

**ANALISIS MULTIATRIBUT SEISMIC UNTUK PEMETAAN  
BATUAN RESERVOIR PADA FORMASI PEMATANG  
DI LAPANGAN “FI” CEKUNGAN SUMATRA TENGAH  
(Studi Kasus PT. Chevron Pacific Indonesia)**

**SKRIPSI**

Oleh :

**FITOR IMANUL HUDA  
0610930029-93**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2013**

**ANALISIS MULTIATRIBUT SEISMİK UNTUK PEMETAAN  
BATUAN RESERVOIR PADA FORMASI PEMATANG  
DI LAPANGAN “FI” CEKUNGAN SUMATRA TENGAH  
(Studi Kasus PT. Chevron Pacific Indonesia)**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
sarjana sains dalam bidang fisika

**SKRIPSI**

Oleh :

**FITOR IMANUL HUDA**  
**0610930029-93**



**JURUSAN FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2013**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS MULTIATRIBUT SEISMİK UNTUK PEMETAAN  
BATUAN RESERVOIR PADA FORMASI PEMATANG  
DI LAPANGAN “FI” CEKUNGAN SUMATRA TENGAH  
(Studi Kasus PT. Chevron Pacific Indonesia)**

Oleh :

**FITOR IMANUL HUDA  
0610930029**

**Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Fisika**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Sukir Maryanto, PhD  
NIP 197106211998021001**

**Hendarmin  
Earth Scientist**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Fisika  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Adi Susilo, Ph.D  
NIP 196312271991031002**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fitor Imanul Huda

NIM : 0610930029

Jurusan : Fisika

Penulis Tugas Akhir Berjudul :

**ANALISIS MULTIATRIBUT SEISMİK UNTUK PEMETAAN  
BATUAN RESERVOIR PADA FORMASI PEMATANG  
DI LAPANGAN “FI” CEKUNGAN SUMATRA TENGAH  
(Studi Kasus PT. Chevron Pacific Indonesia)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil plagiat, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 15 Juli 2013

Yang menyatakan,

Fitor Imanul Huda

NIM. 0610930029

# **ANALISIS MULTIATRIBUT SEISMIK UNTUK PEMETAAN BATUAN RESERVOIR PADA FORMASI PEMATANG DI LAPANGAN “FI” CEKUNGAN SUMATRA TENGAH (Studi Kasus PT. Chevron Pacific Indonesia)**

## **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian di lapangan “FI”, Cekungan Sumatera Tengah, Propinsi Riau untuk memetakan penyebaran batuan reservoir *Sand B*. Lapangan “FI” terletak pada *inline* 34–518 dan *crossline* 253–1666. Target penelitian difokuskan pada Formasi Pematang dari *inline* 248–348 dan *crossline* 745–1150.

Penelitian ini menggunakan metode multiatribut seismik. Analisis multiatribut seismik dipilih untuk membantu melakukan interpretasi sebaran batuan reservoir dan untuk mendapatkan nilai korelasi antara data seismik dan data sumur yang lebih baik. Analisis multiatribut seismik memprediksi properti reservoir dari properti log sumur dan beberapa atribut seismik. Setelah dilakukan prediksi didapatkan nilai korelasi antara data log sumur dan atribut seismik pada lokasi sumur. Korelasi terbaik digunakan untuk membuat seismik 3D dan properti log semu. Dari penelitian ini didapatkan beberapa karakter log semu dari analisis multiatribut seismik, seperti: kubus sinar gama, kubus densitas, dan kubus porositas. Hasil analisis sudah diperiksa dengan melakukan validasi dan nilai validasi menunjukkan hasil yang dapat diterima yang mana nilai koefisien korelasi rata-rata lebih dari 80 persen.

Berdasarkan peta penyebaran sinar gama, impedansi akustik, densitas, porositas, dan peta struktur waktu pada lapangan “FI”, sebaran batupasir menuju arah timur dari lapangan dan berpotensi untuk dilakukan pengembangan di daerah tersebut.

Kata kunci: distribusi reservoir, multiatribut seismik

**APPLICATION OF SEISMIC MULTI-ATTRIBUTE ANALYSIS  
FOR PREDICTING RESERVOIR DISTRIBUTION  
IN PEMATANG FORMATION “FI” FIELD  
CENTRAL SUMATRA BASIN  
(Case Study PT. Chevron Pacific Indonesia)**

**ABSTRACT**

A research have been done at "FI" field in Central Sumatra basin, province of Riau to determine the distribution of sandstone reservoirs sand B. "FI" field was located at inline 34–158 and crossline 253–1666. The target zone of this research focused in Pematang Formation inline 248–348 and crossline 745–1150.

This research used multi-attributes seismic method. Multi-attributes seismic analysis selected to make an interpretation for reservoir distribution and gain a better correlation between seismic and well logs. Multi-attributes seismic analysis predicts reservoir properties from log properties and several seismic attributes. After the prediction was done, results a correlation between well log data and seismic attributes at well location. The best correlation used to build a 3D seismic section and pseudo log properties. This research succeed to generate several pseudo log from multi-attributes seismic analysis, such as: gamma ray cube, density cube, and porosity cube. The analysis results have been checked by cross validation and it showed that the results can be accepted which the average correlation value more than 80 percent.

Based on gamma ray, acoustic impedance, density, porosity, and time structure maps in “FI” field, reservoir distribution is heading east and it has chance to be developed.

**Keyword :** reservoir distribution, multi-attributes seismic



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberi limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis diberikan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW

Pada pelaksanaan Tugas Akhir ini, banyak pihak yang ikut membantu dan terlibat di dalamnya. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu dan Bapakku tercinta yang telah memberikan kasih sayang, cinta, perhatian, ketulusan, dan selalu mendo'akan penulis, memberikan semangat kepada penulis sehingga bisa sampai pada tahap sekarang ini.
2. Pak Sukir Maryanto, PhD sebagai pembimbing I atas segala bentuk bimbingan yang beliau berikan selama penyusunan tugas akhir.
3. Pak Hendarmin selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis. Banyak hal baru yang penulis dapatkan dari beliau.
4. Pak Adi Susilo, PhD selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
5. Bapak dan ibu dosen, staf pengajar, laboran, dan karyawan jurusan Fisika
6. Pak Wahyu Setiawan, Mas Deddy Djanawir, Pak Tafsillison, Pak Indra Wardana, Pak Maryanto, Pak Madahar, Bu Elita, yang telah memberikan saran-saran dan membantu penulis selama berada di Exploration Chevron Rumbai. Terima kasih juga untuk seluruh staff Exploration Chevron Rumbai yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.
7. Pak Elwin F. Nasution (HRD) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan Tugas Akhir di PT CPI.
8. Semua teman seperjuangan di Exploration Dept. dan Mahoni yang selama penelitian ini berlangsung telah memberikan semangat dan berbagi suka-duka.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2006 dan teman-teman di Geofisika Jurusan Fisika fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
10. Serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya Tugas Akhir ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal budi serta kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini dan semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan. Penulis juga memohon maaf sebesar-besarnya atas segala bentuk kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Malang, 24 Desember 2010

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





## DAFTAR ISI

|                                                   | Halaman      |
|---------------------------------------------------|--------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                        | <b>i</b>     |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                    | <b>ii</b>    |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>                    | <b>iii</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                              | <b>iv</b>    |
| <b>ABSTRACT .....</b>                             | <b>v</b>     |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                       | <b>vi</b>    |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                           | <b>viii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                         | <b>xi</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                        | <b>xii</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                      | <b>xviii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                          |              |
| 1.1 Latar Belakang .....                          | 1            |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                         | 2            |
| 1.3 Batasan Masalah.....                          | 2            |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                        | 2            |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                      | 2            |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                    |              |
| 2.1 Geologi Regional.....                         | 3            |
| 2.1.1 Struktur Geologi Cekungan Sumatra Tengah -- | 4            |
| 2.1.2 Stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah.....   | 11           |
| 2.1.2.1 Batuan dasar ( <i>Basement</i> ).....     | 11           |
| 2.1.2.2 Kelompok Pematang.....                    | 13           |
| 2.1.2.3 Kelompok Sihapas .....                    | 14           |
| 2.1.2.4 Formasi Telisa.....                       | 15           |
| 2.1.2.5 Formasi Petani .....                      | 16           |
| 2.1.2.6 Formasi Minas .....                       | 16           |
| 2.1.3 Petroleum Sistem Cekungan Sumatera Tengah   | 18           |
| 2.1.3.1 Batuan induk ( <i>Source rock</i> ) ..... | 18           |
| 2.1.3.2 Reservoir .....                           | 18           |
| 2.1.3.3 Perangkap ( <i>Trap</i> ) .....           | 18           |
| 2.1.3.4 Migrasi .....                             | 19           |
| 2.1.3.5 Batuan Tudung ( <i>Cap Rock</i> ).....    | 20           |

|         |                                                                        |    |
|---------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2     | Gelombang Seismik .....                                                | 20 |
| 2.2.1   | Tipe Gelombang Seismik .....                                           | 20 |
| 2.2.2   | Seismik Refleksi.....                                                  | 21 |
| 2.2.3   | Impedansi Akustik dan Koefisien Refleksi ----                          | 26 |
| 2.2.4   | Resolusi Vertikal .....                                                | 27 |
| 2.2.5   | Wavelet.....                                                           | 27 |
| 2.2.6   | Seismogram Sintetik.....                                               | 28 |
| 2.3     | Sifat Fisik Batuan.....                                                | 29 |
| 2.3.1   | Densitas .....                                                         | 29 |
| 2.3.2   | Porositas .....                                                        | 29 |
| 2.3.3   | Permeabilitas .....                                                    | 29 |
| 2.4     | Data Sumur (Log).....                                                  | 30 |
| 2.4.1   | Log Elektron.....                                                      | 30 |
| 2.4.1.1 | Spontaneous Potential (SP).....                                        | 30 |
| 2.4.1.2 | Resistivity .....                                                      | 30 |
| 2.4.1.3 | Induksi.....                                                           | 31 |
| 2.4.2   | Log Radioaktif.....                                                    | 31 |
| 2.4.2.1 | Log Densitas.....                                                      | 31 |
| 2.4.2.2 | Log Sinar Gama (Gamma Ray).....                                        | 31 |
| 2.4.2.3 | Log Neutron .....                                                      | 32 |
| 2.4.3   | Log Akustik.....                                                       | 32 |
| 2.5     | Seismik Inversi.....                                                   | 32 |
| 2.5.1   | Inversi <i>Bandlimited</i> .....                                       | 33 |
| 2.5.2   | Inversi <i>Model Based</i> .....                                       | 33 |
| 2.5.3   | Inversi <i>Sparse Spike</i> .....                                      | 34 |
| 2.6     | Analisis Multiatribut .....                                            | 34 |
| 2.6.1   | Atribut Input Multiatribut Seismik ( <i>Internal Attribute</i> ) ..... | 34 |
| 2.6.2   | Crossplot.....                                                         | 35 |
| 2.6.3   | Regresi Linier Multiatribut.....                                       | 36 |
| 2.6.4   | Validasi.....                                                          | 36 |
| 2.6.5   | Convolutional Multi Attribute.....                                     | 37 |
| 2.7     | Neural Network .....                                                   | 38 |
| 2.7.1   | Probabilistic Neural Network .....                                     | 39 |

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

|     |                                  |    |
|-----|----------------------------------|----|
| 3.1 | Waktu dan Tempat Penelitian..... | 41 |
| 3.2 | Data Penelitian.....             | 42 |

|         |                                          |    |
|---------|------------------------------------------|----|
| 3.2.1   | Data Seismik.....                        | 42 |
| 3.2.2   | Data Sumur.....                          | 42 |
| 3.2.3   | Data Checkshot.....                      | 44 |
| 3.2.4   | Peta Dasar ( <i>Basemap</i> ) .....      | 44 |
| 3.3     | Pengolahan Data.....                     | 45 |
| 3.3.1   | Perangkat Keras dan Perangkat Lunak..... | 45 |
| 3.3.2   | Pengolahan Data Sumur .....              | 46 |
| 3.3.3   | Pengolahan Data Seismik.....             | 50 |
| 3.4     | Seismik Inversi .....                    | 57 |
| 3.4.1   | Pembuatan Model Awal.....                | 57 |
| 3.4.2   | Inversi Seismik.....                     | 59 |
| 3.4.2.1 | Inversi Bandlimited .....                | 59 |
| 3.4.2.2 | Inversi Model Based.....                 | 61 |
| 3.4.2.3 | Inversi Sparse Spike .....               | 63 |
| 3.4.3   | Proses Seismik Inversi .....             | 65 |
| 3.5     | Proses Multiatribut .....                | 65 |
| 3.5.1   | Volume Pseudo-Densitas.....              | 66 |
| 3.5.2   | Volume Pseud-Sinar Gama .....            | 69 |
| 3.5.3   | Volume Pseudo-Porositas.....             | 72 |

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

|       |                                |    |
|-------|--------------------------------|----|
| 4.1   | Analisa Well-Seismik Tie.....  | 77 |
| 4.2   | Analisa Tuning Thickness ..... | 77 |
| 4.3   | Analisa Inversi.....           | 77 |
| 4.3.1 | Analisis Model Inisial.....    | 77 |
| 4.3.2 | Analisis Hasil Inversi.....    | 78 |
| 4.4   | Analisis Multiatribut.....     | 83 |
| 4.5   | Analisis Peta .....            | 88 |

#### **BAB V PENUTUP**

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan ..... | 93 |
| 5.2 | Saran .....      | 93 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... | 95 |
|-----------------------------|----|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> ..... | 87 |
|--------------------------------|----|

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                     | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 3.1 Data sumur yang digunakan dalam penelitian.....                                           | 44      |
| Tabel 3.2 Pebandingan koefisien korelasi pada setiap sumur                                          | 53      |
| Tabel 3.3 Perbandingan Error Sintetik antara<br>Metode (a) Modelbased dan<br>(b) Sparsespikes ..... | 65      |
| Tabel 4.1 Analisis tuning thickness sand B.....                                                     | 77      |
| Tabel 4.2 Perbandingan Error Sintetik antara<br>Metode (a) Modelbased dan<br>(b) Sparsespikes ..... | 83      |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                      | Halaman |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 Peta Lokasi Cekungan Sumatera Tengah .....                                                                                                | 4       |
| Gambar 2.2 Pembentukan episode tektonikstratigrafi tersier Cekungan Sumatera Tengah.....                                                             | 7       |
| Gambar 2.3 Kerangka struktur geologi yang berkembang pada fasa F2 (wrench fault) dan fasa F3 (inversion structure) di Cekungan Sumatera Tengah ..... | 10      |
| Gambar 2.4 Penyebaran batuan dasar ( <i>basement</i> ) Cekungan Sumatera Tengah .....                                                                | 12      |
| Gambar 2.5 Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Tengah .....                                                                                       | 17      |
| Gambar 2.6 Refleksi dan transmisi gelombang P untuk sudut datang tidak sama dengan nol .....                                                         | 22      |
| Gambar 2.7 Polaritas normal dan terbalik menurut SEG. (a) <i>minimum phase</i> . (b) <i>zero phase</i> .....                                         | 25      |
| Gambar 2.8 Hubungan antara impedansi akustik dengan koefisien refleksi .....                                                                         | 27      |
| Gambar 2.9 Seismogram sintetik hasil konvolusi antara <i>wavelet</i> dan koefisien refleksi .....                                                    | 28      |
| Gambar 2.10 Berbagai macam metode seismik inversi .....                                                                                              | 33      |
| Gambar 2.11 Ilustrasi dari <i>Cross-validation</i> .....                                                                                             | 37      |
| Gambar 2.12 <i>Convolutional operator</i> untuk menghubungkan atribut seismik dengan log target .....                                                | 38      |
| Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....                                                                                                                    | 41      |
| Gambar 3.2 Data Seismik 3D .....                                                                                                                     | 43      |
| Gambar 3.3 Basemap Sumur Penelitian .....                                                                                                            | 45      |
| Gambar 3.4 <i>Crossplot</i> impedansi akustik dan sinar gama. ....                                                                                   | 47      |
| Gambar 3.5 <i>Crossplot</i> densitas dan sinar gama.....                                                                                             | 47      |
| Gambar 3.6 <i>Crossplot</i> porositas dan sinar gama .....                                                                                           | 48      |
| Gambar 3.7 <i>Crossplot</i> impedansi akustik dan densitas .....                                                                                     | 48      |
| Gambar 3.8 <i>Crossplot</i> impedansi akustik dan porositas....                                                                                      | 49      |
| Gambar 3.9 <i>Crossplot</i> porositas dan densitas.....                                                                                              | 49      |
| Gambar 3.10 Spektrum amplitudo seismik .....                                                                                                         | 50      |



|             |                                                                                                         |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.11 | Respon fasa dan waktu dari wavelet hasil ekstraksi statistic.....                                       | 52 |
| Gambar 3.12 | Respon fasa dan waktu dari wavelet hasil ekstraksi semua sumur .....                                    | 52 |
| Gambar 3.13 | Respon Fasa dan Waktu dari Wavelet Hasil Ekstraksi Bandpass.....                                        | 52 |
| Gambar 3.14 | Proses Well-Seismic Tie dan Nilai Koefisien Korelasi menggunakan wavelet bandpass.....                  | 54 |
| Gambar 3.15 | Horizon sand B pada tras seismik.....                                                                   | 55 |
| Gambar 3.16 | Hasil <i>Picking Horizon</i> sand B.....                                                                | 56 |
| Gambar 3.17 | Model awal inversi impedansi akustik di sumur FI-2 .....                                                | 58 |
| Gambar 3.18 | Hasil inversi bandlimited .....                                                                         | 60 |
| Gambar 3.19 | Hasil inversi model based.....                                                                          | 62 |
| Gambar 3.20 | Hasil inversi sparse spike.....                                                                         | 64 |
| Gambar 3.21 | Tes Operator Length pada Analisis Multi-atribut Volume Pseudo-Densitas .....                            | 66 |
| Gambar 3.22 | Error Prediksi dan Tabel Data yang Digunakan dalam Proses Analisis Muti-atribut Pseudo-Densitas.....    | 67 |
| Gambar 3.23 | Hasil Korelasi antara Log Densitas Sebenarnya (Hitam) dan Log Densitas Prediksi (Merah)--               | 68 |
| Gambar 3.24 | Hasil Validasi antara Log Densitas Sebenarnya (Hitam) dan Log Densitas Prediksi (Merah) -----           | 68 |
| Gambar 3.25 | Tes Operator Length pada Analisis Multi-atribut Volume Pseudo-sinar gama                                | 69 |
| Gambar 3.26 | Error Prediksi dan Tabel Data yang Digunakan dalam Proses Analisis Muti-atribut Pseudo-sinar gama ..... | 70 |
| Gambar 3.27 | Hasil Korelasi antara Log GammaRay Sebenarnya (Hitam) dan Log GammaRay Prediksi (Merah) .....           | 71 |
| Gambar 3.28 | Hasil Validasi antara Log GammaRay Sebenarnya (Hitam) dan Log GammaRay Prediksi (Merah) .....           | 71 |
| Gambar 3.29 | Tes Operator Length pada Analisis Multi-atribut Volume Pseudo-Porositas.....                            | 72 |



|             |                                                                                                              |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.30 | Error Prediksi dan Tabel Data yang<br>Digunakan dalam Proses Analisis<br>Muti-atribut Pseudo-Porositas ..... | 73 |
| Gambar 3.31 | Hasil Korelasi antara Log Porositas Sebenarnya (Hitam)<br>dan Log Porositas Prediksi (Merah)-----            | 74 |
| Gambar 3.32 | Hasil Validasi antara Log Porositas Sebenarnya (Hitam)<br>dan Log Porositas Prediksi (Merah)-----            | 74 |
| Gambar 4.1  | Model awal inversi impedansi akustik<br>di sumur FI-2 .....                                                  | 79 |
| Gambar 4.2  | Hasil Inversi Bandlimited .....                                                                              | 80 |
| Gambar 4.3  | Hasil Inversi model based.....                                                                               | 81 |
| Gambar 4.4  | Hasil Inversi sparse spike .....                                                                             | 82 |
| Gambar 4.5  | Penampang pseudo-densitas .....                                                                              | 85 |
| Gambar 4.6  | Penampang pseudo-sinar gama.....                                                                             | 86 |
| Gambar 4.7  | Penampang pseudo-porositas.....                                                                              | 87 |
| Gambar 4.8  | Time slice sand B.....                                                                                       | 88 |
| Gambar 4.9  | Slice impedansi akustik sand B .....                                                                         | 89 |
| Gambar 4.10 | Slice pseudo-densitas sand B.....                                                                            | 90 |
| Gambar 4.11 | Slice pseudo-sinar gama sand B .....                                                                         | 91 |
| Gambar 4.12 | Slice pseudo-porositas sand B .....                                                                          | 92 |