



UNIVERSITAS INDONESIA

**APLIKASI INTERAKTIF ANALISA DEKOMPOSISI SPEKTRAL
BERBASIS *CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM (CWT)***

Tesis

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister
Geofisika Reservoir

**SIGIT PRAMONO
(NPM.0806421464)**

**Program Pasca Sarjana Geofisika Reservoir
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
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 : Sigit Pramono

NPM : 0806421464

Tanda Tangan :

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Sigit Pramono
NPM : 0806421464
Program Studi : Magister Fisika Kekhususan Geofisika Reservoar
Kekhususan : Geofisika Reservoar
Judul : APLIKASI INTERAKTIF ANALISA DEKOMPOSISI
SPEKTRAL BERBASIS CONTINUOUS WAVELET
TRANSFORM (CWT)

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Suprajitno Munadi()

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

Penguji : Dr. Basuki Puspo Putro ()

Penguji : Dr. Supriyanto Suparno ()

Ditetapkan di :

Tanggal :

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Jurusan Geofisika Reservoir Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

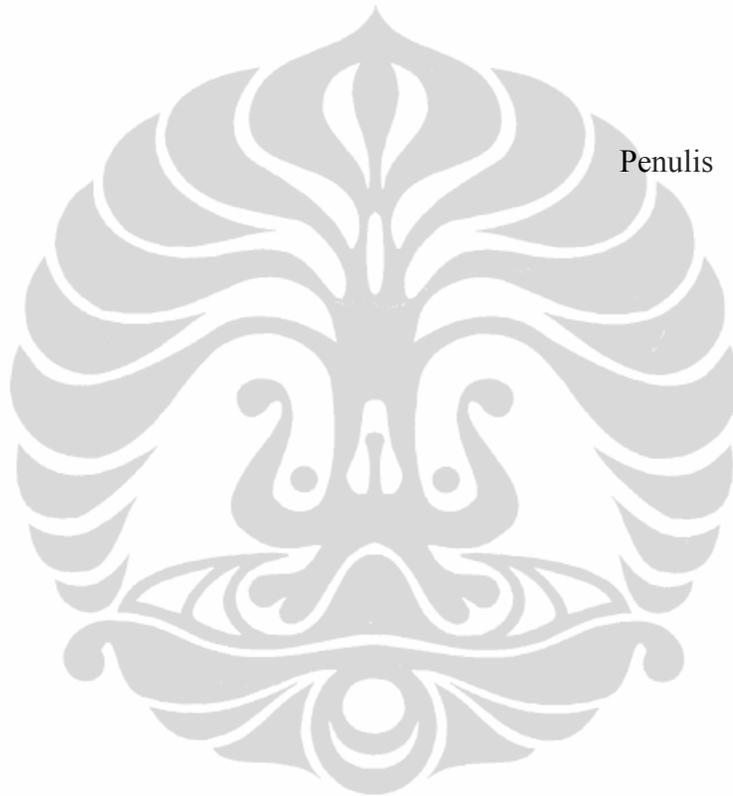
- (1) Prof. Dr. Suprajitno Munadi yang selalu membimbing, mengarahkan materi dan cerita-cerita ilmiah;
- (2) Dr. Dedi Suyanto dan Dr. Yunus Daud sebagai ketua Prodi Fisika program Magister
- (3) Dr. Rernat Abdul Haris yang membantu dalam diskusi-diskusi teknis;
- (4) Humbang M.Si yang telah membantu dalam diskusi teknis dan materi penulisan; dan
- (5) Bapak (Almarhum) dan Ibuku tercinta yang telah memberikan dorongan doa restunya untuk melanjutkan study sampai tersusunnya penulisan ini;
- (6) Bapak dan Ibu mertua yang telah selalu memberikan arahan dan motivasi selama menempuh perkuliahan;
- (7) Istriku, Retno Yogi Widjayanti yang selalu sabar dan setia mendoakan, mendampingi serta memberikan dorongan dikala keadaan susah dan senang;
- (8) Kakak (Budi Nugroho), Adik (Mujihandayani) serta kakak adiku yang lain yang tidak dapat disebutkan satu-satu yang selalu menjaga silaturahmi dan doa serta dorongannya;
- (9) Seluruh pejabat dan staff kantor Balai Besar Meteorologi dan Geofisika Wilayah II yang memberikan ijin dan bantuan moril;
- (10) Teman GRUI08 yang telah bekerjasama selama periode perkuliahan sampai akhir penulisan tesis.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok,

2010

Penulis



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Sigit Pramono
NPM : 0806421464
Program Studi : Magister Fisika Kekhususan Geofisika Reservoar
Kekhususan : Geofisika Reservoar
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : APLIKASI INTERAKTIF ANALISA DEKOMPOSISI SPEKTRAL BERBASIS CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM (CWT)

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :
Pada tanggal :

Yang menyatakan

(Sigit Pramono)

APLIKASI INTERAKTIF ANALISA DEKOMPOSISI SPEKTRAL BERBASIS CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM (CWT)

Sigit Pramono-0806421464
Program Pasca Sarjana Geofisika Reservoir
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Indonesia

Abstrak

Dalam tesis ini akan dibahas aplikasi interaktif model komputasi beserta analisa dekomposisi spektral untuk data non stasioner menggunakan *Continuous Wavelet Transform (CWT)*. Metode konvensional menunjukkan bahwa untuk menghasilkan gambaran time-frekuensi menggunakan *Short Time Fourier Transform* dengan batas resolusi time-frekuensi diawali dengan menentukan panjang window. Dalam proses CWT tidak memerlukan penyeleksian (*pre-selecting*) panjang window dan tidak ada batasan tetap *space* resolusi time-frekuensi. CWT menggunakan dilatasi dan translasi wavelet untuk menghasilkan skala waktu (*time-scale*). Langkah awal dilakukan adalah memasukan dan merubah slicing frekuensi dengan pengambilan pusat frekuensi pada masing-masing jenis wavelet, dilanjutkan dengan mentransformasikan data dalam domain waktu untuk menghasilkan spektral amplitudo hasil CWT. Model komputasi yang dibuat dalam tesis ini merupakan aplikasi interaktif yang dapat membantu menganalisa dalam penelitian, yaitu memvalidasi pendekatan dengan contoh model sintetik data non stasioner dan mengamati tipe hasil spektrum CWT. Hasilnya menggambarkan bahwa hasil transformasi CWT dengan menggunakan data sintetik dapat memisahkan dengan mengetahui secara dini awal dari bentuk pembajian dan ujung reflektor baji, dengan cara melihat hasil spektra dan perubahan model nilai kecepatan setiap lapisan, pembuktian ini dilanjutkan dengan model temporal thickness. Dilanjutkan pengujian data real seismik, yaitu data real I yang menunjukkan model baji dan data real II menggunakan data Blackfoot yang diuji menggunakan metode CWT untuk mencari keberadaan gas. Dari dua jenis data, yaitu sintetik dan data real dapat disimpulkan bahwa secara potensial pendeteksian kejelasan zona prospek dan penyeleksian dapat dilakukan dan hasil data real 2D II menunjukkan zona gas pada xline 45 kedalaman 1520 m, yaitu dengan melihat peningkatan resolusi amplitudo pada saat menggunakan wavelet *cgau4* dan frekuensi tunggal 20Hz, dimana pada dasarnya peningkatan resolusi amplitudo ini akan lebih menunjukkan kejelasan batas kontinuitas dari zona prospek hidrokarbon dan identifikasi gambaran stratigrafi yang terdapat batas pemisah yang menunjukkan karakteristik reservoir.

Key words : CWT, skala waktu, reservoir

INTERACTIVE APPLICATION FOR ANALYZING SPECTRAL DECOMPOSITION BASED ON CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM (CWT)

Sigit Pramono-0806421464
Master Program in Reservoir Geophysics
Departments of Physics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Indonesia University

Abstract

Interactive application for computing spectral decomposition model for non stationery data based on CWT is discussed in this thesis. The conventional method shows time frequency map which used STFT need to be determined by preselecting window, although CWT method does not need preselecting window, and regular time-frequency space resolution. CWT used basic function with compact supported having the property of dilatation and translation to result time scale. First step in this application user have to input tuning frequency and its change if needed. Each kind of wavelet have the center frequency which is used to transform data in time domain for computing amplitude spectral CWT. Computation model in this research is made interactive application to implement CWT model to analyze real seismic data. This application can be proven with the model, the first have to validate synthetic model with CWT method, if good enhancement resolution and recognize the character spectral used tuning frequency, then can be followed used its method to implement with real 2D seismic. Spectral which is resulted by CWT method shows the unique spectral in scale, and this method can be implemented in wedging model. The conclusion from synthetic and real 2D seismic, this method potentially to analyze bright resolution based on increasing amplitude seismic and tuning frequency which is used. Because each of amplitude shows resolution suite from seismic data. Finally, on comparing from input parameters likely, amplitude, pseudo frequency, sampling and kind of wavelet, the result of transformation used this application based on CWT shows bright amplitude (resolution) in several reservoir locations, so can be used for indicating recognized hydrocarbon zones and wedged location. Gas location can be found in xline 45 depth 1520 m in Blackfoot data.

Key words: CWT, time scale, reservoir

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Identifikasi Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Objek Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
2. TEORI DASAR	6
2.1 Wavelet	11
2.2 Jenis Wavelet	15
2.3 Dekomposisi Model Baji	22
3.METODE PENELITIAN	24
3.1 Perangkat Lunak	24
3.2 Prosedur Pembuatan Aplikasi Interaktif	25
3.3 Data Uji Penelitian	29

3.3.a Data Sintetik 2D	29
3.3.b Data Real 2D Seismik	30
3.4 Well Tie	31
3.5 Data Checkshot	31
4. HASIL DAN ANALISIS DATA	32
4.1 Data Sintetik 2D	33
4.2 Perubahan Model Kecepatan Pada lapisan Baji	39
4.3 Model Bandpass Filter Data Sintetik 2D	42
4.4 Uji sintetik Fdom 40 Hz	49
4.5 Data Real 2D Seismik	55
4.5.a Slicing Frekuensi 10 Hz	57
4.5.b Slicing Frekuensi 20 Hz	59
4.5.c Slicing Frekuensi 40 Hz	62
4.5.d Slicing Frekuensi 60 Hz	64
4.6 Data Real Seismik II	67
4.7 Pengujian Data Real Seismik II	70
5. KESIMPULAN DAN SARAN	80
REFERENSI	82
LAMPIRAN	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. SBGf - Sociedade Brasileira de Geofisica,2005.....	7
Gambar 2.2. The Continuous Wavelet Transform :A new tool for signal analysis (Wavelet Toolbox , Matlab	10
Gambar 2.3 The Continuous Wavelet Transform :A new tool for signal analysis (Wavelet Toolbox , Matlab 7).....	10
Gambar 2.4. <i>Wavelet Analysis:A new tool for signal analysis (Wavelet Toolbox, Matlab7)</i>	10
Gambar 2.5. <i>Wavelet Analysis:A new tool for signal analysis (Wavelet Toolbox,Matlab7)</i>	11
Gambar 2.6. Filter transformasi wavelet.....	13
Gambar 2.7. Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Cgau4”	16
Gambar 2.8. Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “db4”	17
Gambar 2.9. Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Morlet”	18
Gambar 2.10. Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Symlet2”	19
Gambar 2.11. Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Haar”	20
Gambar 2.12. Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Coiflet”	21
Gambar 2.13. Grafik Nilai Frekuensi masing-masing jenis wavelet.....	22
Gambar 2.14. Reflektivitas Model Baji (Partyka,1999)	23
Gambar 2.15. Konvolusi Model Baji (Partyka,1999)	23
Gambar 2.16. Spektral Amplitudo (Partyka,1999)	23
Gambar 3.1. Diagram alir dekomposisi spektral data real seismik 2D.....	25
Gambar 3.2. Bagan pembuatan algoritma dalam file matlab.....	26
Gambar 3.3. Diagram alir dekomposisi spektral data sintetik non filter.....	27
Gambar 3.4. Diagram alir pembuatan dekomposisi spektral data sintetik menggunakan filter.....	28
Gambar 4.1. Tampilan awal pilihan aplikasi.....	32

Gambar 4.2. Tampilan pilihan data.....	33
Gambar 4.3. Tampilan model awal data sintetik.....	34
Gambar 4.4. Tampilan trace sintetik, fdom=30Hz.....	35
Gambar 4.5. Tampilan trace sintetik, fdom=30Hz (Zoom).....	36
Gambar 4.6. Tampilan trace sintetik tunggal (a) CDP 11,(b) CDP 17, fdom=30Hz ,Wavelet Morlet, Tuning Frekuensi 40Hz.....	37
Gambar 4.7. Tampilan CWT trace sintetik, slicing frekuensi 40 Hz, Wavelet Cgau4.....	38
Gambar 4.8. Tampilan CWT trace sintetik, slicing frekuensi 40 Hz, Wavelet Cgau4 (Zoom)	38
Gambar 4.9. Perubahan kecepatan model lapisan ke-3.....	39
Gambar 4.10. Trace sintetik perubahan kecepatan model lapisan ke-3.....	40
Gambar 4.11. CWT trace sintetik perubahan kecepatan model lapisan ke-3 Slicing Frekuensi 40 Hz, Wavelet Cgau.....	41
Gambar 4.12.Tampilan trace sintetik tunggal (a) CDP 11,(b) CDP 17, fdom=30Hz, Wavelet Morlet, slicing Frekuensi 40Hz.....	42
Gambar 4.13. Model lapisan sintetik bandpass filter 10-80Hz.....	43
Gambar 4.14. Tampilan trace sintetik seismik bandpass filter 10-80Hz.....	43
Gambar 4.15 (a) Respon frekuensi, (b)Filter Transfer Function model sintetik, bandpass filter 10-80Hz.....	44
Gambar 4.16. CWT sintetik seismik, tuning frekuensi 60Hz, bandpass filter 10-80Hz, wavelet cgau4.....	45
Gambar 4.17. Model lapisan sintetik bandpass filter 10-30Hz.....	45
Gambar 4.18. Tampilan trace sintetik seismik bandpass filter 10-30Hz.....	46
Gambar 4.19. (a) Respon frekuensi, (b)Filter Transfer Function model sintetik bandpass filter 10-30Hz.....	47
Gambar 4.20. CWT sintetik seismik, tuning frekuensi 60Hz, bandpass filter 10-60Hz, wavelet cgau4.....	48
Gambar 4.21. Trace sintetik frekuensi dominan 20Hz.....	49
Gambar 4.22. Grafik power setiap trace hasil transformasi.....	50

Gambar 4.23. Frekuensi dominan setiap trace hasil transformasi.....	50
Gambar 4.24. CWT data sintetik.....	51
Gambar 4.25. Grafik nilai cwt setipa trace dari data sintetik.....	51
Gambar 4.26. Model trace sintetik ke-2.....	52
Gambar 4.27. Power hasil transformasi per trace data sintetik ke-2.....	53
Gambar 4.28. Amplitudo per trace data sintetik ke-2.....	53
Gambar 4.29. Frekuensi dominan per trace data sintetik ke-2.....	54
Gambar 4.30. CWT per trace data sintetik ke-2.....	54
Gambar 4.31 Grafik CWT per trace data sintetik ke-2.....	55
Gambar 4.32. Data real seismik 2D.....	56
Gambar 4.33a.-Cgau4 Hasil Transformasi wavelet 10Hz.....	57
Gambar 4.33b.-db4 Hasil Transformasi wavelet 10Hz.....	57
Gambar 4.33c.-Morlet Hasil Transformasi wavelet 10Hz.....	57
Gambar 4.33d.-Symlet Hasil Transformasi wavelet 10Hz.....	58
Gambar 4.33e.-Haar Hasil Transformasi wavelet 10Hz.....	58
Gambar 4.33f.-Coiflet Hasil Transformasi wavelet 10Hz.....	58
Gambar 4.34a.-Cgau4 Hasil Transformasi wavelet 20Hz.....	59
Gambar 4.34b.-db4 Hasil Transformasi wavelet 20Hz.....	60
Gambar 4.34c.-Morlet Hasil Transformasi wavelet 20Hz.....	60
Gambar 4.34d.-Symlet Hasil Transformasi wavelet 20Hz.....	60
Gambar 4.34e.-Haar Hasil Transformasi wavelet 20Hz.....	61
Gambar 4.34f.-Coiflet Hasil Transformasi wavelet 20Hz.....	61
Gambar 4.35a.-Cgau4 Hasil Transformasi wavelet 40Hz.....	62
Gambar 4.35b.-db4 Hasil Transformasi wavelet 40Hz.....	62
Gambar 4.35c.-Morlet Hasil Transformasi wavelet 40Hz.....	62
Gambar 4.35d.-Symlet Hasil Transformasi wavelet 40Hz.....	63
Gambar 4.35e.-Haar Hasil Transformasi wavelet 40Hz.....	63
Gambar 4.35f.-Coiflet Hasil Transformasi wavelet 40Hz.....	63
Gambar 4.36a.-Cgau4 Hasil Transformasi wavelet 60Hz.....	64
Gambar 4.36b.-db4 Hasil Transformasi wavelet 60Hz.....	64

Gambar 4.36c.-Morlet Hasil Transformasi wavelet 60Hz.....	65
Gambar 4.36d.-Symlet Hasil Transformasi wavelet 60Hz.....	65
Gambar 4.36e.-Haar Hasil Transformasi wavelet 60Hz.....	65
Gambar 4.36f.-Coiflet Hasil Transformasi wavelet 60Hz.....	67
Gambar 4.37. Data Real II xline 45.....	67
Gambar 4.38. Data sumur xline 45.....	68
Gambar 4.39. Plot LMR.....	68
Gambar 4.40. Plot LMR xline 45.....	68
Gambar 4.41. Frekuensi dominan Data real II xline 45 metode statistik.....	69
Gambar 4.42-Cgau4 5Hz.....	70
Gambar 4.43-Cgau4 20 Hz.....	70
Gambar 4.44-Cgau4 35 Hz.....	71
Gambar 4.45-Cgau4 50 Hz.....	71
Gambar 4.46-Cgau4 60 Hz.....	72
Gambar 4.47-Cgau4 80 Hz.....	73
Gambar 4.48 Data Real II xline 45 depth 1200 m s/d 1750 m.....	73
Gambar 4.49. Frekuensi dominan Data real II xline 45 depth 1200 m s/d 1750 m metode statistik.....	74
Gambar 4.50-Cgau4 20Hz.....	74
Gambar 4.51-Cgau4 35 Hz.....	75
Gambar 4.52-Cgau4 50 Hz.....	75
Gambar 4.53-Cgau4 60 Hz.....	76
Gambar 4.54-Cgau4 70 Hz.....	76
Gambar 4.55. Trace seismik tunggal inline 75, frekuensi 20 Hz.....	77
Gambar 4.56. Trace seismik tunggal inline 75, frekuensi 35 Hz.....	78
Gambar 4.57. Intensitas cwt pada kedalaman 1510 m s/d 1530 m.....	79
Gambar 4.58. Intensitas cwt pada kedalaman 1522 m.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Script CWT.....	84
-----------------------------	----



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pelaksanaan eksplorasi hidrokarbon, perlu adanya pengembangan metode seismik untuk mendukung dan meningkatkan akurasi interpreter dalam proses penentuan zona prospek. Penerapan metode seismik ini membutuhkan suatu proses yang efektif dan efisien, seperti yang sudah ada meliputi proses inversi, dekomposisi spektral, *finite difference*. Aplikasi metode ini akan merubah data jejak seismik menjadi impedansi akustik yang dapat menggambarkan sifat fisis batuan pada daerah penelitian. Perpaduan antara nilai impedansi akustik dari hasil seismik inversi yang mempunyai akurasi baik ke arah lateral dengan data log sumur yang mempunyai akurasi baik ke arah vertikal akan menghasilkan parameter reservoir lebih akurat.

Upaya memproduksi minyak secara *secondary recovery* memerlukan adanya informasi mengenai heterogenitas dan kontinuitas reservoir yang dapat diperoleh dari pemanfaatan atribut seismik. Resolusi seismik dalam mengamati lapisan tipis dibatasi oleh ketebalan slice yang besar $\frac{1}{4}$ panjang gelombang. Metode atribut dekomposisi spektral memungkinkan interpreter dapat mengamati lapisan secara lebih jelas, dengan membagi trace seismik ke dalam jendela waktu tertentu atau seluruh trace seismik *post stack* untuk dilakukan transformasi berdasarkan frekuensi tunggal.

Penggunaan atribut dekomposisi spektral dan *geometric discontinuity* di daerah penelitian memungkinkan dilakukannya pengamatan heterogenitas dan kontinuitas reservoir formasi secara lateral dan vertikal. Secara vertikal reservoir ini memperlihatkan heterogenitas yang signifikan serta dapat membedakan bentuk atribut, seperti *onlapping* atau yang lain. Hal ini dapat dilakukan dengan mengetahui pemisahan dalam bentuk diskontinuitas seperti barrier permeabilitas. Dekomposisi spektral digunakan sebagai pendekatan dalam interpretasi seismik dengan memanfaatkan resolusi seismik dalam bentuk frekuensi.

Pengamatan frekuensi elektromagnetik dapat juga digunakan untuk memetakan pola interferensi di dalam bumi. Dalam dekomposisi spektral, frekuensi seismik digunakan untuk menguji interferensi di dalam yang disebabkan oleh variabel massa batuan. Dekomposisi spektral dapat memudahkan untuk melihat interferensi seismik *subsurface* pada frekuensi diskrit. Spektral ini secara substansi lebih detail dan tepat dari pada atribut *bandwidth* konvensional atau amplitudonya. Penggambaran ketebalan dan ketipisan stratigrafi struktur secara relatif dapat ditemukan dalam proses spektra. Dekomposisi spektral dapat juga digunakan secara kuantitatif melalui klasifikasi spektra dan teknologi inversi.

Metode lain yang dapat diterapkan dalam interpretasi data seismik, yakni metode Transformasi Wavelet Kontinyu (*Continuous Wavelet Transform*). Metode ini menghasilkan data atribut seismik berupa peningkatan resolusi yang akan mempermudah interpretasi data seismik dan memperjelas anomali kenampakan amplitudo seismik. Karena metode ini menggunakan anomali amplitudo maka analisis selanjutnya dapat digunakan sebagai indikator langsung hidrokarbon,

Penelitian menggunakan metoda ini perlu dilakukan untuk lebih memperjelas dan mengetahui zona-zona prospek yang ada, dengan menggunakan atribut seismik berbasis CWT. Hasil penemuan zona potensial dapat untuk mendukung dalam pertimbangan manajemen reservoir. sehingga tujuan pengelolaan potensi reservoir dapat dimanfaatkan secara optimal.

1.2 Tujuan Penelitian

Pembuatan aplikasi disertai pembahasan analisa data secara interaktif model komputasi sebagai pendukung pengolahan data berbentuk baji dan prospek gas pada frekuensi rendah berbasis CWT. Awalnya dilakukan uji data sintetik yang menjadi dasar *kelayakan* model interaktif, dilanjutkan dengan analisis data real sehingga mempermudah interpreter dalam melakukan tugas interpretasinya. Hasil pengolahan data bisa terlihat adanya perbedaan tampilan *trace* seismik pada frekuensi-frekuensi

tertentu, yang pada akhirnya pada frekuensi terpilih dapat menampilkan *trace* seismik yang lebih jelas untuk tampilan zona prospek. Pada penelitian ini urutannya dalam bentuk interaktif model sintetik *trace* seismik ideal (tanpa noise), menggunakan noise, penggunaan *lowpass*, *highpass* dan *bandpass filter* saat memfungsikan interaktif model, yang dalam hal ini sampel yang digunakan yaitu dalam bentuk bajji dari data sintetik dan dua data real, yaitu data real model bajji dan data real prospek gas yang kemudian masing-masing ditransformasikan dengan 6 (enam) jenis wavelet terpilih yaitu wavelet *cgau4*, *db4*, *morlet*, *symlet*, *haar*, *coiflet* yang selanjutnya dilihat perubahan resolusinya dari masing-masing penggunaan frekuensi dan jenis wavelet.

1.3 Identifikasi Masalah

Dalam interpretasi atribut seismik, banyak jenis atribut yang bisa digunakan sebagai indikator dalam penentuan diskontinuitas zona penelitian. Salah satu pemanfaatan atribut seismik yang digunakan adalah penggunaan amplitudo seismik yang berupa anomali amplitudo dan hasil koefisien korelasi hasil cwt.

Interpreter dalam melakukan tugasnya sering menjumpai adanya ketidakjelasan penerusan yang diperkirakan zona prospek dan ketidakmapakan materi pada frekuensi-frekuensi tertentu. Dengan metode ini permasalahan tersebut akan sedikit berkurang karena bisa melakukan dekomposisi sinyal pada frekuensi tertentu, sehingga tampilan tracenya akan lebih jelas.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis hanya membuat aplikasi interaktif disertai analisa data real model bajji dan data prospek gas pada frekuensi rendah, diawali dengan pengujian menggunakan data sintesis untuk pengujian model bajji dan data real seismik yang berfungsi untuk mengetahui tingkat efektifitas resolusi seismik yang terbaik dalam hal pemisahan lapisan reservoir dengan melakukan dekomposisi

spektral berbasis *Continuous Wavelet Transform* (CWT). Wavelet yang digunakan hanya sampai enam jenis wavelet pilihan penulis, yaitu wavelet *cgau4*, *db4*, *morlet*, *symlet*, *haar* dan *coiflet*. Dalam penelitian ini tidak membahas lebih lanjut tentang kemenerusan secara lateral serta ketebalan lapisan yang menjadi objek analisa resolusi seismik.

Lapisan yang menjadi objek penelitian merupakan data real lapangan X model baji dan lapangan Blackfoot yang dianggap terdapat zona prospek gas dimana data ini sudah pernah di publish (*Nina Sasmita, 2009*) dan pada penelitian ini hanya digunakan sebagai data uji metode transformasi wavelet kontinyu dan sebagai perbandingan dengan hasil sebelumnya menggunakan metode LMR.

1.5 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah sebagai materi pengujian model komputasi interaktif yang dapat digunakan sebagai indikator dan kelayakan aplikasi untuk membantu interpreter dalam menganalisa data seismik dengan pengujian metode CWT enam jenis wavelet dan 2 model sintetik. Objek penelitian terdiri dari model sintetik interaktif, satu model *temporal thickness*, data real seismik 2D lapangan X dan data 3D lapangan Blackfoot, yang kemudian data 3D hanya dipilih pada *xline* tertentu untuk menjadi data 2D yang dianggap di dalamnya terdapat prospek gas.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan tesis ini dibagi menjadi beberapa urutan materi pembahasan yang saling berkaitan. Pembahasan dijelaskan dengan cara memberikan gambaran yang terdapat di dalam setiap bab dan diuraikan secara rinci dalam sub bab – sub bab untuk menjelaskan lebih detail materi setiap babnya.

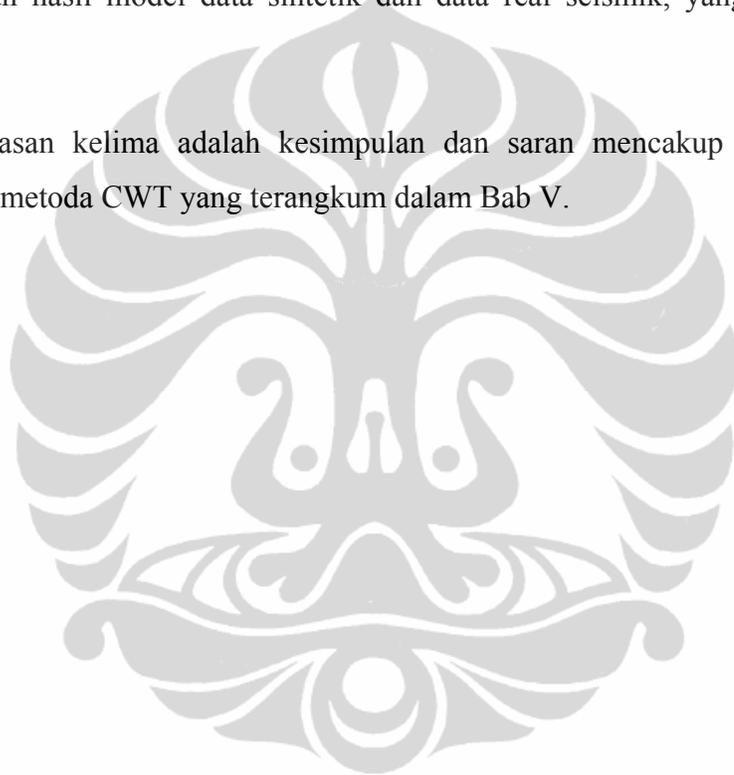
Pembahasan yang pertama adalah pendahuluan yang terdiri dari latar belakang masalah, tujuan penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, objek penelitian dan sistematika penulisan yang semuanya tersusun secara berurutan dalam Bab I.

Pembahasan kedua adalah teori dasar dan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang kesemuanya terangkum di dalam Bab II.

Pembahasan yang ketiga adalah metodologi penelitian yang kemudian dirangkum dalam Bab III.

Pembahasan yang keempat adalah hasil analisa model komputasi interaktif dan pembahasan hasil model data sintetis dan data real seismik, yang terangkum dalam Bab IV.

Pembahasan kelima adalah kesimpulan dan saran mencakup peningkatan model berbasis metoda CWT yang terangkum dalam Bab V.



BAB 2 TEORI DASAR

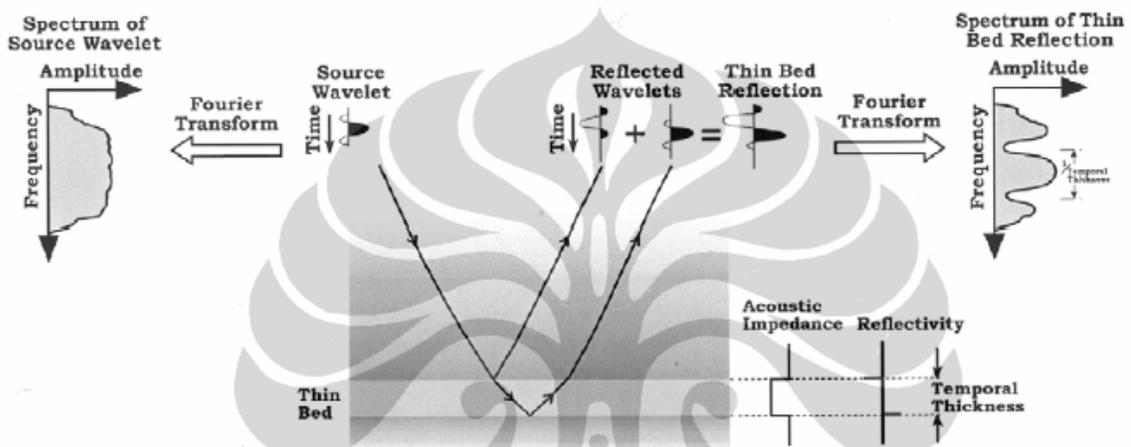
Data seismik, secara alami merupakan sinyal *non stasioner* yang mempunyai bermacam frekuensi dan dalam bentuk waktu. Dekomposisi Waktu-Frekuensi (*Time-Frekuensi Decomposition*), yang merupakan dekomposisi spektral sinyal seismik untuk mengetahui karakteristik waktu terhadap frekuensi yang menunjukkan respon batuan bawah permukaan (*subsurface rocks*) dan reservoir.

Castagna et al.(2003) menggunakan dekomposisi dalam Analisa Spektra Singkat (*Instantaneous Spectral Analysis*) untuk mendeteksi hidrokarbon dengan pemilihan frekuensi untuk memperjelas batuan reservoir. Studi yang pernah dilakukan dalam penggunaan dekomposisi spektral untuk interpretasi oleh Peyton et al.(1998). Partyka et al.(1999) menggunakan *window spectral analysis* untuk menghasilkan energi diskrit dalam aplikasi karakteristik reservoir. Hardy et al.(2003) menunjukkan bahwa rata-rata atribut frekuensi dihasilkan dari *fitting* kurva sinus yang mempunyai korelasi yang kuat dengan volume shale pada area tertentu.

Sejarah transformasi bermula dari Denis Gabor yang mengaplikasikan dalam bentuk *Windowed (Short-Time) Fourier Transform* tahun 1946, dilanjutkan oleh James W. Cooley dan John W.Tukey yang mengembangkan *Fast Fourier Transform* (1965). Jean Morlet melanjutkan perkembangan transformasi yang dikenal dalam metode *Continuous Wavelet Transform*. Dilanjutkan oleh Stephane Mallat dan Yves Meyer yang mengembangkan *Discrete Wavelet Transform*.

Dalam pengolahan data seismik penggunaan transformasi diperlukan untuk memudahkan dalam menganalisa data pada domain lain, yaitu dari domain waktu menjadi domain frekuensi. Analisa hidrokarbon pada batuan reservoir di diagnosa pada frekuensi yang lebih rendah dan lapisan yang lebih tipis dapat diamati dengan menambahkan resolusi waktu pada frekuensi yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini dikemukakan salah satu jenis transformasi wavelet dari 6 jenis mother wavelet, hasil

dari transformasi digunakan untuk menghitung bermacam atribut frekuensi sinyal seismik, seperti frekuensi tunggal (*single frequency*), frekuensi dominan (*dominant frequency*) dan frekuensi pusat (*center frequency*). Pendekatan konvensional yang sudah dipakai adalah menggunakan *Short Time Fourier Transform* (STFT) untuk menghasilkan spektrum waktu frekuensi pada *window* waktu yang dipilih.



Gambar 2.1. SBGf - Sociedade Brasileira de Geofisica,2005

Dekomposisi spektral yang biasanya dilakukan adalah menggunakan transformasi fourier, yaitu untuk menghitung spektrum amplitudo masing-masing jejak dari jendela waktu yang pendek yang meliputi zona *interest* (prospek). Spektrum amplitudo akan menunjukkan satuan geologi, dimana satuan-satuan dengan sifat dan atau ketebalan batuan yang berbeda akan menunjukkan tanggap amplitudo yang berbeda. Jika dekomposisi sinyal dihitung untuk seluruh jejak pada volume seismik 3D dan direpresentasikan dalam bentuk peta (biasanya sebagai *slice* frekuensi), peta yang dihasilkan menunjukkan kemampuan variasi secara lateral.

Pembuatan peta waktu-frekuensi bukan merupakan proses yang unik, sehingga terdapat berbagai metode untuk analisis waktu-frekuensi dari sinyal-sinyal tidak stasioner. *Chakraborty dan okaya(1995)* menjelaskan bahwa analisis sinyal tidak stasioner seperti sinyal seismik dengan perangkat lunak berbasis transformasi fourier,

seringkali tidak bisa memberikan informasi keadaan bawah permukaan yang sesungguhnya, karena pada proses transformasi fourier tidak dapat mengamati pada waktu frekuensi tertentu.

Cohen (1995) menjelaskan bahwa sebagai metode yang sering digunakan, *Short Time Fourier Transform* (STFT) menghasilkan spektrum waktu-frekuensi dengan menggunakan Transformasi Fourier pada window waktu yang dipilih. Pada STFT, resolusi waktu-frekuensi disesuaikan pada seluruh ruang waktu-frekuensi dengan panjang window yang dipilih sebelumnya. Oleh karena itu resolusi pada analisis data seismik menjadi tergantung pada pengguna panjang gelombang tertentu atau bersifat subjektif.

Lebih dari dua dekade terakhir, transformasi wavelet diaplikasikan pada berbagai ilmu pengetahuan dan teknik. Transformasi wavelet memberikan sebuah pendekatan yang berbeda pada analisis waktu-frekuensi. Spektrum waktu-frekuensi yang dihasilkan, direpresentasikan dalam bentuk peta waktu-skala yang disebut *scalogram* (Rioul dan Vetterli, 1991). Beberapa peneliti (Hlawatsch dan Boudreaux-Bartels, 1992; Abry et al., 1993) menggunakan skala sebanding terhadap frekuensi tengah dari wavelet dan merepresentasikan scalogram sebagai peta waktu-frekuensi.

Kebutuhan akan resolusi tinggi dalam signal *non-stasioner* telah mendorong berkembangnya sarana (*tools*) untuk menganalisa data sinyal seismik *non-stasioner*. Transformasi fourier $\hat{f}(\omega)$ signal $f(t)$ adalah *inner product* signal dengan fungsi dasar $e^{i\omega t}$

$$\hat{f}(\omega) = \langle f(t), e^{i\omega t} \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \dots\dots\dots (2.1)$$

Sebuah sinyal seismik ketika ditransformasikan ke dalam domain frekuensi menggunakan transformasi fourier, memberikan respon informasi semua frekuensi.

Analisa transformasi fourier adalah sebuah teknik dalam matematika yang menguraikan sebuah sinyal dalam bentuk sinusoidal dengan frekuensi yang berbeda-beda dan merubah domain waktu menjadi domain frekuensi (Z.Chik et al,2009). Kita dapat melibatkan ketergantungan waktu dengan *windowing signal* (seperti mengambil segment pendek sinyal) dan kemudian menampilkan *fourier transform* pada data yang di windowkan untuk menentukan informasi frekuensi lokal. Seperti sebuah pendekatan analisa *time-frequency* yang dikenal sebagai *Short-Time Fourier Transform* dan peta *time-frequency* yang disebut *spectrogram* (Cohen,1995). STFT merupakan hasil *inner product* sinyal $f(t)$ dengan fungsi waktu geser $window(t)$. secara matematik dapat dituliskan

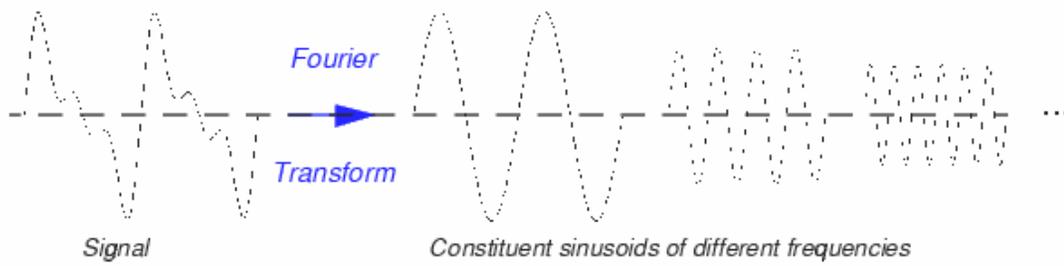
$$STFT(\omega, \tau) = \langle f(t), \phi(t - \tau)e^{i\omega(t - \tau)} \rangle = \int f(t)\bar{\phi}(t - \tau)e^{-i\omega(t - \tau)} dt \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana fungsi window ϕ is dipusatkan pada waktu $t = \tau$ and $\bar{\phi}$ adalah *complex conjugate* dari ϕ .

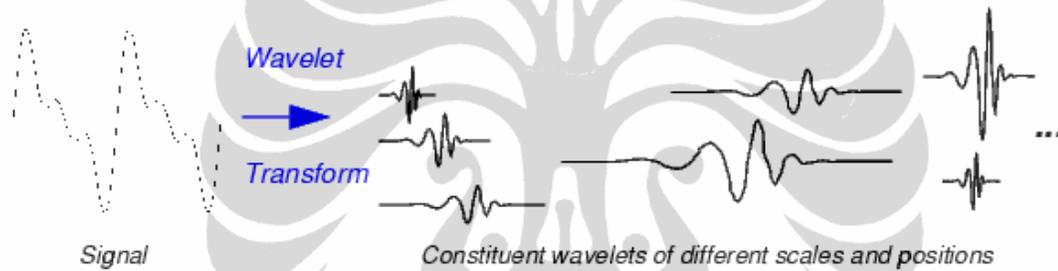
Ada 2 (dua) hal pokok dari jenis transformasi fourier waktu pendek (*Short Time Fourier transform=STFT*) dan Transformasi Wavelet:

1. Transformasi fourier pada sinyal yang terjendela (*windowed*) tidak dilakukan, akibatnya akan terlihat sebuah puncak yang berkaitan dengan sinusoid (artinya, frekuensi-frekuensi negatif tidak diperhitungkan)
2. Pada transformasi wavelet lebar jendela berubah-ubah selama melakukan perhitungan untuk masing-masing komponen spektrum dan ini merupakan ciri khas dari transformasi wavelet (Polikar,1996)

Gambar berikut memberikan gambaran akan adanya perbedaan mendasar dari transformasi fourier dan transformasi wavelet.



Gambar 2.2. *The Continuous Wavelet Transform :A new tool for signal analysis*
(Wavelet Toolbox , Matlab 7)



Gambar 2.3. *The Continuous Wavelet Transform :A new tool for signal analysis*
(Wavelet Toolbox , Matlab 7)



Gambar 2.4. *Wavelet Analysis:A new tool for signal analysis*
(Wavelet Toolbox , Matlab 7)



Gambar 2.5 *Wavelet Analysis: A new tool for signal analysis (Wavelet Toolbox, Matlab 7)*

Gambar 2.2 s/d Gambar 2.5 menunjukkan adanya perbedaan mendasar dari bentuk transformasi sinyal yang dilakukan pada transformasi fourier dan transformasi wavelet. Transformasi fourier dari sinyal sinusoidal ditransformasikan dalam bentuk sinyal sinus atau cosinus, sedangkan pada transformasi wavelet t sinyal yang ditransformasikan mengalami penskalaan, translasi dan dilatasi.

2.1 Wavelet

Wavelet adalah tubuh gelombang yang berupa fungsi matematika yang memotong data menjadi beberapa frekuensi. Transformasi wavelet melibatkan minimal 3 proses, yaitu *penskalaan*, *dilatasi* dan *translasi*. Bentuk persamaan umumnya yaitu

$$\psi_{\sigma,\tau}(t) = \frac{1}{\sqrt{\sigma}} \psi\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right) \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana σ, τ, \mathbb{R} adalah tidak sama dengan nol dan σ adalah parameter dilatasi atau skala. wavelet nilai dinormalisasikan $L^2 - \|\psi\|$. CWT didefinisikan sebagai *inner product* dari *family wavelet* ψ , dengan formulasi

$$F_w(\sigma, \tau) = \langle f(t), \psi_{\sigma,\tau}(t) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \frac{1}{\sqrt{\sigma}} \psi\left(\frac{t-\tau}{\sigma}\right) dt \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana fungsi window ϕ adalah dipusatkan pada waktu $t = \tau$ and ϕ adalah *complex conjugate* dari ϕ . Operator *mother wavelet* terdiri translasi dan dilatasi dari skala yang dirubah pada saat melakukan transformasi wavelet. Skala ini akan menentukan seberapa besar tingkat korelasi dari skala yang dipakai dan *peak* gelombang seismiknya.

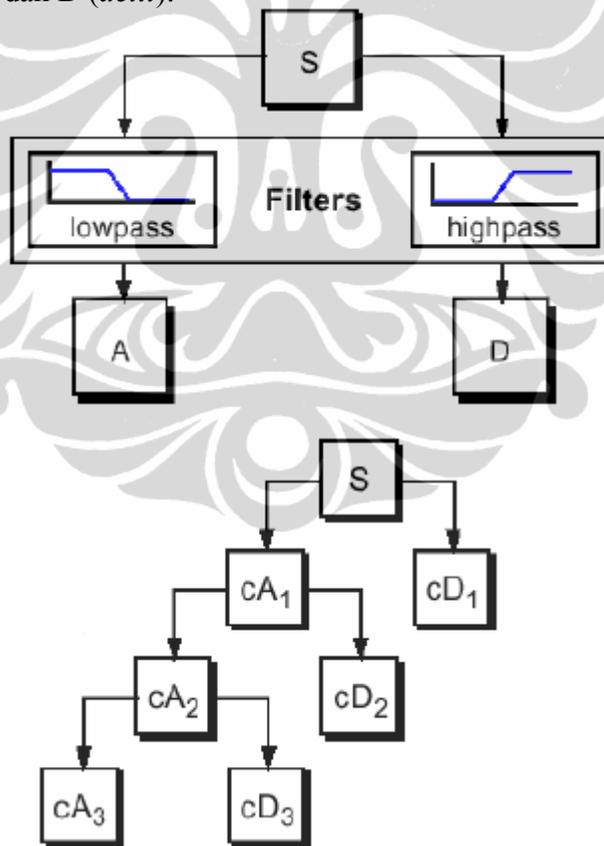
Wavelet terdilatasi maupun termampatkan berdasarkan faktor skala, dengan demikian pada skala yang rendah, hasil frekuensi tinggi terlokalisasi, sedangkan pada skala tinggi yang terlokalisasi adalah watak frekuensi rendah (Anant dan Dowla, 1997). Parameter skala pada analisis wavelet dapat diibaratkan sebagai skala yang digunakan pada peta, skala yang besar berkaitan dengan pandangan secara global (pada sinyal) dan skala yang kecil berkaitan dengan pandangan detil (pada sinyal) atau dengan kata lain skala besar berkaitan dengan frekuensi-frekuensi rendah dan skala kecil berkaitan dengan frekuensi-frekuensi tinggi. Bentuk translasi yang dilakukan yaitu kegiatan windowing berjalan untuk mendapatkan hasil transformasi yang terbaik, sedangkan dilatasi menunjukkan bahwa sinyal transformasi tidak hanya ditransformasikan dalam bentuk sinusoidal dan cosinus, tetapi bisa melakukan perubahan bentuk sinyal seperti kerapatan periodenya.

Frekuensi pusat *filter (centre frequency)* adalah ukuran dari frekuensi tengah antara atas dan bawah *frequency cut off*. Pada frekuensi *cut off* menunjukkan system respon frekuensi dimana energi yang mengalir melalui sistem mulai dikurangi (dilemahkan atau dipantulkan). Biasanya frekuensi *cut off* berlaku sebagai alat dalam suatu system *lowpass, highpass, bandpass* atau *bandstop* yang juga menggambarkan ciri-ciri frekuensi batas antara *passband* dan *stopband*.

Dalam banyak kasus pemrosesan sinyal, kandungan frekuensi rendah adalah hal yang sangat penting, karena memberikan identitas dari sinyal yang bersangkutan. Kandungan frekuensi tinggi sebagai “pelengkap” atau “nuansa sinyal” tambahan sekaligus untuk lebih menjelaskan spektrum hasil resolusi (*enhancement resolution*). Misalnya dalam suara manusia, jika kita menghilangkan komponen frekuensi

tingginya maka suara akan berubah, namun kita masih mampu mengetahui apa yang diucapkan. Frekuensi rendah ini dapat juga digunakan untuk melihat perbedaan ketebalan lapisan dari penggunaan frekuensi tunggalnya. Penggunaan frekuensi rendah biasanya dapat menunjukkan lapisan yang lebih tebal, sedangkan pada lapisan tipis dapat ditunjukkan dengan menggunakan *slice* frekuensi tinggi.

Penggunaan transformasi jenis lain dalam analisis berbasis wavelet, sering digunakan istilah *aproksimasi* dan *detil*. *Aproksimasi* merupakan komponen skala tinggi, frekuensi rendah, sedangkan *Detil* merupakan komponen-komponen skala rendah, frekuensi tinggi. Proses tapisan (*filtering*), sinyal asli S dilewatkan pada tapis lolos rendah (*lowpass*) dan lolos tinggi (*high pass*) kemudian menghasilkan dua sinyal A (*aproksimasi*) dan D (*detil*).



Gambar 2.6 Filter transformasi wavelet

Jika dekomposisi sinyal diteruskan secara iteratif untuk bagian-bagian aproksimasinya sehingga suatu sinyal bisa dibagi-bagi ke dalam banyak komponen-komponen resolusi rendah, maka proses ini dinamakan sebagai dekomposisi banyak tingkat atau *multiple level decomposition*, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.6 (Putra agfianto E,2006). Dengan melihat hasil pohon dekomposisi wavelet kita akan mendapatkan informasi yang penting.

Transformasi wavelet menggunakan dua komponen penting dalam melakukan transformasi yaitu fungsi skala (*scale function*) dan fungsi wavelet (*wavelet function*). Fungsi skala (*scale function*) disebut juga sebagai *lowpass filter*, sedangkan fungsi wavelet (*wavelet function*) disebut juga sebagai *highpass filter*. Kedua fungsi ini digunakan pada saat transformasi wavelet dan inversi transformasi wavelet.

a. Fungsi wavelet

Fungsi wavelet disebut juga *highpass filter* yang mengambil citra dengan gradasi intensitas yang tinggi dan perbedaan intensitas yang rendah akan dikurangi atau dibuang.

- b. Fungsi skala disebut juga *lowpass filter* yang mengambil citra dengan gradasi intensitas yang halus dan perbedaan intensitas yang tinggi akan dikurangi atau dibuang. Kedua komponen itu disebut juga sebagai *mother wavelet* yang harus memenuhi kondisi yang menjamin ortogonalitas vektor. Keluarga wavelet memiliki ordo dimana ordo menggambarkan jumlah koefisien *filter-nya*.

Dalam sebuah wavelet terdapat 2 properti yang penting, diantaranya polaritas dan fase. Ada dua jenis polaritas (Yilmaz,1990) :

1. Polaritas normal (*normal polarity*), yaitu kenaikan impedansi akustik akan digambarkan sebagai lembah (*trough*) pada trace seismik.

2. Polaritas terbalik (*reverse polarity*), yaitu kenaikan impedansi akustik akan digambarkan sebagai puncak (*peak*) pada trace seismik.

Pembagian fase pada wavelet:

1. Fase minimum (*minimum phase*)
2. Fase nol (*zero phase*)
3. Fase maksimum (*maximum phase*)
4. Fase campuran (*mix phase*)

Terdapat 5 (lima) macam kelompok atau keluarga wavelet yang dikenal, yaitu wavelet sederhana, wavelet regular tak berhingga, wavelet *orthogonal* dan *compactly supported*, wavelet *biortogonal* dan *compactly supported* serta wavelet kompleks.

2.2 Jenis wavelet

Jenis wavelet yang digunakan dalam pengujian aplikasi interaktif ini meliputi wavelet *Complex Gaussian*, *Daubechies*, *Morlet*, *Symlet*, *Haar*, dan *Coiflet*.

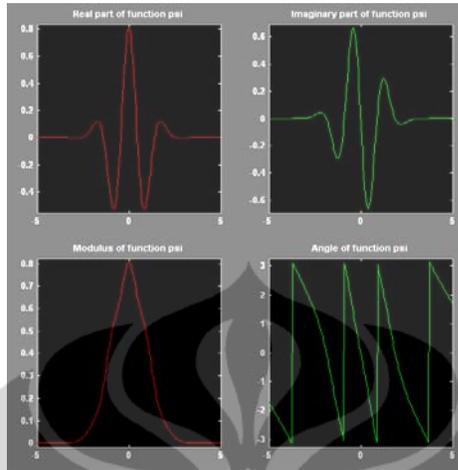
- *Complex Gaussian (non-ortogonal)*

Jenis wavelet ini didefinisikan sebagai turunan dari fungsi kerapatan probabilitas Gaussian.

Sifat-sifat:

- Tidak bersifat *orthogonal*, *biortogonal*, dan tidak *compactly supported*
- Tidak mendukung transformasi wavelet diskrit
- Untuk transformasi wavelet kontinyu
- *Support width*-nya tak berhingga
- Bersifat simetris

- Wavelet Complex Gaussian dapat digambarkan berikut:



Gambar 2.7 Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Cgau4”
 Sumber: Toolbox Wavemenu Display Wavelet Matlab 7

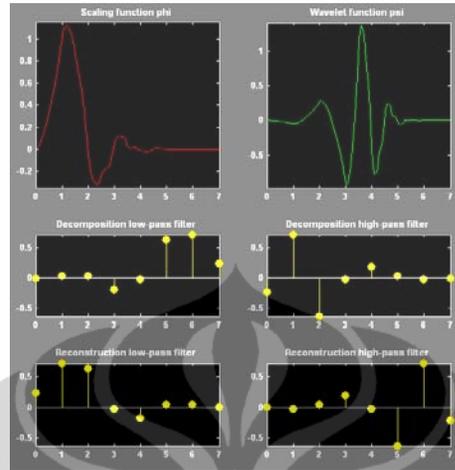
- Daubechies

Karakteristik umum jenis wavelet ini merupakan wavelet yang *compactly supported* dengan sejumlah besar *vanishing moments* baik untuk fungsi $w(t)$ maupun $q(t)$ untuk *support width* tertentu. Tapis penskalaan yang terkait merupakan tapis fase-minimum.

Sifat-sifat:

- Bersifat orthogonal, biortogonal, dan *compactly supported*
- Memungkinkan transformasi wavelet diskrit dan kontinyu
- Untuk Panjang tapis $2N$
- *Support width*-nya $2N-1$
- Jauh dari sifat simetris
- Jumlah *vanishing moments* untuk $w(t)$ adalah N

- Wavelet Daubechies 3 dan 5 dapat digambarkan berikut:



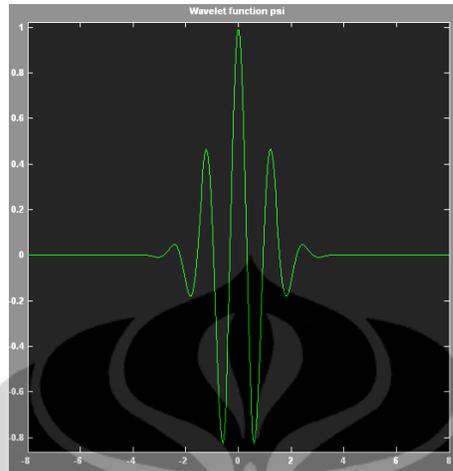
Gambar 2.8 Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “db4”
 Sumber: *Toolbox Wavemenu Display Wavelet Matlab 7*

- Morlet

Sifat-sifat:

- Tidak bersifat orthogonal, biortogonal, dan tidak *compactly supported*
- Tidak mendukung transformasi wavelet diskrit
- Untuk transformasi wavelet kontinyu
- *Support width*-nya tak berhingga
- *Effective support*-nya dari -4 hingga 4
- Bersifat simetris

- Wavelet Mexican hat dapat digambarkan berikut:



Gambar 2.9 Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Morlet”
 Sumber: *Toolbox Wavemenu Display Wavelet Matlab 7*

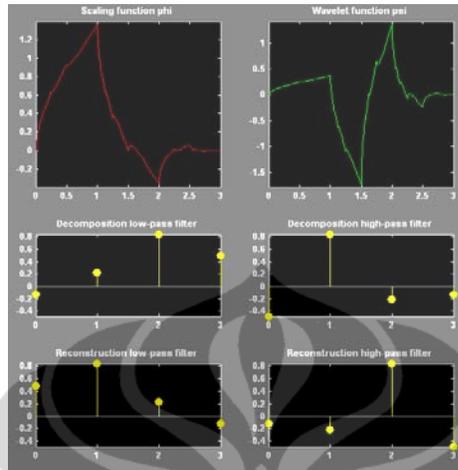
- Symlet

Karakteristik umum jenis wavelet ini merupakan wavelet yang *compactly supported* dengan sejumlah besar *vanishing moments* baik untuk fungsi $w(t)$ maupun $q(t)$ untuk *support width* tertentu. Tapis penskalaan yang terkait merupakan tapis fase-minimum

Sifat-sifat:

- Bersifat orthogonal, biortogonal, dan *compactly supported*
- Memungkinkan transformasi wavelet diskrit maupun kontinyu.
- Panjang tapis $2N$
- *Support width*-nya $2N-1$
- Jumlah *vanishing moments* untuk $W(t)$ adalah N
- Mendekati sifat simetris

- Wavelet Symlet dapat digambarkan berikut:



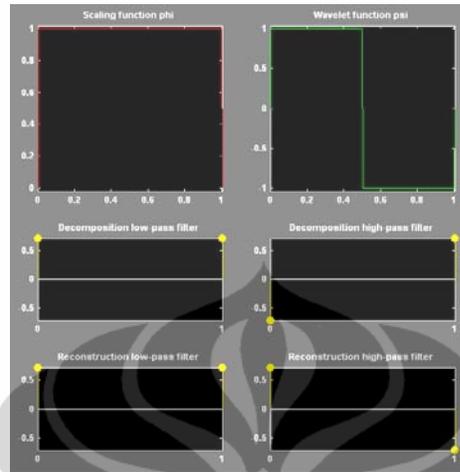
Gambar 2.10 Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Symlet2”
 Sumber: *Toolbox Wavemenu Display Wavelet Matlab 7*

- Wavelet Haar (orthogonal)

Jenis wavelet ini merupakan *compactly supported* dan wavelet yang tertua dan sederhana. Sifat-sifatnya yaitu:

- Bersifat orthogonal, biortogonal dan *compactly supported*
- Memungkinkan transformasi wavelet diskrit maupun kontinyu
- *Support width*-nya 1
- Panjang tapis 2
- Bersifat simetris tetapi regularitasnya tidak kontinyu.
- Jumlah *vanishing moments* untuk $w(t)$ adalah 1

- Wavelet Haar dapat digambarkan berikut :



Gambar 2.11 Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Haar”
 Sumber: *Toolbox Wavemenu Display Wavelet Matlab 7*

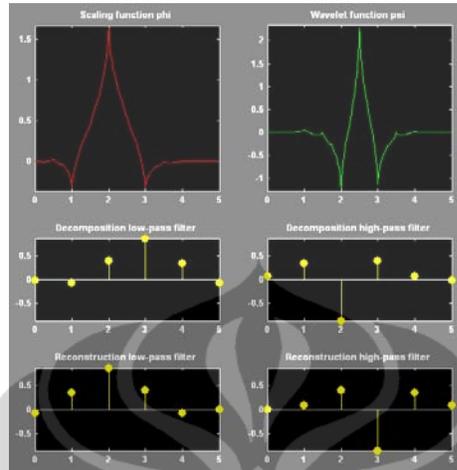
- Coiflet (orthogonal)

Karakteristik umum jenis wavelet ini merupakan wavelet yang *compactly supported* dengan sejumlah besar vanishing moments baik untuk fungsi $w(t)$ maupun $q(t)$ untuk *support width* tertentu.

Sifat-sifat:

- Bersifat orthogonal, biortogonal, dan *compactly supported*
- Memungkinkan transformasi wavelet diskrit maupun kontinyu.
- Panjang tapis $6N$
- *Support width*-nya $6N-1$
- Agak bersifat simetris regular

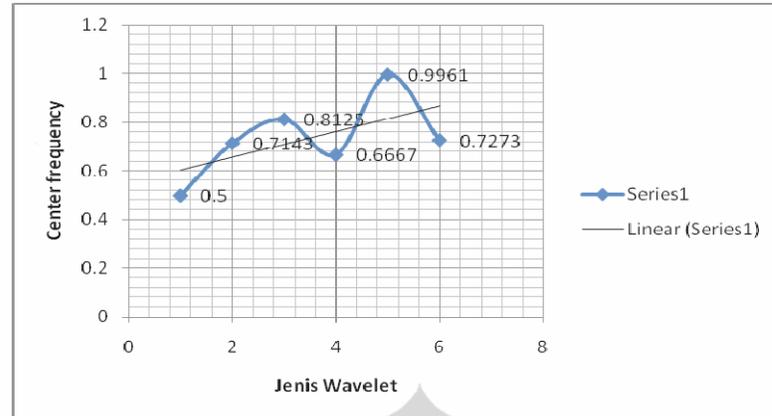
- Wavelet Coeflet 2 dapat digambarkan berikut:



Gambar 2.12 Fungsi Skala dan Fungsi Wavelet “Coiflet”
 Sumber: Toolbox Wavemenu Display Wavelet Matlab 7

Sebuah *wavelet biorthogonal* adalah sebuah wavelet yang diasosiasikan transformasi wavelet dalam bentuk *inverse*, tetapi tidak perlu bentuk orthogonal. Pembuatan bentuk wavelet biorthogonal memungkinkan menggunakan derajat yang lebih bebas dari pada wavelet orthogonal. Penambahan kebebasan derajat memungkinkan untuk membangun fungsi wavelet simetris. Sebuah wavelet orthogonal adalah sebuah wavelet dimana diasosiasikan bentuk transformasi waveletnya berbentuk orthogonal, terbentuk tegak lurus.

Dari semua jenis wavelet ini yang kemudian dijadikan sebagai operator uji dalam transformasi wavelet. Masing-masing jenis wavelet dengan beberapa karakter yang dimilikinya akan memberikan pola hasil yang berbeda pada saat melihat hasil transformasi, karena pada saat melakukan transformasi wavelet melibatkan nilai dari frekuensi pusat (*center frequency*) dari masing-masing jenis wavelet. Perbedaan tersebut bisa dilihat pada gambar 2.13.



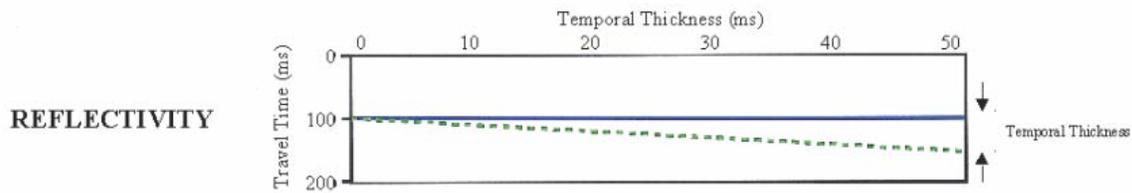
1. Cgau4
2. Db4
3. Morlet
4. Symlet
5. Haar
6. Coeflet

Gambar 2.13 Grafik Nilai Frekuensi Pusat Masing-Masing Jenis wavelet

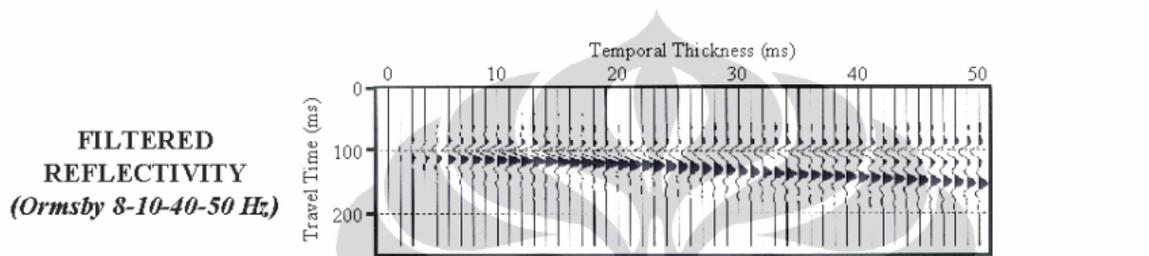
2.3 Dekomposisi Model Pembajian

Dalam memahami proses dekomposisi akan lebih mudah jika digambarkan awal dalam bentuk model sintetik pembajian. Data sintetik tersebut menggambarkan model lapisan yang mempunyai nilai kecepatan dan ketebalan yang berbeda-beda. Pada batas lapisan dibuat model magnitudo untuk membedakan antara nilai pada batas lapisan dan nilai sepanjang ketebalan lapisan. Model sintetik pertama nilai magnitudo amplitudo diberikan hanya pada batas antar lapisan. Sedangkan pada model kedua data sintetik diberikan bising (*noise*) dengan data masukan tergantung dari setting *filter*, sampling frekuensi dan prosentase noise. Analogika model ini mempunyai prinsip yang hampir sama dengan konsep *Partyka*,1999, sebagaimana disebutkan bahwa dengan semakin lama waktu penerimaan pada reflektor maka pada model akan terbentuk model baji seiring dengan bertambahnya waktu.

Selisih waktu ini akan digambarkan sebagai ketebalan *temporal thickness* seperti gambar berikut :



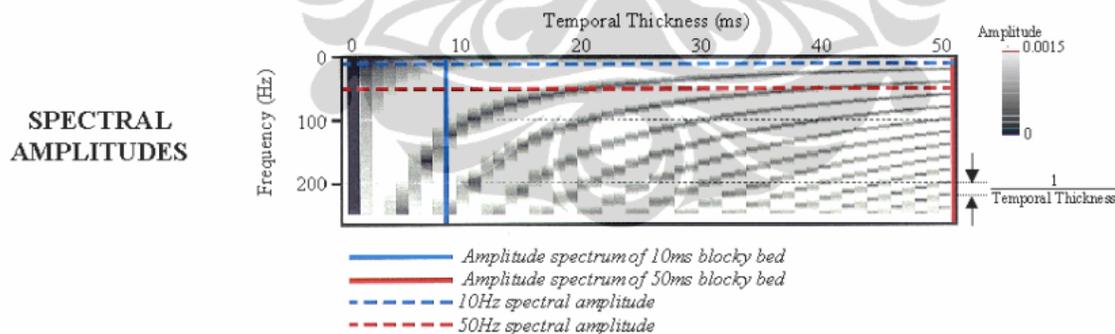
Gambar 2.14 Reflektivitas Model Baji (Partyka,1999)



Gambar 2.15 Konvolusi Model Baji (Partyka,1999)

Temporal thickness jika dihubungkan dengan nilai frekuensi maka dapat

dirumuskan nilai frekuensi = $\frac{1}{\text{Periode}}$



Gambar 2.16 Spektral Amplitudo (Partyka,1999)

Model sintetik yang dibuat oleh penulis dalam penulisan ini adalah mencari hubungan antara kecepatan, frekuensi dan panjang gelombang. Pada masing-masing lapisan diberikan nilai yang akan menggambarkan perubahan nilai kecepatan dengan frekuensi dominan tetap 40Hz dan akan memberikan bentuk reflektor yang berbeda pada masing-masing CDP.

BAB 3 METODE PENELITIAN

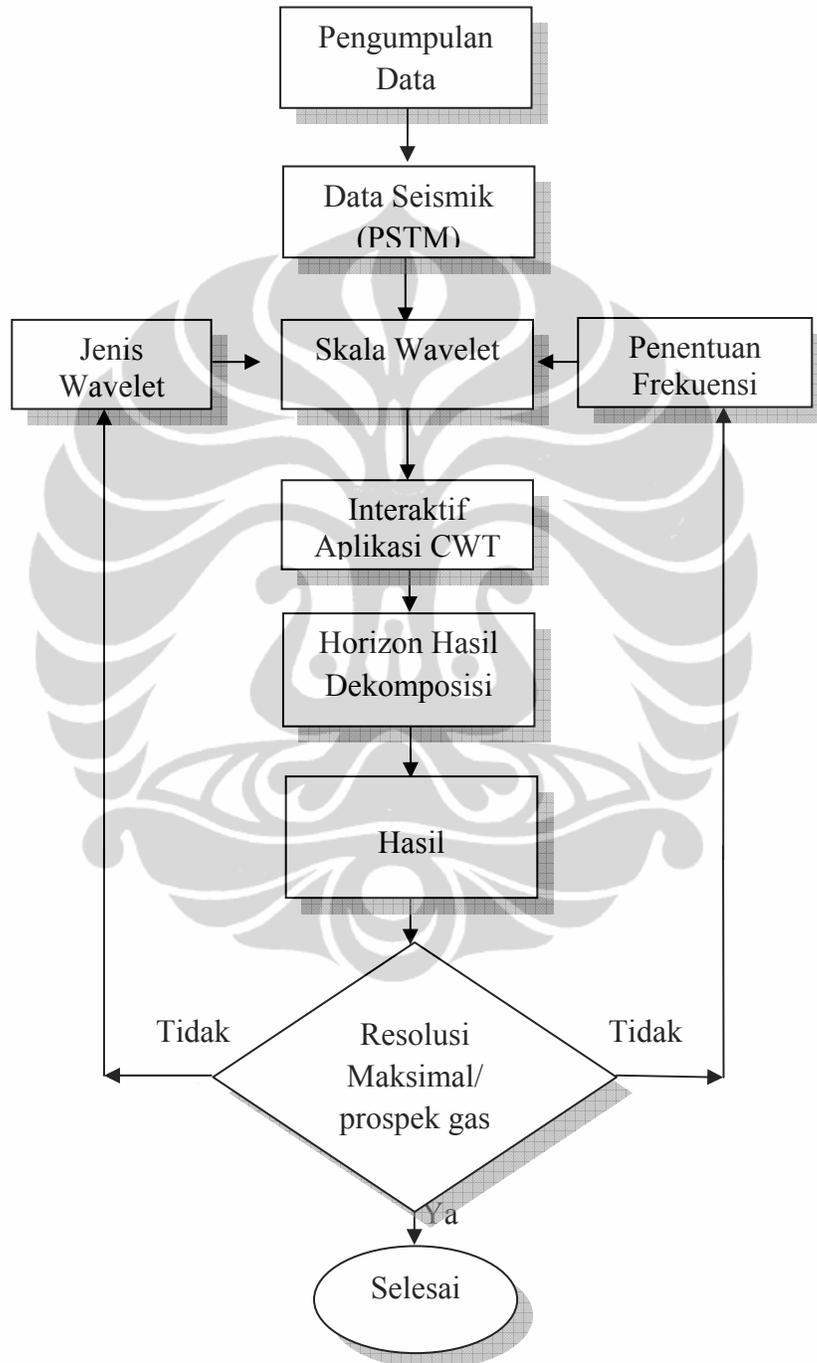
Penelitian dilakukan menggunakan beberapa metode analisis pada sinyal sintesis dan sinyal real. Penelitian ini merupakan pengembangan dan modifikasi dari metode yang sudah dipergunakan sebelumnya, seperti Ricky Helbet (2007) Evaluasi Penerapan Transformasi Wavelet Kontinyu (CWT) Untuk Pemodelan Lapisan Tipis Membaji dan Sebagai Indikator Hidrokarbon (DHI) Pada Studi Kasus Model Marmousi2, Bahrul Alam K.I Y (2007) Interpretasi Dekomposisi Spektrum Dalam Karakterisasi Reservoir Menggunakan *Short Time Fourier Transform* dan *Continuous Wavelet Transform*. Analisis yang dilakukan meliputi: analisis non-stasioner sinyal real dari rekaman seismik 2D berbasis Transformasi wavelet. Dalam interaktif analisa spektral aplikasi dapat memilih jenis wavelet dan frekuensi terbaik yang dapat dipilih. Indikator frekuensi dan jenis wavelet yang paling tepat yaitu peta seismik *section* yang menunjukkan tingkat resolusi dan pemisahan lapisan yang paling jelas.

3.1 Perangkat Lunak

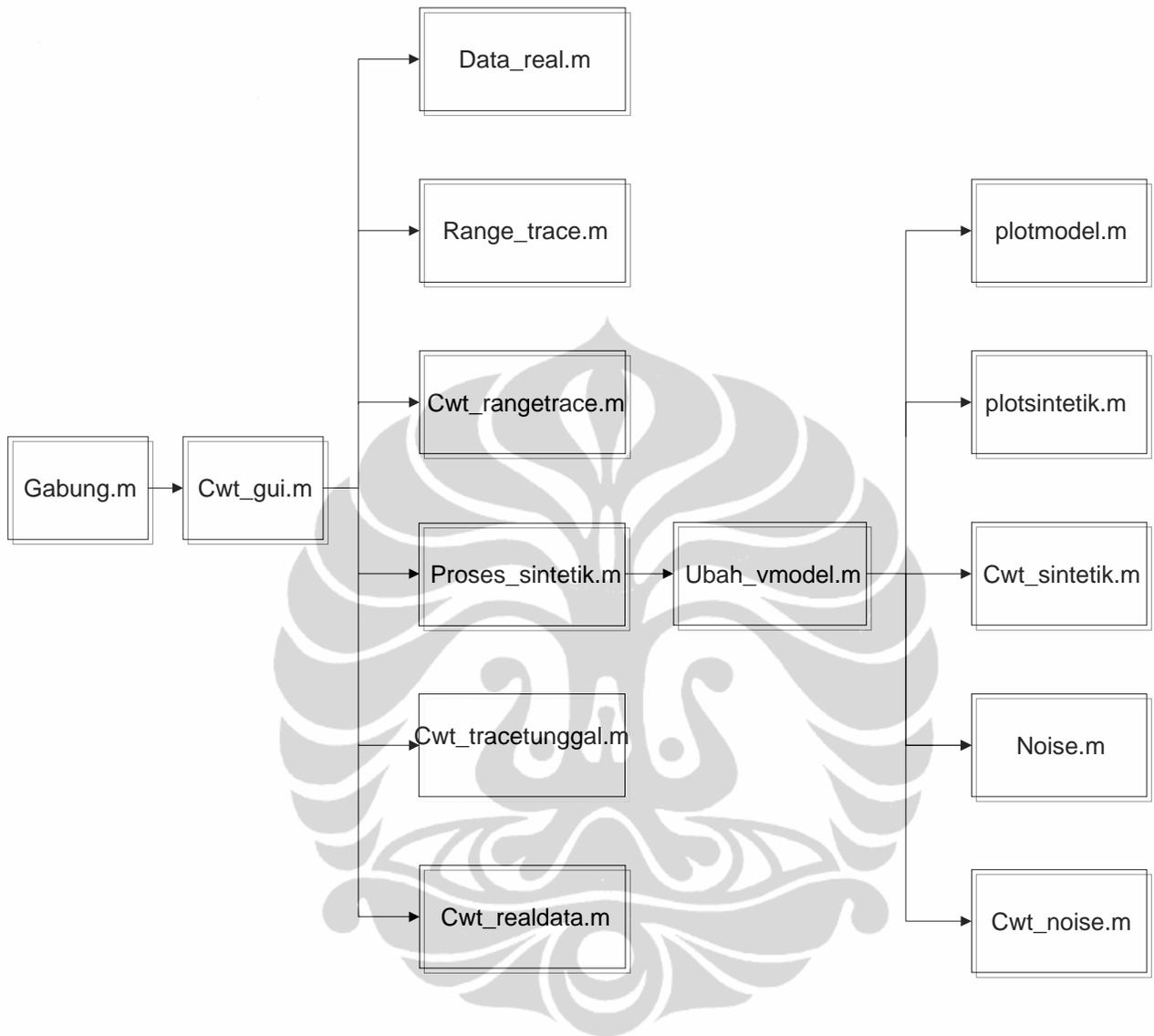
Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan aplikasi interaktif pengolahan data seismik ini adalah perangkat lunak berupa Matlab 7 dan Humpson Russell. Perangkat PC berupa laptop dengan spesifikasi:

- Acer
- System Model Aspire 4736Z
- Processor Pentium (R) Dual Core CPU [T4200@2.00GHz](#) (2CPUs)
- Memory 1 GB
- OS Microsoft Windows XP Professional

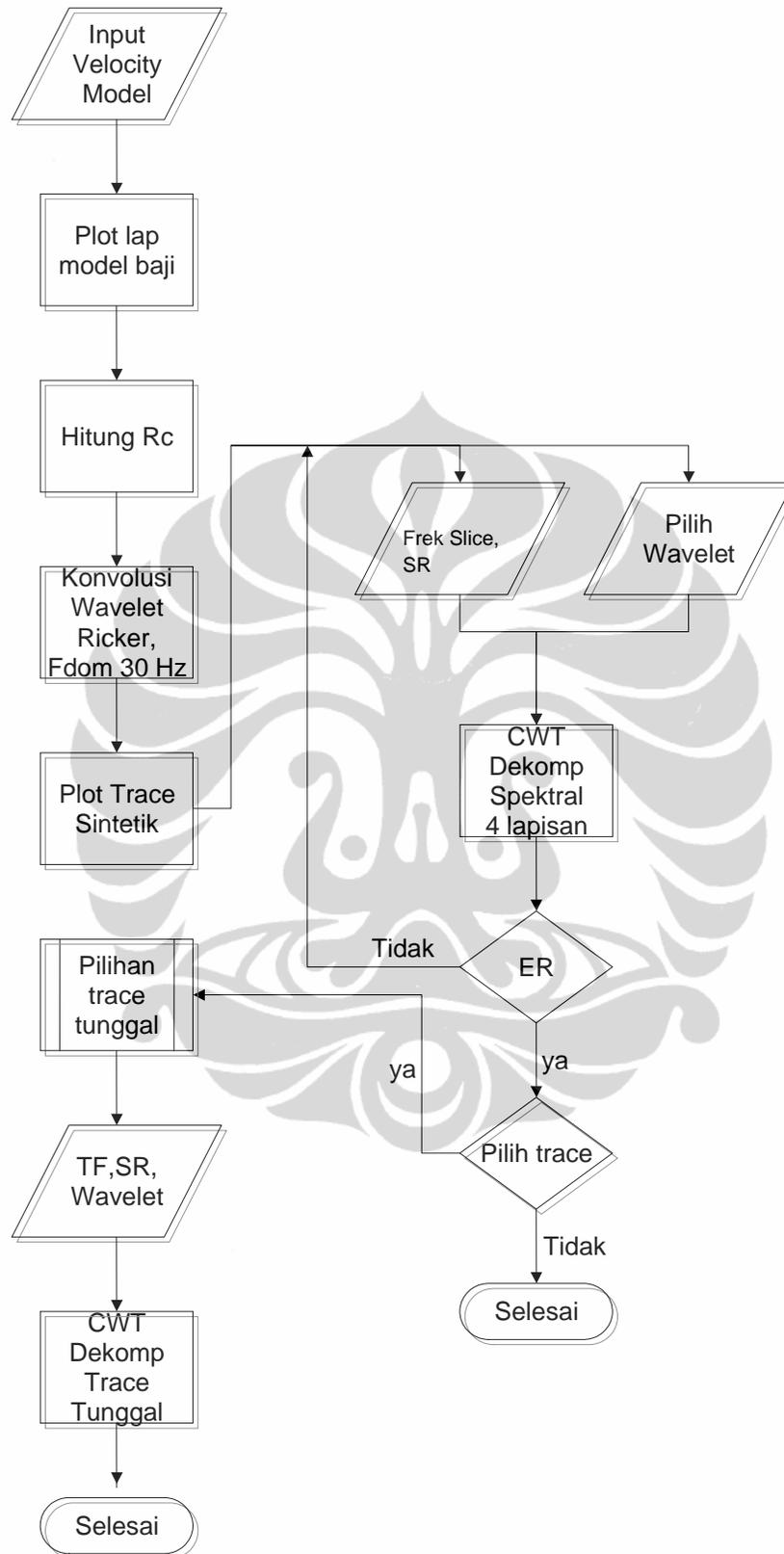
3.2 Prosedur Uji Aplikasi Interaktif Data Real Seismik 2D



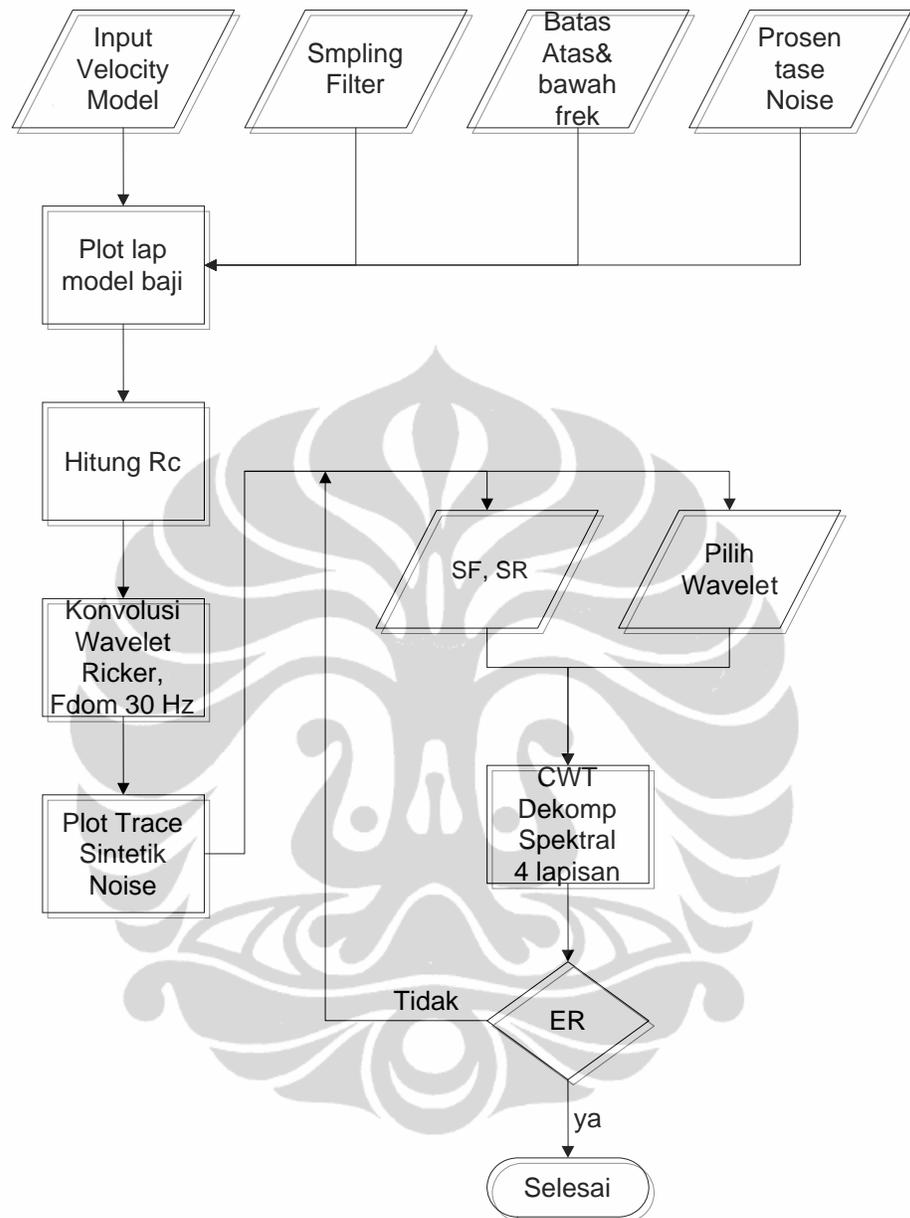
Gambar 3.1 Diagram alir dekomposisi spektral data real seismik 2D



Gambar 3.2 Bagan file pembuatan algoritma dalam file matlab



Gambar 3.3 Diagram alir dekomposisi spektral data sintetik non filter



Gambar 3.4 Diagram alir pembuatan dekomposisi spektral data sintetik menggunakan filter

3.3 Data Uji Penelitian

Data uji penelitian yang dipakai dalam penulisan tesis ini adalah menggunakan dua jenis data, yaitu data sintetik 2D dan data real seismik 2D.

Masing – masing ada dua jenis, yaitu sintetik 2D I, sintetik 2D II dan real seismik 2D I (lapangan X) dan real seismik 2D II (lapangan Blackfoot).

3.3.a Data Sintetik 2D

Data sintetik 2D I yang digunakan adalah jenis data yang dibuat dalam bentuk model baji dari 4 lapisan, dimana bentuk baji terbentuk pada lapisan ketiga. Data sintetik ini dibagi menjadi dua jenis data model baji, yaitu model baji tanpa *noise* dan model baji menggunakan *noise* beserta *filter*.

Penulis menggunakan model baji ini karena dalam uji metoda ini akan dibuktikan dari hubungan kecepatan, frekuensi dan panjang gelombang dapat menjelaskan kemunculan bentuk reflektor pertama yang muncul, dimana akan dikuatkan informasi *peak*-nya dalam bentuk spektral frekuensi. Spektral frekuensi ini akan menjelaskan sejauh mana kontribusi transformasi wavelet bisa berperan untuk menambahkan ketajaman resolusi berdasarkan frekuensi pilihan dan jenis wavelet yang digunakan. Pemilihan nilai frekuensi bebas berapapun nilainya, tetapi untuk jenis waveletnya penulis hanya mengkaji dari 6 jenis wavelet, yaitu wavelet *cgau4*, *db4*, *morlet*, *symlet*, *haar*, dan *coiflet*.

Bentuk baji tanpa *noise* dan menggunakan *noise* atau *filter* masing-masing mempunyai fungsi yang saling menguatkan. Pada baji bentuk *non filter* menunjukkan keadaan rekaman trace seismik yang sangat ideal dimana nilai *peak*-nya hanya berada pada bidang batas antar lapisan, sehingga gambaran kontinuitas dapat tergambarkan secara jelas dan dikuatkan dengan penajaman resolusi hasil transformasi wavelet. Sedangkan untuk model baji menggunakan *filter* akan menunjukkan bahwa tidak semua rekaman seismik yang ditangkap oleh sensor akan memberikan gambaran

informasi seismik yang sangat ideal. Hal ini sesuai dengan kenyataan prosedur konfigurasi pemasangan alat dimana noise selalu ada dalam rekaman dan *filter* perlu dipergunakan untuk mereduksi noise yang dapat mengganggu pembacaan seismik. Dalam aplikasi interaktif ini fungsi *filter* digunakan untuk menyaring informasi seismik yang menghasilkan trace seismik sedikit noise, dan rekaman noise ini bisa dipilih sesuai dengan keinginan *user* untuk mendapatkan bentuk informasi seismik yang dihasilkan, bentuk penggunaannya *user* bisa memilih berapa *sampling* frekuensi, batas bawah frekuensi, batas atas frekuensi dan prosentase noise yang digunakan. Karena aplikasi ini menggunakan model *bandpass filter*. Bentuk *bandpass filter* akan meloloskan frekuensi sesuai dengan batas frekuensi yang digunakan.

Untuk memperjelas tampilan 2D sintetik hasil plotting seismik dan transformasi wavelet, maka disediakan bentuk pilihan untuk pengambilan urutan CDP trace sesuai yang diinginkan oleh pengguna, sehingga akan memperjelas informasi dari hasil tampilan trace tunggal pemilihan urutan trace CDP, baik tampilan trace tunggal sintetik ataupun trace tunggal hasil transformasi wavelet.

Data sintetik 2D II dibuat dalam bentuk *domain temporal thickness* dan *depth*. Sama seperti data sintetik I, dalam data sintetik II juga dilakukan analisa perubahan nilai amplitudo, frekuensi dominan dan cwt masing-masing *trace* untuk mengetahui hasil tingkat resolusinya dan *trend* saat dilakukan transformasi dan sebelum transformasi.

3.3.b Data Real Seismik 2D

Data real seismik 2D I akan memberikan secara nyata bagaimana fungsi aplikasi interaktif transformasi wavelet dekomposisi spektral dapat digunakan dan menghasilkan gambaran ketajaman zona prospek dalam bentuk tingkatan resolusi seismik (*enhancement resolution*). Sama halnya seperti interaktif user pada data sintetik, pada saat penggunaan data real seismik user juga dapat memilih dari 6 jenis wavelet untuk bisa melihat perbedaan tampilan seismik hasil transformasi wavelet.

Lapangan X data real I merupakan salah satu lapangan yang berada di Sumatera Selatan. Lapangan ini berada dalam Formasi Talang Akar dengan litologi dominan berupa batupasir dan lempung. Dalam rangka peningkatan produksi sumur menjadi optimal, maka dilakukan studi mengenai karakteristik reservoir pada lapangan X.

Hasil analisis geokimia batuan induk menunjukkan bahwa batuan sedimen Formasi Lahat, Formasi Talangakar dan Formasi Gumai dapat menjadi batuan induk petroleum karena memiliki kesesuaian: kekayaan, tipe kerogen, dan kematangan *thermal* material organik.

Lapangan data real II Blackfoot merupakan bagian dari cekungan Alberta, yang termasuk dalam daerah Blackfeet. Lapangan Blackfoot terletak sekitar 15km tenggara dari kota Strathmore, Alberta, Kanada. Target reservoir adalah sediment dari *incised-valley fill* yang berada pada formasi Glauconitic.

3.4 Well Tie

Pengertian proses *well tie* adalah proses well to tie seismik, yaitu suatu proses untuk meletakkan *horizon* seismik (skala waktu) pada posisi kedalaman yang sebenarnya dan agar data seismik tersebut dapat dikorelasikan dengan data geologi lainnya yang umumnya diplot pada skala kedalaman. *Well tie* ini dilakukan jika terdapat dua jenis data yaitu data seismik dan data sumur.

3.5 Data Checkshot

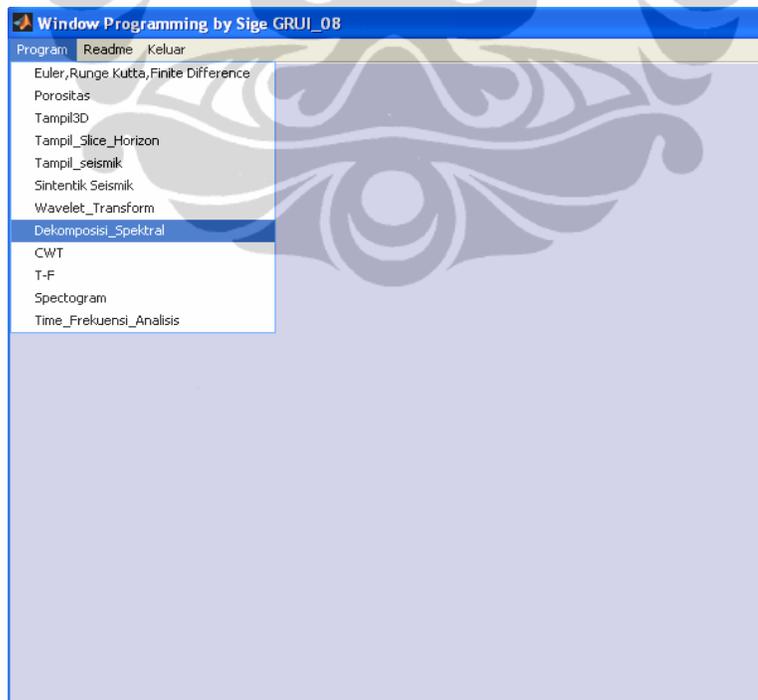
Kegunaan utama dari *checkshot* adalah untuk mendapatkan kurva waktu kedalaman (*time depth curve*) yang kemudian dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk pengikatan data seismik dan sumur, penghitungan kecepatan interval, kecepatan rata-rata dan koreksi data sonic pada pembuatan seismogram sintetik. Sama seperti well tie, *checkshot* dilakukan jika terdapat dua jenis data yaitu data seismik dan data sumur.

BAB 4 HASIL DAN ANALISIS DATA

Aplikasi interaktif dekomposisi spektral ini memberikan pilihan aplikasi data yang akan digunakan dalam transformasi wavelet, yaitu data sintetik 2D I, sintetik 2D II dan real seismik 2D I, real seismik 2D II. Model sintetik dalam penelitian dibuat dalam bentuk interaktif perubahan nilai kecepatan model dan perubahan *temporal thickness*.

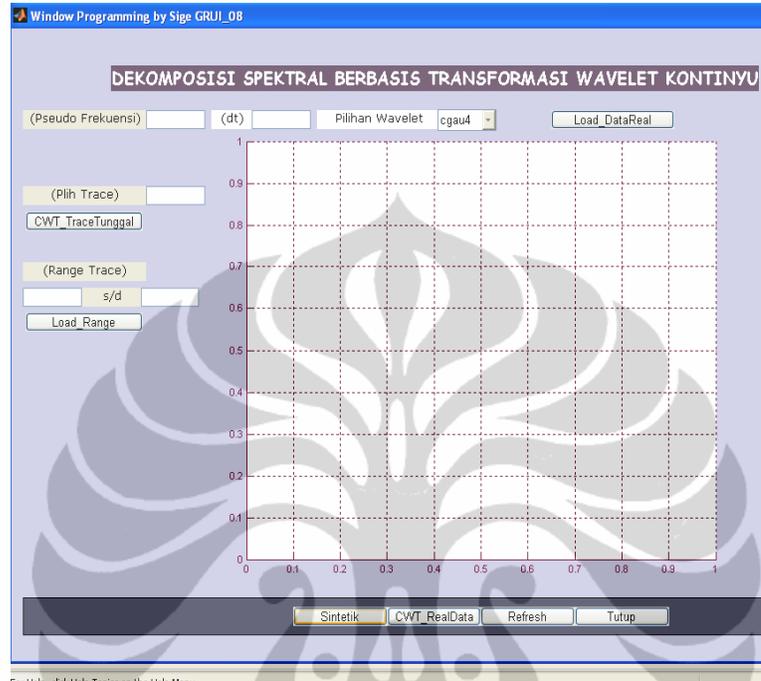
Pada data sintetik 2D akan dibahas bagaimana perbandingan hasil resolusi dalam bentuk pembajian tanpa *noise* dan hasil resolusi transformasi wavelet menggunakan *filter noise* berdasarkan pemilihan sampling frekuensi, *slice* frekuensi dan tingkat noise yang digunakan.

Pada halaman pertama akan muncul tampilan pilihan program dekomposisi spektral yang sudah disediakan oleh penulis untuk link program aplikasi interaktif dekomposisi spektral, terlihat seperti gambar 4.1



Gambar 4.1. Tampilan awal pilihan aplikasi

Dari link *Dekomposisi_Spektral* akan memunculkan pilihan program interaktif penggunaan data sintetik dan data real, seperti gambar 4.2.

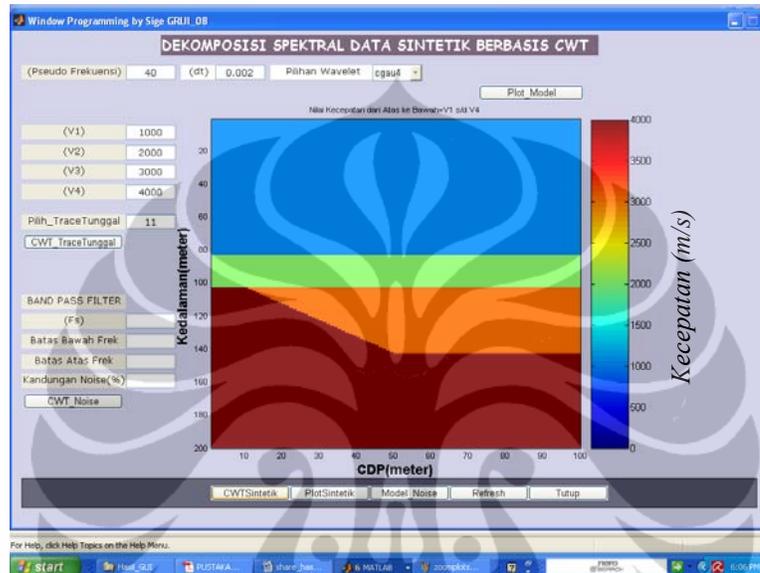


Gambar 4.2. Tampilan pilihan data

4.1 Data Sintetik 2D

Pertama, implementasi transformasi wavelet dilakukan pada seismogram sintetik, yang bertujuan untuk mengenali tampilan CWT dalam melokalisir *properties* berdasarkan metoda CWT. Melakukan konvolusi refleksi series, menggunakan wavelet Ricker dengan variabel frekuensi pusat sebagai sumber wavelet. Sintetik trace adalah sebuah superposisi wavelet dengan variabel frekuensi. Aplikasi CWT untuk trace tunggal bertujuan untuk menentukan frekuensi dominan kedua yaitu *range* frekuensi rendah dan *range* frekuensi tinggi. Hasil CWT menunjukkan bahwa frekuensi sinyal dapat dikenali dengan jelas. Model pertama pada data sintetik penulis memasukkan nilai kecepatan 1000 m/s, 2000 m/s, 3000 m/s dan 4000 m/s (gambar 4.3). Model sintetik ini menggambarkan model baji pada lapisan ketiga.

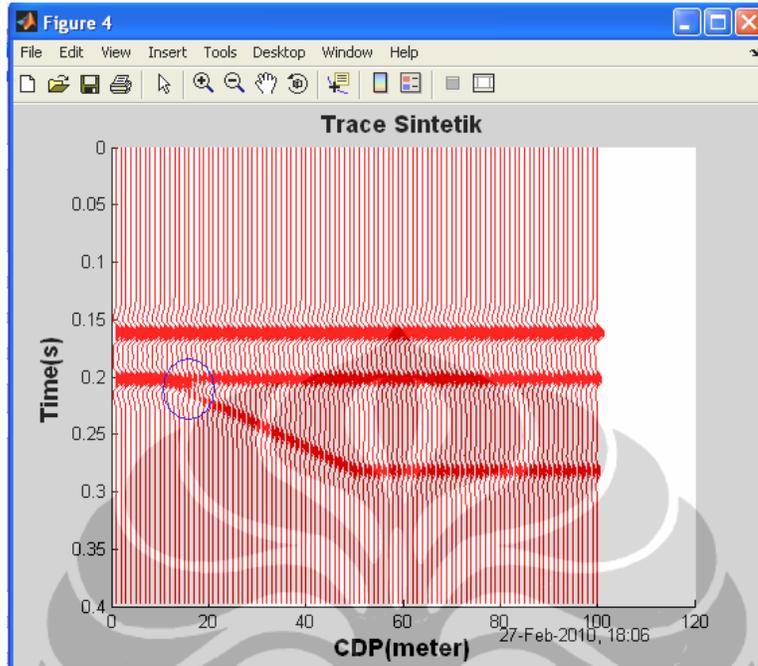
Bentuk model baji ini untuk membuktikan *interferensi* pada model baji yang berkorelasi dengan nilai kecepatan tiap lapisan. Hubungan panjang gelombang, frekuensi dan kecepatan, menunjukkan bahwa panjang gelombang = kecepatan/frekuensi.



Gambar 4.3. Tampilan model awal data sintetik

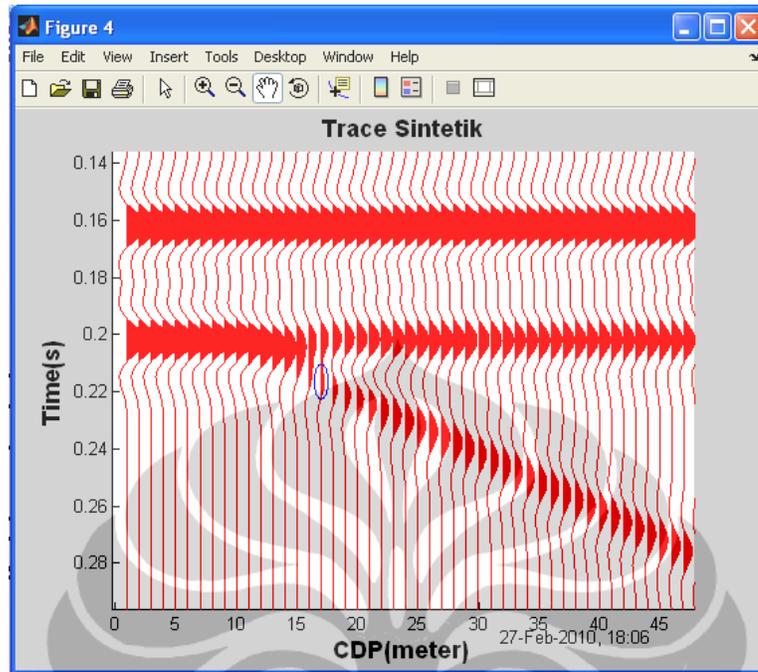
Dari plot model kecepatan, kemudian dihitung koefisien refleksi dilanjutkan konvolusi menggunakan wavelet ricker sehingga menghasilkan trace sintetik seismik gambar 4.4 dengan *sampling rates* 2 ms dan frekuensi dominan 30 Hz. Batas lapisan yang dilingkari biru merupakan batas-batas reflektor yang mengalami interferensi.

Pada gambar 4.4 trace sintetik seismik dibuat model ideal, artinya kondisi yang ditampilkan adalah hasil plotting *plotseis* dari nilai-nilai yang ada pada batas antar lapisan saja. CDP baji jika melihat pada model pada saat mengkonfigurasi mulai reflektor pertama pada CDP ke-11. Tetapi tampilan pada model ini belum tentu terlihat jelas pada hasil trace sintetiknya tergantung dari perubahan nilai kecepatan, *slicing* frekuensi dan *filter* yang digunakan jika menggunakan model bising.



Gambar 4.4. Tampilan trace sintetik, $f_{dom}=30\text{Hz}$

Gambar 4.5 merupakan hasil pembesaran dari gambar 4.4 untuk mengetahui lebih detail melihat batas reflektor pembajian pada trace sintetik tanpa *noise*. Hasilnya menunjukkan bahwa pada CDP 11 s/d 16 terlihat adanya interferensi peak kontinuitas, pada CDP 11 s/d 15 terlihat peaknya masih terlihat jelas agak bengkok karena interferensi lapisan kedua dan ketiga. Sedangkan mulai pada CDP ke-17 (lingkaran biru) mulai muncul reflektor baru untuk bentuk lapisan baji. Reflektor ini berbeda dengan yang sebelumnya karena pada reflektor ini sudah menunjukkan mulainya reflektor pertama model baji, sedangkan untuk CDP 11 s/d 16 walaupun reflektornya sangat jelas tapi hasilnya merupakan hasil interferensi kuat lapisan kedua dan ketiga sehingga terlihat *peak* amplitudo hasil superposisi.

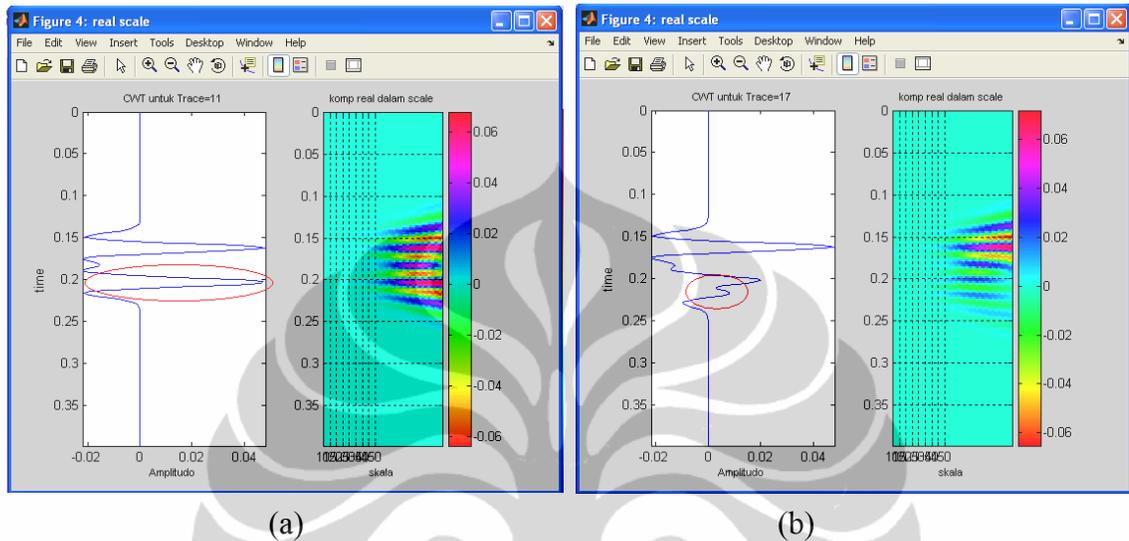


Gambar 4.5. Tampilan trace sintetik, $f_{dom}=30\text{Hz}$ (Zoom)

Untuk keperluan kejelasan pada setiap CDP, aplikasi interaktif ini menyediakan fasilitas untuk pemilihan trace tunggal yang ingin dilihat secara detail perubahan *body wavelet*-nya. Pada trace gambar 4.5 diambil trace pada CDP ke-11 sesuai dengan pembuatan model awal bahwa pembajian dibuat mulai pada CDP ke-11. Hasilnya terlihat pada gambar 4.6 menunjukkan pada gambar 4.6a bahwa pada trace 11 *body wavelet* pada trace ke-11 time 0.2 *peak* amplitudonya mencapai nilai maksimal. Hal ini bisa didukung dengan melihat hasil transformasi wavelet yang menunjukkan spektrum amplitudo CWT pada time 0.2 menunjukkan nilai yang maksimum yaitu hasil korelasi cwt sebesar 0.06.

Kondisi ini berbeda dengan trace ke-17 (gambar 4.6b) yang menggambarkan adanya mulainya perubahan *body wavelet* pada time 0.2. perubahan ini meliputi perubahan bentuk wavelet dan panjang *peak* amplitudonya. Hasil dari transformasi wavelet menunjukkan cwt amplitudo spektrumnya nilainya lebih kecil dari CDP ke-11. Hal ini dikarenakan pada trace ke-17 merupakan awal terlihatnya reflektor bentuk

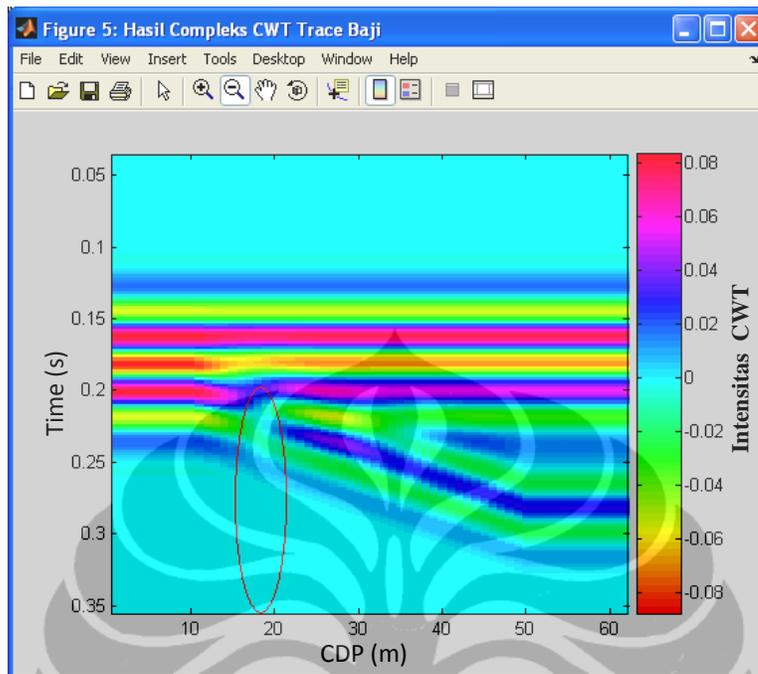
pola membaji dan nilainya akan semakin membesar pada batas lapisan ke-3 ini mengikuti pola baji yang terbentuk pada model awal.



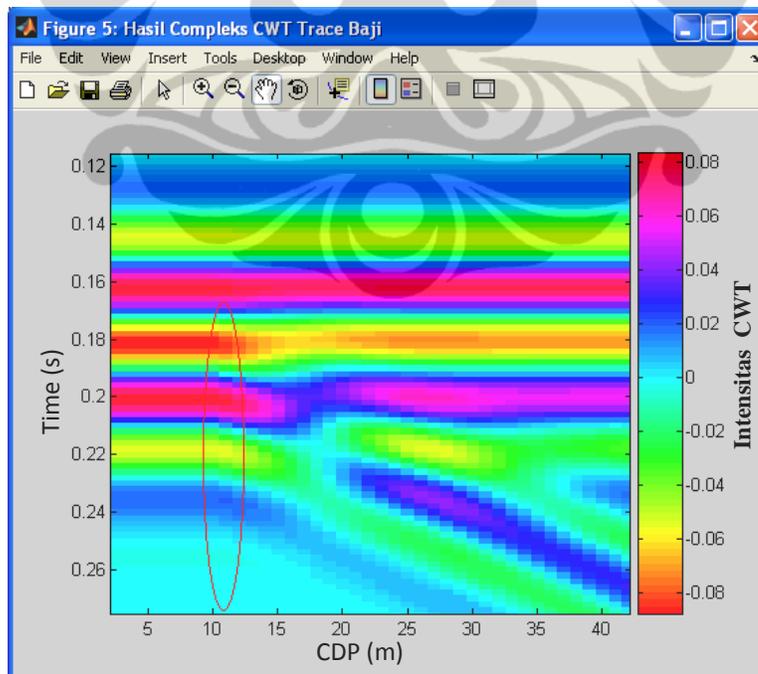
Gambar 4.6. Tampilan trace sintetik tunggal (a) CDP 11,(b) CDP 17, $f_{dom}=30\text{Hz}$
Wavelet Morlet, Slice Frekuensi 40Hz

Jika dilihat secara keseluruhan dari bentuk transformasi wavelet model baji data sintetik 2D, gambar 4.7 menunjukkan bahwa pada CDP ke-12 sampai CDP ke-16 (lingkaran merah) terjadi perolehan nilai CWT yang sangat kecil dan hampir mendekati nilai nol, baru pada saat CDP ke-17 mulai terlihat penguatan spektra amplitudo hasil CWT menggunakan wavelet *cgau4 slice* frekuensi 40Hz.

Gambar 4.8 menunjukkan lebih jelas lagi dari hasil *zooming* gambaran hasil transformasi dari data sintetik, menggambarkan bahwa hasil CWT dapat memberikan informasi bahwa tetap pada CDP ke-11 dimulainya reflektor pertama arah lengkung (membaji). Piksel pada CDP ke-11 juga dapat sebagai bukti bahwa memang pada CDP tersebut terjadi perubahan orientasi dari segi gradasi spektral amplitudo data sintetik 2D.



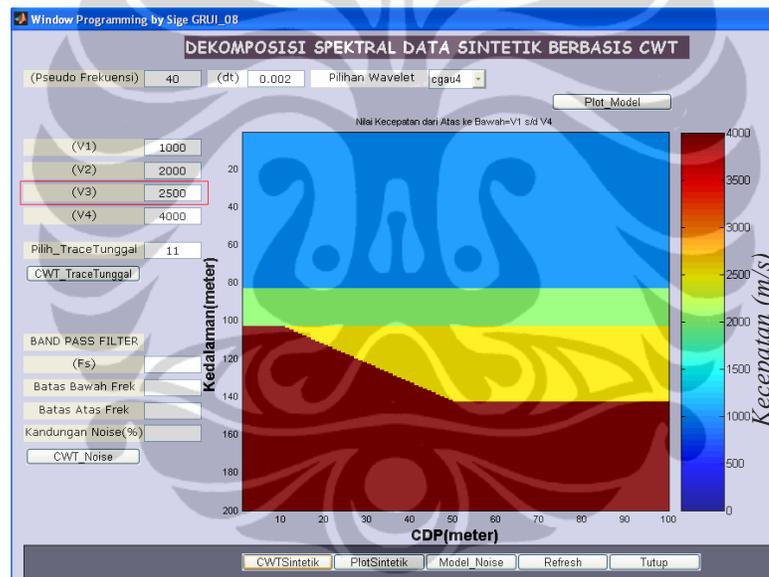
Gambar 4.7. Tampilan CWT trace sintetik, slice frekuensi 40 Hz
Wavelet Cgau4



Gambar 4.8. Tampilan CWT trace sintetik, slice frekuensi 40 Hz
Wavelet Cgau4 (Zoom)

4.2 Perubahan Model Kecepatan Pada Lapisan Baji

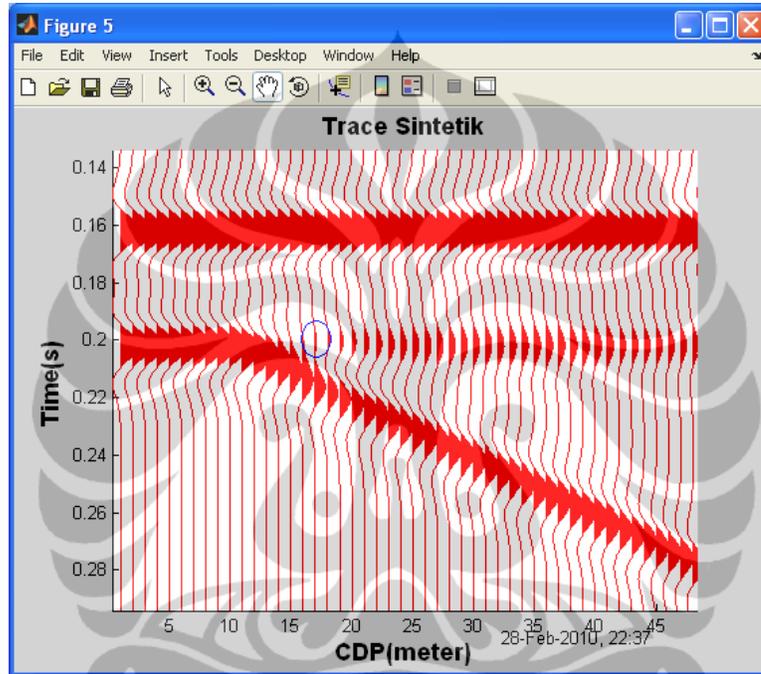
Model data sintetik yang dibuat dalam pengujian aplikasi ini adalah tetap menggunakan prinsip hubungan panjang gelombang, frekuensi dan kecepatan. Perbedaannya disini adalah bahwa pada model kedua ini nilai kecepatan pada lapisan ketiga(baji) nilainya diturunkan, yaitu yang semula bernilai 3000 m/s menjadi 2500 m/s. Hal ini dilakukan untuk melihat pola perubahan refleksi seismik dilihat dari perubahan nilai kecepatannya. Dalam pengujian ini penulis tetap menggunakan nilai frekuensi dominan 30Hz dan konvolusi wavelet ricker untuk menampilkan *trace* sintetik seismiknya.



Gambar 4.9. Perubahan kecepatan model lapisan ke-3

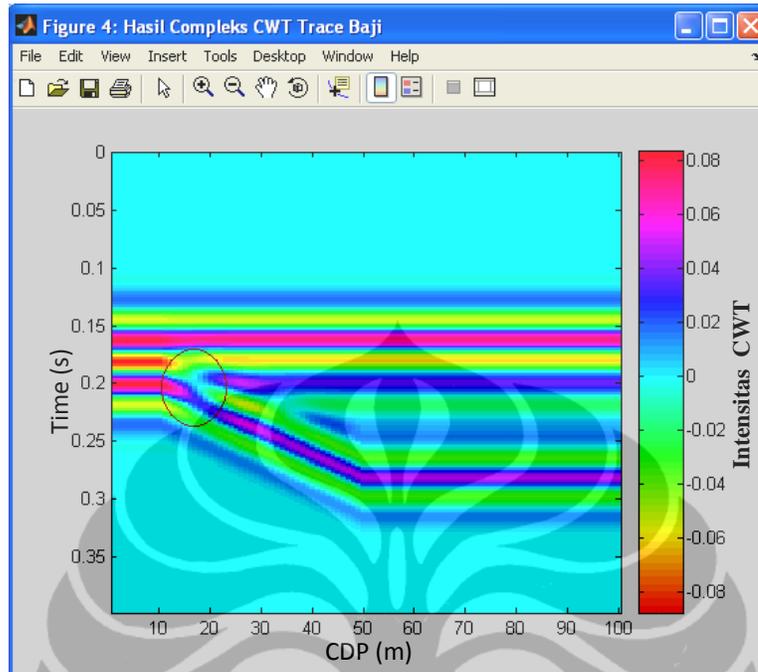
Pada gambar 4.9 menunjukkan bahwa pola refleksi pada batas lapisan sangat berbeda dibandingkan pada saat nilai kecepatan pada lapisan baji diturunkan. Kenyataannya dari penurunan nilai kecepatan pada lapisan ketiga akibatnya berdampak pada pola refleksi lapisan kedua melemah sedangkan pada batas lapisan baji meningkat ketajamannya. Lingkaran biru pada gambar 4.10 menggambarkan bahwa pola refleksi mulai terlihat penampakannya pada CDP ke-17. Keadaan ini menunjukkan pola kebalikan dengan keadaan pada gambar 4.5, dimana penampakan

refleksi mulai muncul sama pada CDP ke-17, hanya batas lapisan acuannya berkebalikan yaitu pada batas lapisan kedua mengalami interferensi yang besar. Hal ini bisa dilihat juga bahwa adanya ketidakselarasan yang terjadi pada batas lapisan kedua dan lapisan ketiga. Karena interferensi kuat dari refleksi batas lapisan ketiga (model baji).



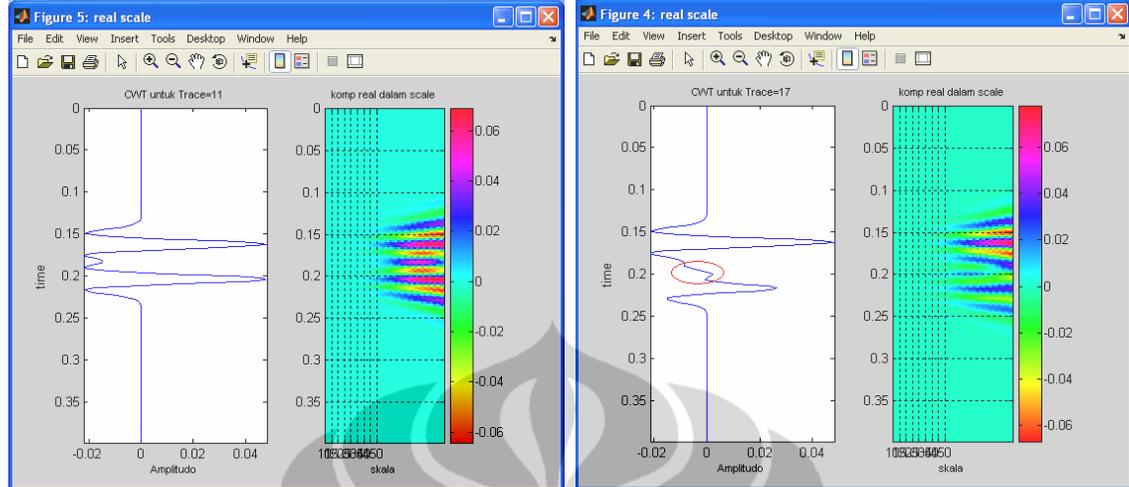
Gambar 4.10. Trace sintetik perubahan kecepatan model lapisan ke-3

Model kedua dari hasil CWT menggunakan wavelet cgau4 slice frekuensi 40 Hz menunjukkan pada model baji sangat jelas resolusi spektral amplitudo terlihat kontinuitasnya, keadaan ini tidak berlaku untuk batas lapisan kedua, karena pada lingkaran merah gambar 4.11 menunjukkan nilai sangat kecil kontinuitas reflektornya, bahkan hampir menunjukkan nilai mendekati nol pada time 0.2 s.



Gambar 4.11. CWT trace sintetik perubahan kecepatan model lapisan ke-3
Slice Frekuensi 40 Hz, Wavelet Cgau4

Untuk lebih memperjelas perubahan wavelet, maka dengan memanfaatkan pemilihan trace pada trace ke-11 dan trace ke-17 dapat menjelaskan bahwa ternyata hasilnya menunjukkan perbedaan bentuk dan panjang amplitudo wavelet pada time 0.2. Gambar 4.12 amplitudo trace seismik menghasilkan nilai yang maksimal, didukung juga dengan melihat kejelasan resolusi spektra yang menghasilkan nilai amplitudo CWT yang maksimal. Keadaan ini berbeda pada gambar 4.12b, yang menunjukkan body wavelet mengalami perubahan pada time 0.2 s dan panjang amplitudonya mulai muncul dari refleksi amplitudo nilai kecil. Lebih jelas dengan melihat hasil transformasi wavelet yang dilakukan dengan hasil resolusi yang menghasilkan nilai kecil pada time 0.2 dan nilai cwt yang lebih besar pada time 0.21 s, dimana pada time 0.21 s merupakan gambaran yang merepresentasikan amplitudo kontinuitas lapisan baji (batas lapisan ketiga).



(a)

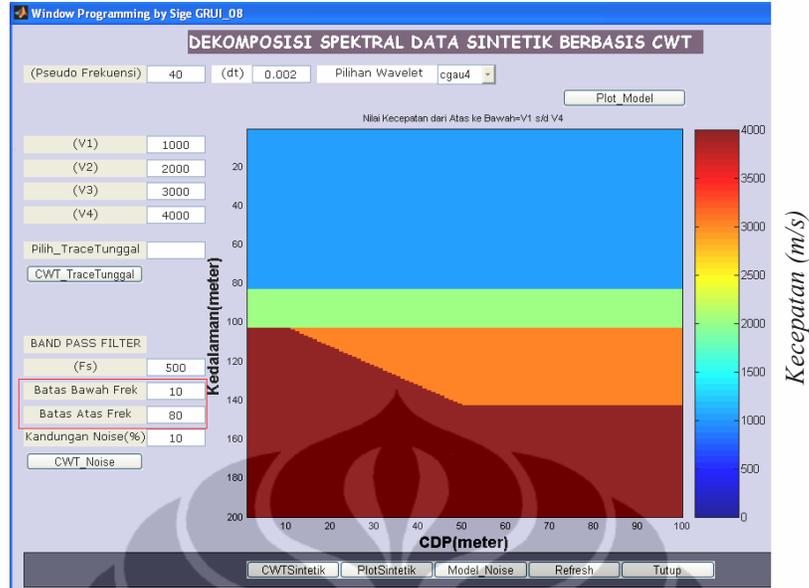
(b)

Gambar 4.12. Tampilan trace sintetik tunggal (a) CDP 11,(b) CDP 17, fdom=30Hz Wavelet Morlet, slice Frekuensi 40Hz

4.3 Model Bandpass Filter Data Sintetik 2D

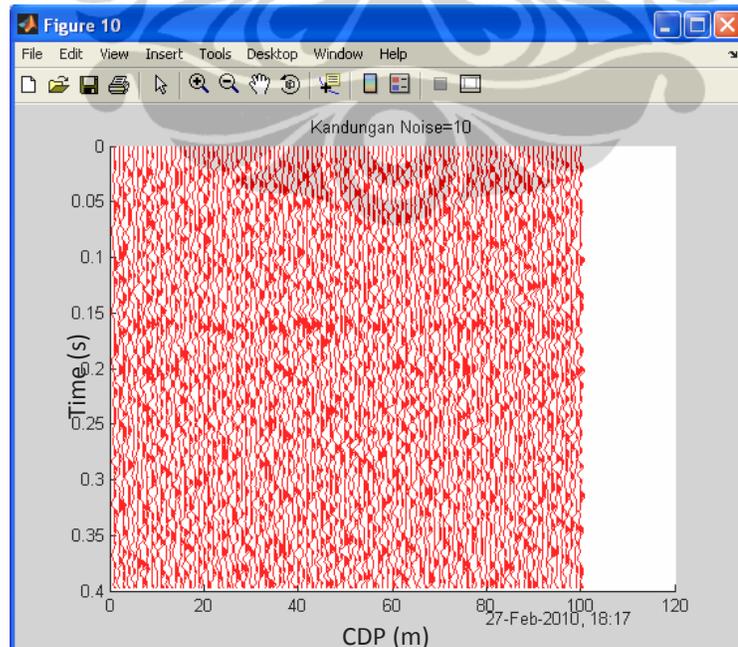
Model data sintetik dimodifikasi menggunakan *bandpass filter* untuk mengatur bentuk tampilan *trace* sintetik seismik. Aplikasi ini dalam menggunakan *bandpass filter* menyediakan parameter yang akan membentuk pola informasi yang berbau dengan *noise* dan uji dari beberapa noise dengan menggunakan jenis wavelet yang tetap ataupun berubah, sama halnya juga dengan parameter uji *slicing* frekuensi yang digunakan. Parameter yang mempengaruhi tampilan bising (*noise*) dalam trace seismik adalah nilai batas bawah frekuensi, batas atas frekuensi dan prosentase *noise* yang digunakan.

Model *noise* yang pertama diujikan oleh penulis yaitu dengan memasukkan nilai batas bawah 10Hz, batas atas 80Hz dan prosentase *noise* 10% (gambar 4.13). Dari nilai yang ditentukan tersebut menghasilkan pola model seperti gambar 4.14 yang menunjukkan campuran antara *noise* dengan sinyal seismik model baji, terlihat secara nyata bahwa semua sinyal seismik tampilannya tertutup oleh *random noise*.



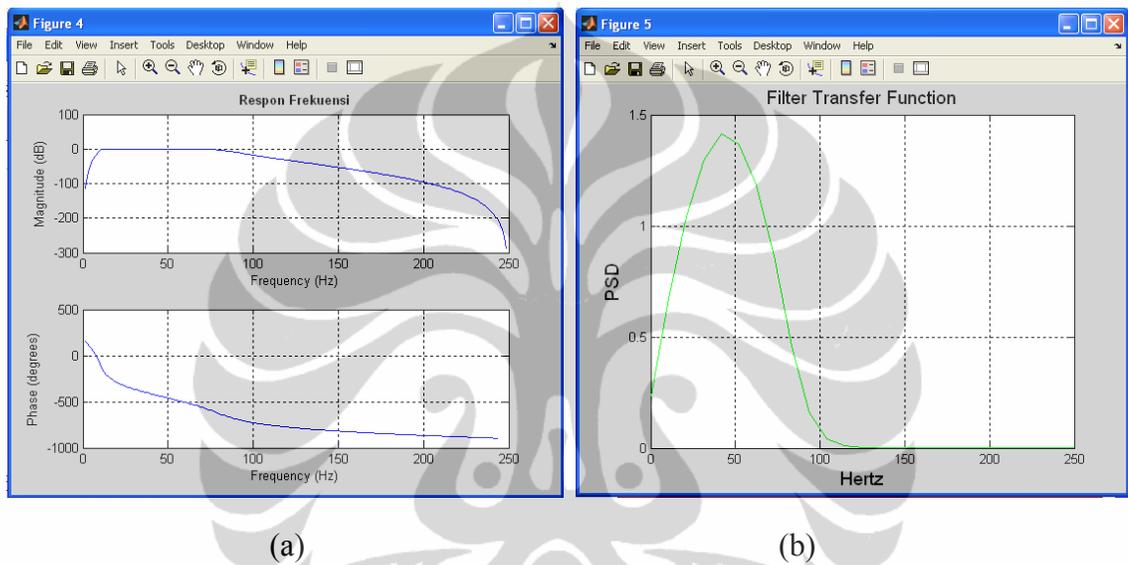
Gambar 4.13. Model lapisan sintetik bandpass filter 10-80Hz

Gambaran hasil plotseis trace sintetik menunjukkan tingkat *noise* yang sangat besar sehingga sulit sekali untuk melihat trend refleksi batas antar lapisan dan bentuk bajinya. Selanjutnya dengan kondisi tersebut aplikasi dekomposisi spektral digunakan untuk menguji apakah secara efektif dapat melihat lapisan model bajinya pada frekuensi terpilih.



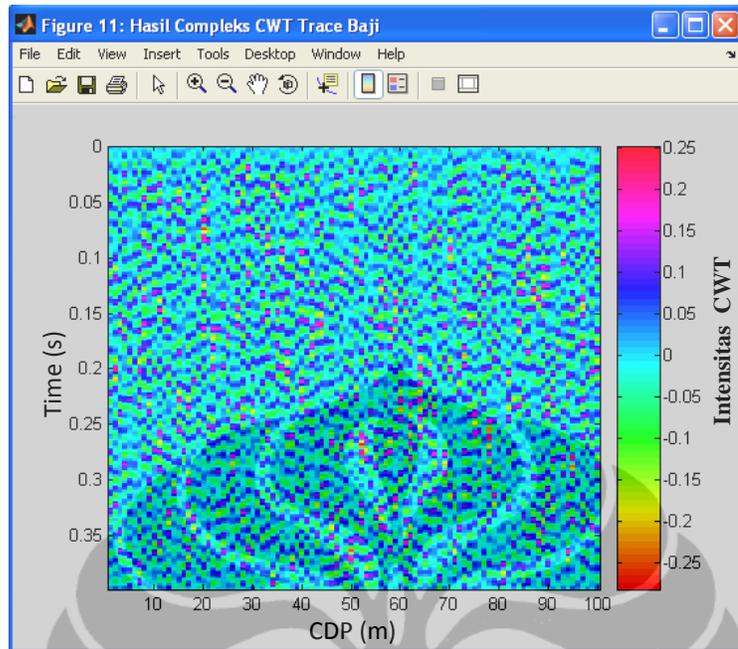
Gambar 4.14. Tampilan trace sintetik seismik bandpass filter 10-80Hz

Respon frekuensi yang dihasilkan dapat ditampilkan pada gambar 4.15a, sedangkan *filter transfer function* terlihat pada gambar 4.15b. Respon frekuensi ini menunjukkan kesesuaian tampilan nilai parameter *bandpass filter* yang digunakan yaitu antara 10 s/d 80Hz. Sedangkan *filter transfer function* menunjukkan hubungan frekuensi dan *Power Spectral Density* (PSD), yang menjelaskan besarnya frekuensi dominan yang tertangkap pada medium hasil rekaman trace sintetik *noise*.



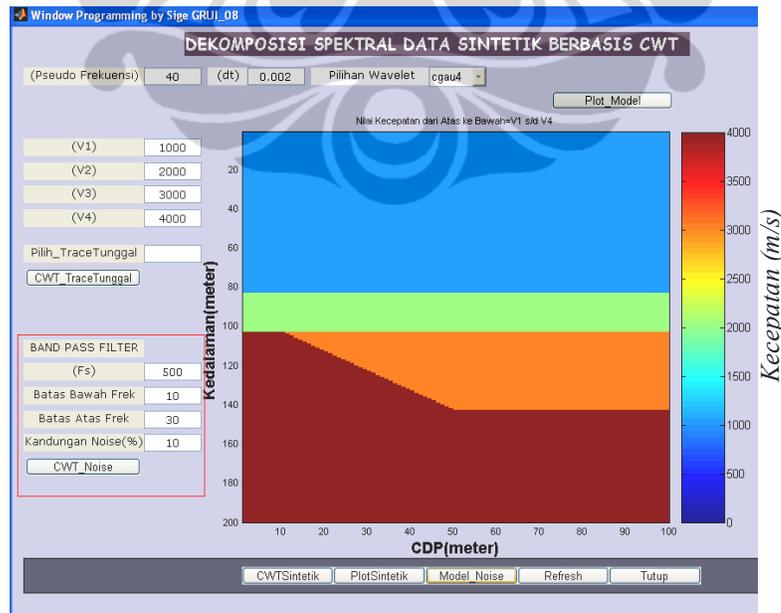
Gambar 4.15 (a) Respon frekuensi, (b) Filter Transfer Function model sintetik bandpass filter 10-80Hz

Hasil CWT dari penggunaan *bandpass* yang sangat lebar ini menjadikan bentuk refleksi batas lapisan tidak terlihat sama sekali. Uji CWT yang diimplementasikan pada data sintetik *noise* lebar ini menggunakan wavelet jenis *cgau4*, *sampling rates* 2 ms dan slice frekuensi 60Hz. Karena sangat lebar *bandpass* yang digunakan, maka sangat dominan sekali sinyal *noise* menutupi sinyal refleksi pada batas per lapisan. Sehingga disini terlihat bahwa walaupun sudah dirubah jenis wavelet dan slice frekuensinya tetapi cwt belum mampu untuk membedakan tampilan *noise* dan sinyal refleksi yang dikarenakan penggunaan *bandpass* yang terlalu lebar, sehingga memunculkan frekuensi sinyal yang lebih bervariasi.



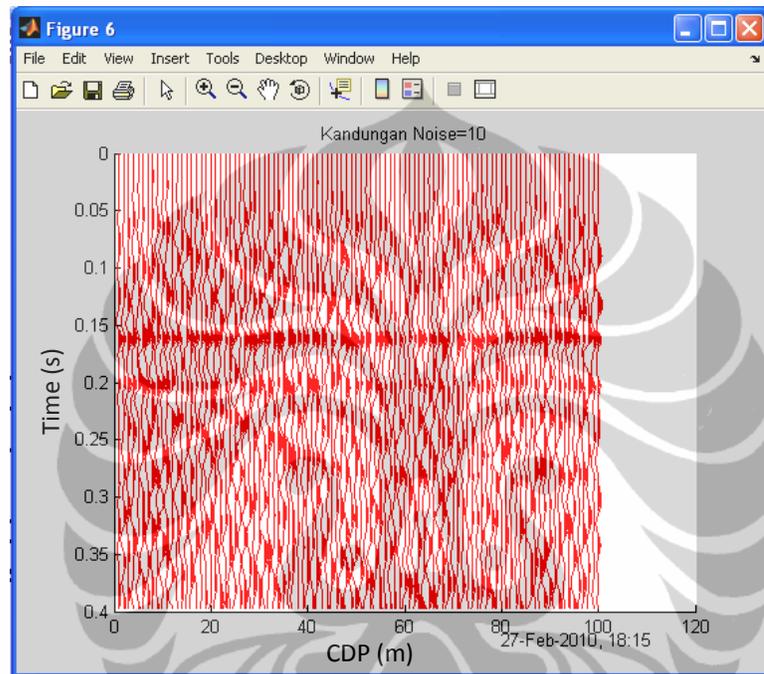
Gambar 4.16. CWT sintetik seismik, slice frekuensi 60Hz bandpass filter 10-80Hz, wavelet cgau4

Model *noise* yang kedua diujikan oleh penulis yaitu dengan memasukkan nilai batas bawah 10Hz, batas atas 30Hz dan prosentase noise 10% (gambar 4.17).



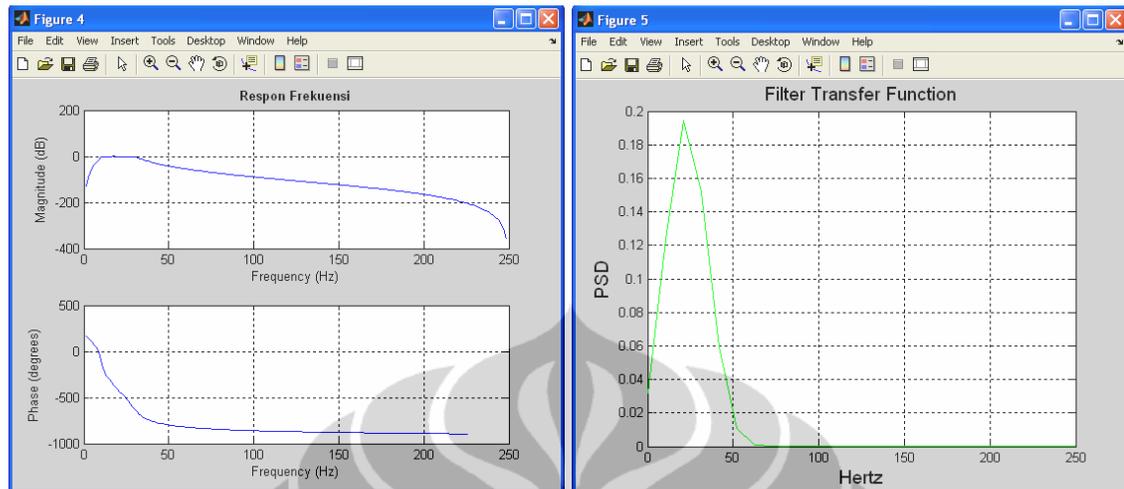
Gambar 4.17. Model lapisan sintetik bandpass filter 10-30Hz

Tampilan hasil *plotseis* (gambar 4.18) trace sintetik menunjukkan tingkat noise yang sudah mulai berkurang sehingga sudah sedikit terlihat trend refleksi batas antar lapisan dan bentuk bajinya walaupun masih belum terlihat secara jelas pola haji dan lapisan yang mengalami interferensi.



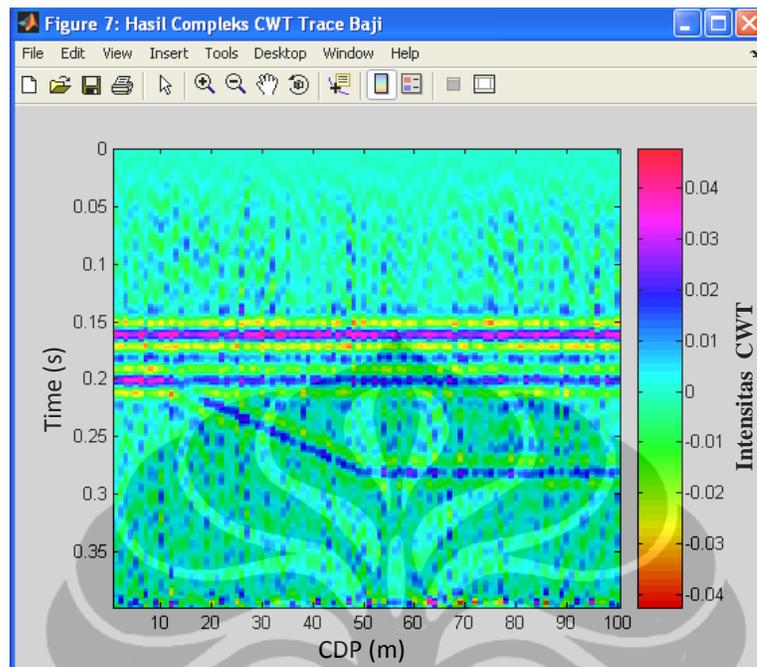
Gambar 4.18. Tampilan trace sintetik seismik bandpass filter 10-30Hz

Respon frekuensi yang dihasilkan dapat digambarkan pada gambar 4.19a, sedangkan *filter transfer function* terlihat pada gambar 4.19b. Respon frekuensi ini menunjukkan kesesuaian nilai parameter *bandpass filter* yang digunakan yaitu antara 10 s/d 30 Hz. Sedangkan *filter transfer function* menunjukkan hubungan frekuensi dan *Power Spectral Density* (PSD), yang menunjukkan besarnya frekuensi dominan yang tertangkap pada medium hasil rekaman trace sintetik *noise*. Kedua gambar ini menunjukkan perbedaan dari gambar sebelumnya, karena memang pada keadaan riil bahwa *bandpass filter*-nya dirubah yaitu menjadi 10Hz s/d 30Hz untuk mereduksi sinyal-sinyal gangguan.



(a) (b)
 Gambar 4.19. (a) Respon frekuensi, (b) Filter Transfer Function model sintetik bandpass filter 10-30Hz

Hasil CWT dari penggunaan *bandpass* yang dipersempit ini menjadikan bentuk refleksi batas lapisan terlihat. Uji CWT yang diimplementasikan pada data sintetik noise sempit ini menggunakan wavelet jenis *cgau4*, *sampling rates* 2 ms dan *slice* frekuensi 60Hz. Dari gambar 4.20 menunjukkan hasil CWT lebih menajamkan resolusi spektral amplitudo pada batas antar lapisan, sehingga pola baji bisa terlihat dengan jelas. Tampilan sintetik ini sama dengan sintetik paling awal pada gambar 4.4 hanya pada gambar 4.20 ini hasil dari pengaruh noise yang sedikit mengganggu tampilan spektralnya. Tetapi dengan fasilitas yang sudah disediakan dalam aplikasi ini maka *user* bisa menguji dengan bentuk wavelet yang lain dan menggunakan frekuensi tertinggi *nyquist* yaitu pada frekuensi 250Hz. Karena *sampling rates* yang dipakai sebesar 2 ms. Selain merubah nilai frekuensi yang digunakan pada saat menguji cwt-nya, perubahan jenis wavelet juga perlu dilakukan. Tujuannya supaya mendapatkan tampilan yang lebih bervariasi dari penggunaan frekuensi pusat masing-masing jenis wavelet. Karakter yang muncul salah satunya juga akan menghasilkan nilai intensitas cwt yang berbeda antara satu jenis wavelet dengan jenis wavelet lainnya.

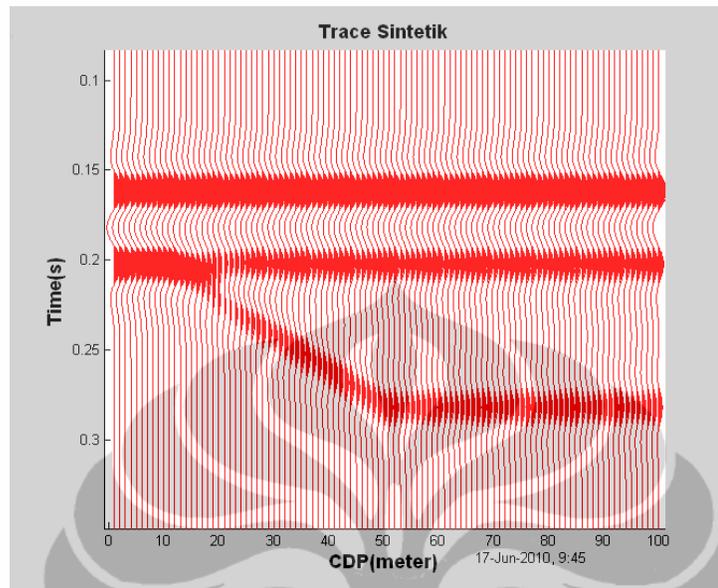


Gambar 4.20. CWT sintetis seismik, slice frekuensi 60Hz
bandpass filter 10-60Hz, wavelet cgau4

Jadi kesimpulan pada model sintetis menggunakan noise ini menunjukkan bahwa data seismik pada kondisi real selalu akan dibarengi dengan sinyal-sinyal gangguan. Sehingga disini perlu adanya pengaturan batas frekuensi yang bisa diterima oleh alat, sehingga pembacaan sinyal untuk tujuan interpretasi dan analisa sinyal dapat diperoleh dengan kualitas secara maksimal.

Kontribusi cwt di dalam model ini juga menunjukkan secara nyata bahwa dengan keberadaan noise sangat dominan, maka pengujian dekomposisi spektral dengan frekuensi dan wavelet pilihan masih mengalami kesulitan karena masih sangat di dominansi sinyal *noise* yang sangat bervariasi frekuensi yang diterima oleh sensor alat. Keadaan ini menjadi pertimbangan yang cukup serius ketika pelaksanaan pemasangan alat di lapangan, sehingga pada saat sensor menerima getaran sinyal, maka sinyal yang dihasilkan akan tetap mempunyai kualitas sinyal yang maksimum.

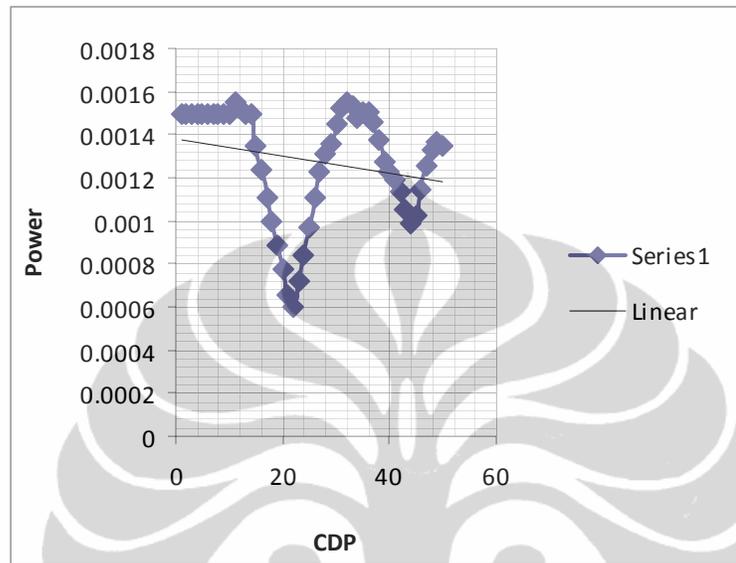
4.4 Uji Sintetik pada Fdom 20Hz



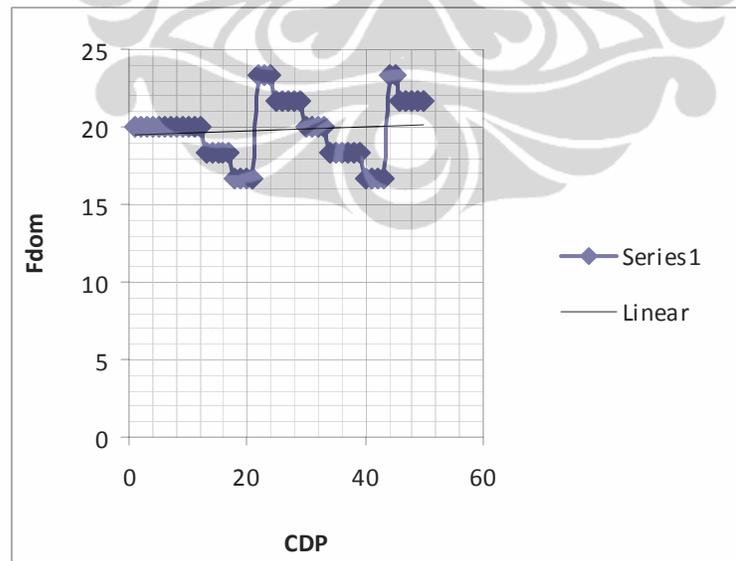
Gambar 4.21. Trace sintetik pada frekuensi dominan 20Hz

Pada gambar menunjukkan pola trace sintetik menggunakan frekuensi dominan dengan wavelet ricker 20Hz. Jika model kecepatan lapisan baji yang digunakan adalah 3000 m/s, maka nilai panjang gelombang = $3000/20=150$ m, jika $\frac{1}{4}$ lamda reflektor baru mulai muncul berarti nilai ketebalannya minimal 37.5 m. Pada sintetik ini dibuat model kemiringan mulai pada cdp ke-11, tetapi dari hasil plot menunjukkan pada cdp ke- 11 s/d 17 terlihat terjadi superposisi sehingga ujung reflektor baji tidak terlihat. Efek dari superposisi ini bisa dilihat dari tingkat power per trace pada gambar 4.22. Pola nilai power yang bervariasi ditunjukkan dengan grafik, yang mana pada grafik ditunjukkan nilai power sebelum, saat dan setelah model baji terbentuk. Variasi nilai ini yang kemudian akan menggambarkan bagaimana pengaruh dari bentuk lapisan yang mengalami proses difraksi yang disebabkan karena adanya ketidak selarasan lapisan yang dilalui gelombang seismik. Ketidak selarasan ini bisa disebabkan diantaranya oleh adanya patahan dan lapisan baji. Akibatnya nilai amplitudo *peak*-nya akan mengalami penguatan pada ketebalan tertentu dan juga mengalami pelemahan pada ketebalan yang memulai membesar

walaupun efek interferensi ini tidak terjadi secara terus menerus terhadap perubahan tracenya.

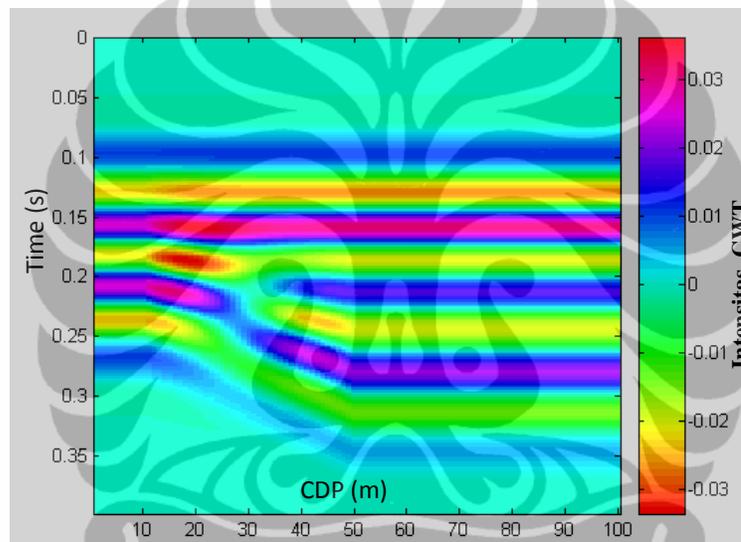


Gambar 4.22. Grafik power setiap trace hasil transformasi

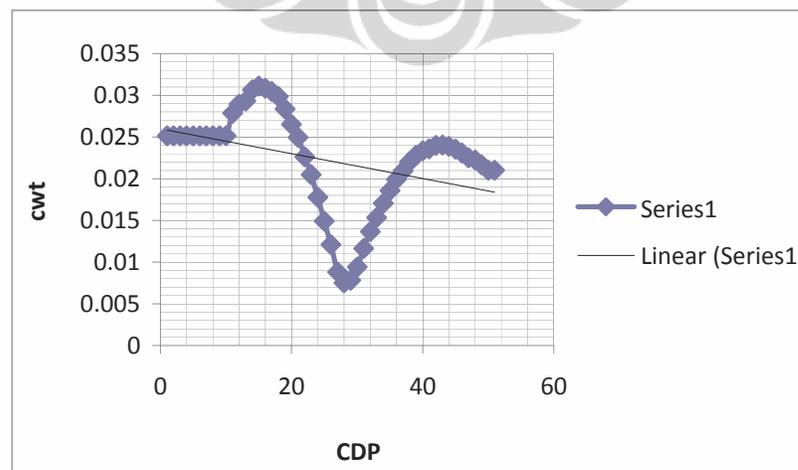


Gambar 4.23. Frekuensi dominan tiap trace data sintetik

Hasil plotting frekuensi dominan setiap *trace* menunjukkan pola perubahan pada saat interferensi dan mulai pembajian. Dari cdp trace ke- 1 s/d 10 tidak ada perubahan frekuensi dominan yaitu mempunyai nilai 20Hz. Sedangkan pada saat awal baji belum terlihat adanya perubahan nilai frekuensi dominan dari 20Hz. Tetapi terjadi perubahan mulai trace ke-12 sampai trace ke-17 yaitu nilai frekuensi dominan menjadi 18.35Hz. Pada trace ke-18 s/d 21 menurun menjadi 16.68Hz dan naik lagi menjadi 23.35 Hz pada trace ke-22 s/d ke-24. Nilai frekuensi dominan kembali 20hz pada trace ke-30.

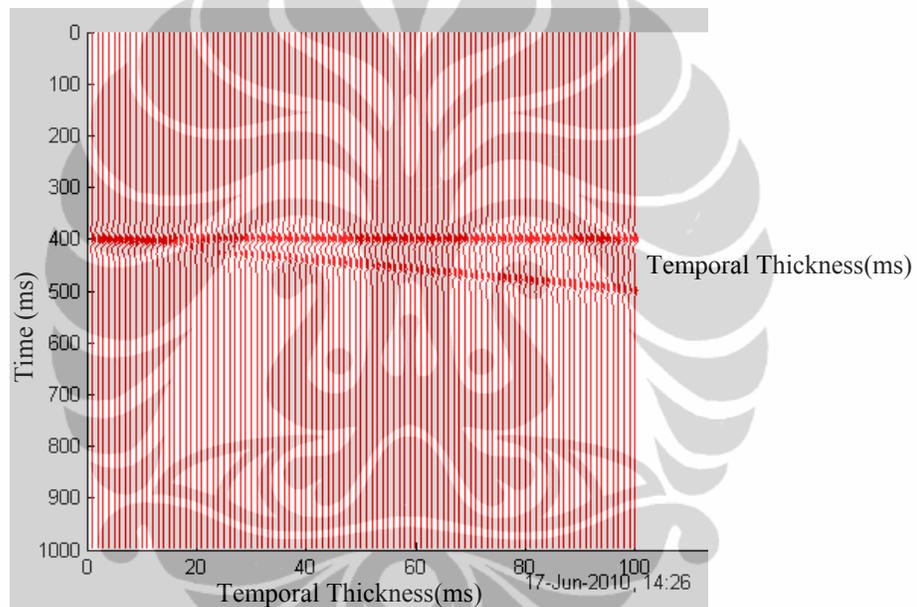


Gambar 4.24. CWT data sintetik



Gambar 4.25. Grafik nilai cwt setiap trace data sintetik

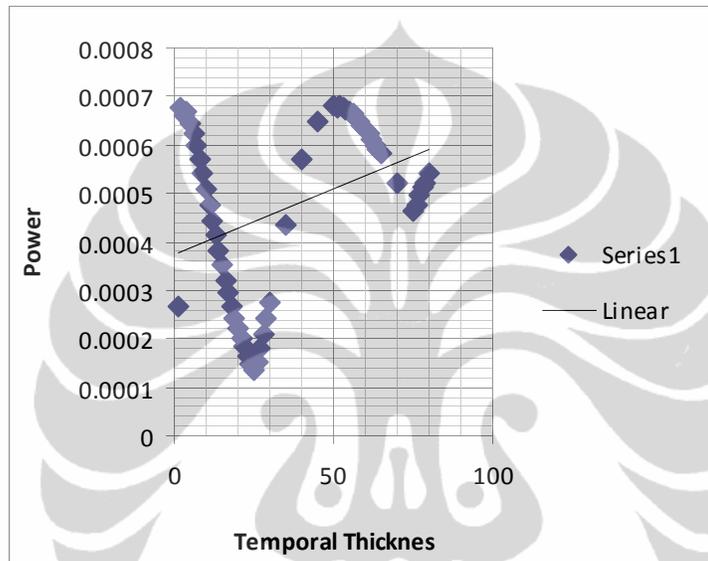
Hasil cwt dari data sintetik menunjukkan pola naik pada saat terjadi superposisi dan menunjukkan pola menurun pada saat terjadi interferensi, yaitu pada cdp ke-18 s/d ke-28. Sedangkan pada cdp ke-28 terjadi interferensi konstruktif maksimum. Pada cdp ke-29 hasil cwt menunjukkan nilai *trend* naik. Mulai cdp ke-29 ini dianggap reflektor mulai mendekati $\frac{1}{4}$ lamda. Kesimpulan dari nilai dan pola cwt menunjukkan bahwa $\frac{1}{4}$ lamda berada pada cdp ke-42. Karena setelah trace ke-42 ini tidak terlihat lagi perubahan cwt secara signifikan, tetapi perubahannya masih pada kisaran nilai cwt trace ke-42.



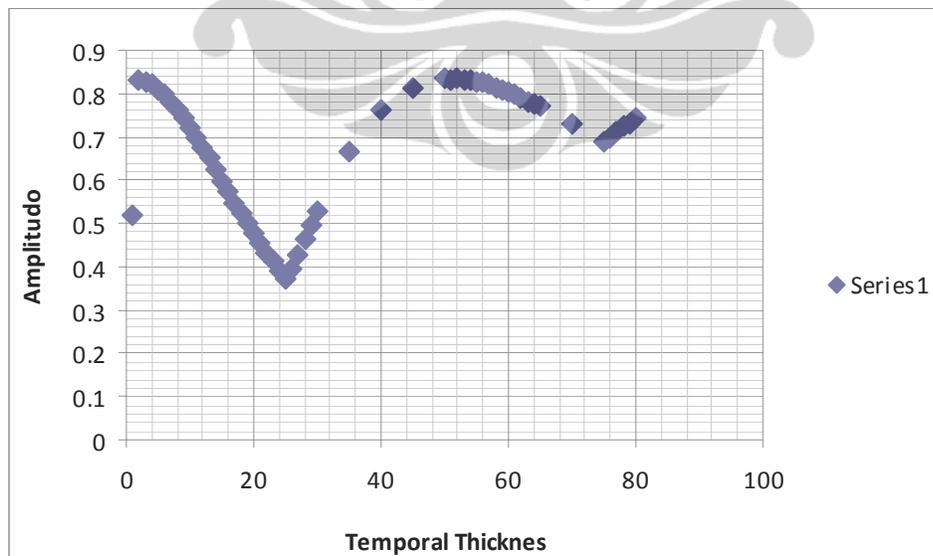
Gambar 4.26. Model trace sintetik ke-2

Pada gambar 4.26 menunjukkan pola trace sintetik menggunakan frekuensi dominan dengan wavelet ricker 20Hz. Pada sintetik ini dibuat model kemiringan mulai pada *temporal thickness* ke-1, tetapi dari hasil plot menunjukkan pada *temporal thickness* ke-1 s/d 24 terlihat terjadi superposisi. Pada gambar 4.26 menunjukkan sinyal paling kuat mengalami superposisi maksimum pada *temporal thickness* ke-2. Hal ini bisa dilihat dari tingkat power (gambar 4.27) dan amplitudo (gambar 4.28) pada setiap trace dari trace ke-1 s/d 80. Variasi nilai power dan amplitudo menunjukkan seberapa besar pengaruh interferensi yang terjadi pada lapisan tipis

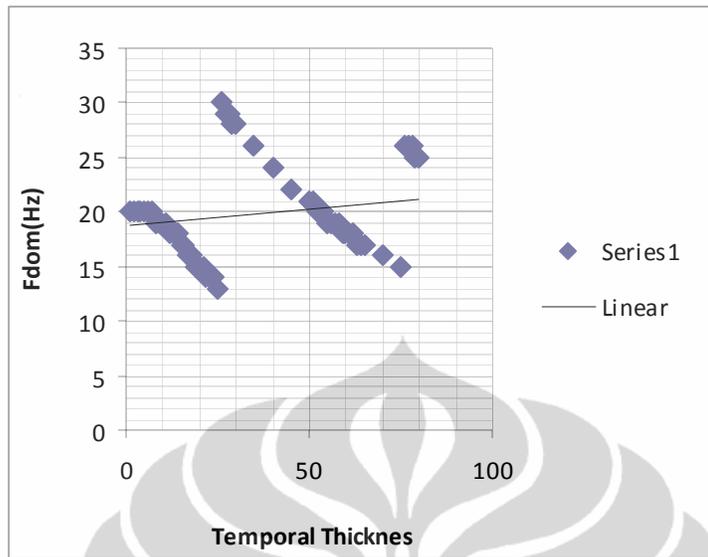
yang berkaitan juga dengan perubahan nilai peak amplitudo pada batas antar lapisannya. Pada model ini berbeda dengan model sebelumnya, dimana pada model sebelumnya lebih menekankan pada perubahan nilai kecepatan tiap lapisan yang mempengaruhi pola interferensi pada batas lapisan tipis model baji, sedangkan model yang kedua ini dilihat model baji yang difokuskan pada perubahan *temporal thickness*-nya.



Gambar 4.27. Power hasil transformasi per trace data sintetik ke-2

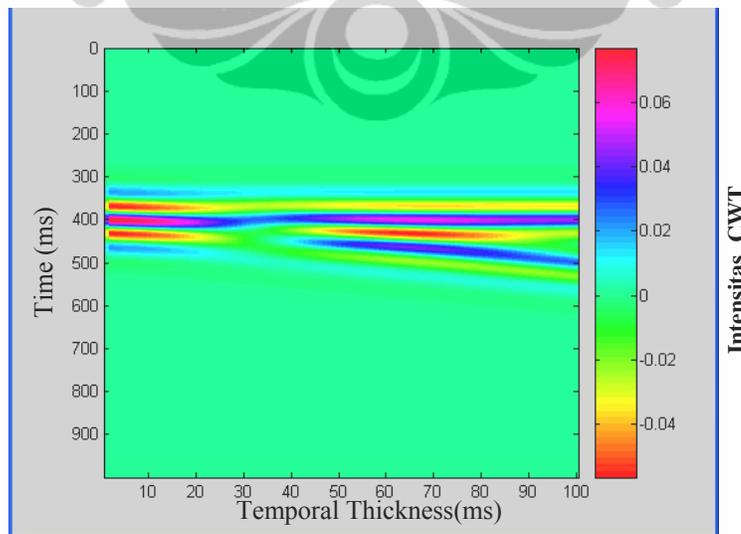


Gambar 4.28. Amplitudo per trace data sintetik ke-2

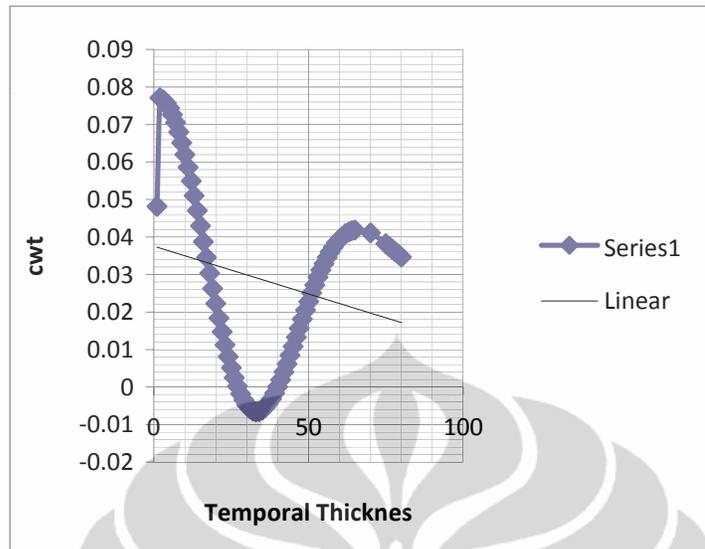


Gambar 4.29. Frekuensi dominan per trace data sintetik ke-2

Hasil plotting frekuensi dominan setiap trace tidak menunjukkan pola perubahan yang signifikan pada saat interferensi dan mulai pembajian. Dari *temporal thickness* ke-1 s/d 7 tidak ada perubahan frekuensi dominan. Nilai frekuensi dominan masih menunjukkan nilai 20Hz, walaupun *temporal thickness* berubah dari trace ke-1 dan terjadi superposisi dari trace ke-2 s/d ke-7. Peningkatan frekuensi dominan secara signifikan pada *temporal thickness* ke-26.



Gambar 4.30. CWT per trace data sintetik ke-2

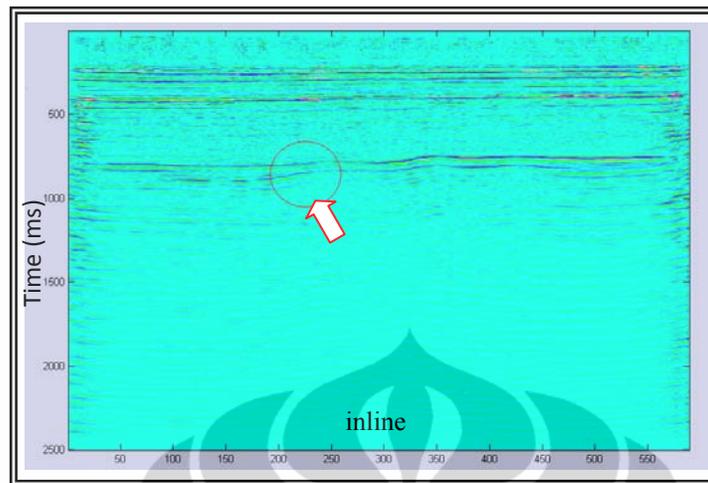


Gambar 4.31. Grafik CWT per trace data sintetik ke-2

Hasil cwt dari data sintetik menunjukkan pola naik pada saat terjadi superposisi dan menunjukkan pola menurun pada saat terjadi interferensi yaitu pada *temporal thickness* ke-3 s/d interferensi maksimum di *temporal thickness* ke-39. Pada *temporal thickness* ke-40 hasil cwt menunjukkan nilai trend naik. Mulai *temporal thickness* ke-40 ini dianggap reflektor mulai mendekati $\frac{1}{4}$ lamda.

4.5 Data Real 2D seismik

Data real 2D I seismik digunakan sebagai objek uji aplikasi metoda transformasi wavelet kontinyu. Data di ambil dari lapangan X di daerah Sumatera Selatan. Identifikasi objek yang dianalisa adalah menunjuk ke arah lapisan bentuk pembajian dari data real yang di dapat dari time 750 ms s/d 900 ms. Ukuran data memiliki sampling rate 2 ms, depth 2500 ms dan CDP 589. Fokus analisa data pada CDP 200 s/d 250 yang menunjukkan bentuk pembajian yang diselanjutnya dianggap sebagai zona analisa. Pada zona analisa ini kemudian dilakukan transformasi wavelet dari 6 (enam) jenis wavelet yaitu *wavelet cgau4*, *wavelet db4*, *wavelet morlet*, *wavelet symlet*, *wavelet haar* dan *wavelet coiflet*. Masing-masing dibuat dalam slice frekuensi 10 Hz, 20 Hz, 40 Hz, dan 60 Hz.



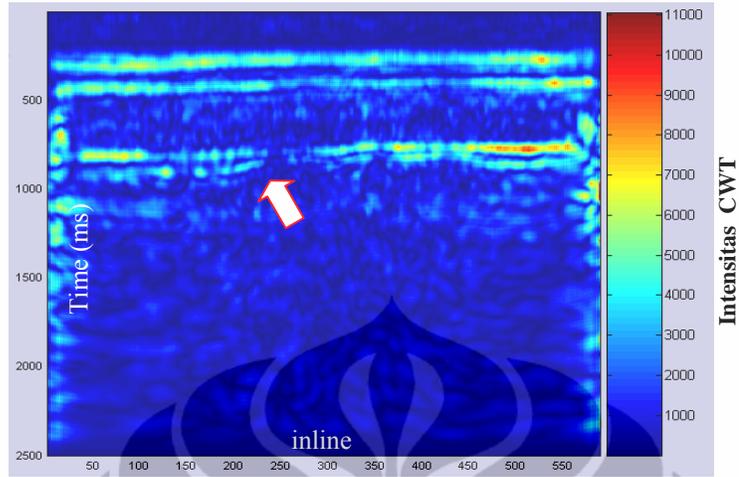
Gambar 4.32. Data real seismik 2D

Berbeda dengan analisa data sintetik yang bentuk model bisa dirubah-rubah sesuai dengan keinginan harga kecepatannya, pada analisa data real penulis menggunakan bentuk tetap rekaman seismik yang difokuskan dalam bentuk baji 2D (lingkaran merah gambar 4.32).

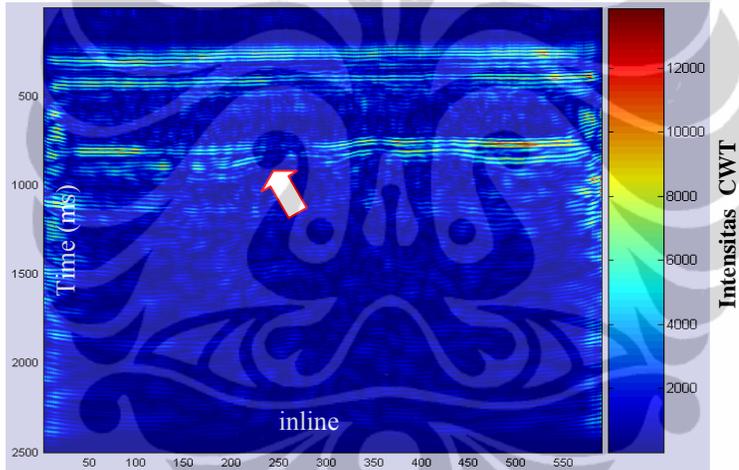
Secara keseluruhan dari data real bisa dilihat bahwa resolusi awal dari rekaman seismik terlihat dominan dibandingkan lapisan yang lain pada time 180 ms sampai dengan time 900 ms. Dalam proses transformasi ini dilakukan secara berurutan dari setiap CDP dan time dengan menggunakan jenis wavelet dan *slice* frekuensi tertentu.

Dasar pengujian data real seismik I adalah adanya tampilan model baji yang terlihat pada data real I. Tampilan model baji ini selanjutnya akan dijadikan sebagai indikator hasil penggunaan masing-masing jenis wavelet dan *slice* frekuensi yang digunakan. Hasil cwt akan memperlihatkan perbedaan efektifitas penggunaan jenis wavelet dan *slice* frekuensinya, karena tidak semua jenis wavelet pada frekuensi tertentu akan tetap konsisten memperlihatkan model baji pada hasil data setelah di transformasi.

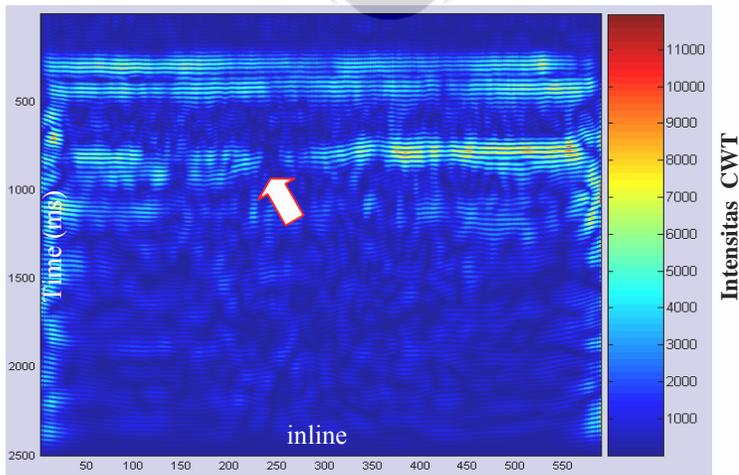
4.5.a Slicing frekuensi 10 Hz



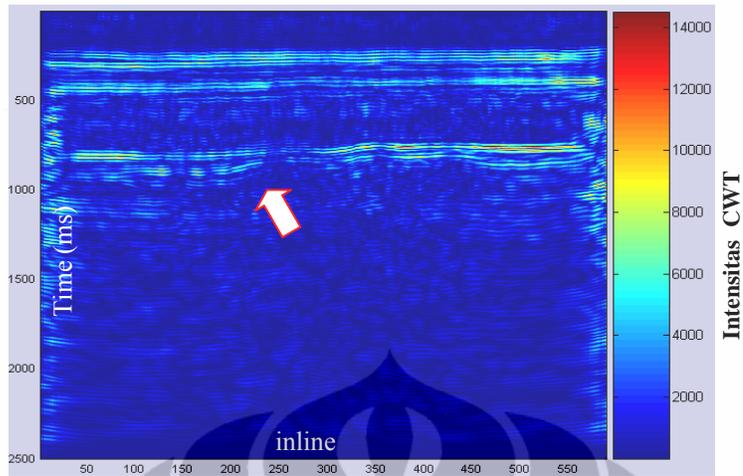
Gambar 4.33a-Cgau4



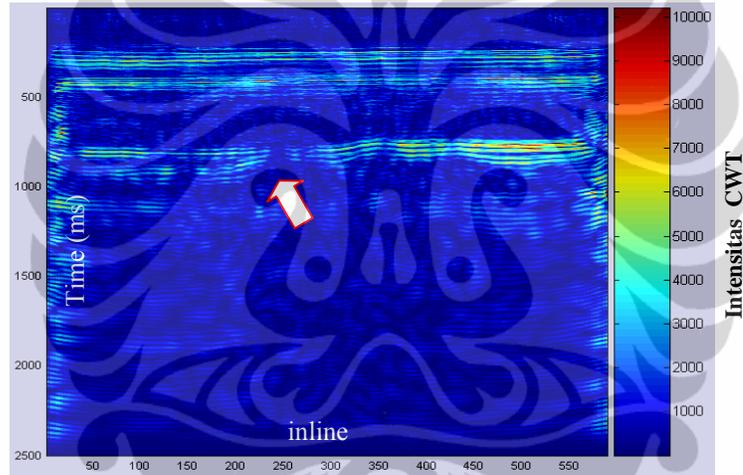
Gambar 4.33b-db4



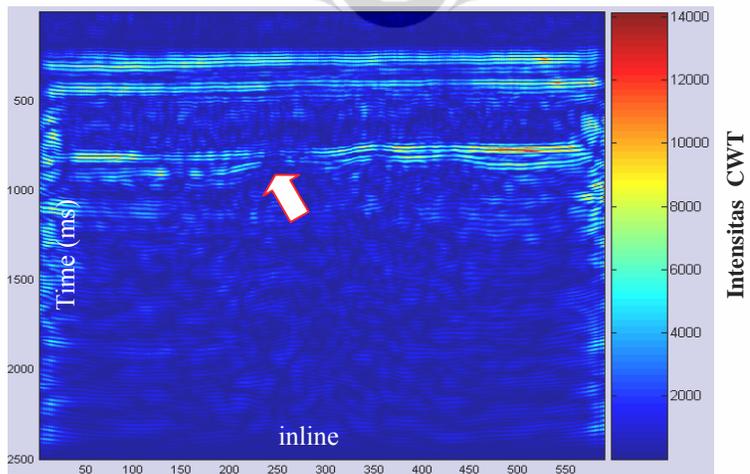
Gambar 4.33c-Morlet



Gambar 4.33d-Symlet



Gambar 4.33e-Haar

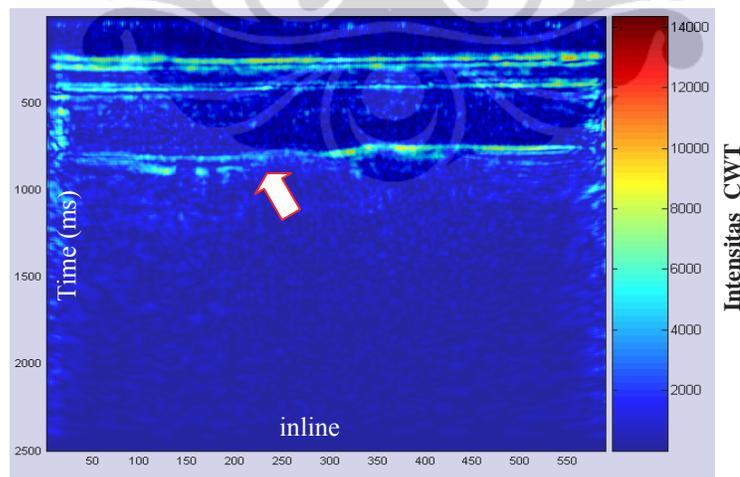


Gambar 4.33f-Coiflet

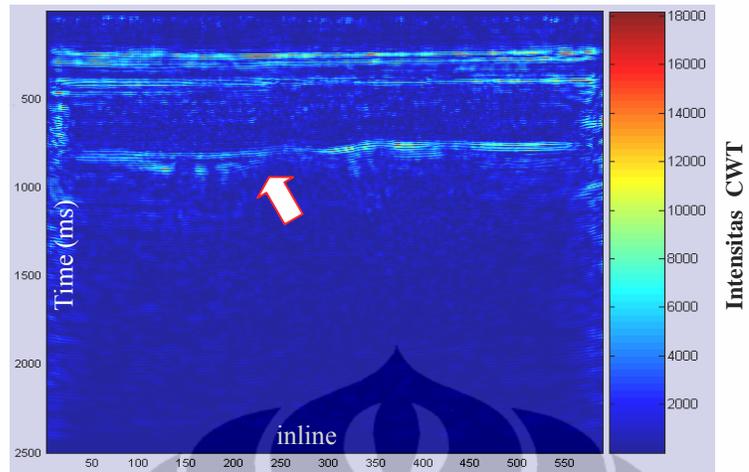
Hasil transformasi data real pada gambar 4.33a s/d 33f menunjukkan hasil *slice* frekuensi 10 Hz model baji (arah panah) pada data real masih bisa terlihat hampir pada semua jenis wavelet, kecuali pada jenis wavelet morlet menunjukkan ketidakjelasan secara utuh model baji pada hasil transformasi. Tingkat resolusi dari semua jenis wavelet pada frekuensi 10 Hz hasil jenis wavelet morlet dan haar menghasilkan tingkat resolusi yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil transformasi jenis wavelet cagu4, db4, symlet dan coiflet. Bentuk kontinuitas pada lapisan membaji sebanding dengan tingkat tampilan resolusi yang dihasilkan dari hasil transformasi.

Hasil tingkat resolusi ini pada jenis wavelet terlihat berbeda-beda, hal ini berkaitan dengan karakter yang dimiliki oleh masing-masing jenis wavelet. Salah satu karakter yang membedakan adalah nilai frekuensi pusat (*center frequency*) yang dimiliki oleh masing-masing jenis wavelet. Nilai ini akan mempengaruhi pada saat perhitungan korelasi operator wavelet dengan data trace seismiknya.

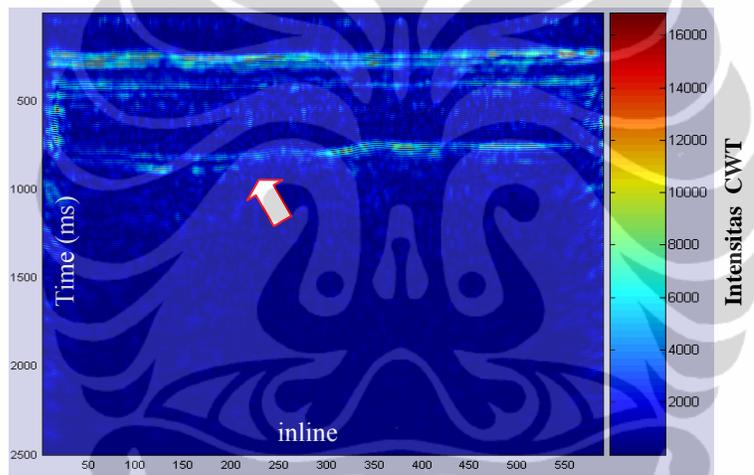
4.5.b Slicing frekuensi 20 Hz



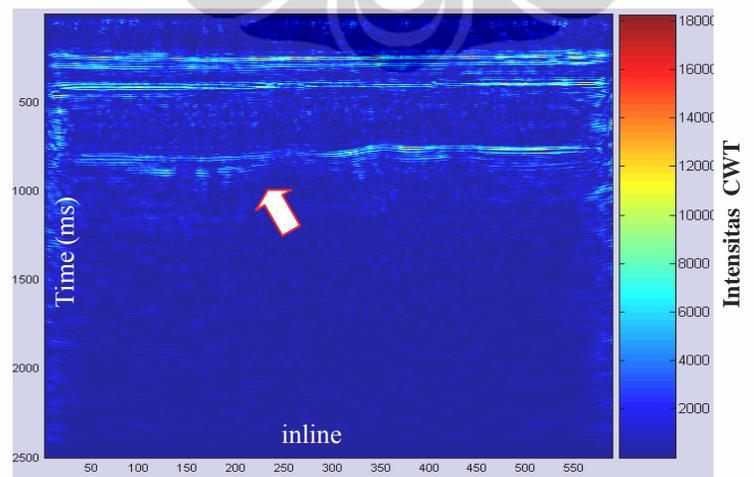
Gambar 4.34a-Cgau4



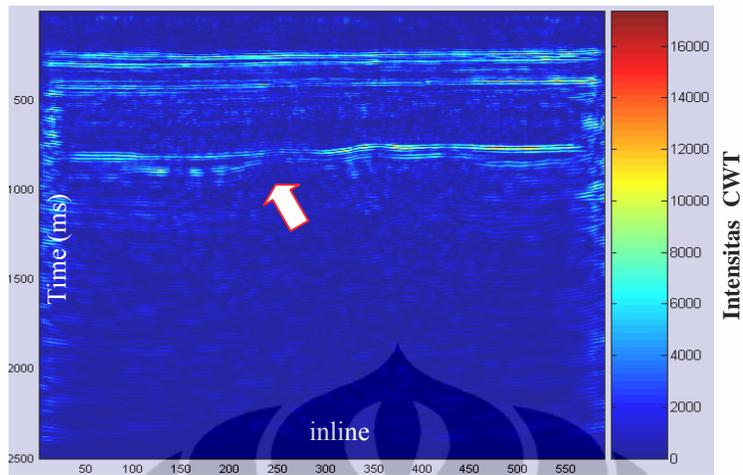
Gambar 4.34b-db4



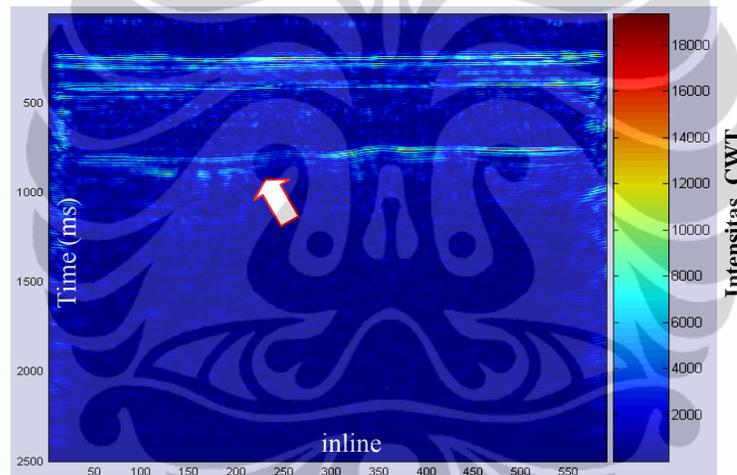
Gambar 4.34c-Morlet



Gambar 4.34d-Symlet



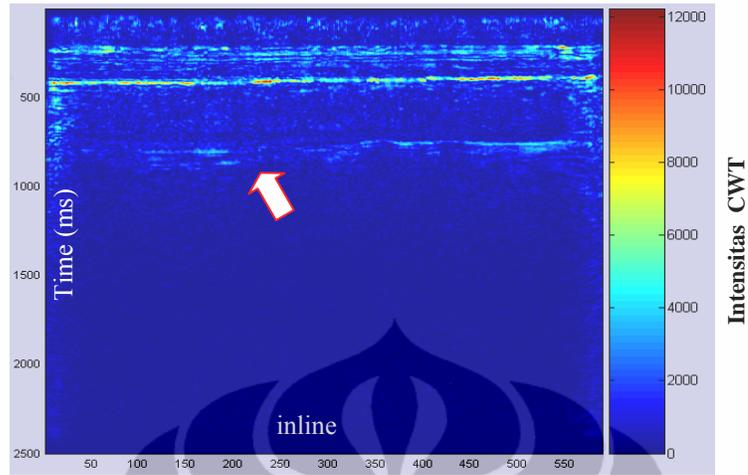
Gambar 4.34e-Haar



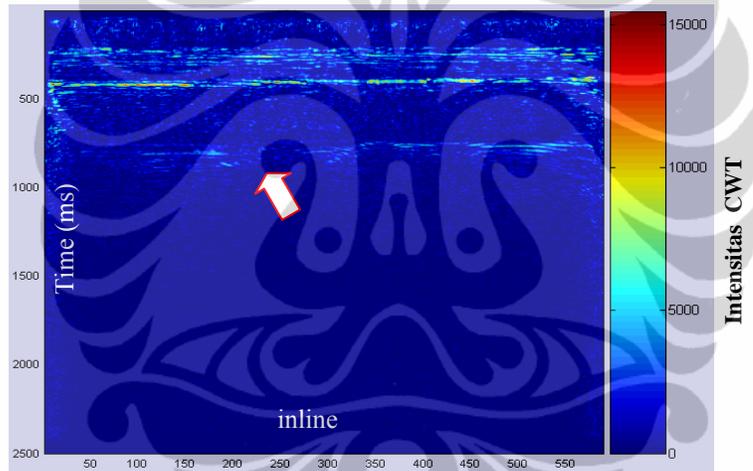
Gambar 4.34f-Coiflet

Hasil transformasi data real I pada gambar 4.34a s/d 4.34f menunjukkan hasil slice frekuensi 20 Hz model baji pada data real masih bisa terlihat hampir pada semua jenis wavelet, kecuali pada jenis wavelet morlet menunjukkan ketidakjelasan model baji pada hasil transformasi.

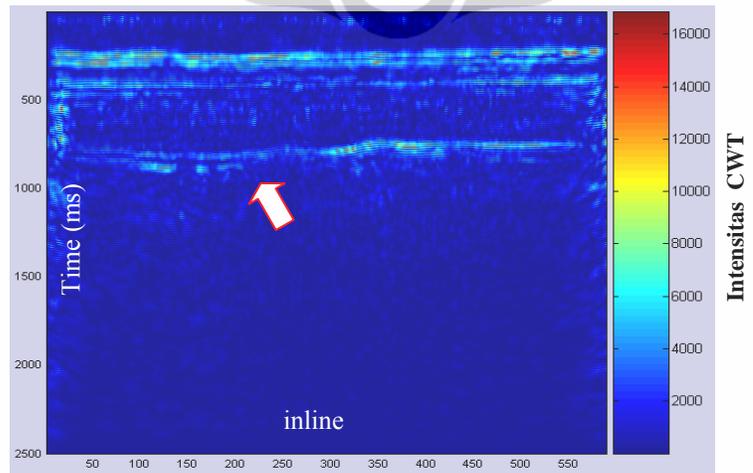
4.5.c Slicing frekuensi 40 Hz



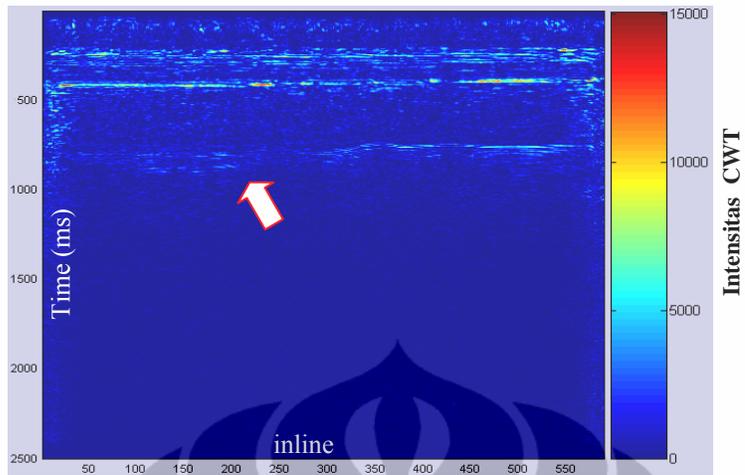
Gambar 4.35a-Cgau4



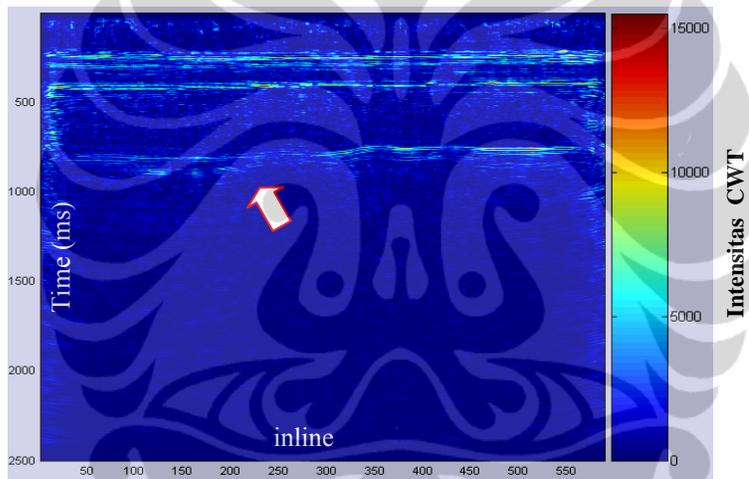
Gambar 4.35b-db4



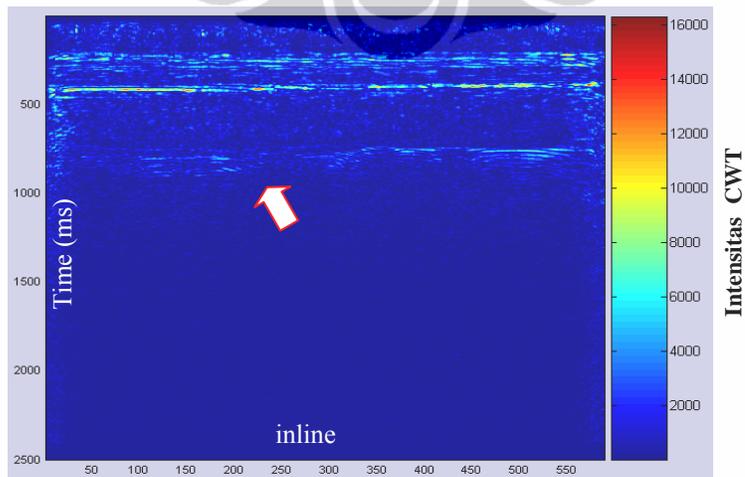
Gambar 4.35c-Morlet



Gambar 4.35d-Symlet



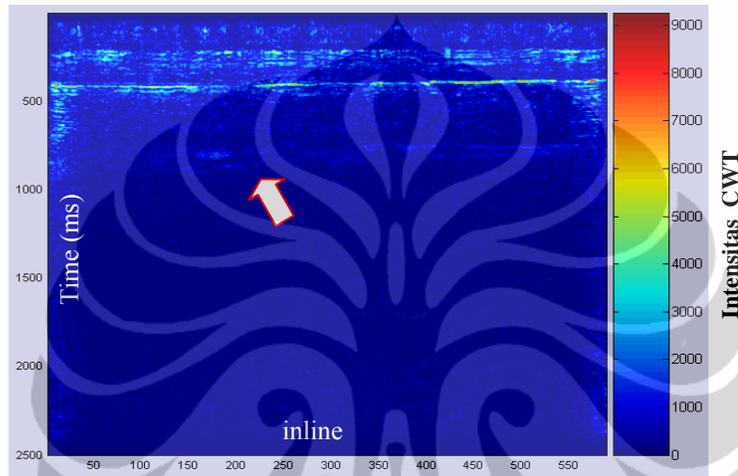
Gambar 4.35e-Haar



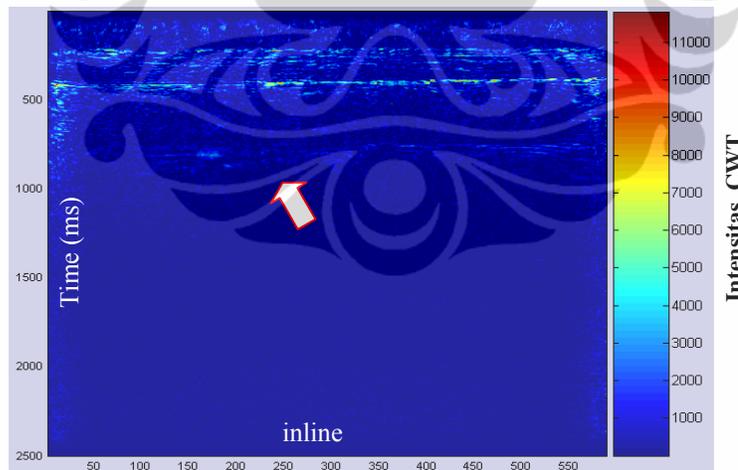
Gambar 4.35f-Coiflet

Hasil transformasi data real pada gambar 4.35a s/d 4.35f menunjukkan hasil slice frekuensi 40 Hz model baji pada data real tidak bisa terlihat jelas hampir pada semua jenis wavelet, kecuali pada jenis wavelet haar menunjukkan sedikit kejelasan model baji pada hasil transformasi.

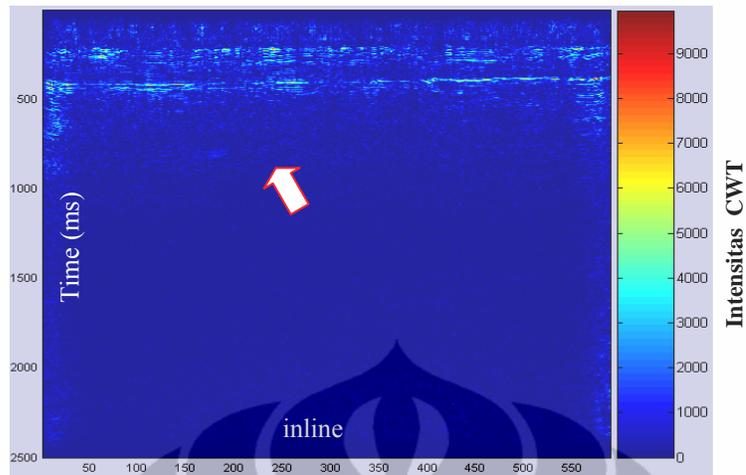
4.5.d Slicing frekuensi 60 Hz



Gambar 4.36a-Cgau4



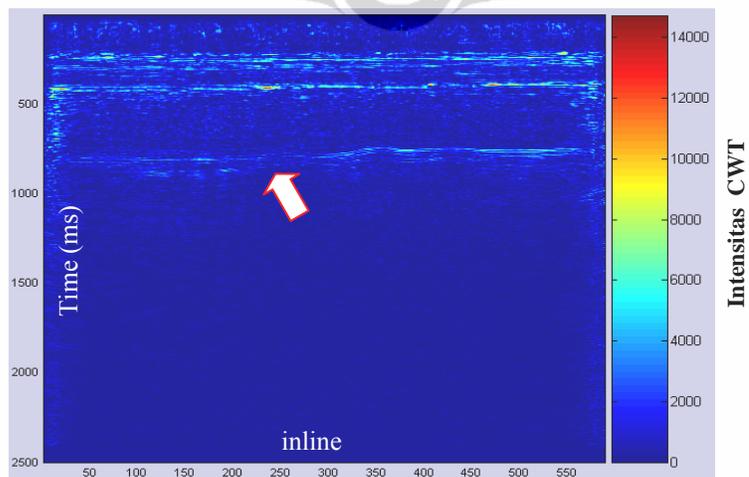
Gambar 4.36b-db4



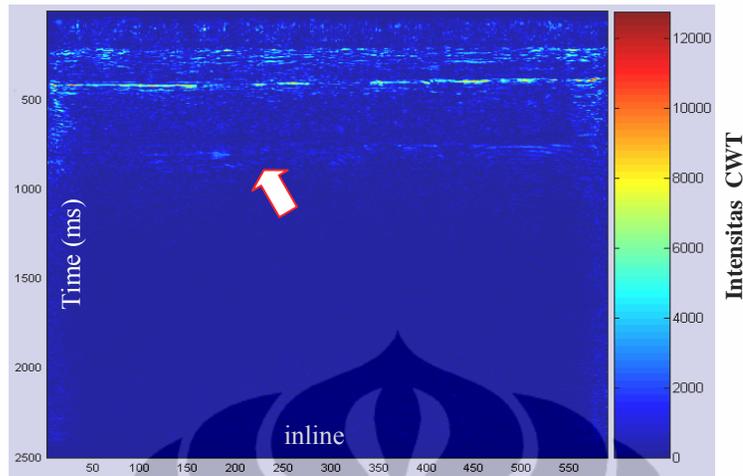
Gambar 4.36c-Morlet



Gambar 4.36d-Symlet



Gambar 4.36e-Haar

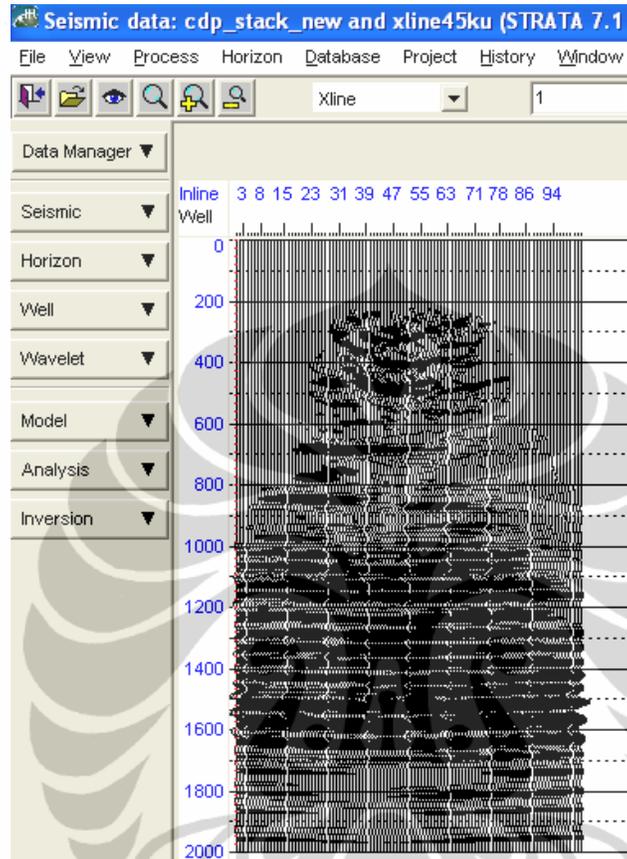


Gambar 4.36f-Coiflet

Hasil transformasi data real pada gambar 4.36a s/d 4.36f menunjukkan hasil *slice* frekuensi 60 Hz model baji pada data real tidak bisa terlihat secara jelas hampir pada semua jenis wavelet, kecuali pada jenis wavelet haar menunjukkan sedikit kejelasan model baji pada hasil transformasi dibandingkan menggunakan jenis wavelet lain.

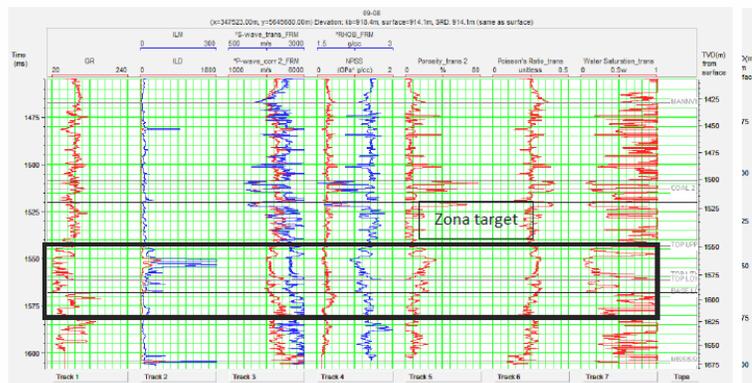
Data Real 2D II adalah data yang dipakai dalam penelitian yang sebelumnya telah digunakan dalam penulisan analisa AVO (Nina Sasmita,2009). Data ini merupakan data 3D tetapi oleh penulis hanya dikonsentrasikan pada data xline 45 (gambar 4.37), karena dengan pertimbangan dari referensi yang sudah ada sebelumnya bahwa penyebaran sumur untuk melihat litologi jarak paling dekat adalah xline 45. Selain pertimbangan data sumur, hasil pengolahan LMR juga menunjukkan pada xline 45 menampilkan kemunculan prospek gas, sehingga dalam penulisan ini bisa langsung diuji menggunakan metode lain yang dipakai oleh penulis, yaitu dengan transformasi wavelet kontinyu. Diharapkan hasil dari pengolahan datanya menunjukkan kemunculan reservoir yang konsisten dengan hasil LMR, walaupun dengan metode dan kontribusi parameter yang berbeda pada saat pengolahan data seismiknya.

4.6 Data Real Seismik II



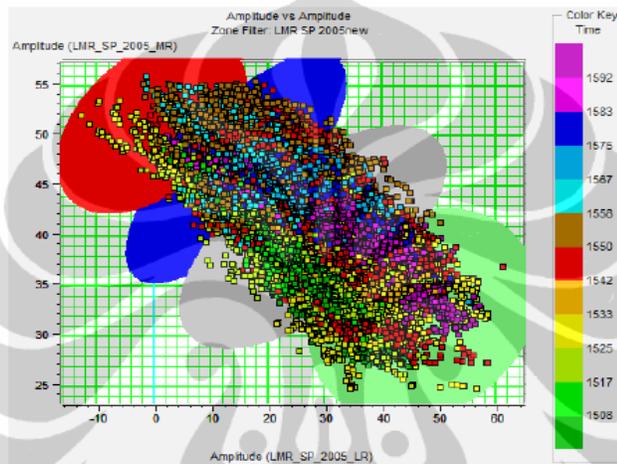
Gambar 4.37 Data Real II xline 45

Data ini didukung oleh data 1 sumur, yaitu sumur 08-09 (gambar 4.38). Data sumur ini diharapkan dapat memberikan litologi di lapangan penelitian yang mendukung dalam analisa prospek gas.



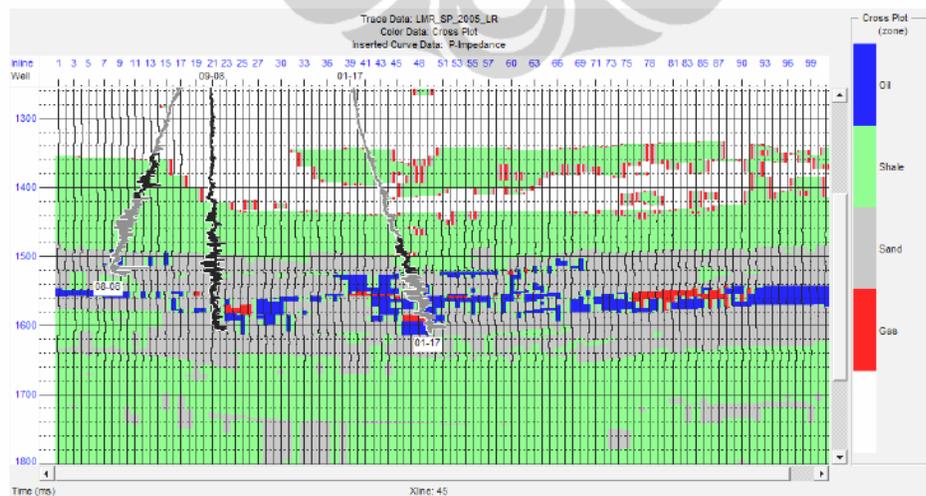
Gambar 4.38 Data Sumur xline 45 (Nina Sasmita,2009)

Hasil yang dihasilkan dari pengolahan data seismik xline 45 dan sumur 08-09 menunjukkan adanya hasil cross plot lamda rho dan Mu rho mempunyai nilai berkebalikan untuk zona gas. Hal ini dikarenakan lamda rho menunjukkan adanya fluida, sedangkan Mu rho menunjukkan litologi. Gas nilai lamda rho adalah kecil dan Mu rho menunjukkan nilai yang besar jika terdapat *sand* (Goodway et all,1997) . Karena *sand* mempunyai nilai Mu rho yang lebih tinggi dibanding *shale*. (Gambar 4.39) menunjukkan cross plot untuk hubungan lamda rho dan Mu rho.



Gambar 4.39 Plot LMR (Nina Sasmita,2009)

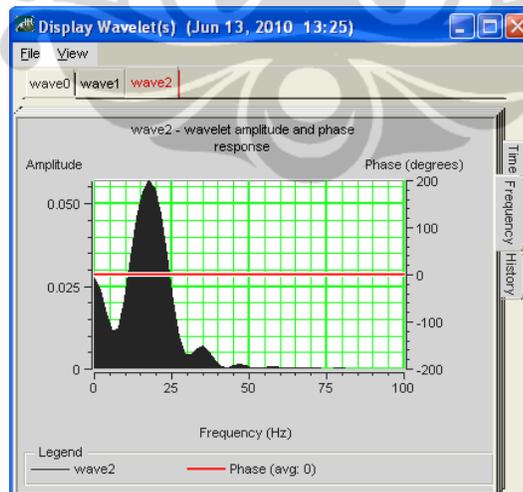
Untuk lebih jelasnya mengenai penyebaran nilai lamda rho dan Mu rho dapat dilihat penyebarannya pada gambar 4.40.



Gambar 4.40 Plot LMR xline 45 (Nina Sasmita,2009)

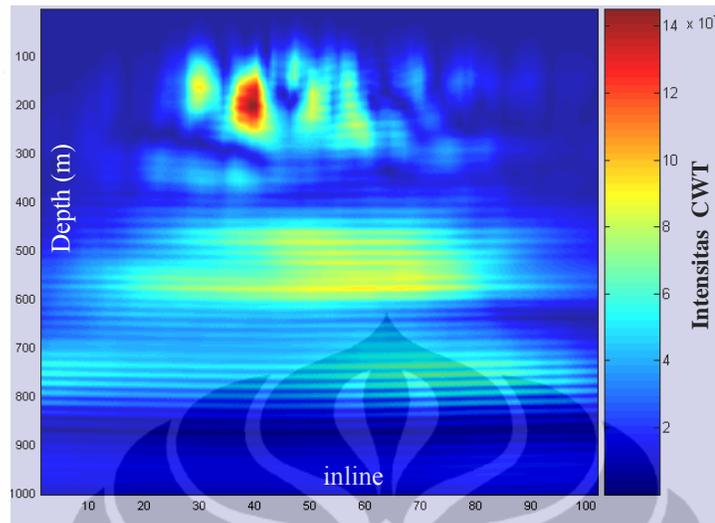
Gambar 4.40 menunjukkan adanya fokus zona prospek gas dari hubungan lamda rho dan Mu rho berada pada kedalaman 1520 m (Nina sasmita,2009). Dari hasil ini kemudian oleh penulis data ini pada xline 45 diuji dengan metode cwt untuk memperlihatkan hasil apakah memang pada kedalaman 1520 m pada xline 45 yang dimungkinkan menghasilkan gas.

Gambar 4.37 merupakan data xline 45 yang utuh dari kedalaman 0 s/d 2000 m kemudian dilanjutkan pemfokusan pada kedalaman 1200 m s/d 1750 m. langkah berikutnya dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada slice frekuensi berdasarkan frekuensi dominan dari data xline 45. Data pertama yang diuji merupakan data xline 45 yang mempunyai kedalaman utuh. Pada data ini mempunyai rentang frekuensi 0 s/d 80 Hz dengan nilai frekuensi dominan 20Hz. Selain frekuensi 20Hz, frekuensi lain yang menunjukkan dominasi dibawah frekuensi 20Hz yaitu frekuensi 35 Hz, 50Hz, 60Hz dan 80Hz. Frekuensi-frekuensi ini akan dijadikan sebagai referensi pengujian slice frekuensi untuk melihat hasil uji terdapatnya zona prospek gas. Dimana pada zona prospek gas seharusnya menunjukkan kejelasan penampakan pada frekuensi rendah dan melemah sampai hilang pada frekuensi tinggi.



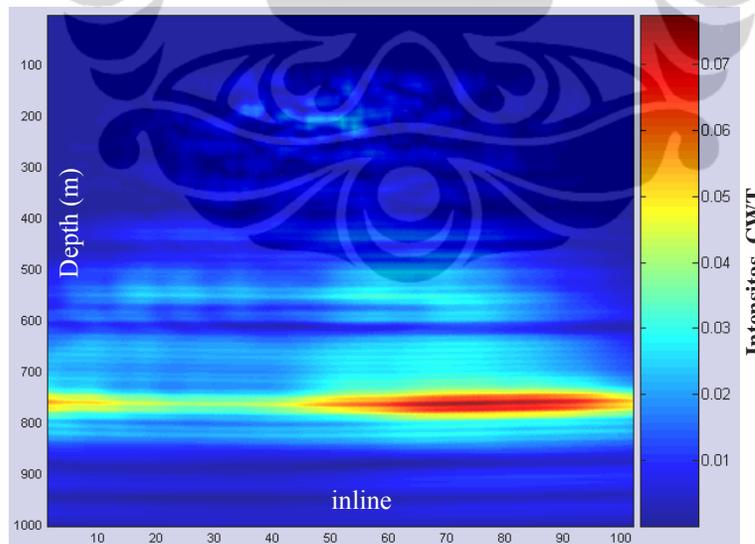
Gambar 4.41 Frekuensi dominan Data Real II xline 45 metode statistik

4.7 Pengujian Data Real Seismik II



Gambar 4.42-Cgau4 5Hz

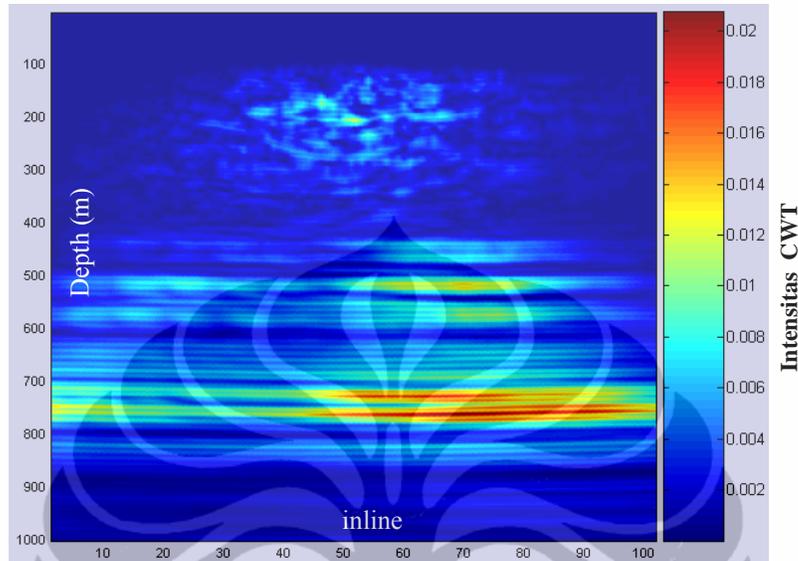
Hasil uji pada frekuensi 5Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 400 m, tetapi belum dipastikan bahwa kedalaman ini merupakan prospek gas karena diuji dengan frekuensi yang lebih tinggi muncul lagi anomalnya.



Gambar 4.43-Cgau4 20Hz

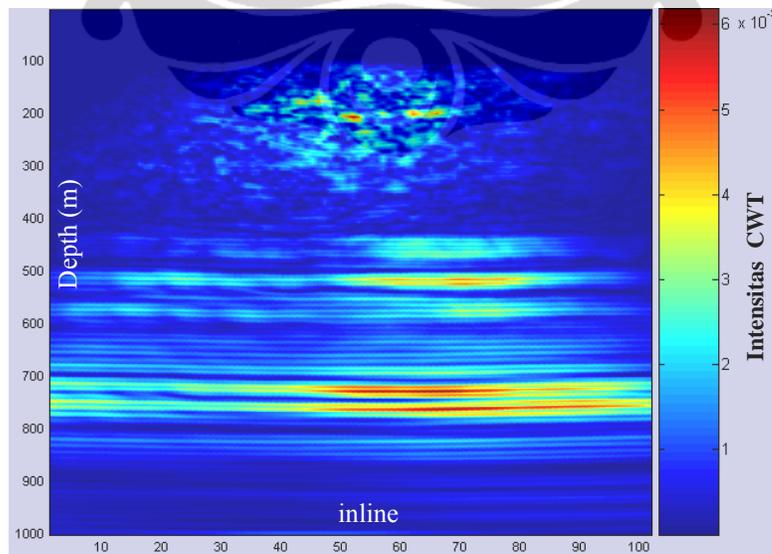
Hasil uji pada frekuensi 20 Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, dimungkinkan bahwa kedalaman ini

merupakan prospek gas karena semakin tinggi diuji dengan frekuensi yang lebih tinggi nilai koefisien cwt semakin kecil.



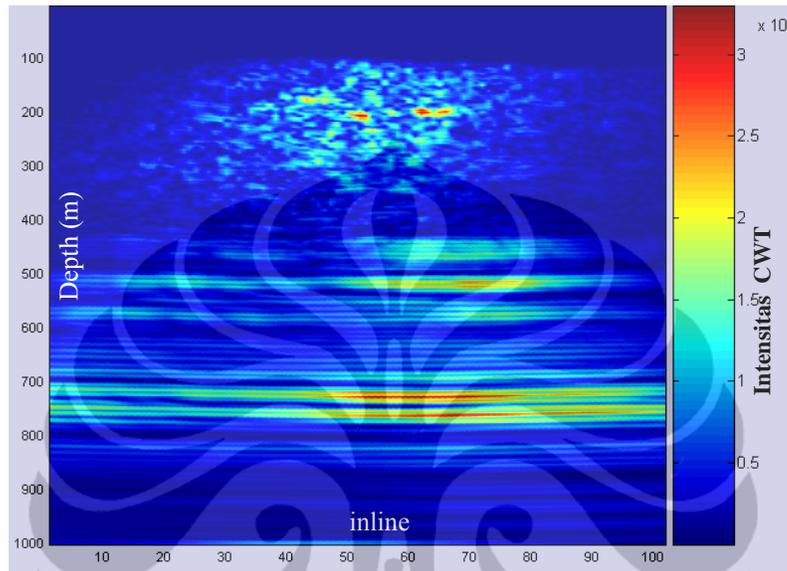
Gambar 4.44-Cgau4 35Hz

Hasil uji pada frekuensi 35Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, tetapi nilai koefisien cwt lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi 20 Hz.



Gambar 4.45-Cgau4 50Hz

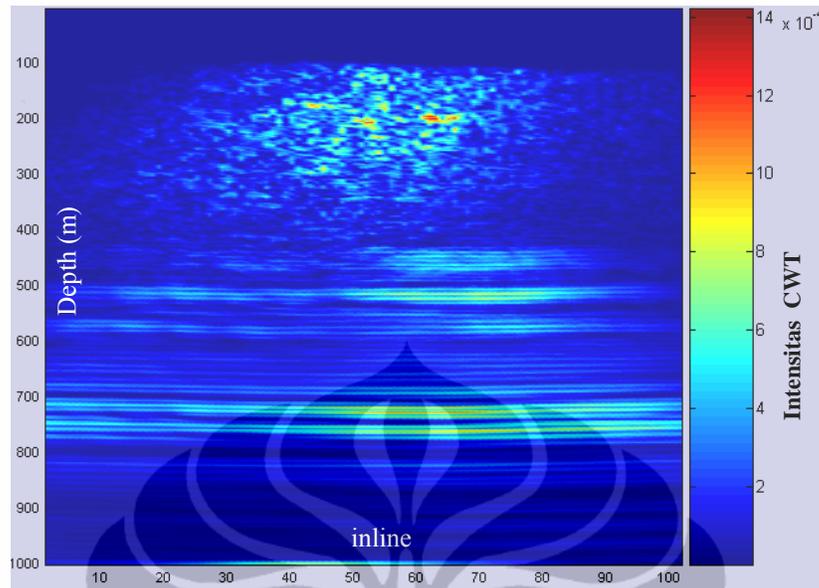
Hasil uji pada frekuensi 50Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, tetapi nilai koefisien cwt lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi 20 dan 35 Hz.



Gambar 4.46-Cgau4 60Hz

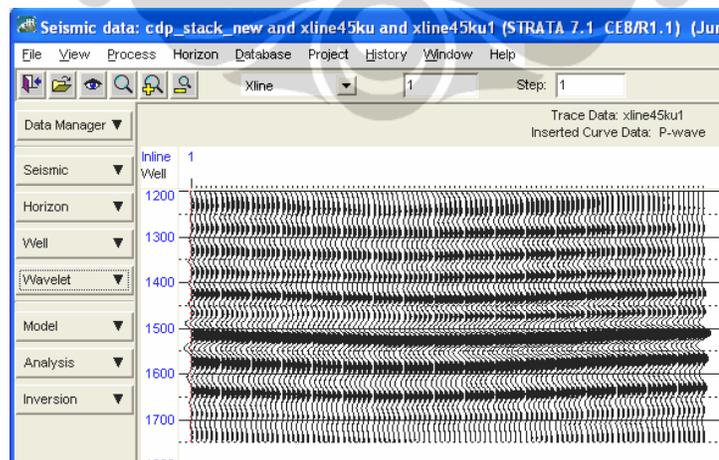
Hasil uji pada frekuensi 60 Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, tetapi nilai koefisien cwt lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi 20 Hz, 35 Hz dan 50Hz.

Terlihat pada depth 1450 m s/d 1520 m muncul separasi dari zona prospek yang sebelumnya pada lapisan 20 Hz masih terlihat menyatu. Separasi ini mulai muncul pada slice frekuensi 35 Hz. Dimungkinkan munculnya separasi pada zona prospek saat slice frekuensi 35 Hz ke atas disebabkan karena adanya keberadaan gas pada lapisan yang berbeda dan ini terlihat dari lapisan-lapisan tipisnya pada saat menggunakan frekuensi tinggi. Tetapi pada saat menggunakan frekuensi rendah lapisan yang terlihat relatif tebal sehingga separasi ini dimungkinkan tidak terlihat secara jelas. Untuk membuktikan secara nyata pada lapisan munculnya separasi yang diperlukan adalah data sumur dengan melihat rekaman litologinya.

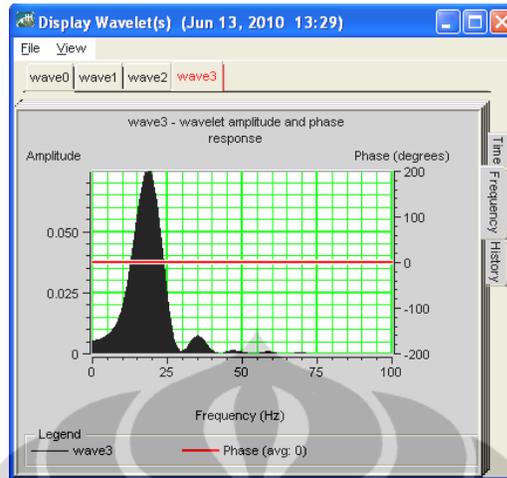


Gambar 4.47-Cgau4 80Hz

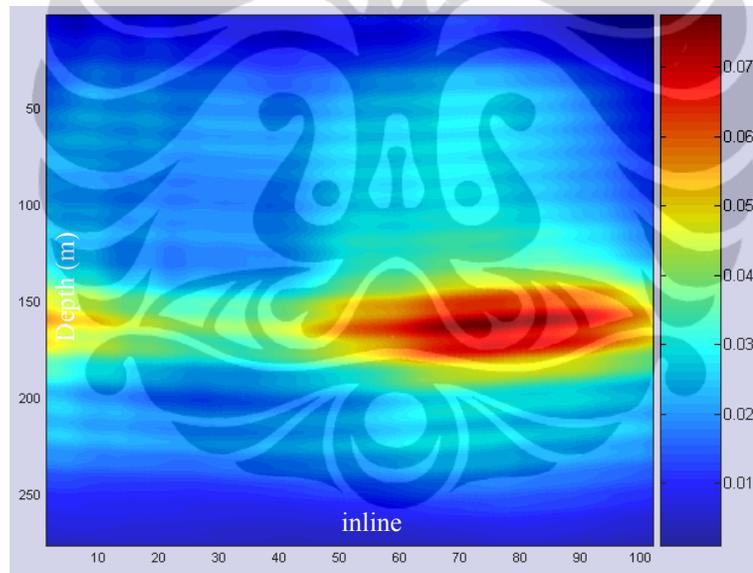
Hasil uji pada frekuensi 80Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520, tetapi nilai koefisien cwt lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi 20 Hz, 35 Hz, 50Hz dan 60Hz. Pemfokusan data pada kedalaman 1200 m s/d 1750 m



Gambar 4.48. Data Real II xline 45 depth 1200 m s/d 1750 m

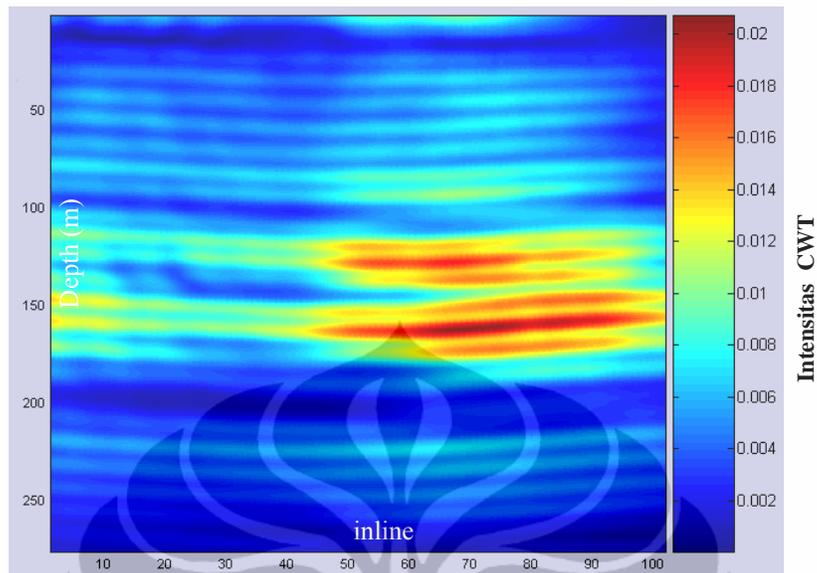


Gambar 4.49. Frekuensi dominan Data Real II xline 45 depth 1200 m s/d 1750 m



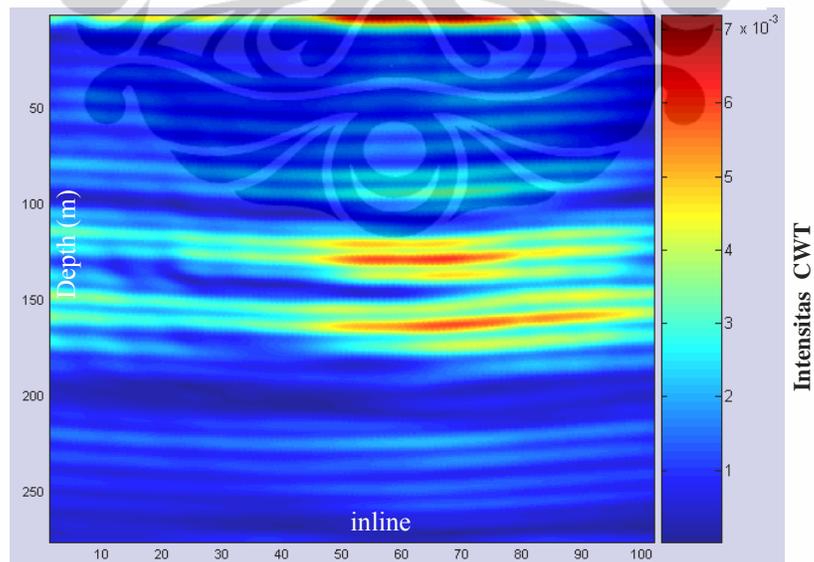
Gambar 4.50-Cgau4 20Hz

Hasil uji pada frekuensi 20 Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, dimungkinkan bahwa kedalaman ini merupakan prospek gas karena semakin tinggi diuji dengan frekuensi yang lebih tinggi nilai koefisien cwt semakin kecil.



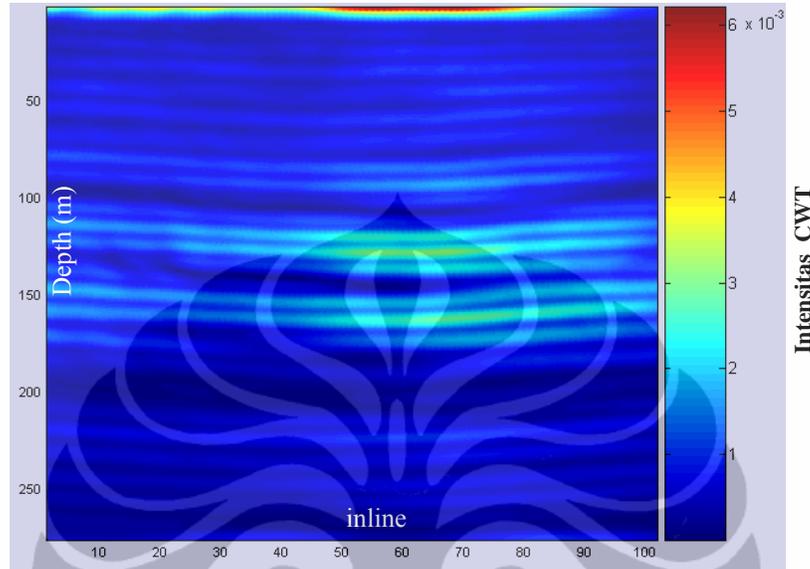
Gambar 4.51-Cgau4 35Hz

Hasil uji pada frekuensi 35Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, tetapi nilai koefisien cwt lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi 20 Hz.



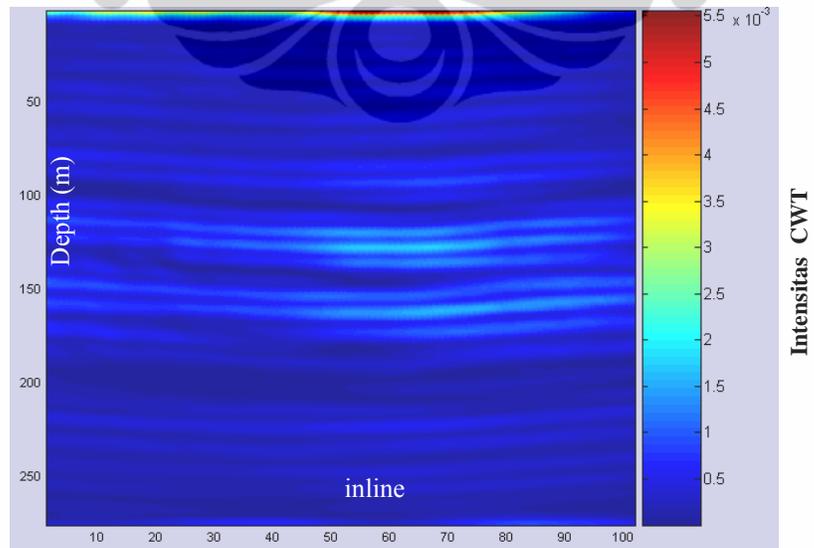
Gambar 4.52-Cgau4 50Hz

Hasil uji pada frekuensi 50Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, tetapi nilai koefisien cwt lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi 20 dan 35 Hz.



Gambar 4.53-Cgau4 60Hz

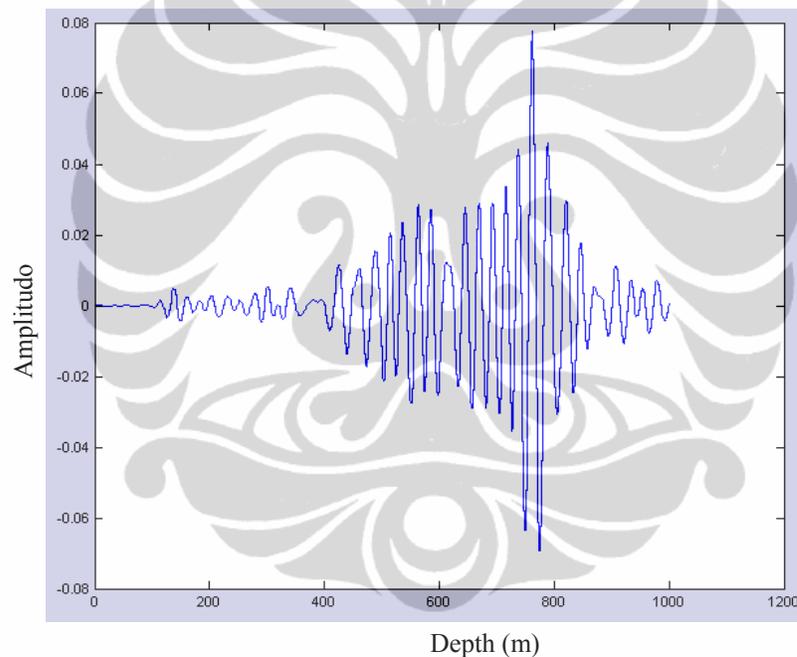
Hasil uji pada frekuensi 60 Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, tetapi nilai koefisien cwt lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi 20 Hz, 35 Hz dan 50Hz.



Gambar 4.54-Cgau4 70Hz

Hasil uji pada frekuensi 70Hz menggunakan wavelet cgau4 menunjukkan kejelasan penampakan pada kedalaman 1520 m, tetapi nilai koefisien cwt lebih rendah dibandingkan dengan frekuensi 20 Hz, 35 Hz, 50Hz dan 60Hz. Hal ini dikarenakan energi frekuensi tinggi pada batuan reservoir mengalami penurunan.

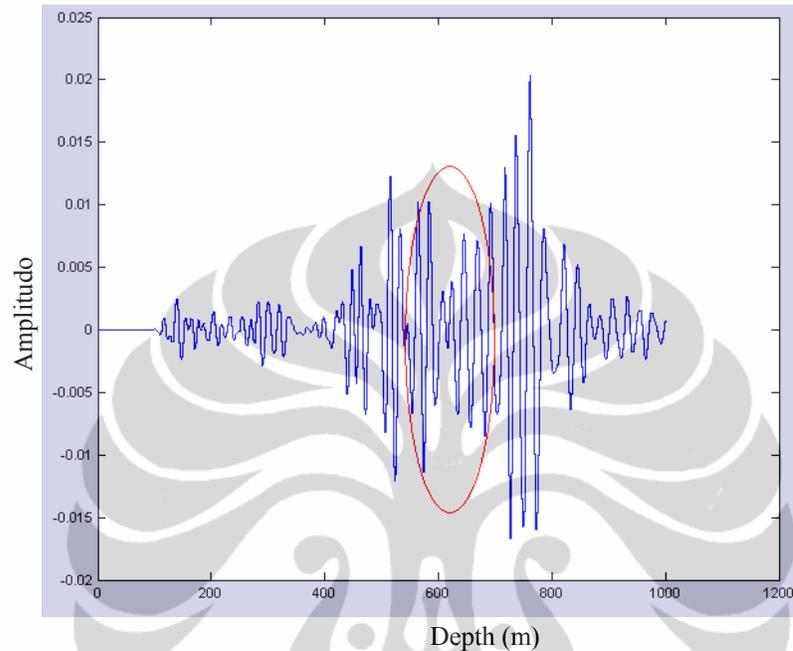
Dari seluruh tampilan hasil transformasi menggunakan cwt dengan wavelet jenis cgau4, jika diambil sampel pada 20Hz, pada gambar 4.55 terlihat tampilan seismik tunggal pada inline 75 memiliki peak amplitudo yang maksimal pada frekuensi rendah 20 Hz.



Gambar 4.55. Trace seismik tunggal inline 75, frekuensi 20 Hz

Sedangkan pada saat terjadi separasi bentuk trace seismik tunggal pada inline 75 terlihat pada gambar 4.56. tampilan ini menunjukkan bahwa pada saat menggunakan frekuensi tinggi maka trace seismik yang muncul semakin rapat dalam rentang waktu yang sama pada saat rentang waktu yang digunakan pada frekuensi rendah. Terlihat juga disini terdapat tampilan amplitudo yang tidak gradual seperti pada saat frekuensi rendah, dimana terlihat penurunan pada depth 1200 m.

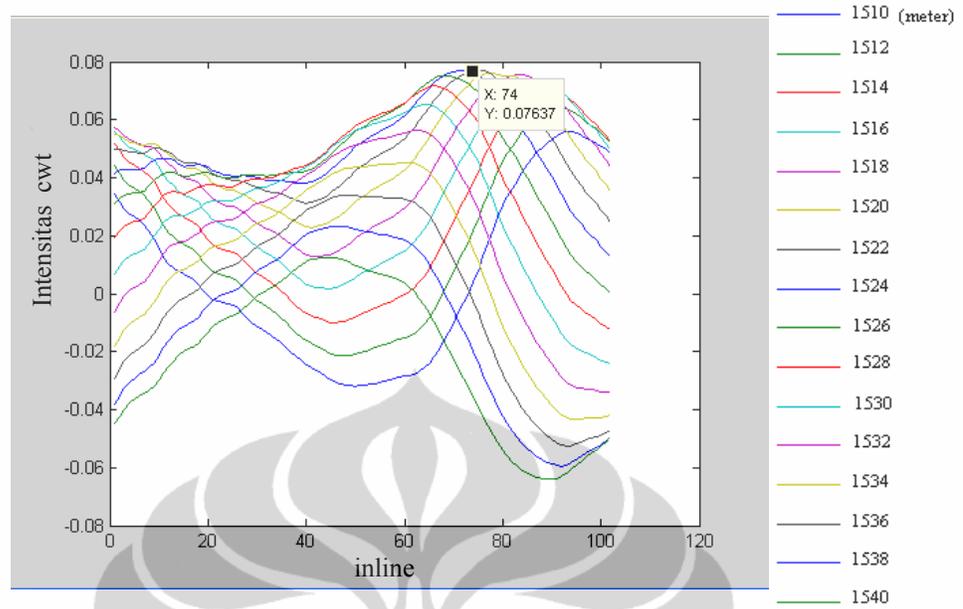
Munculnya nilai amplitudo yang menurun ini mengakibatkan tampilan sparasi lapisan tipis prospek gas lapangan Blackfoot cross line 45.



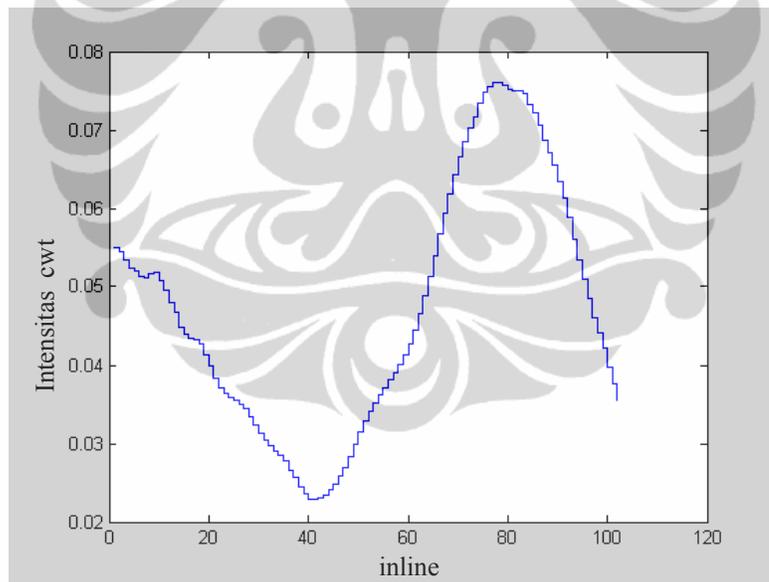
Gambar 4.56. Trace seismik tunggal inline 75, frekuensi 35 Hz

Perubahan nilai intensitas cwt pada kedalaman daerah prospek gas pada frekuensi 20Hz bisa dilihat pada grafik gambar 4.57 yang menunjukkan bahwa pada kedalaman antara 1510 m sampai dengan 1540 m mempunyai *trend* nilai cwt yang bervariasi. Tetapi disini terlihat secara jelas bahwa grafik dari kedalaman 1522 m adalah grafik nilai intensitas cwt yang mempunyai nilai tertinggi yaitu 0.0763. Secara detail tampilan tunggal untuk kedalaman 1522 m terlihat pada gambar 4.58.

Dari seluruh tampilan data hasil transformasi dan data real menunjukkan bahwa gambar yang dihasilkan dari hasil transformasi mempunyai nilai kedalaman 0.5 dari data real 2D II. Artinya disini bahwa pada pembacaan 1522 meter pada data real 2D seismik, pada gambar hasil transformasi menunjukkan pada kedalaman 761 meter.



Gambar 4.57. Intensitas cwt pada kedalaman 1510 m s/d 1530 m



Gambar 4.58. Intensitas cwt pada kedalaman 1522 m

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Aplikasi interaktif analisis dekomposisi spektral berbasis transformasi wavelet dibuat untuk memudahkan dan sebagai pembanding oleh para interpreter seismik dalam proses pengolahan data. Data seismik sintetis dan real yang merupakan data non stasioner dijadikan sebagai objek uji kelayakan aplikasi dalam kontribusi pengolahan data seismik.

Metode pemrosesan data dengan menggunakan transformasi wavelet, yaitu dengan memanfaatkan data non stasioner domain waktu yang dirubah dalam bentuk skala. Proses awal dilakukan dalam bentuk pengolahan data model sintetis dilanjutkan menggunakan data real 2D seismik.

Dari hasil penggunaan dua jenis data tersebut didapatkan:

- Aplikasi interaktif analisis dekomposisi spektral berbasis *continuous wavelet transform* yang dapat digunakan dalam menganalisa lapisan dari rekaman seismik 2D seismik.
- Hasil dekomposisi spektral menunjukkan hasil yang bervariasi, yaitu tergantung dari penggunaan slicing frekuensi dan jenis wavelet. Dari seluruh jenis wavelet, jenis *cgau4* paling jelas menunjukkan pola baji dan tampilan intensitas korelasi *cwt* yang paling baik.
- Dua jenis data sintetis yang digunakan sama-sama menunjukkan bagaimana kontribusi aplikasi berbasis CWT dalam menentukan dan menganalisa sampel model baji pada dua batas lapisan dan perubahan temporal thickness. Peran dari *cwt* dapat menunjukkan kejadian interferensi dan menentukan ujung reflektor baji akibat adanya ketidakselarasan antara dua lapisan dengan model kecepatan yang berbeda.

- Zona prospek gas cenderung lebih jelas pada saat menggunakan frekuensi rendah, yaitu pada saat 20Hz terdapat pada kedalaman 1200 m s/d 1750 m dalam data real II di lapangan Blackfoot. Nilai cwt tertinggi 0.0763 berada pada kedalaman 1522 meter.
- Hasil cwt menunjukkan hasil yang konsisten dengan hasil LMR (Nina Sasmita,2009) pada kedalaman, xline dan inline yang sama.

Saran

Hasil akhir dari aplikasi ini diharapkan dapat dikembangkan kembali untuk mendapatkan proses kerja aplikasi yang lebih cepat dan lebih lengkap parameter yang dihasilkan, serta dilengkapi data sumur yang tepat pada daerah prospek gas di lapangan blackfoot.

Penulis menyadari dalam penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis juga berharap bagi para pengguna untuk dapat memberikan masukan lebih lanjut untuk tujuan proses pengembangan aplikasi yang mempunyai kontribusi dalam bidang seismik.

REFERENSI

Abdullah A., <http://ensiklopediseismik.blogspot.com/:2009>.

Abry, P., P. Goncalves, and P. Flandrin, 1993, *Wavelet-based spectral analysis of 1/f processes*: International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, IEEE, Proceedings, **3**, 237–240.

Anant, K.S. dan Dowla, F.U., 1997, *Wavelet Transform Methods for Phase Identification in Three-Component Seismograms*, Bulletin of Seismological Society of America, Vol. 87, No. 6, halaman 1598 – 1612.

Castagna, J. P., Sun, S., and Siegfried, R. W., [2003], *Instantaneous Spectral Analysis: Detection of Low-Frequency Shadows Associated with Hydrocarbons*. The Leading Edge, 22, 129-127.

Chakraborty Avijit., Okaya David.,1995, *Frequency-time decomposition of seismic data using wavelet-based methods*, GEOPHYSICS, VOL. 60, NO. 6., P. 1906-1916.

Cohen, L., 1995, *Time-Frequency Analysis*, Prentice Hall.

Goodway, W.N., T.Chen and J.Downton, 'Improved AVO fluid detection and lithology discrimination using Lamé petrophysical parameters; 'Lamda-Rho', 'Mu-Rho' & 'Lamda/Mu fluid stack' from P and S inversion,'', CSEG Meeting Abstracts, pp.148-151, 1997; SEG Meeting abstracts, pp.183-186, 1997; EAGE Meeting Abstracts, pp.6-51, 1999.

Hardy, H. H., Richard, A. B., and Gaston, J. D., 2003, *Frequency Estimates of Seismic Traces*: Geophysics, **68**, 370-380.

Haris et al.(2008)., *Low frequency Shadow Zone Analysis Based on CWT Spectral Decomposition*: Case Study of South Sumatera Basin: IPA08-G-070.

Helbet R., 2007., *Evaluasi Penerapan Transformasi Wavelet Kontinyu (CWT) Untuk Pemodelan Lapisan Tipis Membaji dan Sebagai Indikator Hidrokarbon (DHI) Pada Studi Kasus Model Marmousi2*: Tesis, ITB.

Hlawatsch, F., and G. F. Boudreaux-Bartels, 1992, *Linear and quadratic time-frequency signal representations*: IEEE Signal Processing, **9**, no. 2, 21–67.

Jachan, M., Matz, G., Hlawatsch, F. , *Time-frequency ARMA models and parameter estimators for underspread nonstationary random processes*, IEEE Transactions on Signal Processing , 55, 9, 4366-4381 , 09/2007.

Partyka, G., Gridley, J. and Lopez, J., 1999, *Interpretational Applications of Spectral Decomposition in Reservoir Characterization*, The Leading Edge, 22, no.3, 353-360.

Peyton, L., Bottjer, R. and Partyka, G., 1998, *Intepretation of Incised Valleys Using New 3-D Seismik Techniques: A case History Using Spectral Decomposition and Coherency*, The Leading Edge, 17, 1294-1298.

Polikar R.,1996.,*The Wavelet Tutorial*:Rowan University.

Putra agfianto E.,2006.,*Analisis Sinyal Non-Stasioner Menggunakan Wavelet dan Metode Dekorlet*:UGM.

Rioul, O., and Vetterli, M., 1991, *Wavelets and signal processing*: IEEE Signal Proc. Magazine, no. 11, 14-38.

Sinha et al.,2003.,*Time-Frequency Atribute of Seismic Data using Continuous Wavelet Transform*:SEG2003.

Yusrie Bahrul U K I.,2007.,*Interpretasi Dekomposisi Spektrum Dalam Karakterisasi Reservoar Menggunakan Short Time Fourier Transform dan Continuous Wavelet Transform*:Tesis,ITB.

Z,Chik et al.,2009, *Comparing the Performance of Fourier Decomposition and Wavelet Decomposition for Seismic Signal Analysis*:European Journal of Scientific Research Vol32 No.3,pp.314-328.

%Plot Model Kecepatan

```

clc;
clear all;
%Buat Model Sintetik
v1=str2num(get(edit1,'string'));
v2=str2num(get(edit2,'string'));
v3=str2num(get(edit3,'string'));
v4=str2num(get(edit4,'string'));

V=ones(200,100).*3500;
va=ones(20,100).*v2;
vb=ones(98,100).*v4;
vc=triu(ones(40,100),:).*v3;
vd=ones(82,100).*v1;
V(83:102,:)=va;
V(103:200,:)=vb;
V(103:142,:)=vc;
V(1:82,:)=vd;
if find(V==0);
    V(find(V==0))=4000;
end

Vi=V;
Sx=(1:1:200);
Sy=(1:100);
Dx=1;
Dy=1;
Nx=200;
Ny=100;
Vs=Vi;
Vs(201,:)=v4;
[X,Y]=meshgrid(Sy,Sx);
pcolor(X,Y,Vi)
shading flat;
set(gca,'Ydir','reverse')
text(55,50,'V=1500
m/s','FontSize',14,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','center');
text(50,100,'V=2000
m/s','FontSize',12,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','center');
text(90,120,'V=3200
m/s','FontSize',12,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','center');
text(50,160,'V=4000
m/s','FontSize',12,'FontWeight','bold','HorizontalAlignment','center');
title('Model3','fontSize',14,'fontWeight','bold')

```

(Lanjutan)

```
xlabel('CDP(meter)', 'fontsize', 14, 'fontweight', 'bold')
ylabel('Kedalaman(meter)', 'fontsize', 14, 'fontweight', 'bold')
caxis([0 4000]);
colorbar
for j=1:size(V,2);
    for i=1:length(V(:,1));
        Rc(i,j)=(Vs(i+1,j)-Vs(i,j))/(Vs(i+1,j)+Vs(i,j));
    end
end
save Rc;
```

%Plot Sintetik

```
clc;
clear all;
load Rc
%Buat Sintetis Lagi
%figure(2);
[w,tw]=ricker(.002,30,.2);%Buat wavelet
for k=1:100
    s(:,k)=convz(Rc(:,k),w);
end
time=0:0.002:0.398;
ntrc=1:100;
plotseis(s,time,ntrc)
set(gca,'Ydir','reverse')
title('Trace Sintetik','fontsize',14,'fontweight','bold');
xlabel('CDP(meter)', 'fontsize', 14, 'fontweight', 'bold');
ylabel('Time(s)', 'fontsize', 14, 'fontweight', 'bold');
save s
```

%Noise

```
dt1=str2num(get(edit2,'string'));
fsam=str2num(get(edit8,'string'));
fsat=str2num(get(edit9,'string'));
fdu=str2num(get(edit10,'string'));
delta1=str2num(get(edit11,'string'));

load s
rdomnoise=randn(size(s));
dt=dt1;
```

(Lanjutan)

```
t=0:dt:(size(s,1)-1)*dt;
fs=fsam;

ord=6;
plen=24;col=['g','r','b','k,'];
%bandlimited
f1=[fsat];
f2=[fdu];
[b,a]=butter(ord,2*[f1 f2]/fs);%Magnitude(db)
delta=delta1/100;
%perform filetr operation
cno=filter(b,a,rndomnoise);
figure;
freqz(b,a,200,500)
title(['Respon Frekuensi'],'fontsize',10,'fontweight','bold');
%compute
[p, fax]=pwelch(cno,hamming(plen),fix(plen/2),2*plen,fs);
figure;
lh=plot(fax,abs(fs*p/2),col(1));%Plot PSD
%set(lh,'linewidth',2)
title('PSD','fontsize',14)
xlabel('hertz','fontsize',14)
ylabel('PSD','fontsize',14)
grid on
%figure;
%Find function filter
[h,fq]=freqz(b,a,2*plen,fs);
%plot(fq,abs(h).^2,col(2));
%label figure
title('Filter Transfer Function','fontsize',14)
xlabel('Hertz','fontsize',14)
ylabel('PSD','fontsize',14)
grid on
seis_nois=s+(delta.*cno);%Penambahan seismik dan noise
%figure(7);
%plotseis(seis_nois,t,ntrc);
plotseis(seis_nois,t)
title(['Kandungan Noise=',num2str(delta*100),'],'fontsize',10);
save seis_nois

% CWT Sintetik

fa=str2num(get(edit1,'string'));
```

(Lanjutan)

```
dt=str2num(get(edit2,'string'));
load s
% fa=str2num(get(edit1,'string'));
% dt=str2num(get(edit2,'string'));
%dt=0.002
t=0:dt:(size(s,1)-1)*dt;
%fa=45;%Pseudo Freq
cfreq=centfrq('morl');
skl=cfreq./(fa*dt);
a_konstan=skl;

pilihan=get(popup1,'value');
switch pilihan

    case 1
for trc_n=1:size(s,2);
    ccwt_baji(trc_n,:)=cwt(s(:,trc_n),a_konstan,'cgau4');
end
creal_baji=(real(ccwt_baji));
cimag_baji=(imag(ccwt_baji));
figure('name','Hasil Kompleks CWT Trace Baji');
image(ntrc,t,creal_baji,'CDataMapping','scaled');
colormap('hsv');
colorbar
set(gca,'Ydir','reverse')

    case 2
for trc_n=1:size(s,2);
    ccwt_baji(trc_n,:)=cwt(s(:,trc_n),a_konstan,'db4');
end
creal_baji=(real(ccwt_baji));
cimag_baji=(imag(ccwt_baji));
figure('name','Hasil Kompleks CWT Trace Baji');
image(ntrc,t,creal_baji,'CDataMapping','scaled');
colormap('hsv');
colorbar
set(gca,'Ydir','reverse')

    case 3
for trc_n=1:size(s,2);
    ccwt_baji(trc_n,:)=cwt(s(:,trc_n),a_konstan,'morl');
```

(Lanjutan)

```
end
creal_baji=(real(ccwt_baji));
cimag_baji=(imag(ccwt_baji));
figure('name','Hasil Kompleks CWT Trace Baji');
image(ntrc,t,creal_baji,'CDataMapping','scaled');
colormap('hsv');
colorbar
set(gca,'Ydir','reverse')

    case 4
        for trc_n=1:size(s,2);
            ccwt_baji(trc_n,:)=cwt(s(:,trc_n),a_konstan,'sym2');
        end
    creal_baji=(real(ccwt_baji));
    cimag_baji=(imag(ccwt_baji));
    figure('name','Hasil Kompleks CWT Trace Baji');
    image(ntrc,t,creal_baji,'CDataMapping','scaled');
    colormap('hsv');
    colorbar
    set(gca,'Ydir','reverse')

    case 5
        for trc_n=1:size(s,2);
            ccwt_baji(trc_n,:)=cwt(s(:,trc_n),a_konstan,'haar');
        end
    creal_baji=(real(ccwt_baji));
    cimag_baji=(imag(ccwt_baji));
    figure('name','Hasil Kompleks CWT Trace Baji');
    image(ntrc,t,creal_baji,'CDataMapping','scaled');
    colormap('hsv');
    colorbar
    set(gca,'Ydir','reverse')

    case 6
        for trc_n=1:size(s,2);
            ccwt_baji(trc_n,:)=cwt(s(:,trc_n),a_konstan,'coif4');
        end
    creal_baji=(real(ccwt_baji));
    cimag_baji=(imag(ccwt_baji));
    figure('name','Hasil Kompleks CWT Trace Baji');
    image(ntrc,t,creal_baji,'CDataMapping','scaled');
    colormap('hsv');
    colorbar
```

(Lanjutan)

```
set(gca,'Ydir','reverse')
end

%Load Real Data
clc;
clear all;
%[seis dt]=altreadsegy('contoh.sgy');
[seis dt]=altreadsegy('xline45ku.sgy');
t=0:dt:(size(seis,1)-1)*dt;
figure(1)
%plotimage(seis);colormap 'hsv'
imagesc(seis);
%pcolor(seis)
colormap('hsv')
%shading interp
save seis

% CWT Real Data

load seis;
%seisku=seis';
fa=str2num(get(edit1,'string'));
dt=str2num(get(edit2,'string'));
twt=0:2:2000;
%Mulai CWT
ntrc=1:(size(seis));

pilihan=get(popup1,'value');
switch pilihan

case 1
cfreq=centfrq('cgau4');
skl=cfreq./(fa*dt);
a_konstan1=skl;
%for trc_n=1:size(seis,2);
for trc_n=1:size(seis,2);
ccwt_ak(trc_n,:)=cwt((seis(:,trc_n)),a_konstan1,'cgau4');
%ccwt_ak(trc_n,:)=cwt(seisreal,a_konstan,'cgau4');
end
creal_ak=(real(ccwt_ak));
cimag_ak=(imag(ccwt_ak))';
figure(2),%('name','Hasil Com[pleks CWT dalam Real part]');
%image(ntrc,t,creal_ak,'CDataMApping','scaled');
```

(Lanjutan)

```
ab=abs(ccwt_ak);
pcolor(ab)
colormap('jet');
colorbar
shading interp;
set(gca,'Ydir','reverse')
save ab

case 2
cfreq=centfrq('db4');
skl=cfreq./(fa*dt);
a_konstan2=skl;
for trc_n=1:size(seis,2);

    ccwt_ak(trc_n,:)=cwt(seis(:,trc_n),a_konstan2,'db4');

end
creal_ak=(real(ccwt_ak));
cimag_ak=(imag(ccwt_ak));
figure(2);%('name','Hasil Com[pleks CWT dalam Real part');
%image(ntrc,t,creal_ak,'CDataMapping','scaled');
ab=abs(ccwt_ak);
pcolor(ab)
colormap('jet');
colorbar
shading interp;
set(gca,'Ydir','reverse')
save ab

case 3
cfreq=centfrq('morl');
skl=cfreq./(fa*dt);
a_konstan3=skl;
for trc_n=1:size(seis,2);

    ccwt_ak(trc_n,:)=cwt(seis(:,trc_n),a_konstan3,'morl');

end
creal_ak=(real(ccwt_ak));
cimag_ak=(imag(ccwt_ak));
figure(2);%('name','Hasil Com[pleks CWT dalam Real part');
%image(ntrc,t,creal_ak,'CDataMapping','scaled');
ab=abs(ccwt_ak);
```

(Lanjutan)

```
pcolor(ab)
colormap('jet');
colorbar
shading interp;
set(gca,'Ydir','reverse')
save ab)
```

```
case 4
cfreq=centfrq('sym2');
skl=cfreq./(fa*dt);
a_konstan4=skl;
for trc_n=1:size(seis,2);
    ccwt_ak(trc_n,:)=cwt(seis(:,trc_n),a_konstan4,'sym2');
end
creal_ak=(real(ccwt_ak))';
cimag_ak=(imag(ccwt_ak))';
figure(2),%('name','Hasil Com[pleks CWT dalam Real part');
%image(ntrc,t,creal_ak,'CDataMApping','scaled');
ab=abs(ccwt_ak);
pcolor(ab)
colormap('jet');
colorbar
shading interp;
set(gca,'Ydir','reverse')
save ab
```

```
case 5
cfreq=centfrq('haar');
skl=cfreq./(fa*dt);
a_konstan5=skl;
for trc_n=1:size(seis,2);

    ccwt_ak(trc_n,:)=cwt(seis(:,trc_n),a_konstan5,'haar');
```

```
end
creal_ak=(real(ccwt_ak))';
cimag_ak=(imag(ccwt_ak))';
figure(2),%('name','Hasil Com[pleks CWT dalam Real part');
%image(ntrc,t,creal_ak,'CDataMApping','scaled');
ab=abs(ccwt_ak);
pcolor(ab)
colormap('jet');
colorbar
```

(Lanjutan)

```
shading interp;
set(gca,'Ydir','reverse')
save ab

case 6
cfreq=centfrq('coif2');
skl=cfreq./(fa*dt);
a_konstan6=skl;
for trc_n=1:size(seis,2);
    ccwt_ak(trc_n,:)=cwt(seis(:,trc_n),a_konstan6,'coif2');
end
creal_ak=(real(ccwt_ak));
cimag_ak=(imag(ccwt_ak));
figure(2),%('name','Hasil Com[pleks CWT dalam Real part');
%image(ntrc,t,creal_ak,'CDataMApping','scaled');
ab=abs(ccwt_ak);
pcolor(ab)
colormap('jet');
colorbar
shading interp;
set(gca,'Ydir','reverse')
save ab

end
```