



UNIVERSITAS INDONESIA

ANALISIS DATA SEISMIK DENGAN METODE
EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION

SKRIPSI

ALIYYUS SYANI

0706262086

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

PROGRAM STUDI FISIKA

DEPOK

DESEMBER 2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS DATA SEISMIK DENGAN METODE
*EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana sains**

ALIYYUS SYANI

0706262086

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

PROGRAM STUDI FISIKA

DEPOK

DESEMBER 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Aliyyus Syani

NPM : 0706262086

Tanda Tangan :



Tanggal : Selasa, 27 Desember 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Aliyyus Syani

NPM : 0706262086

Program Studi : Fisika

Judul Skripsi : Analisis Data Seismik dengan Metode *Empirical Mode Decomposition*

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

DEWAN PENGUJI

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

Penguji I : Dr. Eng. Supriyanto, M.Sc ()

Penguji II : Dr. Dede Djuhana, M.Si ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27 Desember 2011

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT atas limpahan hidayah, taufik, dan keberkahan ilmu kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul: “**Analisis Data Seismik dengan Metode *Empirical Mode Decomposition***” dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa terlimpah kepada Baginda Muhammad, beserta segenap keluarga, sahabat dan pengikut setia beliau hingga hari kemudian.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Departemen Fisika, Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sulit kiranya bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat yang telah diberikan, sehingga Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kedua Orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa selama penulis mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. rer. nat. Abdul Haris, selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah rela mengorbankan banyak waktunya untuk memberikan pengarahan kepada penulis serta berbagai fasilitas yang diberikan.
4. Bapak Dr. Eng. Supriyanto, M.Sc, selaku penguji I sekaligus ketua sidang seminar Tugas Akhir, yang telah memberikan saran dan koreksinya dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini serta atas ilmu yang telah diberikan selama di Fisika.
5. Bapak Dr. Dede Djuhana selaku penguji II atas waktunya untuk berdiskusi dan segala masukan serta koreksinya dalam laporan tugas akhir ini.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Departemen Fisika UI, khususnya Mbak Ratna yang telah banyak membantu penulis dalam mengurus surat-surat dan berbagai berkas untuk melengkapi syarat pengajuan skripsi dan seminar.
7. Teman – Teman seperjuangan Fisika UI angkatan 2007 atas dukungan dan telah memberi warna dalam hidup penulis selama lebih dari 4 tahun
8. Teman – teman Tim Ocean Petrel Plug-in Competition yang selalu memberikan dukungan dan masukan kepada penulis.

9. Teman-teman senior dan junior Fisika UI yang memberi semangat dan dukungan moril terhadap penulis. Tetap semangat rekan rekan.
10. Seluruh pihak yang membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini baik secara langsung dan tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah membalas jasa semua pihak tersebut diatas dengan sebaik-baiknya balasan. Penulis juga menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu perlu kiranya saran dan kritik yang membangun demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan ini membawa manfaat bagi penulis pribadi maupun bagi pembaca.

Depok, Desember 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Aliyyus Syani
NPM : 0706262086
Program Studi : Geofisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

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 :

Analisis Data Seismik dengan Metode Empirical Mode Decomposition.

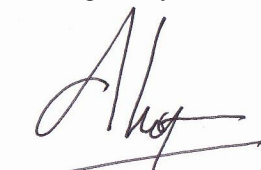
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 23 Desember 2011

Yang menyatakan,


(Aliyyus Syani)

ABSTRAK

Nama : Aliyyus Syani
Program Studi : Fisika
Judul : Analisis Data Seismik dengan Metode *Empirical Mode Decomposition*.

Dekomposisi spektral telah diaplikasikan untuk interpretasi data seismik 3D dalam meningkatkan resolusi, meningkatkan visualisasi stratigrafi, memprediksi ketebalan lapisan tipis, mengurangi noise, dan mendeteksi langsung keberadaan hidrokarbon. Beberapa metode yang telah digunakan untuk melakukan dekomposisi spektral amplitudo antara lain: DFT (*Discrete Fourier Transform*), EMD (*Empirical Mode Decomposition*), CWT (*Continuous Wavelet Transform*) dan MPD (*Matching Pursuit Decomposition*). Pada kasus ini, Metode *Empirical Mode Decomposition* digunakan untuk mendekomposisi suatu sinyal utama menjadi beberapa sub-sinyal yang bervariasi, yang memiliki berbagai macam frekuensi. Beberapa sub-sinyal tersebut biasa disebut IMF (*Intrinsic Mode Function*). Kemudian dilakukan *Hilbert Transform* untuk setiap IMF. Hasil yang didapatkan dari proses *Spectral Decomposition* dengan metode *Empirical Mode Decomposition* menunjukkan distribusi channel pada daerah Stratton Texas terlihat cukup baik dan memiliki resolusi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional seperti FFT.

Kata kunci : *Empirical Mode Decomposition, Hilbert Transform, distribusi channel.*
xii + 44 halaman : 38 gambar
Daftar Acuan : 15 (1973 - 2011)

ABSTRACT

Name : Aliyyus Syani
Study Program : Physics
Title : Seismic Data Analysis with Empirical Mode
Decomposition Method.

Spectral Decomposition has been applied to the interpretation of 3D seismic data to enhance resolution, improved visualization of stratigraphic features, thickness estimation for thin beds, noise suppression, and direct hydrocarbon indication. There are variety of spectral decomposition methods. These include the DFT (Dicrete Fourier Transform), EMD (Empirical Mode Decomposition), CWT (Continuous Wavelet Transform) and MPD (Matching Pursuit Decomposition). In this study, Empirical Mode Decomposition method is used to decompose a main signal into several sub signal, which has many types of frequencies. Some sub-signals are usually called IMF(Interinsic Mode Function). Then do the Hilbert transform to each IMF. The results of spectral decomposition with EMD method can show channel distribution in Stratton Texas Field more clearly and have better resolution than conventional methods such as FFT.

Keyword : *Empirical Mode Decomposition, Hilbert Transform, channel distribution.*
xii + 44 page : *38 figures*
Bibliography : *15 (1973 - 2011)*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Metodologi Penelitian.....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Seismik Refleksi.....	5
2.2. Trace Seismik.....	7
2.3. Resolusi Seismik.....	8
2.4. Spectral Decomposition.....	11
2.5. Fast Fourier Transform	17
2.6. Empirical Mode Decomposition.....	18
3. PENGOLAHAN DATA	
3.1. Pengolahan Data Seismik Sintetik.....	23
3.2. Pengolahan Data Seismik Real.....	26
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil dan Pembahasan Pengolahan Data Sintetik.....	28

4.2. Hasil dan Pembahasan Pengolahan Data Seismik Real 3 Dimensi...	33
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	43
5.3. Saran.....	43
DAFTAR ACUAN.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	3
Gambar 2.1 Contoh Seismik Refleksi	5
Gambar 2.2 Pemantulan dan Pembiasan pada bidang batas 2 medium.....	6
Gambar 2.3 Konvolusi Seismik	7
Gambar 2.4 Respon seismik dengan ketebalan yang berbeda.....	9
Gambar 2.5 <i>Fresnel zone</i>	10
Gambar 2.6 Spektral suatu lapisan tipis	12
Gambar 2.7 <i>Zone-of-interest tuning cube</i>	13
Gambar 2.8 <i>Long window spectral decomposition</i>	14
Gambar 2.9 <i>Short window spectral decomposition</i>	15
Gambar 2.10 Model <i>wedge</i> sederhana.	16
Gambar 2.11 <i>Tuning</i> lapisan tipis dari amplitudo vs frekuensi	17
Gambar 2.12 Dekomposisi spektral trace seismik pada <i>short window</i> ...	
Gambar 2.10 Model <i>wedge</i> sederhana.	16
Gambar 2.11 <i>Tuning</i> lapisan tipis dari amplitudo vs frekuensi	17
Gambar 2.12 Contoh data yang sudah ditentukan <i>envelope</i> dan rata-rata...	19
Gambar 2.13 h_1 hasil pengurangan antara data dan rata-rata m_1	20
Gambar 2.14 IMF1 didapat setelah iterasi hingga rata-rata $m_1=0$	20
Gambar 2.15 <i>Residue</i> yang didapat dari pengurangan antara data dan IMF1	21
Gambar 3.1 Diagram alir metode <i>Empirical Mode Decomposition</i>	24
Gambar 3.2 Gelombang yang terdiri dari frekuensi 15,25,40 dan 70 Hz....	25
Gambar 3.3 Model tiga dimensi.....	26
Gambar 3.4 Data real pada <i>inline 39</i> , <i>crossline 39</i> dan <i>time slice 47</i>	27
Gambar 4.1 Data sintetik yang terdiri dari frekuensi 15,25,40 dan 70 Hz...	28
Gambar 4.2 IMF component dari data sintetik.....	29
Gambar 4.3 Spektrum <i>time-frekuensi</i> yang dihasilkan dari EMD.....	29
Gambar 4.4 Spektrum <i>time-frekuensi</i> yang dihasilkan dari FFT.....	30

Gambar 4.5 <i>Time slice</i> dari data sintetik tiga dimensi.....	31
Gambar 4.6 <i>Frequency slice</i> data yang dihasilkan dari FFT.....	32
Gambar 4.7 <i>Frequency slice</i> data yang dihasilkan dari EMD.....	33
Gambar 4.8 Langkah - langkah <i>Spectral Decomposition</i>	34
Gambar 4.9 <i>Time slice</i> data seismik 0,058 – 0,08 ms.....	35
Gambar 4.10 <i>Time slice</i> data seismik 0,082 – 0,104 ms.....	36
Gambar 4.11 Plot grafik dari daerah <i>zone of interest</i>	37
Gambar 4.12 <i>Frequency slice</i> dengan metode FFT untuk frekuensi 10 hz	38
Gambar 4.13 <i>Frequency slice</i> dengan metode FFT untuk frekuensi 60 hz	39
Gambar 4.14 <i>Frequency slice</i> dengan metode EMD untuk frekuensi 10 Hz	40
Gambar 4.15 <i>Frequency slice</i> dengan metode EMD untuk frekuensi 60 hz	41

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri minyak dan gas bumi, pemanfaatan Metode Geofisika sangat penting keberadaannya. Metode Geofisika mempunyai manfaat dalam membuat dan memperoleh penggambaran bawah permukaan yang menjadi acuan dalam proses eksplorasi. Selain itu metode geofisika juga dapat dimanfaatkan dalam melakukan karakterisasi *reservoir*. Metode seismik refleksi merupakan metode utama dalam pencarian hidrokarbon, baik dalam tahap eksplorasi maupun pada tahap produksi dan pengembangan. Metode ini dapat menggambarkan keadaan geologi bawah permukaan bumi dengan baik, sehingga perangkat-perangkat hidrokarbon, baik struktur maupun stratigrafi, dapat dikenali dengan baik.

Pencarian perangkat-perangkat hidrokarbon akhir-akhir ini semakin berkembang seiring dengan perkembangan teknologi, khususnya dalam hal ini teknologi geofisika. Eksplorasi seismik yang komprehensif dengan dukungan data geologi dan petrofisik diharapkan dapat menjadi solusi, namun terkadang interpreter kesulitan dalam menginterpretasi penampang seismik konvensional karena adanya informasi-informasi tersembunyi. Dibutuhkan suatu teknik kreatif sebagai solusi terbaik, dalam hal ini *Spectral Decomposition*.

Dekomposisi Spektral pada eksplorasi seismik adalah metode yang digunakan untuk menghasilkan bentuk *time – frekuensi*. Ada beberapa jenis metode Dekomposisi Spektral diantaranya, DFT (*Discrete Fourier Transform*), CWT (*Continuous Wavelet Transform*), MPD (*Matching Pursuit Decomposition*) dan EMD (*Empirical Mode Decomposition*) (Castagna,2006).

EMD (*Empirical Mode Decomposition*) membagi suatu sinyal utama menjadi beberapa sub-sinyal yang bervariasi, yang memiliki berbagai macam frekuensi. (Huang, 1998).

Beberapa sub-sinyal tersebut biasa disebut IMF (*Intrinsic Mode Function*). Penjumlahan dari setiap IMF tersebut akan menghasilkan sinyal utama (Haris, 2011).

IMF yang pertama akan memiliki frekuensi yang tertinggi dan IMF yang terakhir akan terdiri dari frekuensi yang terendah (Battista, 2007).

Ada dua langkah untuk menganalisis sinyal, yaitu menggunakan EMD untuk memecah sinyal menjadi beberapa IMF dan menghitung *instaneous frequency* dengan menggunakan transformasi Hilbert. Kombinasi antara EMD dan Hilbert transform diharapkan dapat memetakan gambaran bawah permukaan dengan baik.

1.2 Tujuan Penelitian

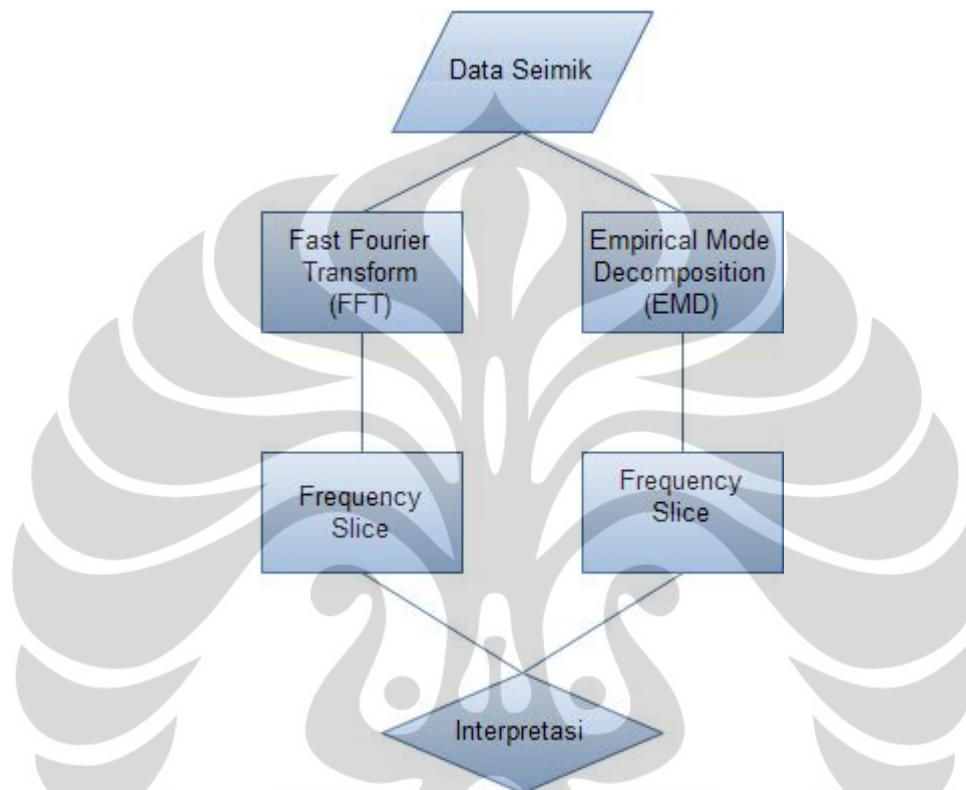
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode lain di dalam spectral dekomposisi, yaitu *Empirical Mode Decomposition* yang memiliki resolusi temporal dan resolusi frekuensi yang cukup baik. Dengan begitu, dapat memudahkan di dalam menginterpretasi distribusi reservoir hidrokarbon.

1.3 Batasan Masalah

Studi ini menggunakan data model uji serta data seismik 3 dimensi dalam bentuk matriks. Data seismik real yang digunakan adalah data post stack. Data seismik real yang digunakan tidak dilengkapi dengan data sumur.

1.4 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Empirical Mode Decomposition. Penelitian ini menggunakan dua buah data, data sintetik dan juga data real. Penelitian ini menggunakan software MATLAB™. Pada penelitian ini digunakan dua metode untuk membandingkan hasilnya, yaitu FFT dan EMD itu sendiri.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini secara singkat dijelaskan sebagai berikut. Pada BAB I berisi pendahuluan, bab ini terdiri dari latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

Dalam BAB II berisi tinjauan pustaka, pada bab ini penulis akan membahas mengenai teori-teori yang mendasari penelitian dan juga mengenai penelitian sebelumnya. Selanjutnya, pada BAB III berisi metodologi penelitian,

bab ini meliputi desain penelitian, jenis data, metode pemrosesan data sintetik dan data seismik real 3 dimensi.

Kemudian, pada BAB IV berisi hasil dan pembahasan. Pada bab ini, penulis akan menganalisis dan membahas hasil penelitian secara komprehensif dengan menganalisa hasil dari metode Empirical Mode Decomposition. Pada BAB V penulis akan memamparkan kesimpulan dari analisa dan pembahasan penelitian ini beserta saran untuk pengembangan metode ini agar lebih baik lagi.

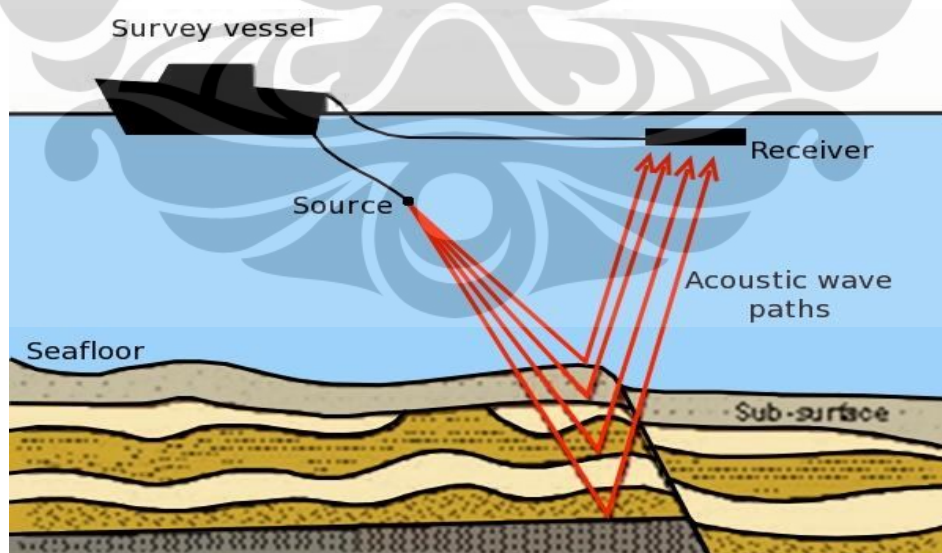


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Seismik Refleksi

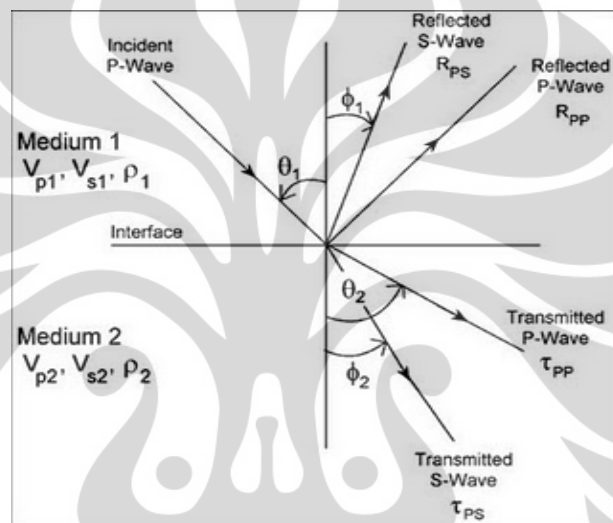
Dalam Eksplorasi Geofisika, pemanfaatan metode seismik menggunakan gelombang seismik. Gelombang seismik adalah gelombang elastik yang merambat dari satu titik ke titik lainnya melalui suatu medium. Gelombang elastik terjadi karena adanya osilasi partikel – partikel medium yang disebabkan karena adanya interaksi antar gaya gangguan (gradient stress) melawan gaya elastik. Pada saat suatu gelombang menemui bidang batas antar medium, gelombang dapat memiliki sifat refleksi, refraksi, difraksi dan dispersi. Oleh sebab itu gelombang seismik dapat membawa suatu informasi mengenai litologi dan fluida bawah permukaan dalam bentuk waktu rambat (travel time), amplitude, dan variasi fase.

Metode seismik refleksi merupakan metode seismik mengenai penjalaran gelombang yang dimulai dari suatu sumber, dan pada titik tertentu akan direfleksikan kembali ke permukaan, sehingga dapat menggambarkan lapisan bawah permukaan secara vertikal.



Gambar 2.1 Contoh Seismik Refleksi. (<http://www.soes.soton.ac.uk>, 2011)

Perambatan gelombang seismic mengikuti Hukum Snellius, yang menyatakan bahwa sudut pantul dan sudut bias merupakan fungsi dari sudut datang dan kecepatan gelombang. Jika gelombang P datang mengenai permukaan bidang batas antara dua medium yang berbeda akan menimbulkan gelombang refleksi dan refraksi. Sebagian energi gelombang akan dipantulkan sebagai gelombang P dan gelombang S, dan sebagian lagi akan diteruskan sebagai gelombang P dan gelombang S. Pada gambar 2.2 memperlihatkan peristiwa gelombang refleksi dan gelombang refraksi.



Gambar 2.2 Pemantulan dan Pembiasan pada bidang batas 2 medium.

Berdasarkan hukum Snellius, persamaan lintasan gelombang adalah

$$\frac{\sin\theta_1}{V_{P_1}} = \frac{\sin\theta_2}{V_{P_2}} = \frac{\sin\phi_1}{V_{S_1}} = \frac{\sin\phi_2}{V_{S_2}} \quad (2.1)$$

Dimana: θ_1 = sudut pantul gelombang P θ_2 = sudut bias gelombang P

ϕ_1 = sudut pantul gelombang S ϕ_2 = sudut bias gelombang S

V_{P_1} = Kecepatan gelombang P pada medium pertama

V_{P_2} = Kecepatan gelombang P pada medium kedua

V_{S_1} = Kecepatan gelombang S pada medium pertama

V_{S_2} = Kecepatan gelombang S pada medium kedua

ρ_1 = Densitas medium pertama

ρ_2 = Densitas medium kedua

2.2 Trace Seismik

Trace Seismik merupakan hasil konvolusi sederhana dari reflektifitas bumi dengan fungsi sumber seismic ditambah dengan *noise* (Russel, 1996). Dalam bentuk persamaan matematika, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$S(t) = r(t) * w(t) + n(t) \quad (2.2)$$

Dimana: $S(t)$ = trace seismik

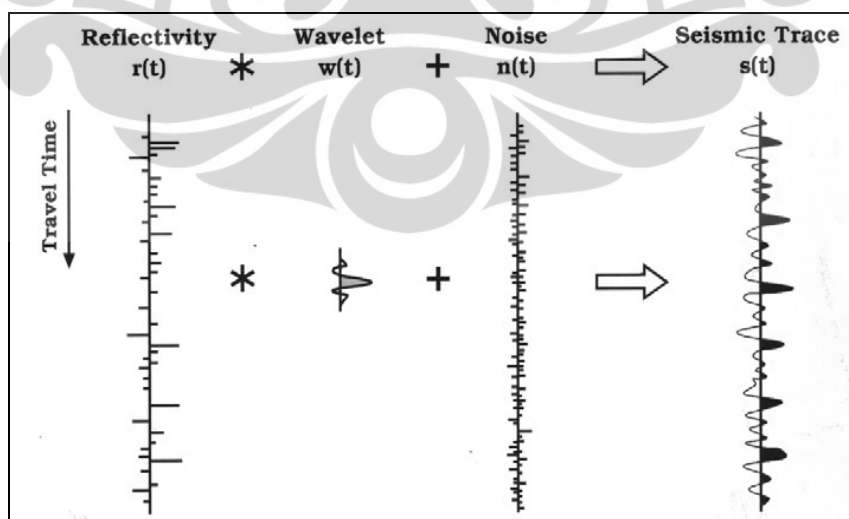
$r(t)$ = fungsi reflektifitas

$w(t)$ = fungsi wavelet

$n(t)$ = *noise*

* = operator konvolusi

Metode konvolusi adalah suatu operasi matematika tertentu yang digunakan untuk membangun suatu pulsa gelombang buatan atau dikenal dengan nama seismogram sintetis. Koefisien refleksi dikonvolusikan dengan suatu *wavelet* tertentu yang sesuai sehingga didapat seismogram sintetis satu dimensi. Pada tahun 2006, Russel menyatakan bahwa Konvolusi dapat diartikan sebagai “penggantian (*replacing*)” setiap koefisien refleksi dalam skala *wavelet* kemudian menjumlahkan hasilnya. Berikut ini merupakan contoh dari metode konvolusi



Gambar 2.3 Konvolusi Seismik (Partyka, 1999)

2.3 Resolusi Seismik

Resolusi seismik merupakan kemampuan untuk memisahkan dua reflektor yang berdekatan. Dalam metode seismik terdapat dua jenis resolusi yang sering digunakan, yaitu resolusi vertikal dan resolusi lateral. Hal yang paling berpengaruh pada resolusi vertikal adalah panjang gelombang dominan, yaitu kecepatan gelombang dibagi dengan frekuensi, sedangkan hal yang paling berpengaruh pada resolusi lateral adalah *Fresnel Zone*, yaitu sebuah luasan sirkular pada reflektor yang ukurannya tergantung pada kedalaman dari reflektor.

2.3.1 Resolusi Vertikal

Resolusi vertikal dapat didefinisikan sebagai batas terkecil antara dua objek yang dapat dipisahkan oleh gelombang seismik. Resolusi seismik vertikal sangat berhubungan erat dengan fenomena interferensi. Fenomena interferensi terjadi ketika terdapat dua reflektor yang merupakan batas atas dan batas bawah dari suatu lapisan, dimana terdapat batasan seberapa dekat kedua batas lapisan tersebut masih dapat dipisahkan. Batasan tersebut tergantung pada ketebalan dari lapisan, sedangkan dalam metode seismik ketebalan ditentukan dari panjang gelombang. Nilai panjang gelombang tersebut ditentukan oleh kecepatan dan frekuensi. Secara matematika dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (2.3)$$

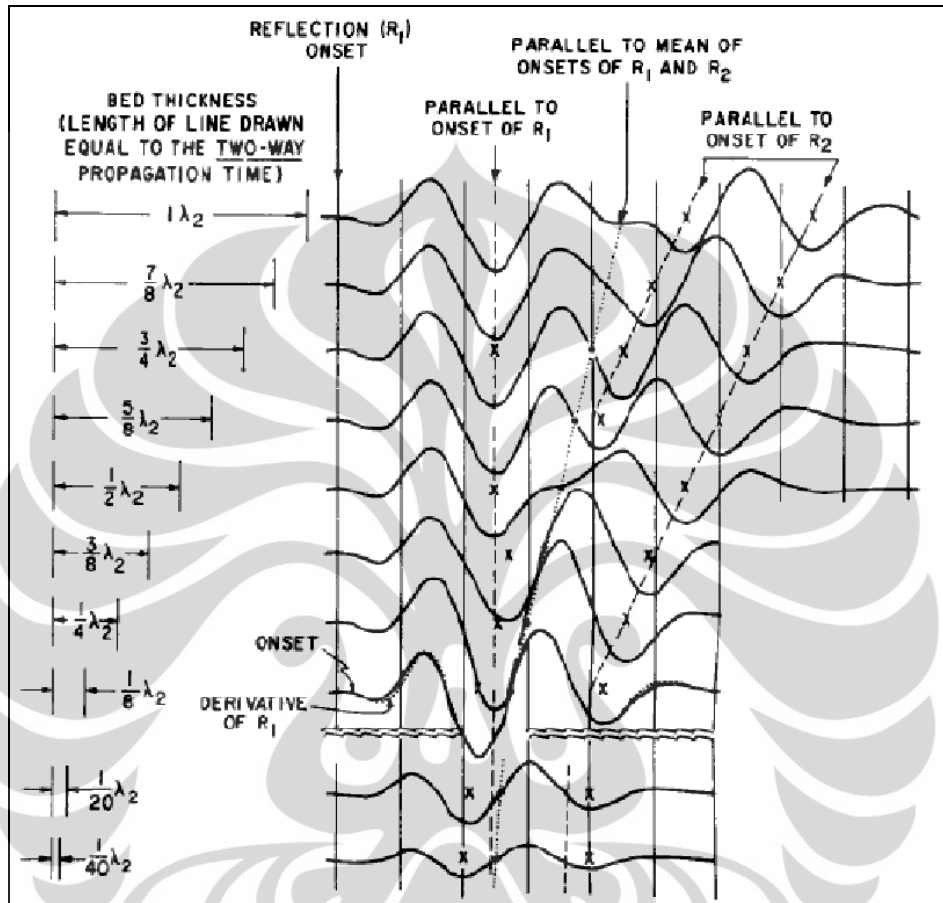
Dimana : λ = panjang gelombang

v = kecepatan

f = frekuensi

Pada 1973, Wides menyatakan dalam papernya mengenai lapisan tipis bahwa batas resolusi vertikal yang masih dapat dipisahkan adalah $1/8 \lambda$. Wides menyatakan bahwa ketika lapisan cukup tebal, refleksi dari top dan base dapat dipisahkan, tetapi ketika ketebalannya berkurang, refleksi yang terekam merupakan gabungan antara refleksi top dan base, yakni data lebih sedikit pada *interface* yang terpisah,

tetapi dalam bentuk kombinasi dua refleksi. Widess menyatakan bahwa hal tersebut berlanjut sampai ketebalan lapisan $\lambda/8$, dan ketika lapisan semakin tipis, tidak ada lagi informasi yang didapat.



Gambar 2.4 Respon seismik dengan ketebalan yang berbeda (Widess, 1973)

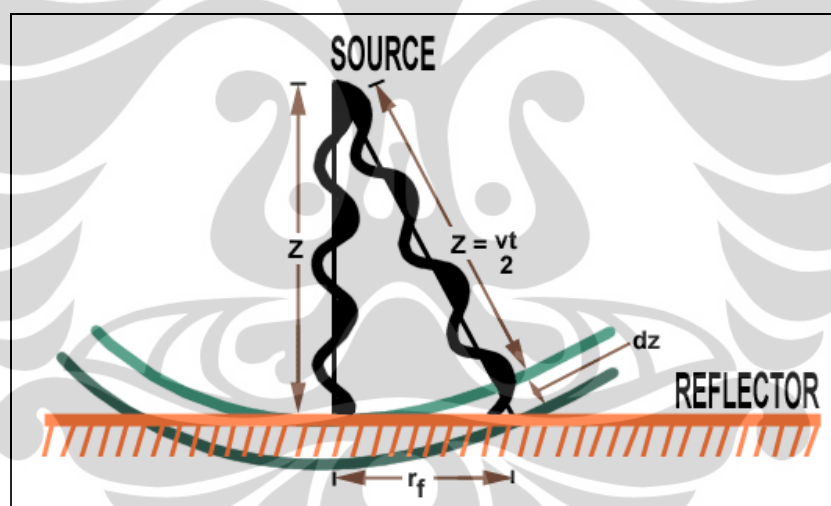
Berdasarkan pernyataan dari widess dan juga dengan pertimbangan kehadiran noise dan efek pelebaran wavelet terhadap kedalaman maka batas minimal resolusi vertikal yang dipakai adalah $\frac{1}{4} \lambda$.

2.3.2 Resolusi Lateral

Resolusi lateral didefinisikan sebagai jarak minimum dua titik reflektor yang dapat dipisahkan secara horisontal. Pada resolusi lateral, parameter yang berpengaruh adalah *Fresnel zone*. *Fresnel zone* adalah lebar bidang benda anomali

yang mampu dilihat oleh gelombang seismik. Luasan yang dapat dibentuk oleh *Fresnel zone* merupakan perbedaan jarak antara muka gelombang, maka *Fresnel zone* tergantung dari panjang gelombang yang dimiliki gelombang seismik tersebut. Selain bergantung pada panjang gelombang, *Fresnel zone* juga bergantung pada frekuensi.

Jika sebuah sinyal seismik bergerak dalam muka gelombang yang relatif memiliki frekuensi tinggi, maka *Fresnel zone* yang dihasilkan akan relatif sempit. Semakin kecil *Fresnel zone* yang terbentuk, maka semakin mudah dua titik refleksi yang dapat dipisahkan, maka dari itu, lebar dari *Fresnel zone* merupakan besar dari resolusi lateral. Selain frekuensi, *Fresnel zone* juga bergantung pada kecepatan dan kedalaman dari lapisan yang terefleksi. Berikut ini merupakan diagram untuk *Fresnel zone*.



Gambar 2.5 *Fresnel zone* (www.kaskus.us)

Secara matematika, fresnel zone dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$r_f = \frac{v}{2} \left(\frac{t}{f} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.4)$$

Dimana : r_f = radius fresnel

v = kecepatan

t = *two-way travel time*

f = frekuensi

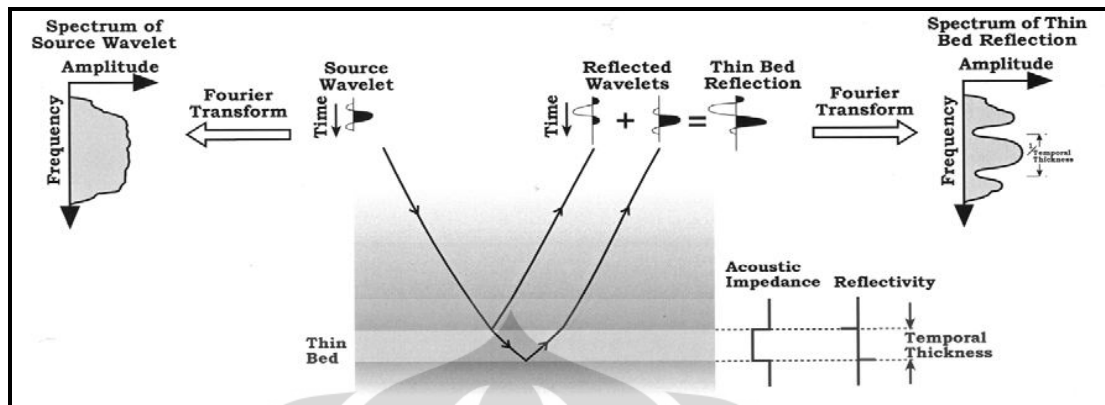
2.4 Spectral Decomposition

Spectral Decomposition dimanfaatkan untuk menggambarkan dan memetakan lapisan tipis dan diskontinuitas geologi. Teknik ini dapat meningkatkan definisi prospek melewati resolusi *tuning seismic* dan dapat membantu memecahkan sesuatu yang tidak dapat diselesaikan dalam *domain* waktu. *Spectral decomposition* merupakan teknik lanjutan yang menekankan analisis amplitudo dari suatu tras seismik. Spektrum amplitudo adalah output untuk setiap sampel waktu dari tras seismik.

Ada beberapa metode *Spectral Decomposition* telah dikembangkan, seperti: DFT (*Discrete Fourier Transform*), MEM (*Maximum Entropy Method*), CWT (*Continuous Wavelet Transform*) dan MPD (*Matching Pursuit Decomposition*), EMD (*Empirical Mode Decomposition*) dan lain lain. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing masing.

Widess merupakan orang yang pertama kali menggunakan metode untuk menguantifikasi ketebalan suatu lapisan tipis pada tahun 1973. Metode yang dipakai adalah menggunakan separasi antara *peak* dan *trough* dalam kaitannya dengan amplitudo gelombang seismik. Metode ini sangat bergantung pada proses pengolahan data yang sangat akurat untuk menghasilkan suatu fase wavelet dan *amplitude trace* dengan *trace* sebenarnya. Meskipun memiliki tujuan yang sama, *Spectral Decomposition* menawarkan sebuah metode dengan menggunakan spektrum amplitudo yang tidak bergantung pada fase dan didesain untuk mengetahui tanggapan suatu lapisan tipis pada data seismik tiga dimensi. (Partyka et al., 1999).

Prinsip dasar dari metode *spectral decomposition* adalah suatu refleksi dari lapisan tipis mempunyai karakteristik tertentu didalam *domain* frekuensi yang dapat mengindikasikan ketebalan dari lapisan tersebut. Karakteristik tersebut biasanya tidak dapat terlihat pada *domain* waktu.



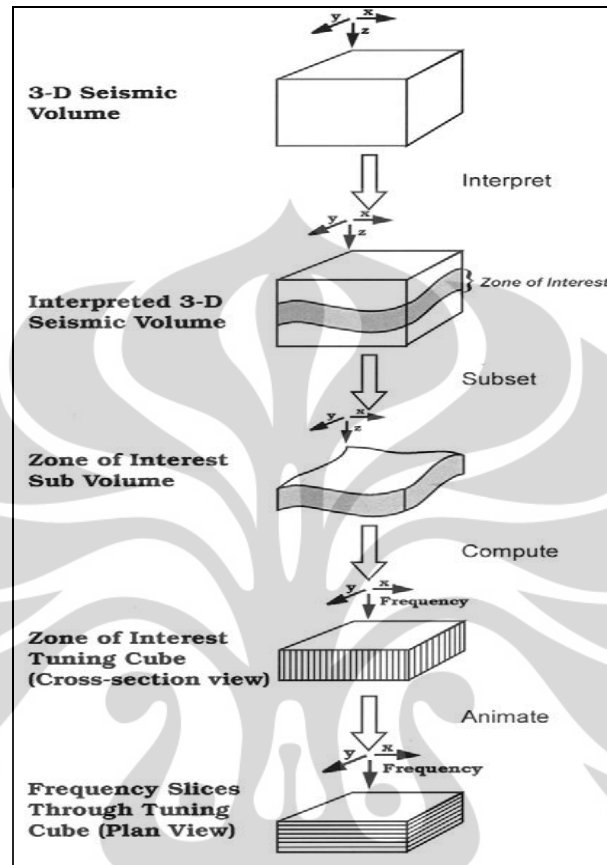
Gambar 2.6 Spektral suatu lapisan tipis (Partyka, 1999)

Pada umumnya, interpretasi data seismik dilakukan pada anomali amplitudo berdasarkan frekuensi dominan pada data seismik. Sedangkan metode *Spectral Decomposition* menggunakan komponen diskrit pada *bandwidth* seismik. Komponen frekuensi sendiri dapat digunakan untuk menginterpretasi dan mengetahui *detail* halus dari stratigrafi bawah permukaan.

Pendekatan yang sering dilakukan untuk mengkarakterisasi *reservoir* dengan menggunakan metode *spectral decomposition* adalah melalui suatu zona yang biasa disebut *tuning cube*. Konsep dasar dari *tuning cube* adalah refleksi dari lapisan tipis memiliki penggambaran yang baik pada kawasan frekuensi. Penggambaran karakteristik ini menunjukkan ketebalan lapisan tipis yang dapat dihasilkan di bawah $\frac{1}{4}$ panjang gelombang. Berdasarkan pada pemisahan waktu *peak and trough* pada wavelet, perhitungan ketebalan dapat memecahkan problem ini lebih baik dari $\frac{1}{4}$ panjang gelombang.

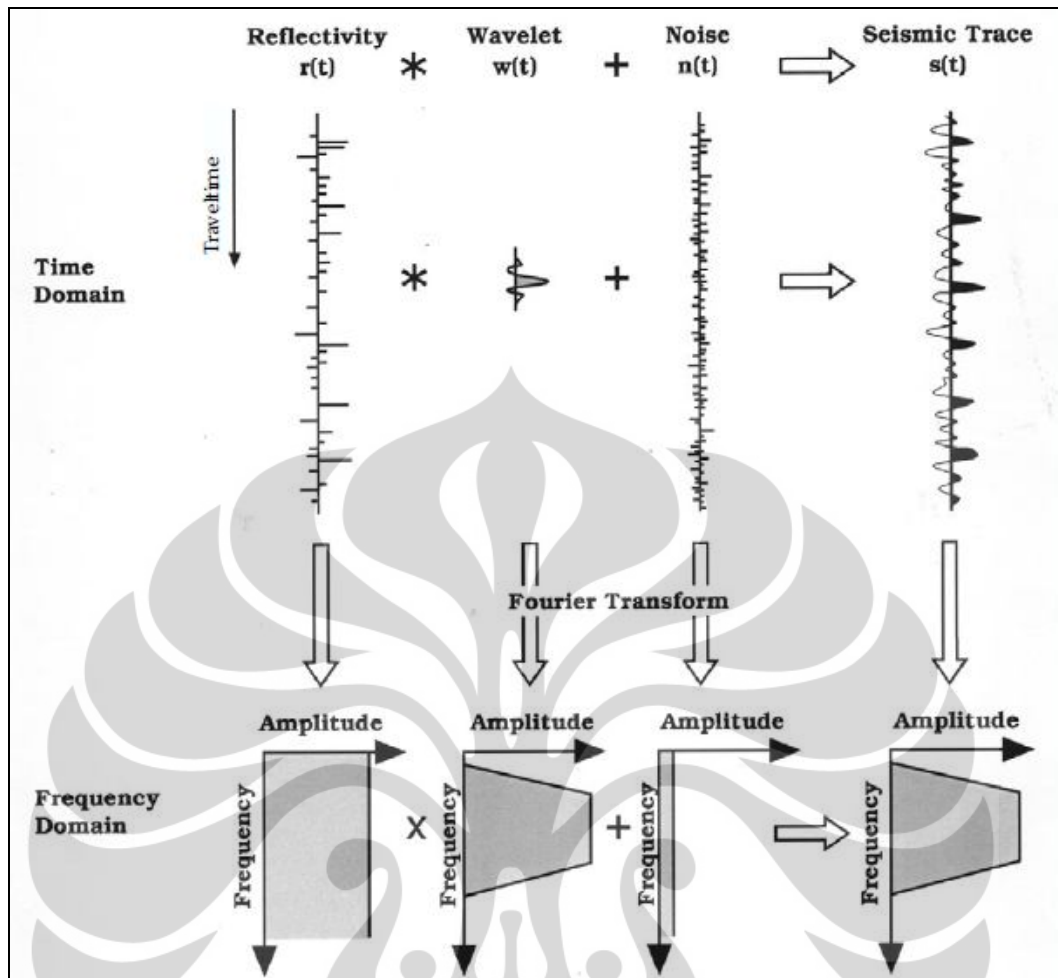
Pada *tuning cube*, data seismik 3D yang telah dikenai hasil akhir pemrosesan migrasi seismik, diinterpretasikan sehingga diperoleh suatu fokus objek yang akan diproses selanjutnya. Setelah diperoleh fokus objek tersebut kemudian data tersebut ditransformasikan ke dalam domain frekuensi dan dapat dilakukan sayatan frekuensi pada data tersebut. Sayatan frekuensi ini sering disebut *tuning*

map. Tuning map digunakan untuk mengidentifikasi tekstur dan pola pada saat proses geologi.



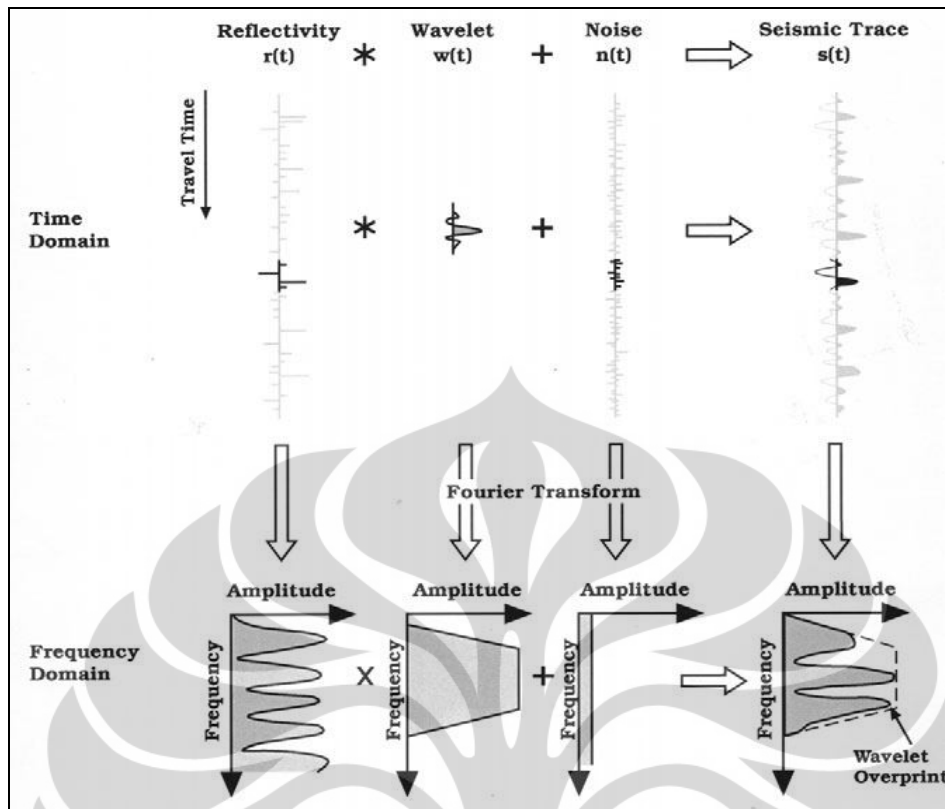
Gambar 2.7 *Zone-of-interest tuning cube* (Partyka, 1999)

Ketika menjalankan *spectral decomposition*, terdapat perbedaan respon frekuensi antara spectrum amplitude *long window* dan *short window* yang cukup signifikan. Perubahan pada *long window* mendekati spectrum *wavelet*. Ketika *long window* tidak dapat diperkirakan, maka spectrum *reflectivity* akan menjadi *flat*.



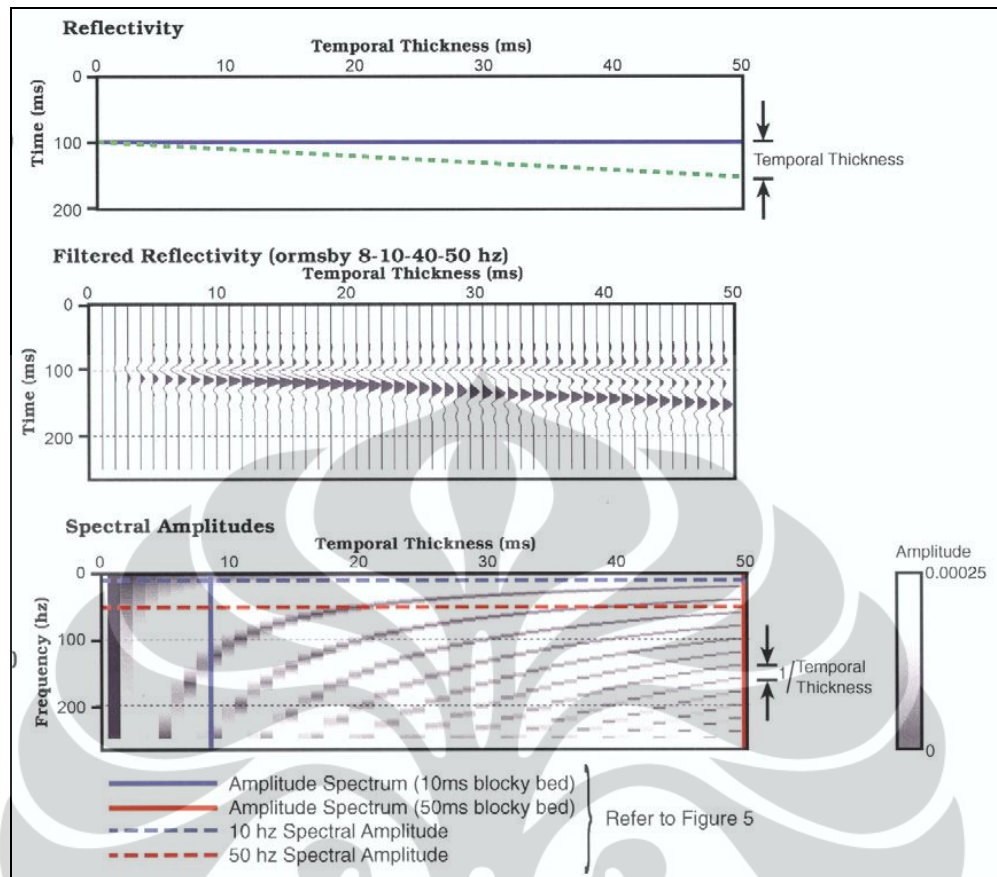
Gambar 2.8 *Long window spectral decomposition* dan hubungannya dengan model convolusi.

Pada analisis *long window*, kondisi geologi sulit diprediksi dan pada domain frekuensi tidak tampak adanya reflektivitas wavelet. Sedangkan pada analisis *short window*, terlihat refleksi *wavelet* yang menunjukkan filter local geologi yang teratur pada kawasan frekuensi.



Gambar 2.9 *Short window spectral decomposition* dan hubungannya dengan model convolusi.

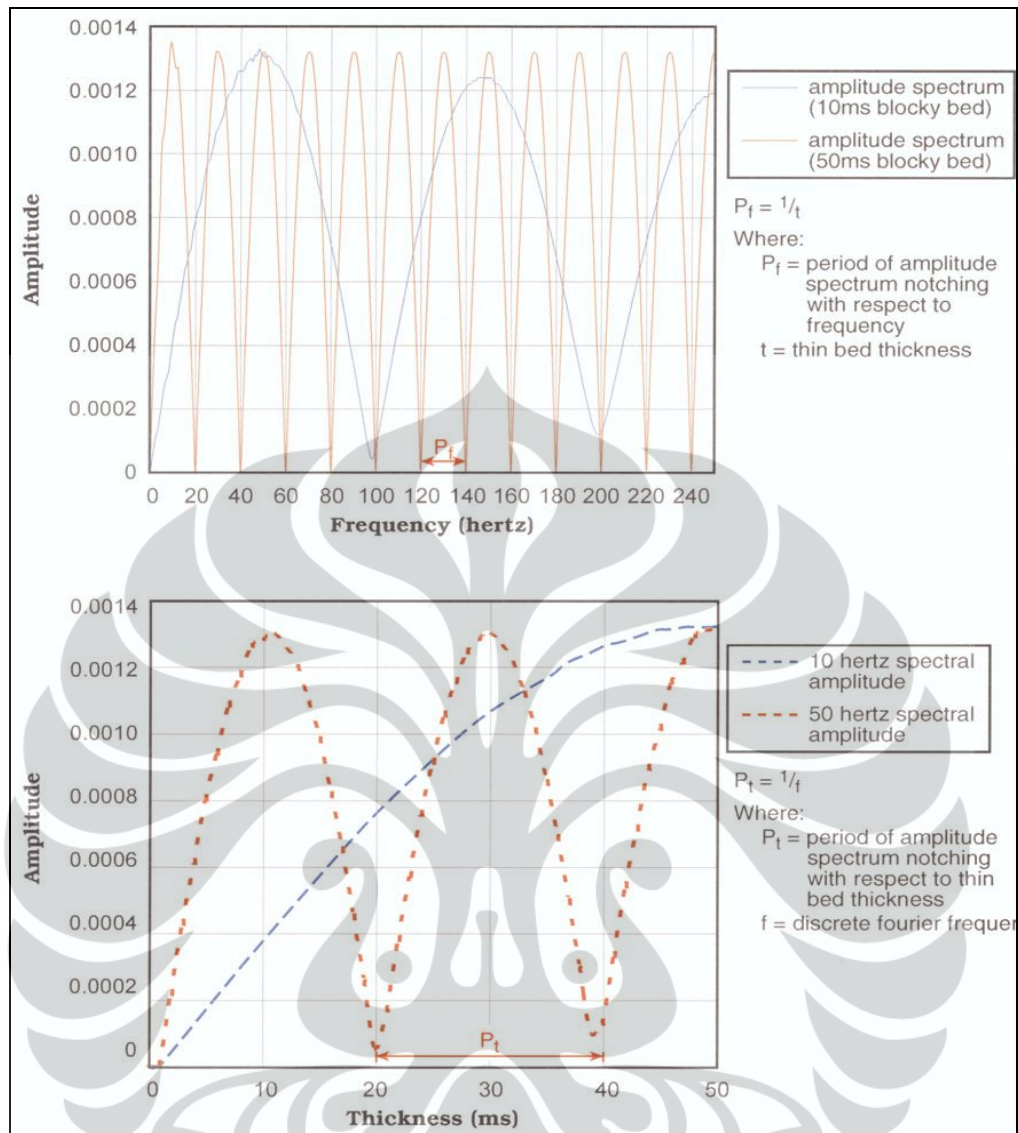
Spectral Decomposition dan fenomena *tuning* lapisan tipis dapat diilustrasikan dengan model *wedge* sederhana. Respon *temporal* terdiri dari dua *spike reflectivity* yang sama, tetapi mempunyai *magnitude* yang berlawanan. *Top wide* ditandai dengan nilai koefisien refleksi negatif dan *bottom* dapat terlihat. Refleksi pada *top* dan *bottom* memiliki ketebalan yang besar, tetapi seakan-akan terlihat seperti refleksi tunggal pada *wedge thins*.



Gambar 2.10 Model *wedge* sederhana. (a) Reflektifitas; (b) *filtered reflectivity*; (c) spektrum amplitudo (Partyka, 1999).

Spektrum amplitudo *short window* telah dihitung untuk setiap *reflectivity trace*. Ketebalan temporal *wedge* menentukan periode *notche spectrum amplitude* dalam domain frekuensi. Pada gambar dibawah ini $P_f = 1/t$, dimana P_f = periode *notches* pada spektrum amplitudo yang menunjukkan ketebalan temporal dalam domain frekuensi (Hz), dan t = ketebalan lapisan tipis (s).

Nilai dari komponen frekuensi menentukan lebar periode *notche spectrum amplitude* yang menunjukkan ketebalan temporal dalam domain waktu. $P_t = 1/f$, dimana P_t = periode *notche* dalam spektrum amplitudo yang menunjukkan ketebalan temporal (s) dan f = frekuensi fourier diskrit.



Gambar 2.11 *Tuning* lapisan tipis dari amplitudo vs frekuensi (a) dalam domain frekuensi; (b) ketebalan temporal dalam domain waktu (Partyka, 1999).

2.5 Fast Fourier Transform

Fast fourier transform (FFT) merupakan algoritma yang efisien untuk menghitung *discrete fourier transform* (DFT) dan inversinya. DFT mendekomposisi suatu rangkaian nilai kedalam komponen-komponen frekuensi yang berbeda-beda. FFT memberikan hasil yang sama dengan menggunakan DFT tetapi lebih cepat. (Budi, 2011)

Metode *Discrete Fourier Transform* didasarkan pada proses transformasi data seismik dalam domain waktu, $g(t)$, ke dalam domain frekuensi, $G(f)$:

$$G(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t)e^{-2\pi f t} dt \quad (2.5)$$

Secara spesifik, *Discrete Fourier Transform* menghitung nilai amplitudo pada tiap hertz dari frekuensi awal hingga frekuensi akhir. Secara matematika dapat ditulis sebagai berikut :

$$DFT = A(k) = \sum_{j=0}^{N-1} a(j)e^{-i2\pi jk/N} \quad (2.6)$$

Dimana : $a(j)$ = nilai amplitudo pada *trace* seismik pada sampel j

$A(k)$ = nilai amplitudo pada *trace* yang dirubah pada frekuensi k

N = jumlah sampel

Berdasarkan Teori Euler, $e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$, sehingga didapatkan persamaan :

$$DFT = A(k) = \sum_{j=0}^{N-1} a(j) \left[\cos\left(\frac{2\pi jk}{N}\right) + i \sin\left(\frac{2\pi jk}{N}\right) \right] \quad (2.7)$$

Hasilnya merupakan suatu spektrum kompleks, dengan bagian riilnya adalah kosinus dan bagian imajinaer adalah sinus. $A(k)$ merupakan spektrum amplitudo dan $\gamma(k)$ merupakan spektrum fasa.

Spektrum amplitudo didapat dari persamaan :

$$A(k) = \sqrt{\text{Re}(A(k))^2 + \text{Im}(A(k))^2} \quad (2.8)$$

Spektrum fasa didapat dari persamaan :

$$\theta_i(t) = \arctan \frac{\text{Re } A(k)}{\text{Im } A(k)} \quad (2.9)$$

2.6 Empirical Mode Decomposition (EMD)

Metode *Empirical Mode Decomposition* merupakan metode yang dikembangkan oleh Huang pada tahun 1998. Metode ini digunakan untuk menganalisis suatu sinyal non-stasioner dan nonlinier. Kombinasi antara EMD dan Hilbert transform diharapkan dapat memetakan gambaran bawah permukaan dengan baik. Ada dua langkah dalam metode ini, yaitu EMD itu sendiri dan Hilbert Transform.

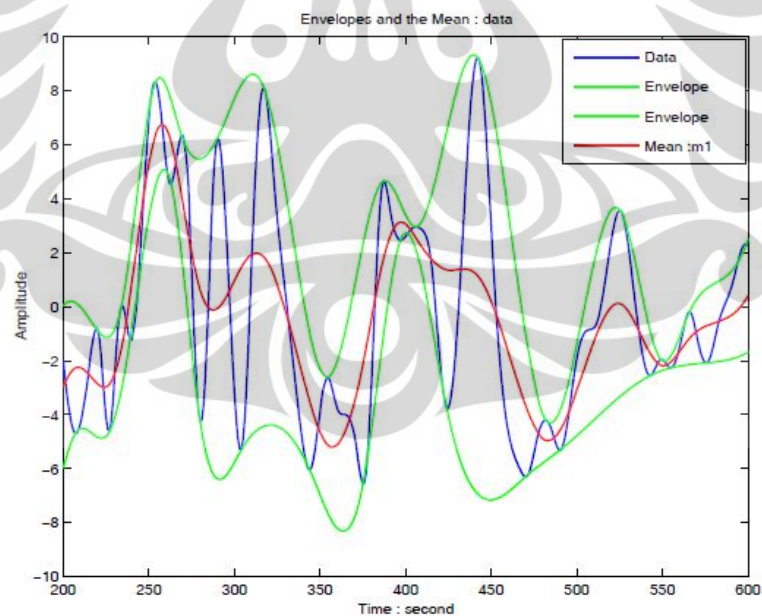
Universitas Indonesia

2.6.1 Empirical Mode Decomposition (EMD)

EMD (*Empirical Mode Decomposition*) membagi suatu sinyal utama menjadi beberapa sub-sinyal yang bervariasi, yang memiliki berbagai macam frekuensi. Beberapa sub-sinyal tersebut biasa disebut IMF (*Intrinsic Mode Function*). Penjumlahan dari setiap IMF tersebut akan menghasilkan sinyal utama. IMF yang pertama akan memiliki frekuensi yang tertinggi dan IMF yang terakhir akan terdiri dari frekuensi yang terendah (Battista, 2007).

Berikut ini merupakan tahapan melakukan metode *Empirical Mode Decomposition* :

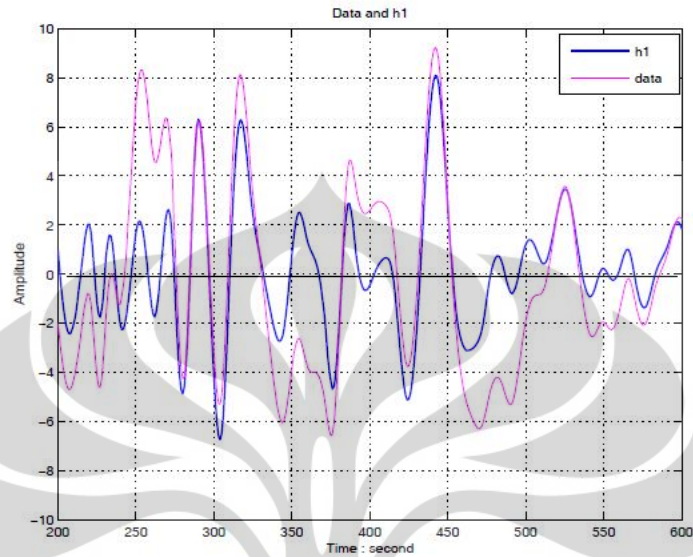
- i. Menentukan nilai *positive peaks* (local maxima) dan *negative peaks* (local minima) dari suatu sinyal $X(t)$.
- ii. Melakukan interpolasi dari setiap nilai *positive peak* menjadi upper envelope (e_{\max}) dan interpolasi *negative peak* menjadi lower envelope (e_{\min}). Rata-rata $m_1 = (e_{\max} + e_{\min})/2$.



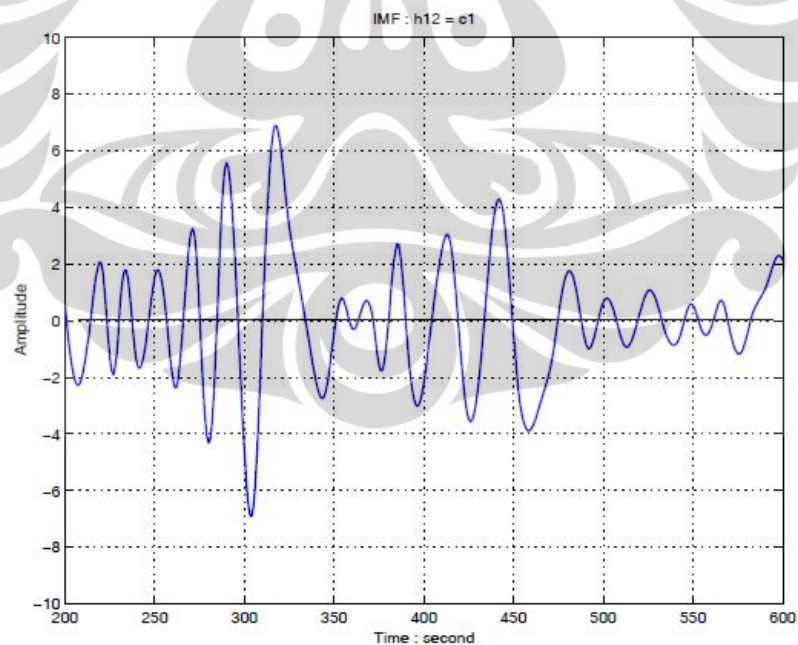
Gambar 2.12 Contoh data yang sudah ditentukan *envelope* dan juga nilai rata-rata m_1 .

- iii. Hitung $h_1 = X(t) - m_1$

iv. h_1 merupakan sebuah sinyal baru, lalu kembali ke langkah (i) dan ulangi terus hingga $m_i=0$. Setelah nilai rata-rata bernilai 0, maka sinyal tersebut menjadi IMF1

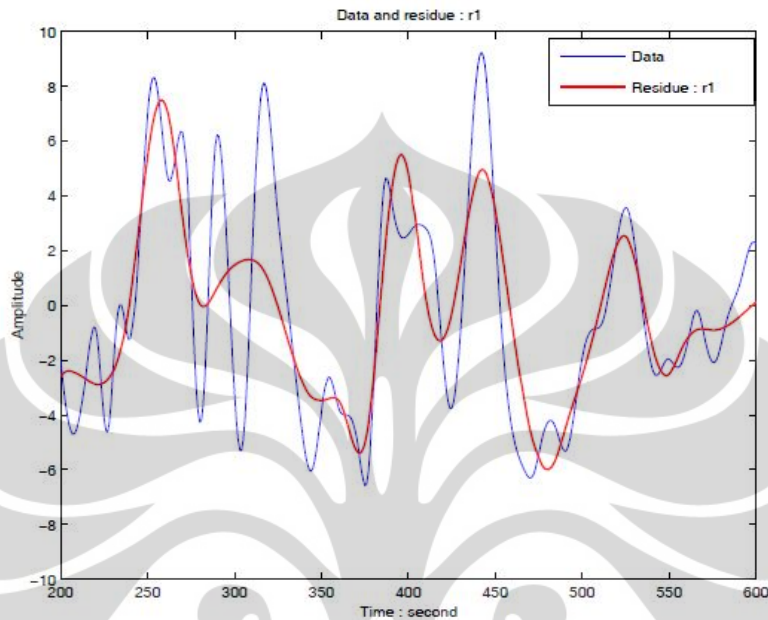


Gambar 2.13 h_1 yang merupakan hasil pengurangan antara data dan rata-rata m_1



Gambar 2.14 IMF1 yang didapat setelah melakukan iterasi hingga rata-rata $m_1=0$

- v. Residual $r_1 = X(t) - \text{IMF1}$. Residual r_i akan menjadi sinyal baru dan akan kembali ke langkah (i), untuk mendapatkan IMF2
- vi. Langkah (i) sampai (v) diulangi sampai residual menjadi fungsi yang monotonik atau tidak ada IMF yang bisa dikurangi lagi.



Gambar 2.15 Residue (r_1) yang didapat dari pengurangan antara data dan IMF1.

2.6.2 Hilbert Spectrum

Hilbert Transform diaplikasikan untuk setiap komponen IMF (I_i), sehingga menghasilkan data serie $L_i(t)$

$$L_i(t) = \frac{1}{\pi} P \int_{-\infty}^{\infty} \frac{I_i(\tau)}{t - \tau} d\tau \quad (2.10)$$

dimana P merupakan nilai *Cauchy Principle*. Sebuah sinyal $Z(t)$ dapat dibuat dari

$$Z_i(t) = I_i(t) + jL_i(t) = a_i(t)e^{j\theta_i(t)} \quad (2.11)$$

dimana $a_i(t)$ merupakan amplitudo dan $\theta_i(t)$ merupakan fase dapat ditentukan dari

$$a_i(t) = [I_i(t) + L_i(t)]^{1/2} \quad (2.12)$$

$$\theta_i(t) = \arctan \frac{L_i(t)}{I_i(t)} \quad (2.13)$$

Instantaneous frequency $\omega_i(t)$ dari sinyal didefinisikan sebagai turunan dari fase (Huang 1998).

$$\omega_i(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\theta_i(t)}{dt} \quad (2.14)$$

Distribusi *time-frekuensi* dari amplitudo didapat dari *Hilbert spectrum*

$$H(\omega, t) = \text{Re} \sum_{i=1}^n a_i(t) e^{j \int \omega_i(t) dt} \quad (2.15)$$

Dari persamaan diatas, didapatkan *Marginal Hilbert Spectrum*. *Marginal Hilbert Spectrum* merupakan suatu ukuran dari kontribusi energi total dari masing-masing frekuensi. *Marginal Hilbert Spectrum* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$h(\omega) = \int_0^T H(\omega, t) dt \quad (2.16)$$

dimana T adalah panjang data total.

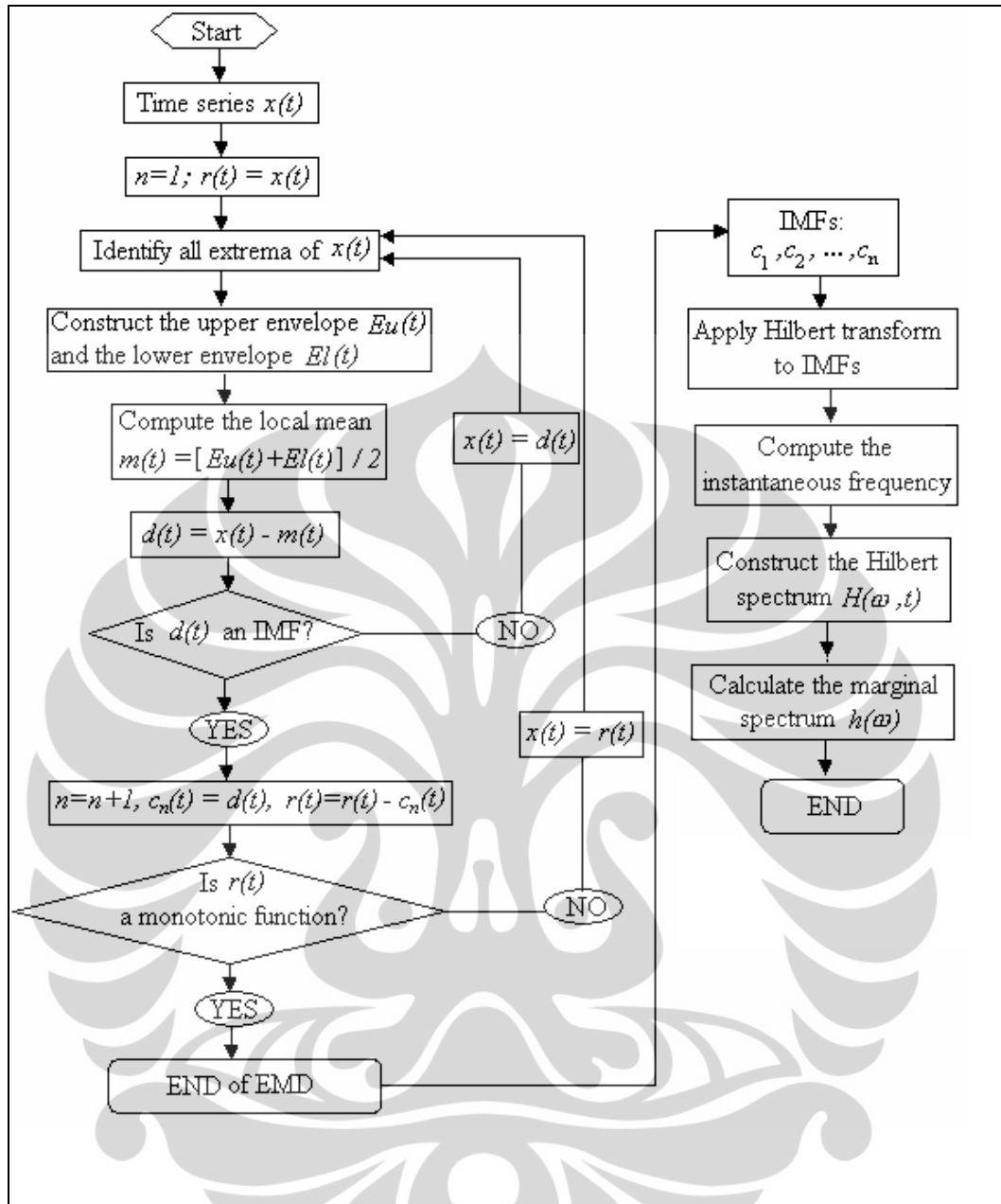
BAB III PENGOLAHAN DATA

3.1 Pengolahan Data Seismik Sintetik

Pada pengolahan data sintetik, data yang pertama kali diolah adalah data sintetik satu dimensi. Data sintetik ini merupakan sebuah trace sederhana yang memiliki variasi frekuensi 15, 25, 40 dan 70 Hz. Data ini merupakan data *time series*. Metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Empirical Mode Decomposition* (EMD) diaplikasikan untuk data *time series* tersebut untuk kemudian dibandingkan hasilnya.

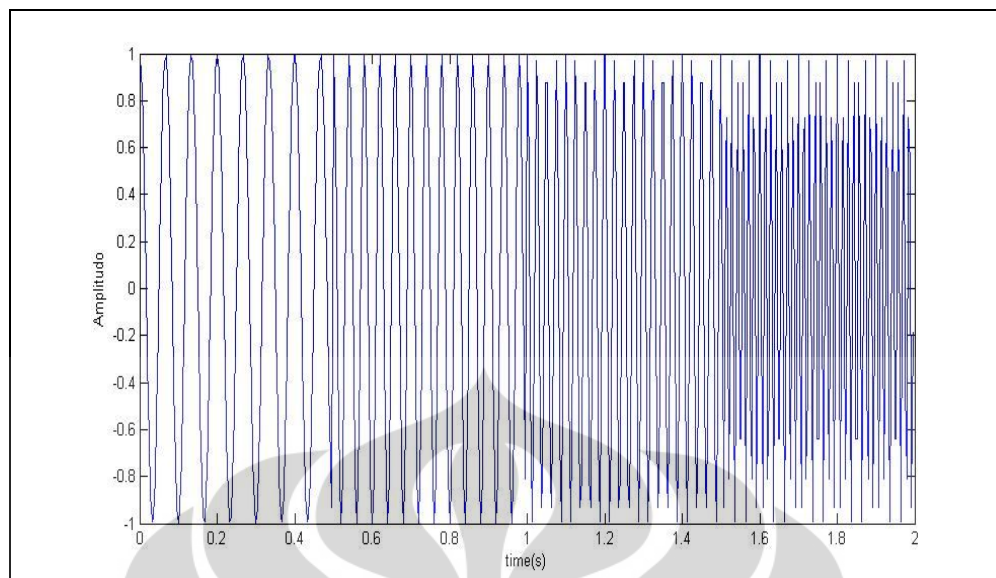
Fungsi FFT merupakan fungsi bawaan dari matlab. Algoritma yang digunakan merupakan algoritma FFT Cooley Tukey. Algoritma ini memecahkan DFT menjadi DFT yang lebih kecil dan mengkombinasikannya dengan algoritma yang lain seperti algoritma Rader dan Bluestein untuk menangani faktor utama besar yang tidak dapat di dekomposisi oleh Cooley Tukey atau algoritma faktor utama dapat dimanfaatkan dalam memisahkan secara keseluruhan faktor utama agar lebih efisien.

Sedangkan algoritma yang digunakan dalam metode EMD merupakan kombinasi EMD yang dibuat oleh Huang dan Hilbert Transform oleh Hilbert. Oleh karena itu sering dikenal dengan metode HHT (Hilbert-Huang Transform).



Gambar 3.1 Diagram alir metode *Empirical Mode Decomposition* (Hsu, 2006)

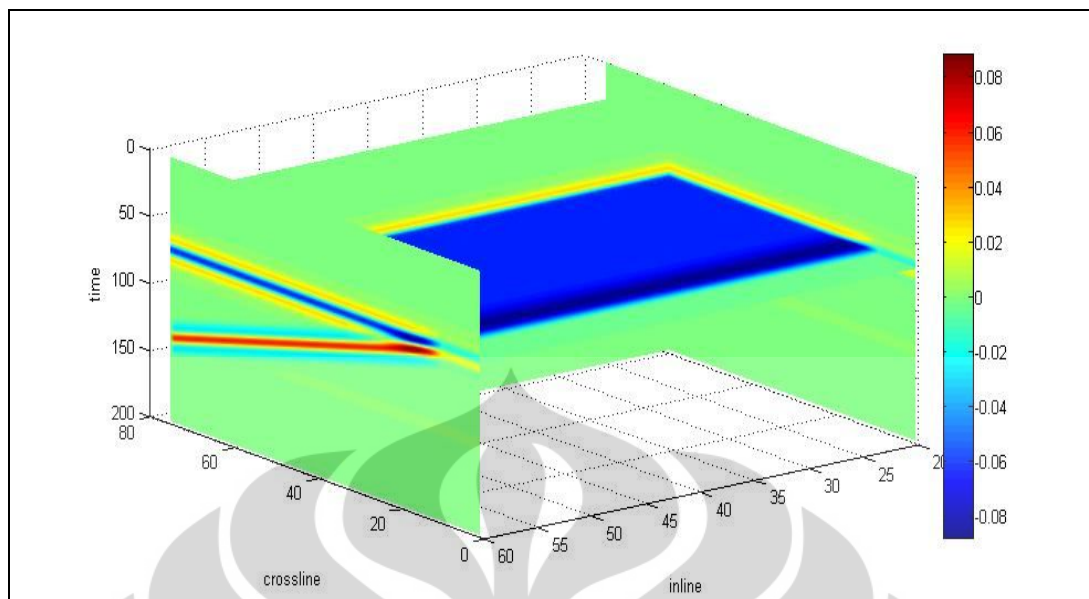
Model sebuah trace ini dengan tujuan untuk melihat kemampuan suatu metode untuk mendecompose suatu *time-series* ke dalam suatu frekuensi – frekuensi tertentu.



Gambar 3.2 Gelombang sederhana yang terdiri dari frekuensi 15,25,40 dan 70 Hz

Selanjutnya digunakan data sintetik tiga dimensi. Data sintetik yang digunakan adalah model baji. Model baji sintetik ini dibuat dengan menentukan koefisien refleksi. Koefisien refleksi yang digunakan yaitu sebesar -0.5 untuk atas dan 0.5 untuk base nya. Kemudian model ini di konvolusikan ricker wavelet 25 Hz dan sampel interval 2 ms. Model ini dalam bentuk 3 dimensi dan memiliki 128 sampel vertikal, 75 inline dan 80 crossline. Interface top dan base dapat dibedakan pada bagian yang relatif tebal tetapi refleksinya akan berinterferensi destruktif ketika ketebalannya berkurang. Semua trace dalam model tersebut diproses dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Empirical Mode Decomposition* (EMD) untuk melihat perbandingannya.

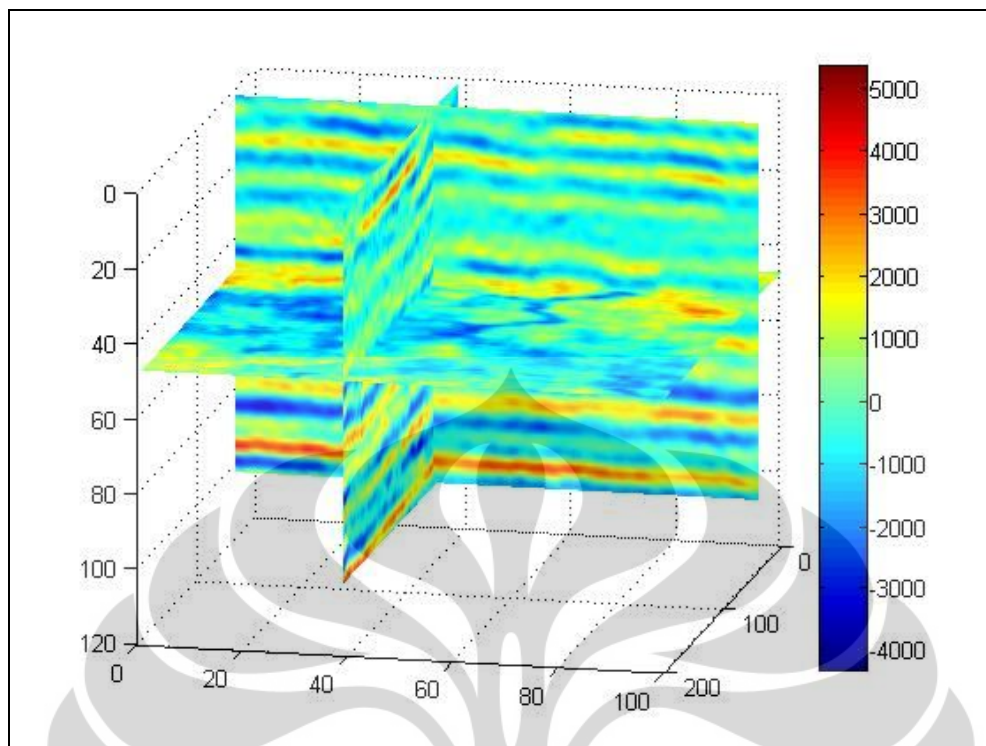
Tujuan dari pemrosesan data sintetik tiga dimensi ini adalah supaya kita dapat melihat dengan baik ilustrasi efek tuning pada kasus lapisan tipis. Model ini juga diharapkan dapat dijadikan sebagai model hipotesis dari suatu lapisan yang menjadi tebal di satu arah. Selain itu dengan model ini diharapkan kita juga dapat mengetahui tampilan data tersebut dalam potongan frekuensi menggunakan dekomposisi spektral.



Gambar 3.3 Model tiga dimensi

3.2 Pengolahan Data Seismik *real*

Pada pengolahan data seismik *real* ini digunakan data Stratton Field, Texas. Data ini memiliki 101 sampel waktu dengan sampling rate 2 ms, dan memiliki 100 line dan 200 crossline. Dengan menentukan zona ini diharapkan akan memberi perkiraan yang baik pada representasi domain frekuensi. Penentuan zona yang diinginkan ini dilakukan dengan meninjau *time slice* dari data seismik tersebut.



Gambar 3.4 Data real pada *inline 39*, *crossline 39* dan *time slice 47*

Data seismik *real* tersebut kemudian diolah dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Empirical Mode Decomposition* (EMD). Dengan demikian kita dapat menentukan metode mana yang lebih baik dalam menggambarkan peta bawah permukaan.

Pengolahan data seismik *real* ini bertujuan untuk mengaplikasikan metode dekomposisi spektral untuk memetakan lapisan bawah permukaan. Selain itu juga diharapkan kita dapat melihat dengan baik efek tuning pada kasus lapisan tipis. Selain itu dengan melakukan proses Dekomposisi Spektral pada data *real* tersebut, diharapkan kita juga dapat mengetahui tampilan data tersebut dalam potongan frekuensi menggunakan dekomposisi spektral. Pada proses FFT, Transformasi ini dilakukan dengan menggunakan output sebanyak 256. Digunakan jumlah sampel sebanyak 256 buah dengan tujuan agar data yang diproses lebih rapat, sehingga lebih banyak informasi yang didapat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

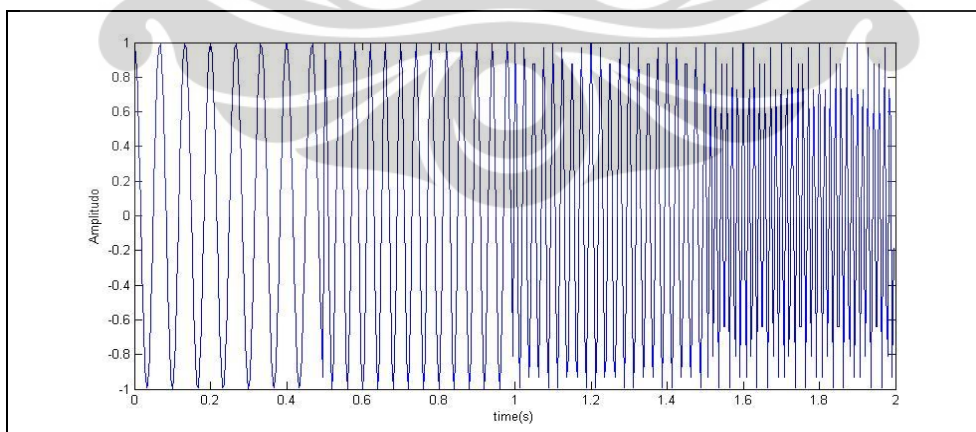
4.1 Hasil dan Pembahasan Pengolahan Data Sintetik

Data sintetik merupakan data *time series*. Metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Empirical Mode Decomposition* (EMD) diaplikasikan untuk data *time series* tersebut untuk kemudian dibandingkan hasilnya.

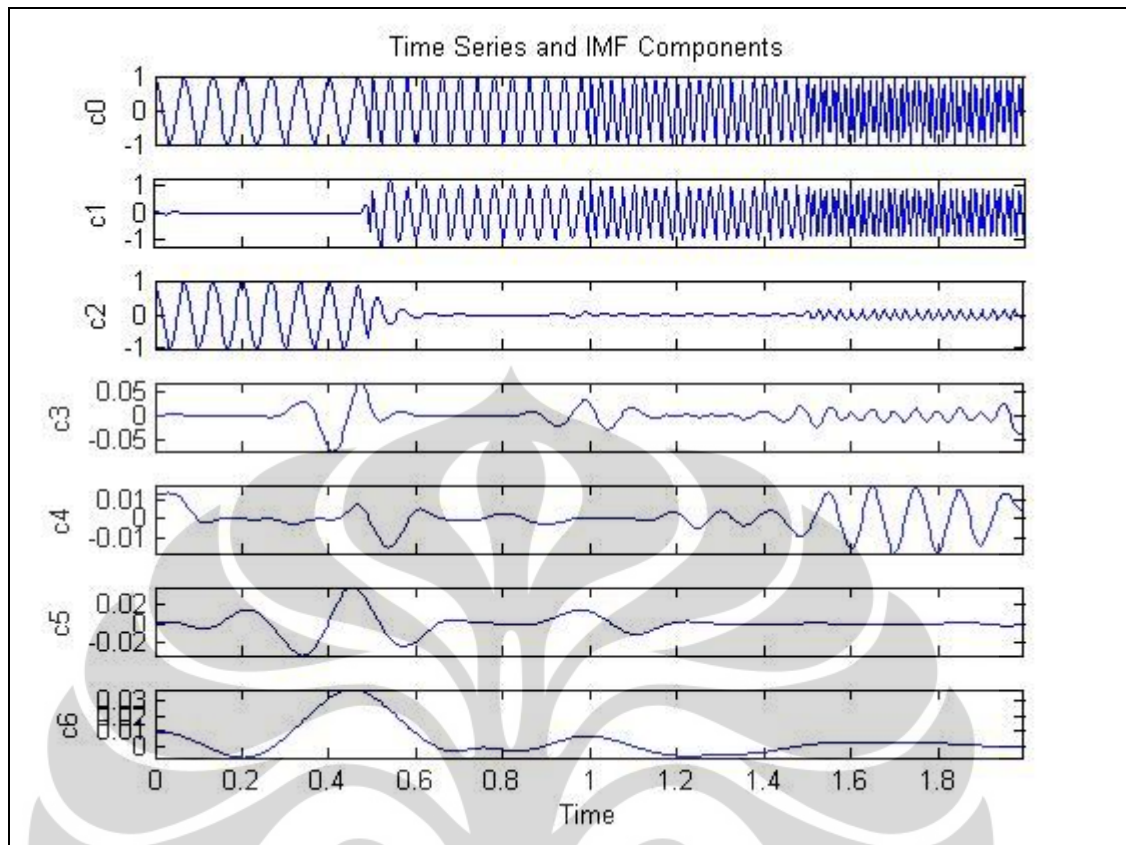
4.1.1 Data sintetik satu dimensi

Dari data sintetik satu dimensi yang berupa gelombang sederhana dengan frekuensi 15, 25, 40 dan 70 Hz, dapat dilihat bahwa gambar yang dihasilkan metode EMD lebih baik dalam memetakan *temporal thickness*. Spektrum yang dihasilkan oleh EMD lebih fokus menampilkan frekuensi tertentu tanpa efek rata-rata yang dihasilkan oleh metode FFT.

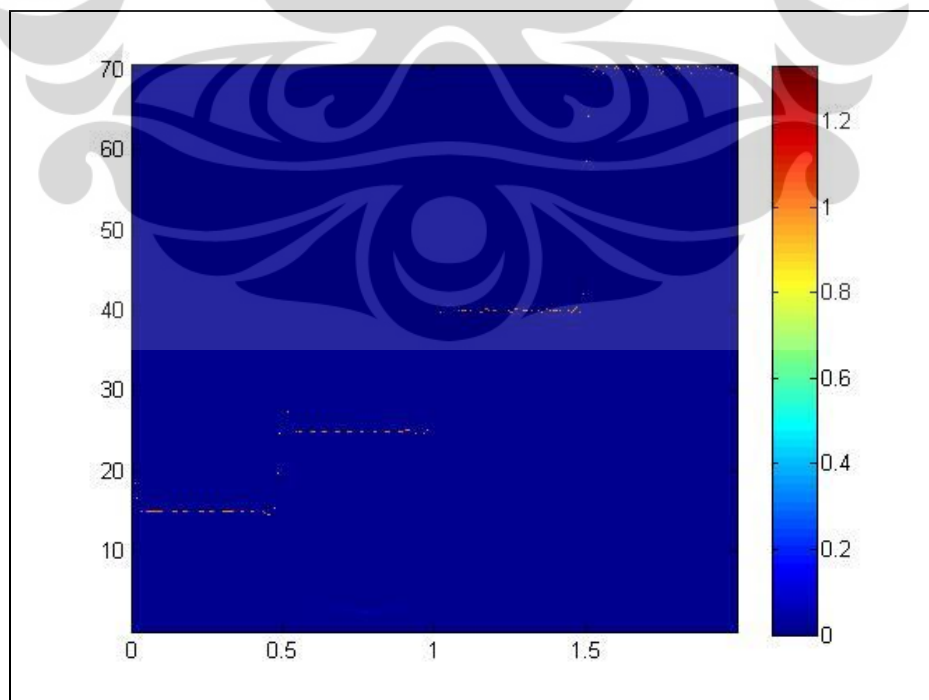
Hal yang pertama dilakukan dalam proses EMD adalah menghasilkan IMF (*Intrinsic Mode Function*), yang merupakan dekomposisi dari EMD. Berikut ini merupakan IMF yang dihasilkan dari proses EMD menggunakan gelombang sederhana dengan frekuensi 15, 25, 40 dan 70 Hz .



Gambar 4.1 Data sintetik yang terdiri dari frekuensi 15,25,40 dan 70 Hz

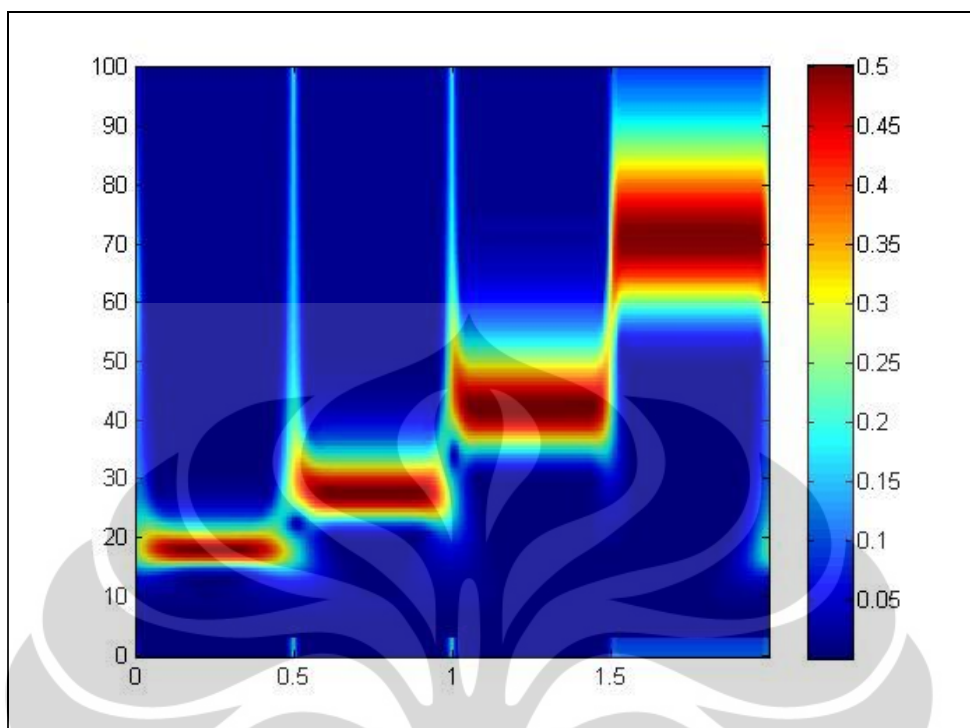


Gambar 4.2 IMF component dari data sintetik



Gambar 4.3 Spektrum *time-frekuensi* yang dihasilkan dari EMD

Universitas Indonesia

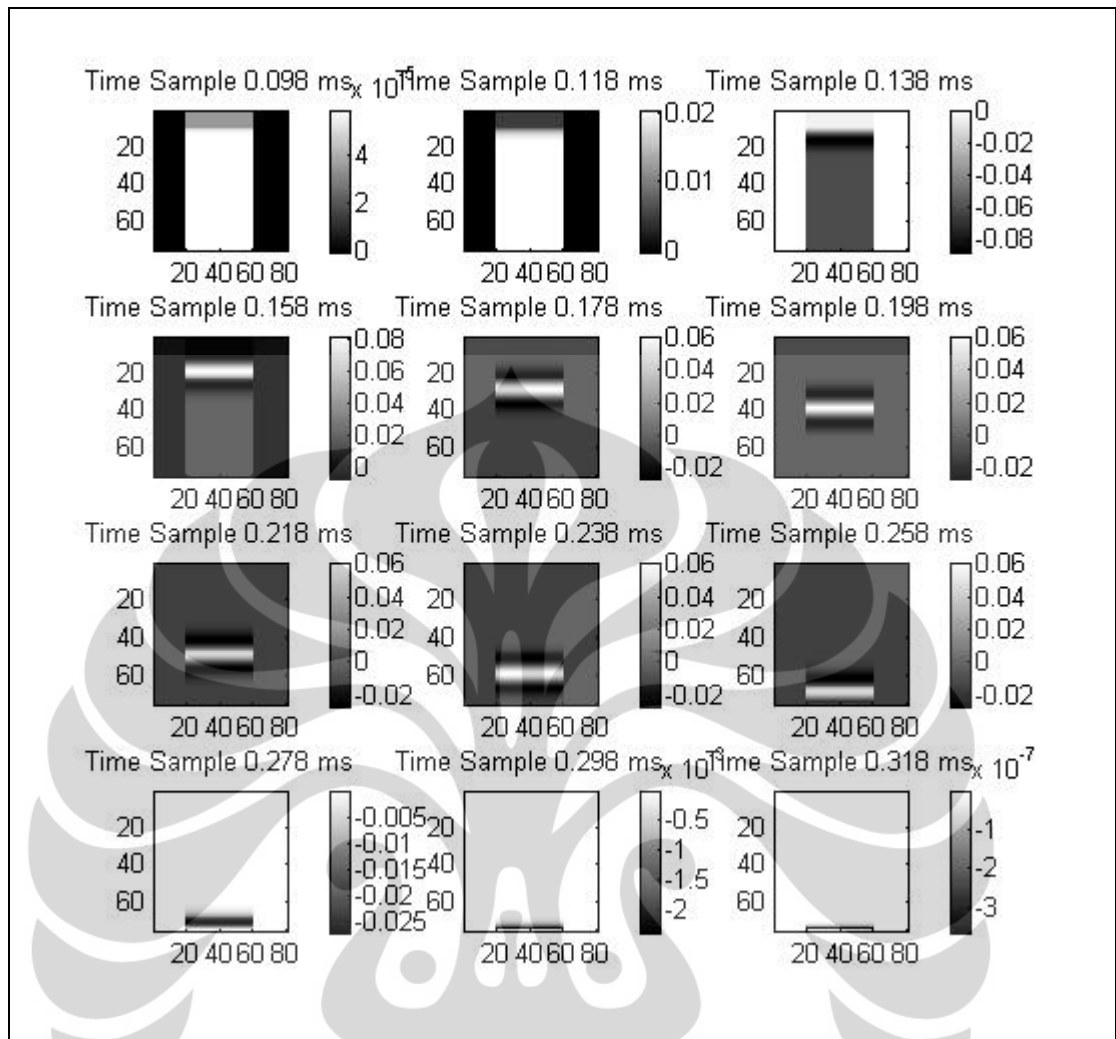


Gambar 4.4 Spektrum *time-frekuensi* yang dihasilkan dari FFT

Pada spektrum *time-frekuensi map* yang dihasilkan oleh FFT menghasilkan spektrum yang cukup baik secara lateral, tetapi kurang memuaskan secara temporal. Dalam hal ini terjadi pelebaran nilai temporal. Contohnya untuk frekuensi 15 hz, jika dilihat pada gambar 4.4, nilainya menjadi berkisar antara 12 hz hingga 20 hz.

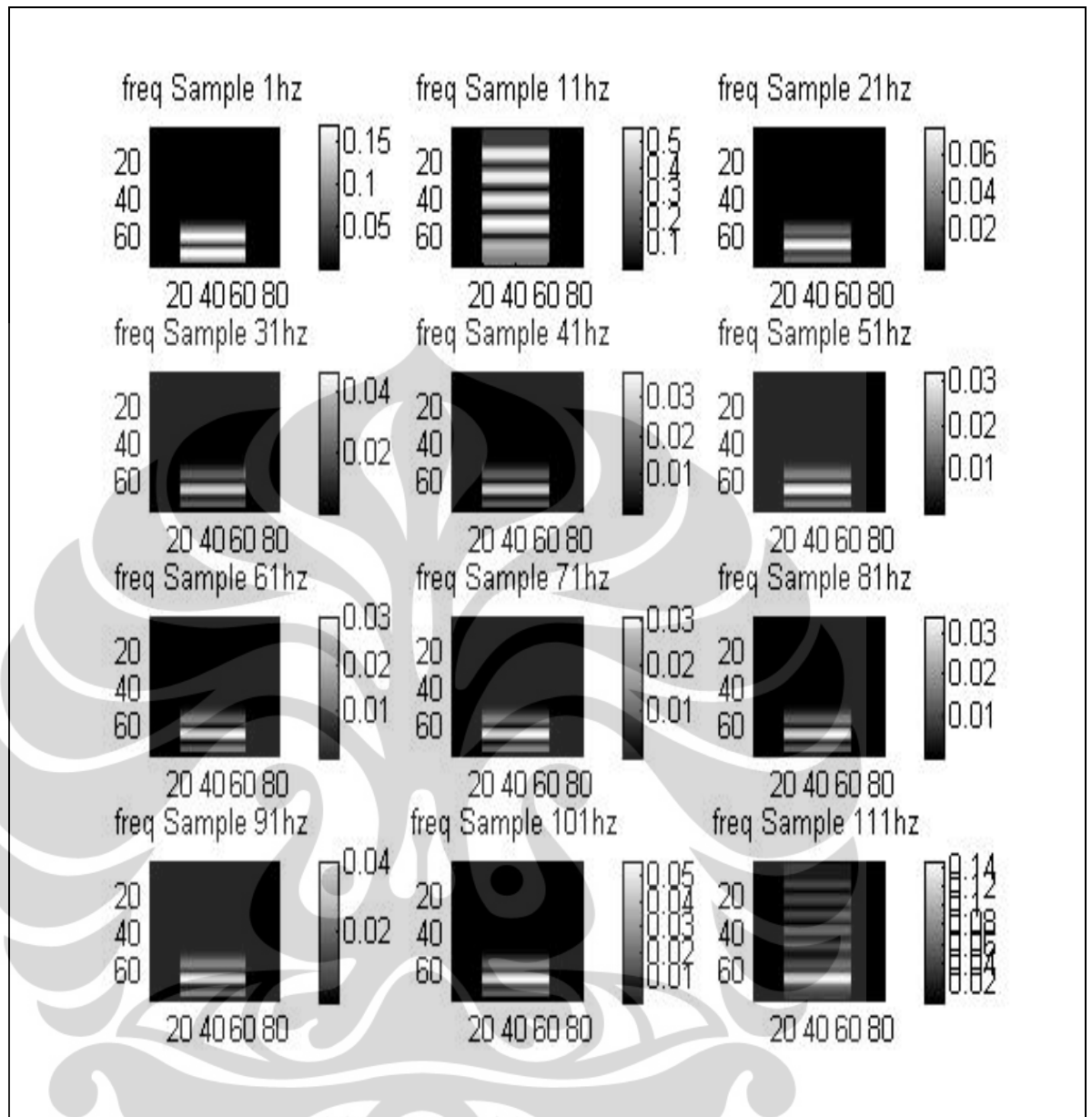
4.1.2 Data sintetik tiga dimensi

Pada proses data sintetik tiga dimensi, pertama yang dilakukan adalah membuat peta *time slice*. Dari peta *time slice* dapat dilihat bahwa ia hanya memetakan sebagian daerah dari model tersebut. Hal ini dikarenakan *time slice* sensitif terhadap posisi interface dalam domain waktu. Dari *time slice* tersebut terlihat bahwa model baji tersebut menebal ke bawah. (Budi, 2011)



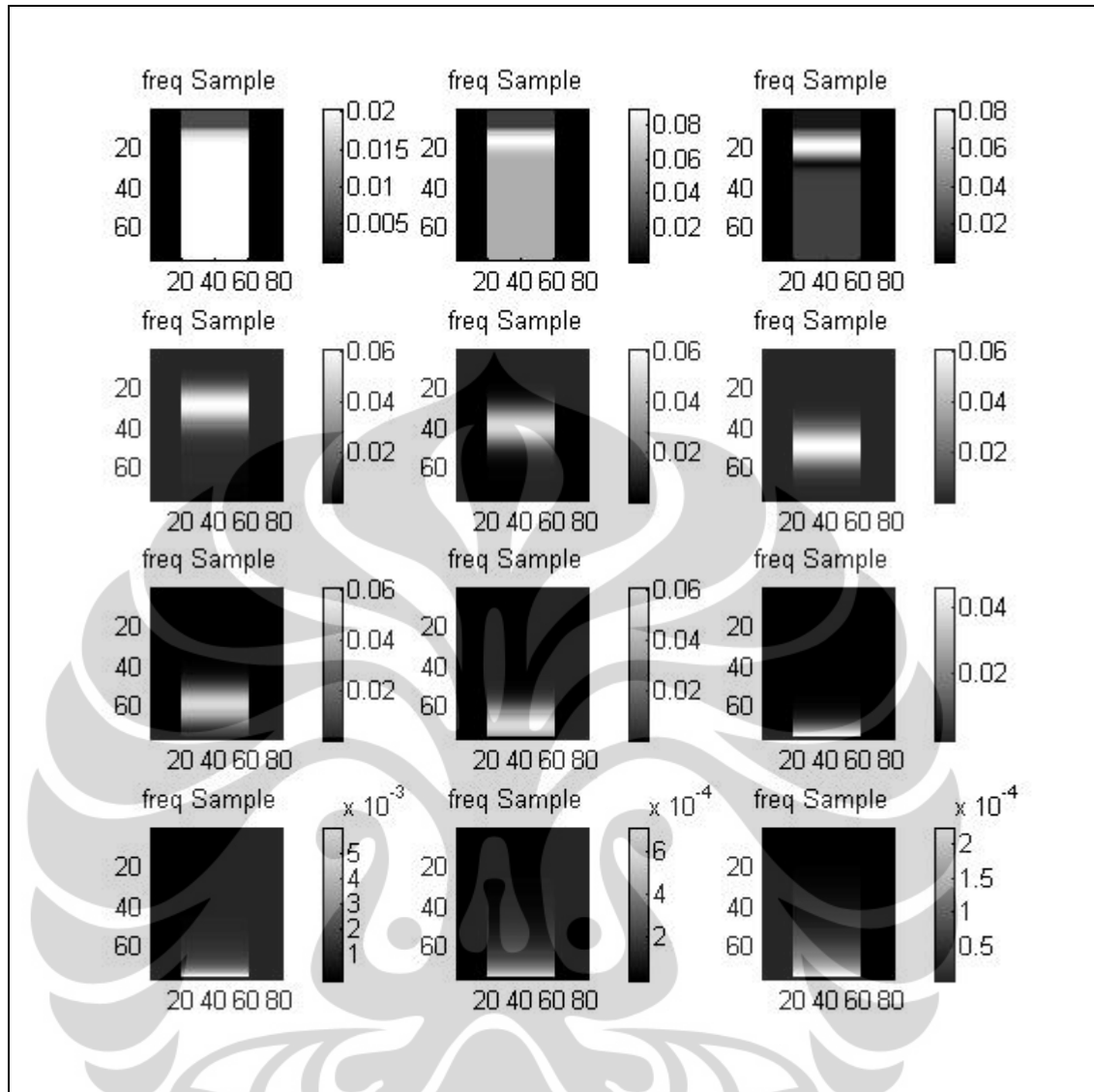
Gambar 4.5 *Time slice* dari data sintetik tiga dimensi.

Proses selanjutnya adalah melakukan pengolahan data menggunakan metode FFT. Pada proses ini digunakan 125 sampel. Pada hasil pengolahan data dengan FFT menunjukkan pola terang gelap pada frekuensi yang berbeda- beda. Berikut ini merupakan hasil frekuensi slice menggunakan metode FFT.



Gambar 4.6 Frequency slice data yang dihasilkan dari FFT.

Setelah melakukan proses FFT, proses selanjutnya adalah melakukan proses EMD. Data yang digunakan pada proses ini adalah data yang sama dengan proses FFT.

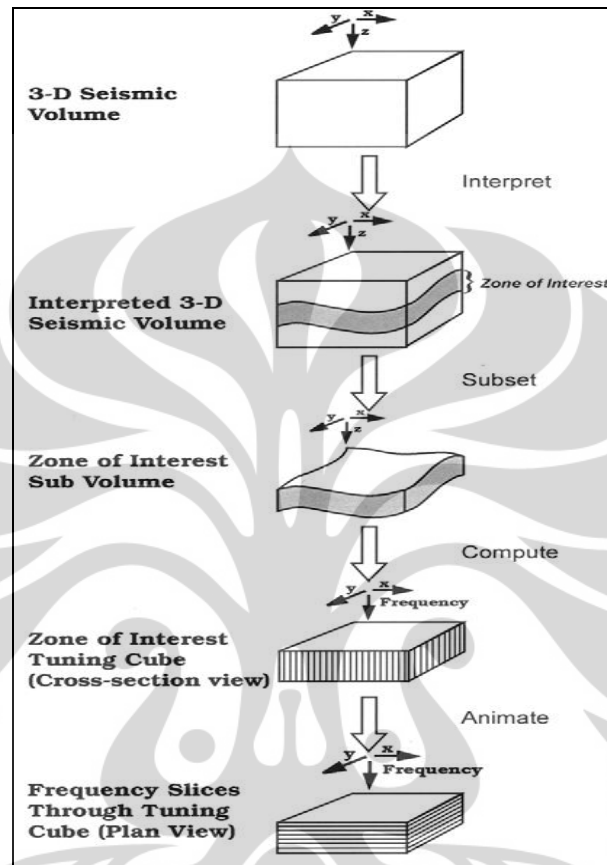


Gambar 4.7 Frequency slice data yang dihasilkan dari EMD.

4.2 Hasil dan Pembahasan Data Seismik *Real 3d*

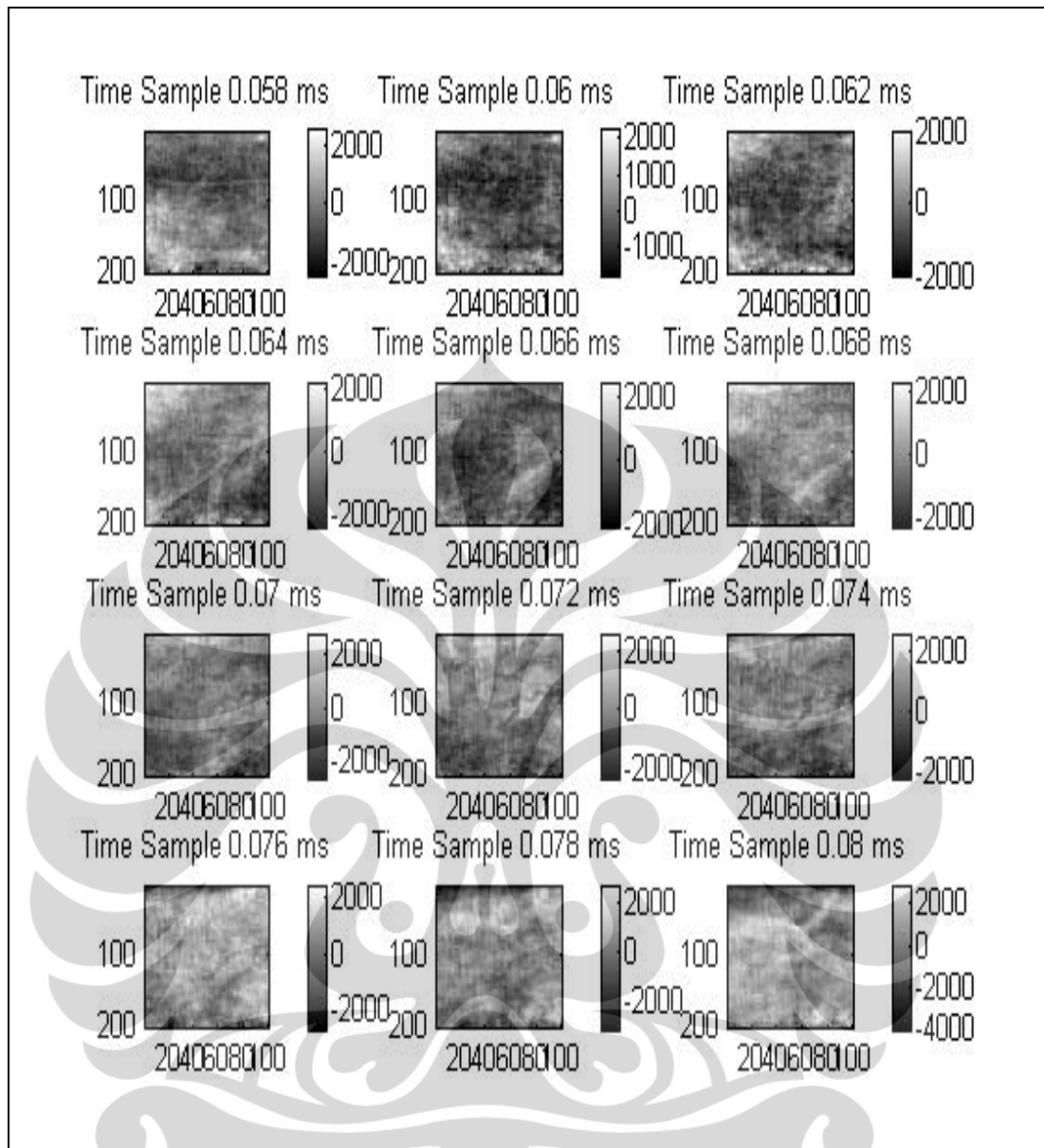
Berdasarkan hasil dari proses Spectral Decomposition dengan data sintetik, maka tahapan selanjutnya adalah menguji dengan menggunakan data seismik real. Dalam hal ini digunakan dua metode, yaitu metode konvensional FFT (Fast Fourier Transform) dan metode EMD (Empirical Mode Decomposition).

Untuk melakukan *spectral decomposition*, digunakan metode yang dilakukan oleh Partyka pada tahun 1999. Berikut ini merupakan langkah- langkah yang dilakukan oleh partyka.

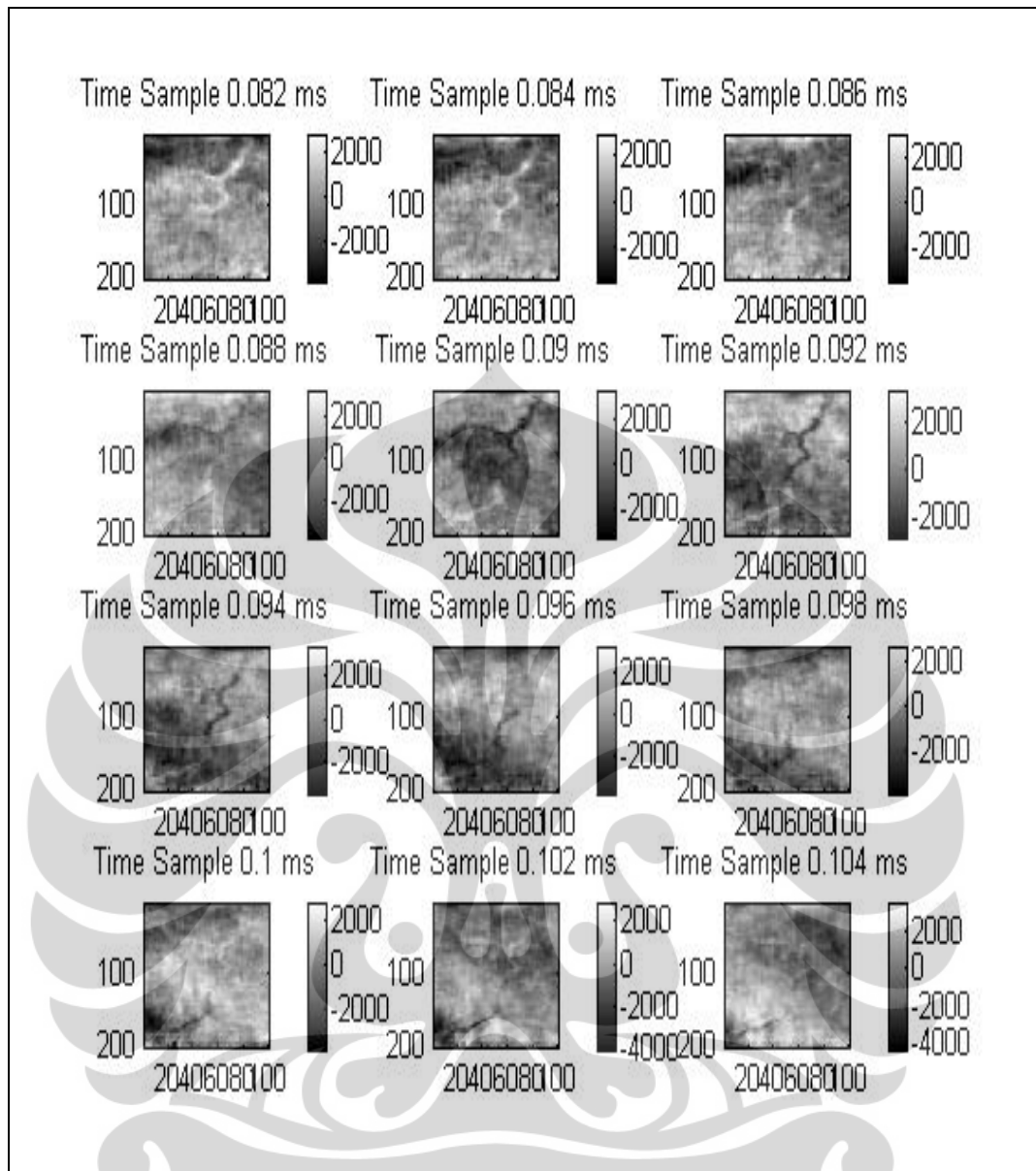


Gambar 4.8 Langkah - langkah *Spectral Decomposition* (Partyka, 1999)

Berdasarkan partyka pada tahun 1999, untuk melakukan Spectral Decomposition yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan *zone of interest*. Penentuan *zone of interest* berdasarkan pada *time slice*. Hal ini dilakukan karena data seismik tersebut tidak memiliki data sumur. Berikut ini merupakan hasil *time slice* dari data seismik tersebut untuk mendapatkan *zone of interest*.



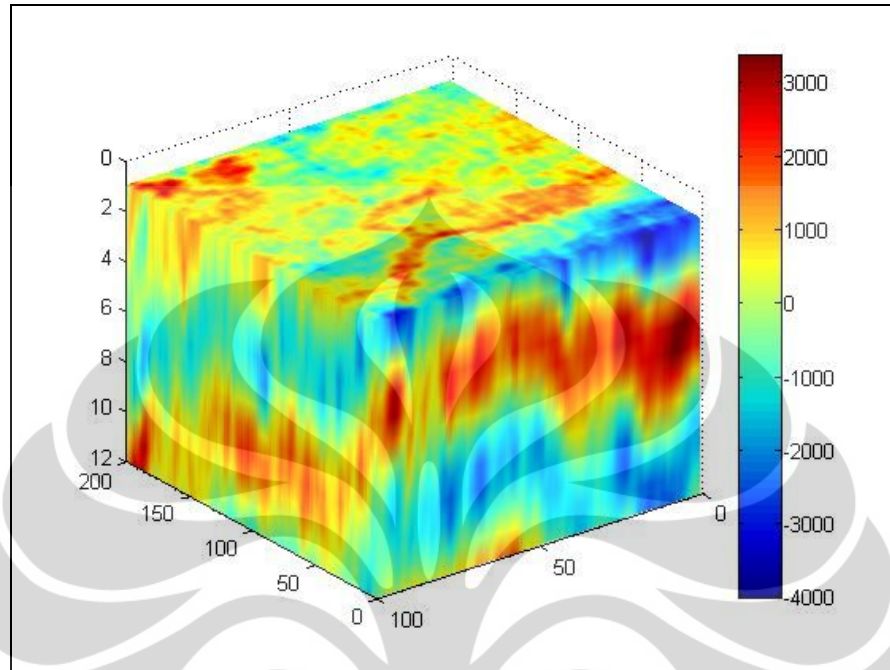
Gambar 4.9 *Time slice* data seismik 0,058 – 0,08 ms



Gambar 4.10 *Time slice* data seismik 0,082 – 0,104 ms

Pada gambar 4.9 dan 4.10, dapat diketahui bahwa channel dapat terlihat dari 0.082ms dan terlihat berkurang pada sekitar 0.096 ms. Karena variasi struktural, beberapa bagian channel terlihat memiliki polaritas yang berbeda. Pada sampel waktu 0.08 ms – 0.084 ms terlihat bagian utara dari channel memiliki polaritas positif dan menjadi negatif pada 0.86 ms – 0.094 ms. Sementara itu pada bagian selatan terlihat polaritas positif pada 0.086 ms – 0.094 ms. Oleh karena itu *zone of interest* terletak pada 0.08 ms – 0.094.

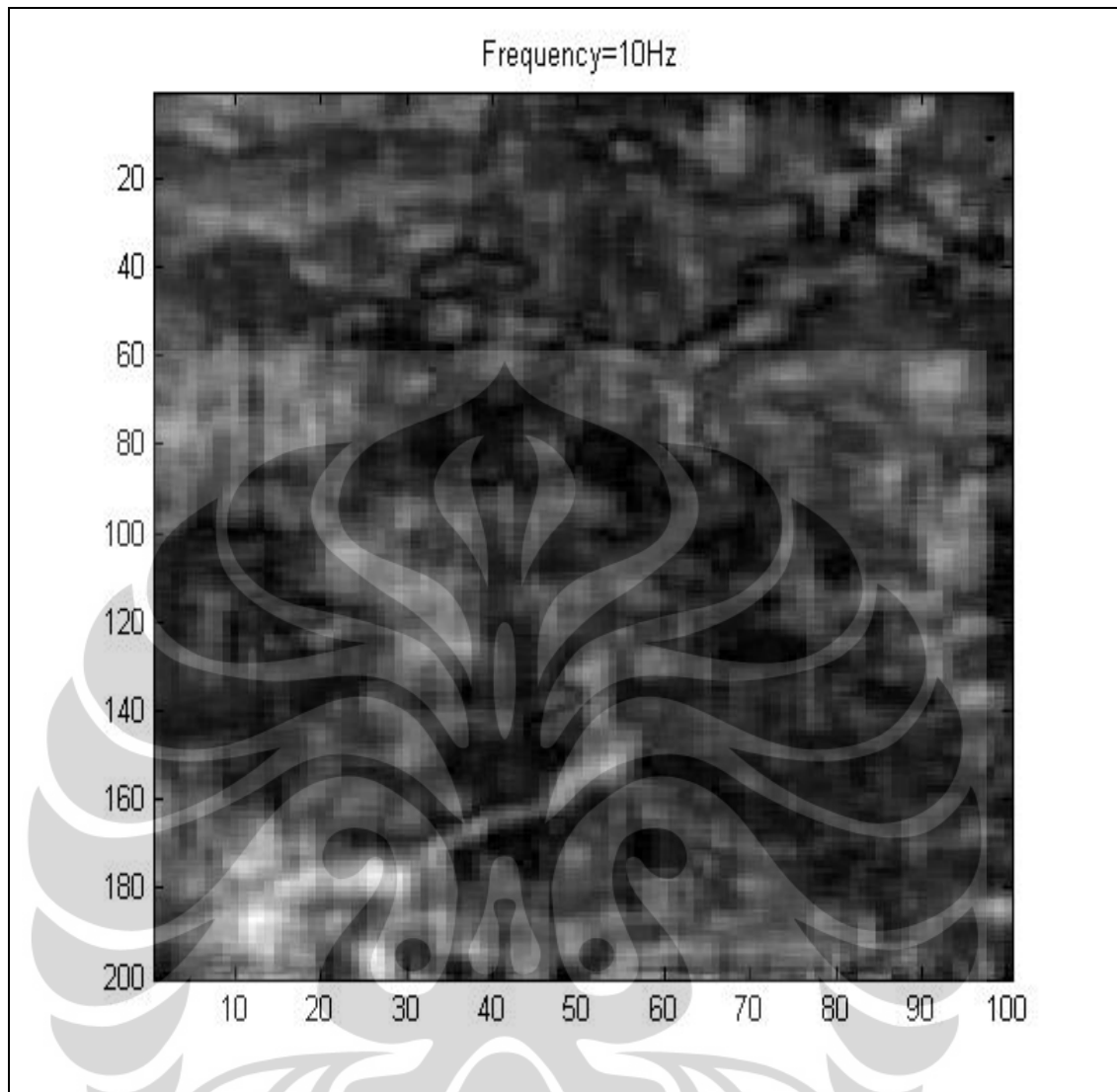
Setelah kita menentukan *zone of interest*, kita bisa melakukan plot pada *zone of interest* kita. Berikut ini merupakan gambar hasil plot *zone interest*.



Gambar 4.11 Plot grafik dari daerah *zone of interest*

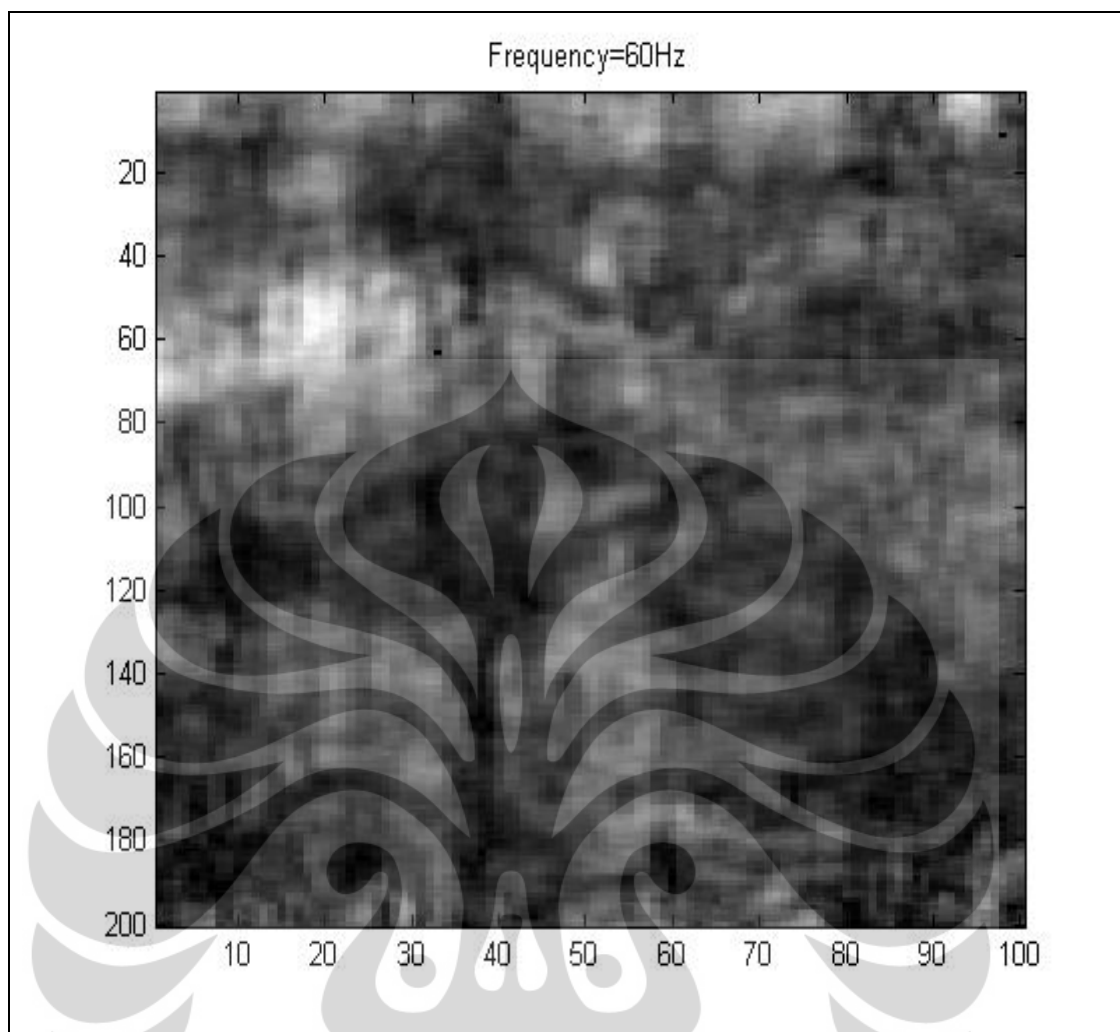
4.2.1 Analisis dengan metode FFT (Fast Fourier Transform)

Proses selanjutnya adalah melakukan transformasi ke domain frekuensi dengan metode FFT. Pada metode FFT, digunakan jumlah sampel sebanyak 256 buah dengan tujuan agar data yang diproses lebih rapat, sehingga lebih banyak informasi yang didapat. Dalam hal frekuensi slice dibagi ke dalam *low frequency* dan *high frequency*. Berikut ini merupakan gambar dari slice frekuensi.



Gambar 4.12 *Frequency slice* dari data seismik dengan metode FFT untuk frekuensi 10 hz

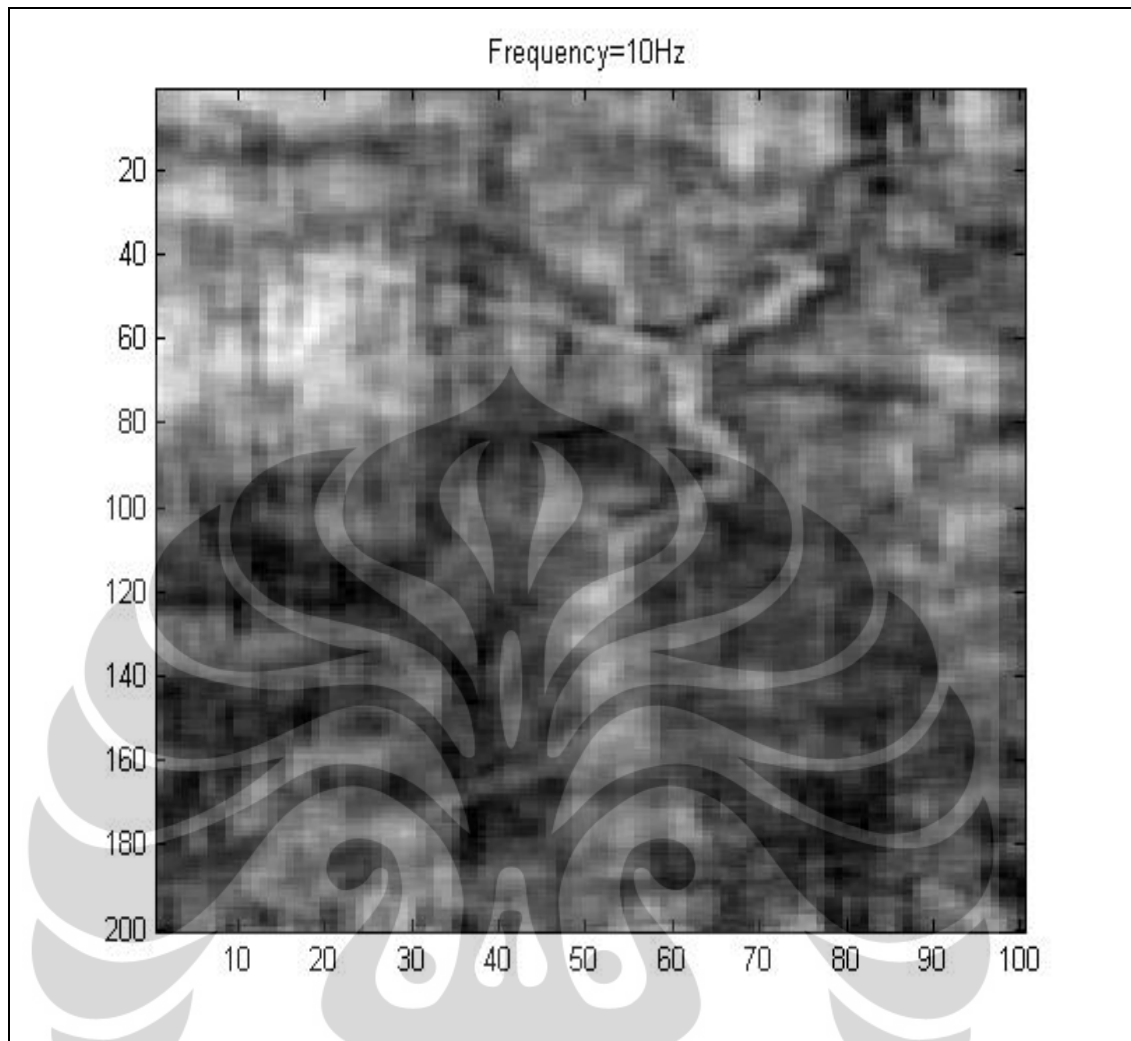
Pada gambar pengolahan data dengan FFT frekuensi 10 hz, channel sudah cukup terlihat tapi belum terlihat jelas. Sedangkan untuk frekuensi 60 hz, channel sudah dapat terlihat dengan jelas.



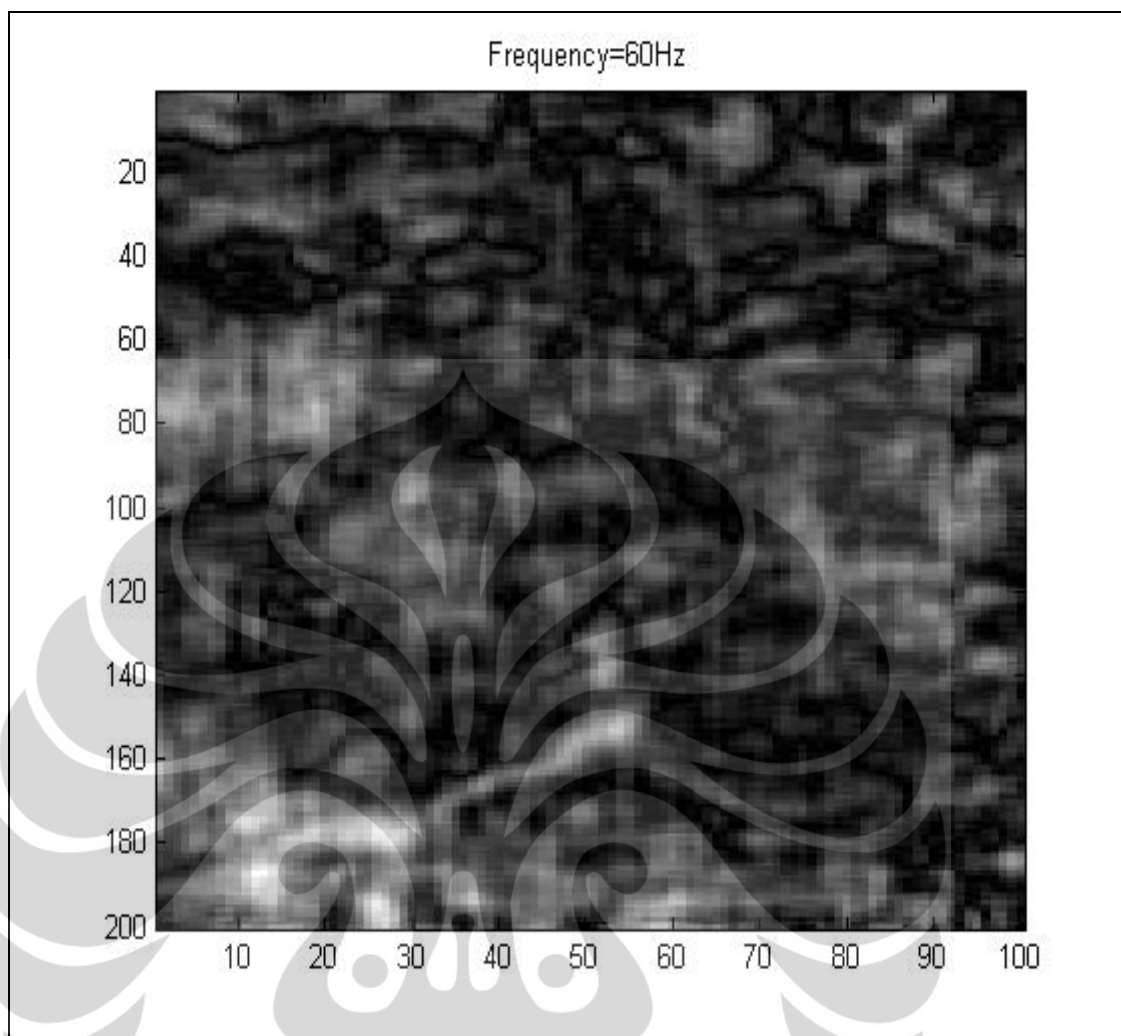
Gambar 4.13 *Frequency slice* dari data seismik dengan metode FFT untuk frekuensi 60 hz

4.2.2 Analisis dengan metode EMD (Empirical Mode Decomposition)

Berikut ini merupakan frekuensi slice yang dihasilkan dengan metode EMD. Pada metode EMD ini digunakan jumlah sampel yang sama dengan FFT yaitu sebanyak 256 buah dengan tujuan agar data yang diproses lebih rapat, Selain itu agar hasilnya bisa dibandingkan antara metode FFT dan EMD. Selain itu, untuk EMD juga digunakan untuk *low frequency* dan *high frequency*.



Gambar 4.14 *Frequency slice* dari data seismik dengan metode EMD untuk frekuensi 10 Hz



Gambar 4.15 *Frequency slice* dari data seismik dengan metode EMD untuk frekuensi 60 hz

Penelitian dekomposisi spectral dengan metode FFT dan metode EMD berhasil mendeteksi keberadaan channel. Untuk pengolahan data real pada frekuensi rendah, frekuensi slice yang didapat dengan metode EMD lebih fokus dan lebih jelas menggambarkan distribusi channel. Pada metode FFT menggunakan frekuensi 10 Hz, channel sudah terlihat, tetapi distribusinya tidak terlihat. Ada bagian-bagian pada channel yang terputus, terutama pada bagian tengah, sehingga keberadaan channel tidak terlihat jelas. Sedangkan dengan metode EMD untuk frekuensi 10 Hz, distribusi channel terlihat cukup jelas. Kemenerusan channel dari utara – timur menuju selatan- barat cukup terlihat jelas.

Untuk frekuensi yang lebih tinggi, yaitu dengan frekuensi 60 Hz, metode FFT dan metode EMD tidak mampu menggambarkan kemenerusan channel. Hal ini kemungkinan disebabkan pada frekuensi tinggi cenderung didominasi oleh noise, sehingga channel tidak dapat terlihat dengan jelas. Namun metode EMD terlihat lebih fokus dalam menggambarkan peta bawah permukaan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian tersebut, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara umum dapat disimpulkan bahwa EMD dan FFT telah terbukti berguna sebagai sarana untuk mengetahui informasi geologi yang berarti dalam *time – frequency domain* dan juga untuk mengetahui distribusi *channel*.
2. EMD menghasilkan spektrum yang lebih tipis dibandingkan dengan spektrum yang dihasilkan FFT. EMD menghasilkan spektrum yang lebih fokus tanpa efek rata-rata.
3. Data sintetik satu dimensi berguna untuk memahami bagaimana EMD dan FFT mendekomposisi spektrum frekuensi.
4. Pada pengolahan data real, hasil dari EMD lebih jelas dibandingkan FFT pada frekuensi tinggi maupun frekuensi rendah..

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan Metode *Empirical Mode Decomposition* adalah :

1. Perlu dilakukan pengembangan lebih jauh dalam algoritma, sehingga waktu yang dibutuhkan bisa menjadi lebih singkat.
2. Untuk meningkatkan akurasi perlu dilakukan korelasi dengan data sumur.
3. Perlu dilakukan filter smoothing agar hasil yang didapatkan lebih baik.

DAFTAR ACUAN

- Battista, B.M., Knapp, C., McGee, T., and Goebel, V. 2007. Application of the empirical mode decomposition and Hilbert-Huang transform to seismic reflection data. *Geophysics* 72, H29.
- Castagna, J.P., and Sun, S. 2006. Comparison of spectral decomposition methods. *First break* volume 24, March, 75-79.
- Flandrin, P., G. Rilling, and P. Goncalves. 2004. Empirical mode decomposition as a filter bank. *IEEE Signal Processing Letters*, 112 – 114.
- Haris, A. 2008. *Komputasi Geofisika*. Depok : Universitas Indonesia.
- Haris, A., Ardiyanto, Didik., Wihardy, Gadang G., Budiyo., Bowo, Tri., Widyawan, Murti. 2011. Comparison of EMD and S-Transform Spectral Decomposition for Characterizing Hydrocarbon Reservoir : Case Study of East Java Basin. *Proceeding of the Thirty-Fifth Annual Convention & Exhibition, Indonesia Petroleum Association*.
- Hasan, H. 2005. Empirical Mode Decomposition (EMD) of potential field data: airborne gravity data as example. *SEG, Expanded Abstracts*, 704 - 707.
- Hsu, En-Ching. 2006. *Hilbert – Huang Transform Analysis of Hydrological and Climate Time Series*. Purdue University, Indiana, USA.
- Huang, Jun-Wei dan Milkereit, Bernd. 2009. Empirical Mode Decomposition Based Instantaneous Spectral Analysis and Its Applications to Heterogeneous Petrophysical Model Construction. *CSPG CSEG SWLS Convention di Calgary, Alberta, Canada*.
- Huang, N. E., and Z. Wu. 2008. A review on Hilbert-Huang transform: Method and its applications to geophysical studies, *Rev. Geophys.*, 46.
- Huang, N. E., Z. Shen, S. R. Long, M. Wu, H. H. Shih, Q. Zheng, N. C. Yen, C. C. Tung, and H. H. Liu. 1998. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analyses: *Proceedings of the Royal Society of London Series A-Mathematical physical and Engineering Sciences*, 454, 903 – 995.

- Huang, Jun-Wei dan Milkereit, Bernd. 2009. Empirical Mode Decomposition Based Instantaneous Spectral Analysis and Its Applications to Heterogeneous Petrophysical Model Construction. CSPG CSEG SWLS Convention di Calgary, Alberta, Canada.
- Jo, Andrew. 2010. Channel Distribution Mapping Using Principal Component Spectral Analysis. Universitas Indonesia.
- Liu, Jianlei. 2006. Spectral Decomposition and Its Application in Mapping Stratigraphy and Hydrocarbons. Desertasi P. 50-60. Faculty of Department of Geosciences, University of Houston, USA.
- Partyka, G. A., J. Gridley, and J. Lopez. 1999. Interpretational applications of spectral decomposition in reservoir characterization: The Leading Edge, 18, 353 – 360.
- Widess, M. B., 1973, How thin is a thin bed. Geophysics, Vol 38, no. 6, 1176 – 1180.