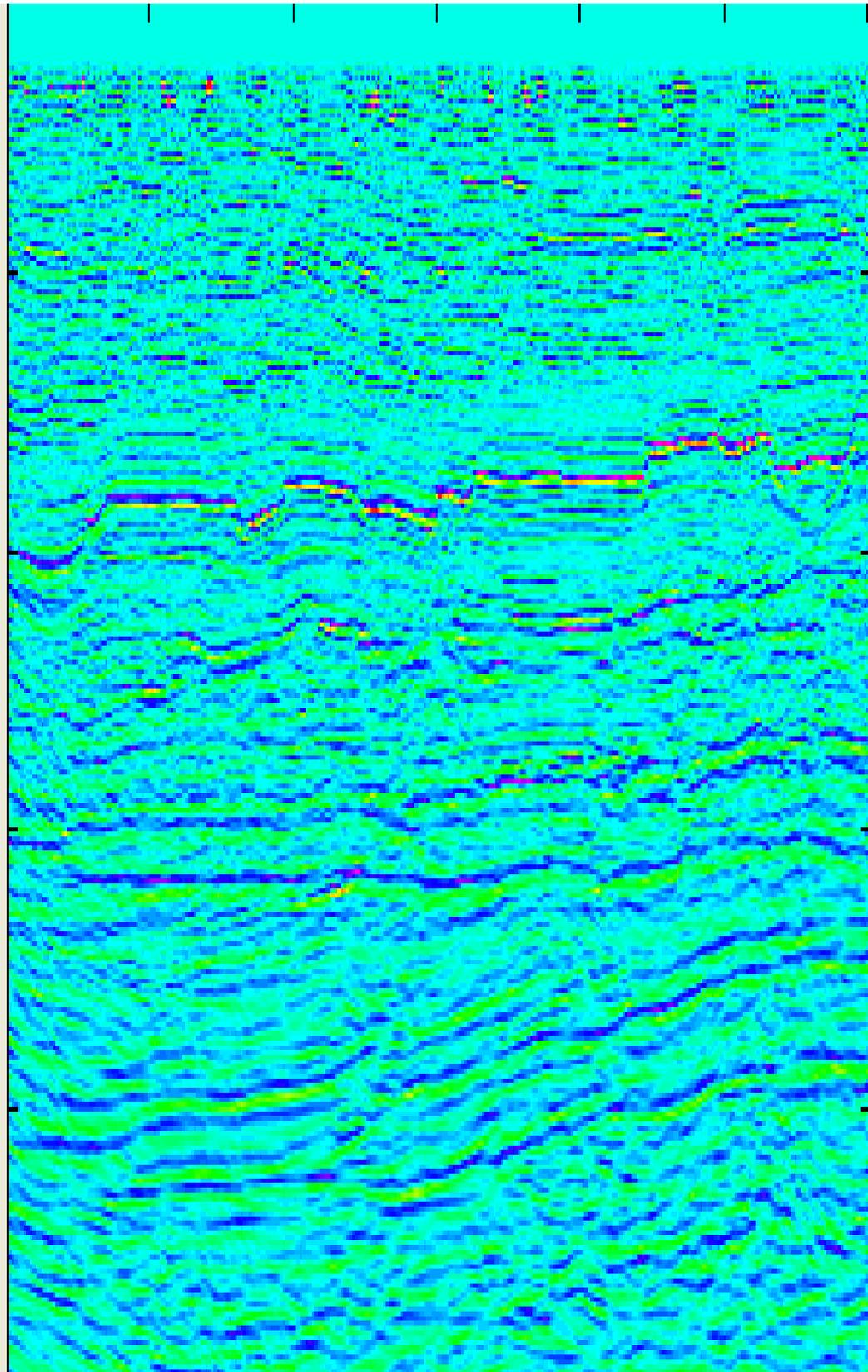
time_X=toc

data_selisih=data-data4;

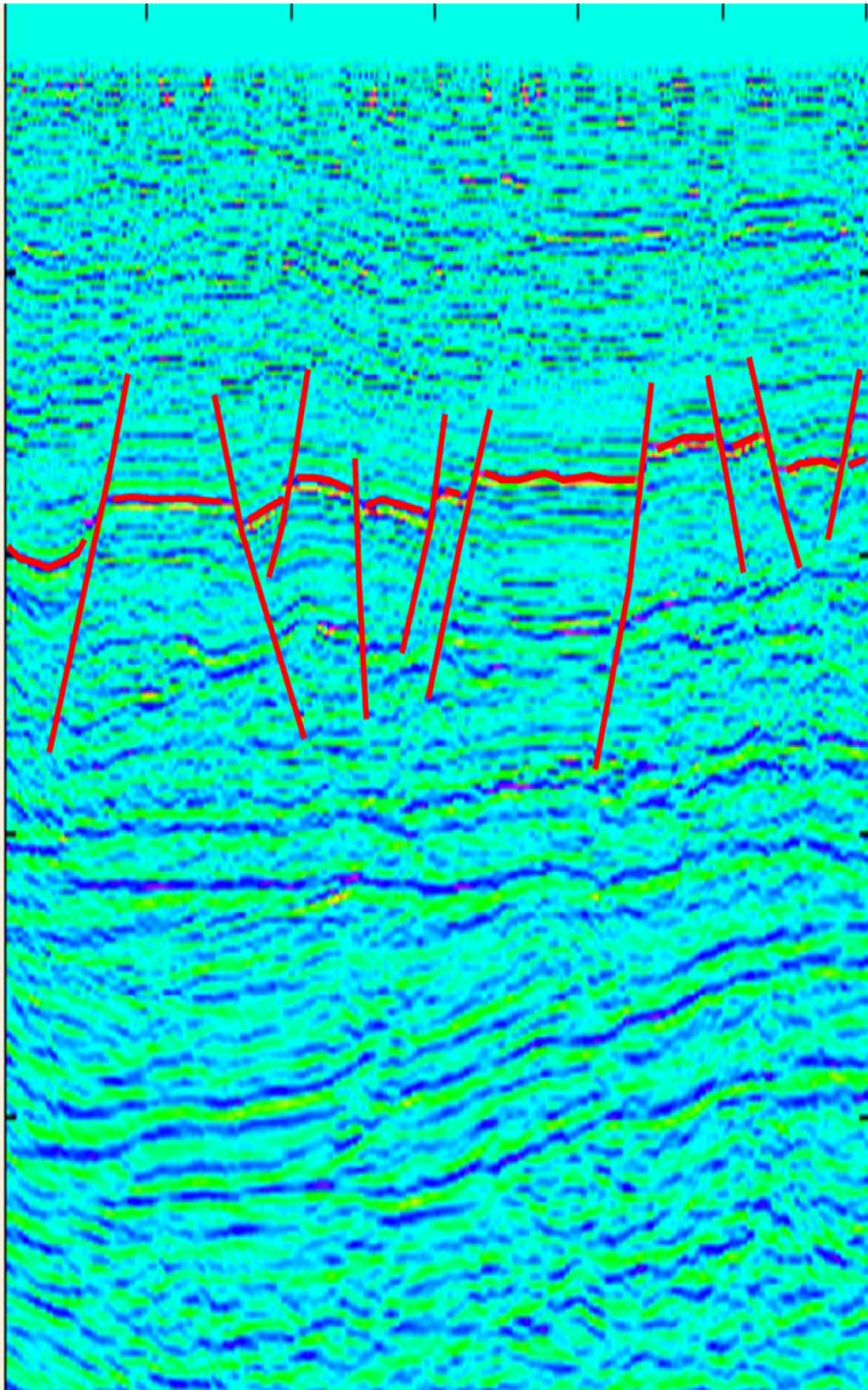
% % plot trace seismic
imagesc(data), title('data asli')
%plotseis(data4), title('data hasil 1D time-varying median filter')
figure, imagesc(data4), title('data hasil 1D time-varying median filter')
figure, imagesc(data_selisih), title('selisih antara data asli dgn data
hasil TVMF')
% figure, imagesc(data(400:500,40:60)), title('data asli')

```

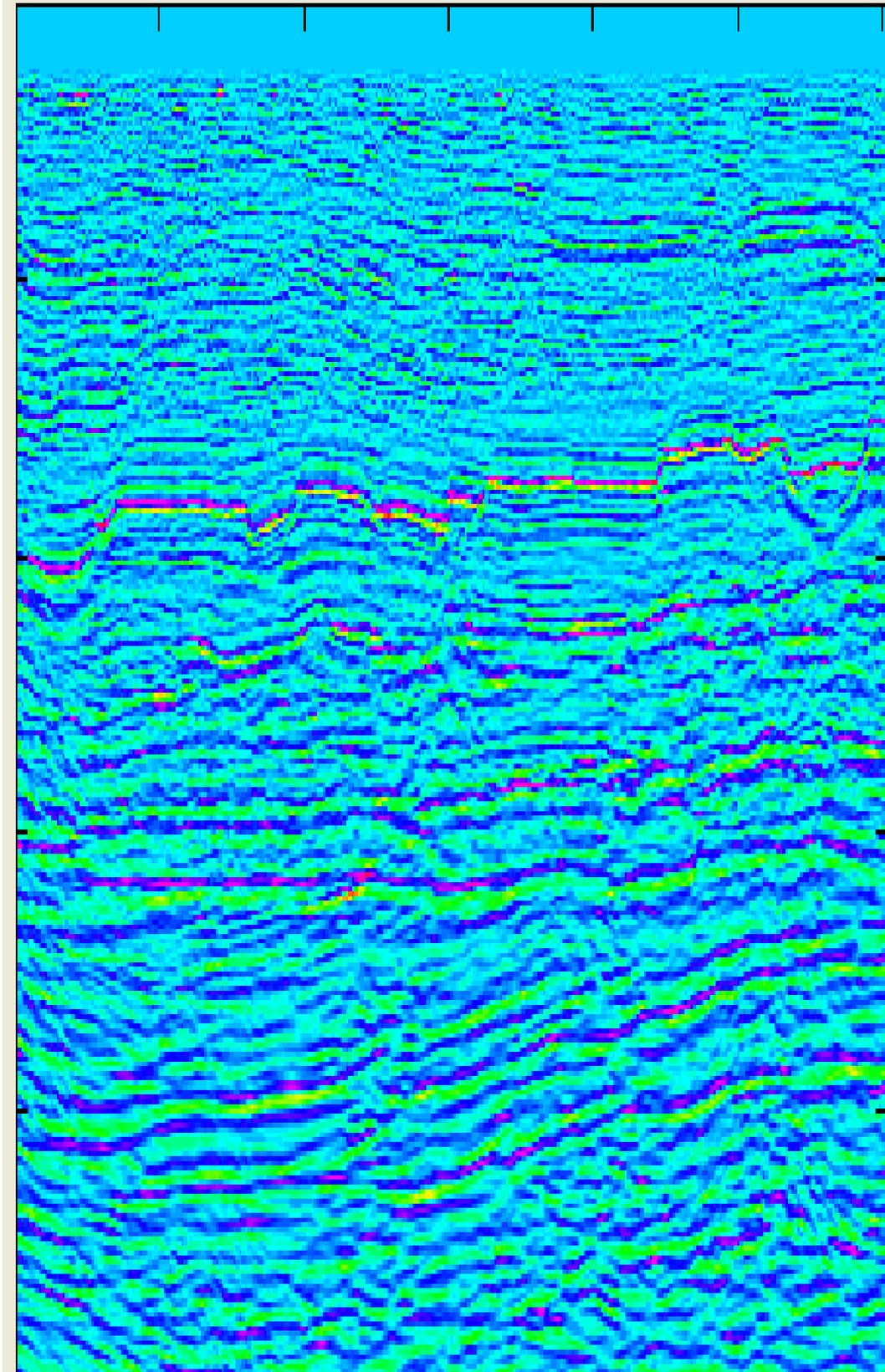
Lampiran 4 : Data asli sebelum interpretasi



Lampiran 5 : Data asli setelah interpretasi



Lampiran 6 : Data hasil 1D TVMF sebelum interpretasi



Lampiran 7 : Data hasil 1D TVMF setelah interpretasi

