

**STUDI IDENTIFIKASI RESERVOIR DAN FLUIDA PADA  
LAPANGAN BLACKFOOT DENGAN MENGGUNAKAN  
INTEGRASI *ACOUSTIC IMPEDANCE* (AI), *ELASTIC  
IMPEDANCE* (EI), DAN EKSTRAKSI PARAMETER FISIKA  
RESERVOIR  
(“LAMBDA-RHO DAN MU-RHO”)**

**TESIS**

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

**GUNAWAN WIBISONO  
0606001292**

**KEKHUSUSAN GEOFISIKA RESERVOAR  
PROGRAM PASCASARJANA FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS INDONESIA  
JAKARTA  
Juli & 2009**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

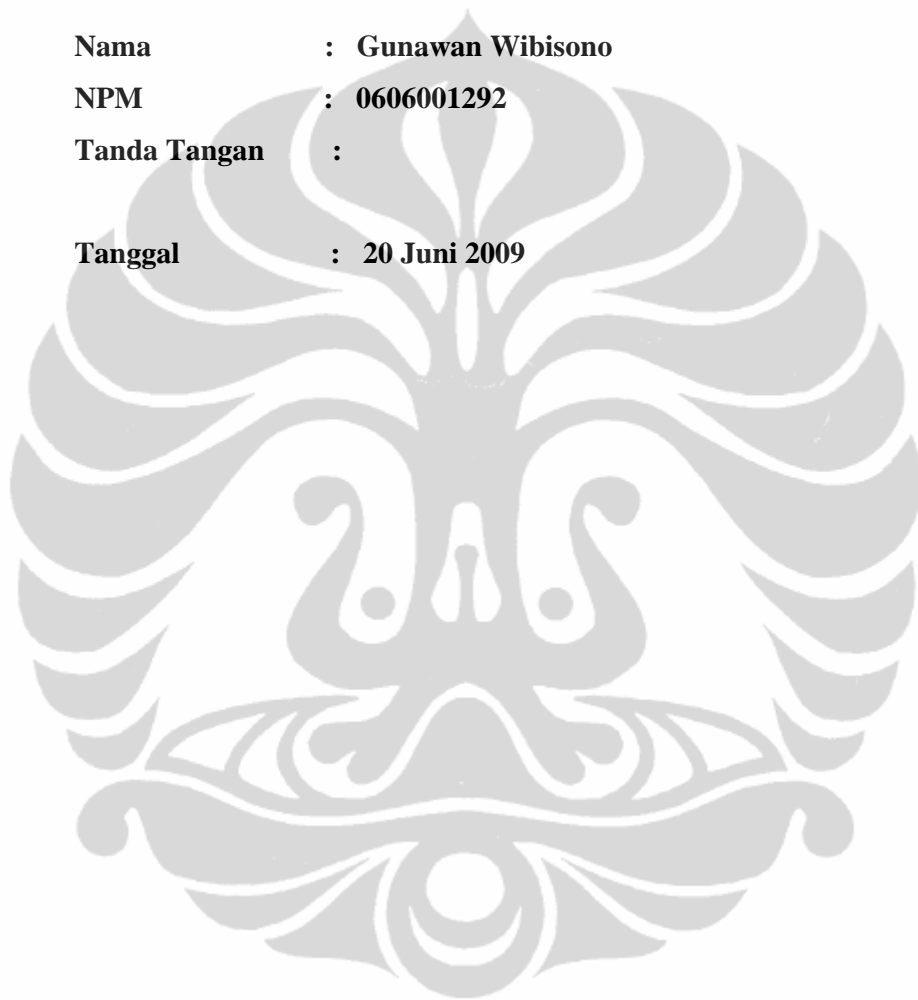
**Tesis ini adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Gunawan Wibisono**

**NPM : 0606001292**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 20 Juni 2009**



## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Gunawan Wibisono  
NPM : 0606001292  
Program Studi : Magister Fisika Kekhususan Geofisika Reservoir  
Judul Tesis : Studi Identifikasi Reservoir dan Fluida Pada Lapangan Blackfoot dengan Menggunakan Integrasi Acoustic Impedance (AI), Elastic Impedance (EI), dan Ekstraksi Parameter Fisika Reservoir ( $\lambda$ - $\rho$  dan  $\mu$ - $\rho$ )

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Magister Fisika Kekhususan Geofisika Reservoir, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

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

Penguji : Prof. Dr. Suprajitno Munadi (.....)

Penguji : Dr. Ricky Adi Wibowo (.....)

Penguji : Dr. Charlie Wu (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 20 Juni 2009

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan tesis ini. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan pada Program Magister Fisika di Universitas Indonesia.

Penelitian dan penulisan tesis ini tidak mungkin terlaksana tanpa adanya bantuan baik moril maupun spirituil dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu dan bapak saya tercinta yang telah mendidik dan membesarkan saya.
2. Istri dan calon putri saya tercinta yang telah menginspirasi dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak Dr. Abdul Haris, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran di dalam mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini.
4. Mas Befriko untuk CDP Gather-nya.
5. Rekan Dina, untuk segala bantuannya.
6. Teman – teman Geofisika Reservoar UI angkatan 2006 yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan tulisan ini.

Penulis sangat menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan sebagai bahan untuk perbaikan dan pengembangan di kemudian hari.

Semoga tulisan ini bisa berguna bagi pengembangan ilmu geofisika khususnya dalam bidang industri perminyakan, rekan-rekan mahasiswa dan pihak-pihak lain yang tertarik dalam bidang ilmu geofisika sebagai salah satu sumbangan ilmiah. Semoga Allah selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta memberikan ilmu yang berguna bagi kita semua. Amien.

Kuala Lumpur, Juli 2009

Penulis

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

---

---

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

Nama : Gunawan Wibisono  
NPM : 0606001292  
Program Studi : Magister Sains  
Departemen :  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
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 :

Studi Identifikasi Reservoir dan Fluida pada Lapangan Blackfoot Dengan Menggunakan Integrasi *Acoustic Impedance* (AI), *Elastic Impedance* (EI), dan Ekstraksi Parameter Fisika Reservoir ("Lambda-Rho dan Mu-Rho").

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada Tanggal : 8 Juli 2007  
Yang menyatakan

( Gunawan Wibisono)

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB 2 TEORI DASAR DAN GEOLOGI REGIONAL DAERAH PENELITIAN .....	6
2.1 Inversi <i>Acoustic Impedance</i> (AI) .....	6
2.1.1. Inversi rekursif / <i>Band limited</i> .....	7
2.1.2 Inversi <i>model-based / blocky</i> .....	7
2.1.3. Inversi <i>Sparse-Spike</i> .....	9
2.2 Inversi <i>Elastic Impedance</i> (EI) .....	9
2.2.1. Penurunan EI.....	9
2.2.2 Normalisasi EI.....	11
2.2.3 <i>Angle stacks</i> .....	12
2.3 “Lambda-Mu-Rho” .....	14
2.4 Dasar Petrofisika.....	15
2.4.1. Hubungan kecepatan dengan modulus elastik.....	16
2.4.2 Hubungan kecepatan gelombang P dan densitas .....	17
2.4.3 Hubungan kecepatan gelombang P dan S.....	17
2.4.4 Pengaruh temperatur dan tekanan.....	17

2.5 Geologi Regional Daerah Penelitian.....	18
2.5.1. Tektonik regional .....	18
2.5.2 Stratigrafi regional.....	20
<b>BAB 3 PENGUMPULAN DATA &amp; PERHITUNGAN BEBERAPA PARAMETER</b>	
<b>DENGAN INPUT DATA SUMUR.....</b>	<b>24</b>
3.1 Pengumpulan Data .....	24
3.1.1. Data seismik .....	24
3.1.2 Data sumur .....	25
3.2 Perhitungan Beberapa Parameter dengan <i>Input</i> Data Sumur.....	26
<b>BAB 4 PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>29</b>
4.1. Tahap Inversi <i>Acoustic Impedance</i> (AI) .....	29
4.1.1. Pengikatan data seismik terhadap sumur ( <i>well-seismic tie</i> ) .....	31
4.1.2. <i>Picking</i> horizon.....	32
4.1.3. Pembuatan model awal AI .....	32
4.1.4. Proses inversi AI .....	32
4.2. Tahap Inversi <i>Elastic Impedance</i> (EI) .....	32
4.2.1. Pengikatan data seismik terhadap sumur ( <i>well-seismic tie</i> ) .....	33
4.2.2. <i>Picking</i> horizon.....	34
4.2.3. Pembuatan model awal EI.....	34
4.2.4. Proses inversi EI.....	34
4.3. Inversi $R_p$ dan $R_s$ untuk Ekstraksi Parameter Fisika Reservoir	
Lambda-Rho ( $\lambda\rho$ ) dan Mu-Rho ( $\mu\rho$ ).....	35
4.3.1. Pengikatan data seismik terhadap sumur ( <i>well-seismic tie</i> ) .....	37
4.3.2. <i>Picking</i> horizon.....	38
4.3.3. Pembuatan model awal $R_s$ .....	38
4.3.4. Proses inversi $R_s$ .....	38
4.3.5. Ekstraksi Lambda-Rho ( $\lambda\rho$ ) dan Mu-Rho ( $\mu\rho$ ) .....	39
<b>BAB 5 ANALISA DATA.....</b>	<b>39</b>
5.1. Analisa AI dan EI .....	44
5.2. Analisa Lambda-Rho ( $\lambda\rho$ ) dan Mu-Rho ( $\mu\rho$ ) .....	54
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
6.1. Kesimpulan .....	60
6.2. Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Regional pada Lapangan Blackfoot dan Sekitarnya (Peterson, 1987) .....	20
Gambar 2.2. Kolom Stratigrafi pada Lapangan Blackfoot dan Sekitarnya (Executive Reference Map, 1983).....	21
Gambar 3.1. Peta dasar ( <i>Basemap</i> ) lapangan Blackfoot.....	24
Gambar 3.2. <i>Well-Seismic Tie</i> pada sumur 08-08 menunjukkan korelasi yang baik .....	25
Gambar 3.3. Hasil perhitungan nilai AI, EI (22.5°) dan EI (22.5°) normalisasi pada Sumur 08-08. Garis biru menyatakan nilai AI, garis merah muda nilai EI (22.5°) dan garis merah nilai EI (22°) normalisasi .....	27
Gambar 3.4. Hasil perhitungan dan krosplot antara nilai AI dan delta anomali pada lokasi Sumur 08-08 .....	27
Gambar 3.5. Hasil perhitungan dan krosplot antara nilai Lambda-Rho ( $\lambda\rho$ ) dan Mu-Rho ( $\mu\rho$ ) untuk beberapa jenis litologi yang mengandung hidrokarbon, pada Sumur 08-08.....	28
Gambar 4.1 Tahapan kerja secara umum yang dilakukan untuk integrasi AI, EI dan “Lambda-Mu-Rho” .....	29
Gambar 4.2. Tahapan kerja inversi AI.....	30
Gambar 4.3. Wavelet yang digunakan dalam inversi AI pada lintasan seismik yang melewati Sumur 01-17. a). Dalam domain waktu, b). Dalam domain frekuensi.....	31
Gambar 4.4. Model awal inversi AI pada lintasan seismik yang melewati sumur 08-08 dan 04-16 .....	32
Gambar 4.5 Hasil inverse AI terhadap line seismik yang melewati sumur 08-08 dan 04-16 .....	33
Gambar 4.6. Wavelet yang digunakan dalam inversi AI pada lintasan seismik yang melewati Sumur 08-08. a). Dalam domain waktu, b). Dalam domain frekuensi.....	34
Gambar 4.7. Pemodelan awal inversi EI pada line yang melewati sumur 08-08 pada <i>near stack</i> dan <i>far stack</i> .....	35
Gambar 4.8. Hasil pemodelan inversi EI pada line yang melewati sumur 08-08 pada <i>near stack</i> dan <i>far stack</i> .....	35
Gambar 4.9. Tahapan dalam ekstraksi parameter fisika reservoir Lambda-Rho dan Mu-Rho untuk analisis LMR.....	36

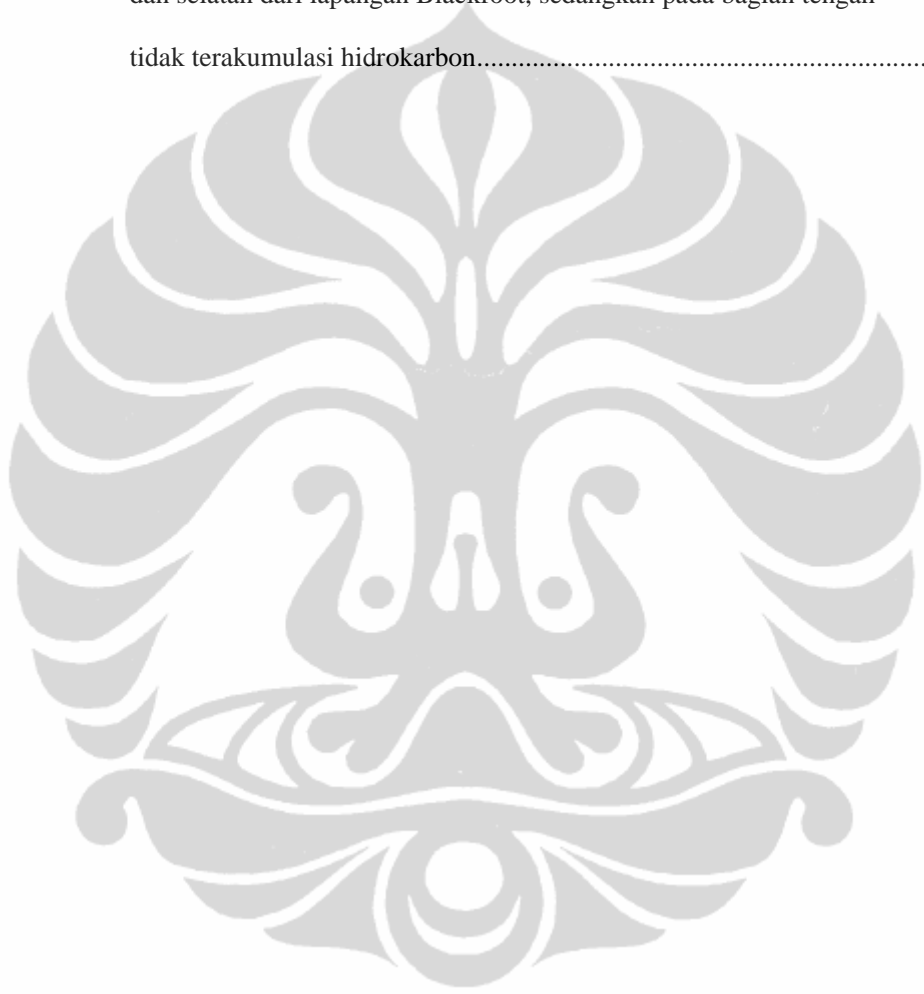


Gambar 4.10. Wavelet yang digunakan dalam inversi AI pada lintasan seismik yang melewati Sumur 08-08. a). Dalam domain waktu, b). Dalam domain frekuensi.....	37
Gambar 4.11. Model awal Rs pada lintasan seismic yang melewati sumur 08-08 dan 04-16 .....	38
Gambar 4.12. Hasil inversi Rs pada lintasan seismic yang melewati sumur 08-08 dan 04-16 .....	39
Gambar 4.13 Hasil “Mu-Rho” pada lintasan seismic yang melewati sumur 08-08 dan 04-16.....	39
Gambar 4.14. Hasil “Lambda-Rho” pada lintasan seismic yang melewati sumur 08-08 dan 04-16 .....	40
Gambar 5.1. Korelasi stratigrafi pada sumur-sumur di lapangan Blackfoot yang menunjukkan kemenerusan <i>glauconitic channel sand</i> .....	41
Gambar 5.2. Peta <i>time structure</i> pada lapisan <i>glauconitic channel sand</i> di lapangan Blackfoot .....	42
Gambar 5.3. <i>Time slice</i> pada 1050 ms, menunjukkan anomaly <i>bright amplitude</i> di sepanjang sumur-sumur berproduksi dan menunjukkan arah pengendapan dari utara – selatan .....	43
Gambar 5.4. Menunjukkan adanya anomaly <i>amplitude</i> terhadap jarak (sumur 08-08), dimana pada <i>near offset</i> menunjukkan <i>high amplitude</i> sedangkan pada <i>far offset</i> menunjukkan <i>low amplitude</i> .....	44
Gambar 5.5. Menunjukkan tidak adanya anomaly <i>amplitude</i> terhadap jarak (sumur 04-16), dimana pada <i>near offset</i> menunjukkan <i>high amplitude</i> Sedangkan pada <i>far offset</i> menunjukkan <i>low amplitude</i> .....	44
Gambar 5.6. Krosplot antara P-Impedance dan S-Impedance terhadap Gamma Ray, dimana untuk <i>glauconitic channel sand</i> , ditunjukkan dari nilai S-Impedance yang relative rendah .....	45
Gambar 5.7. Krosplot antara P-Impedance dan porositas terhadap saturasi air, menunjukkan bahwa pada <i>glauconitic chnnel sand</i> akan memiliki nilai P-Impedance yang rendah dengan kandungan	

	porositas yang tinggi dan saturasi air yang rendah .....	46
Gambar 5.8.	Krosplot antara S-Impedance dan porositas terhadap saturasi air, menunjukkan bahwa pada <i>glauconitic chnnel sand</i> akan memiliki nilai S-Impedance yang rendah dengan kandungan porositas yang tinggi dan saturasi air yang rendah.....	46
Gambar 5.9.	Kurva log yang memperlihatkan bahwa zona dengan kehadiran hidrokarbon lebih diperlihatkan, dimana nilai EI-nya ( <i>EI far</i> ) lebih kecil dibandingkan AI ( <i>EI near</i> ) .....	48
Gambar 5.10.	Krosplot yang memperlihatkan bahwa zona dengan kehadiran hidrokarbon lebih diperlihatkan, dimana nilai EI-nya ( <i>EI far</i> ) lebih kecil dibandingkan AI ( <i>EI near</i> ) .....	48
Gambar 5.11.	a). Mempunyai nilai EI yang relative besar dengan diwakili warna coklat-merah.b). Mempunyai nilai EI yang relative lebih kecil dan diwakili oleh warna hijau .....	50
Gambar 5.12.	a). Mempunyai nilai EI yang relative besar dengan diwakili warna hijau. b). Mempunyai nilai EI yang relative lebih kecil dan diwakili oleh warna coklat-merah .....	51
Gambar 5.13.	a) Pada Sumur 08-08, hasil analisis EI menunjukkan adanya hidrokarbon yang diwakili oleh warna kuning b). Pada Sumur 04-16, analisis EI menunjukkan tidak adanya hidrokarbon (kering) dan diwakili oleh warna abu-abu .....	52
Gambar 5.14.	Peta penyebaran AI di lapangan Blackfoot .....	53
Gambar 5.15.	Peta penyebaran EI di lapangan Blackfoot .....	54
Gambar 5.16.	Krosplot antara “Lambda-Rho” dan Porosity terhadap Saturasi air pada sumur 08-08. <i>Glauconitic channel sand</i> yang merupakan zona interest hasil analisa AI dan EI, secara konsisten juga diperlihatkan pada krosplot ini.....	56
Gambar 5.17.	Hasil nilai “Mu-Rho” pada Sumur 08-08, menunjukkan nilai yang tinggi mengindikasikan matriks batupasir.....	57
Gambar 5.18.	Analisis <i>sand body detection</i> berdasarkan atas data “Mu-Rho”, dapat teridentifikasi kemenerusan dari tubuh batubasir disekitar Sumur 08-08.....	57

Gambar 5.19. Berdasarkan atas analisa *volume seismic* “Lambda-Rho”,  
menunjukkan bahwa sumur-sumur yang berada di lapangan Blackfoot  
berada pada nilai “Lambda-Rho” yang kecil, sedangkan sumur-sumur  
kering terdapat pada nilai “Lambda-Rho” yang besar ..... 58

Gambar 5.20. Distribusi hidrokarbon berdasarkan atas analisis AFI  
menunjukkan bahwa hidrokarbon terakumulasi di bagian utara  
dan selatan dari lapangan Blackfoot, sedangkan pada bagian tengah  
tidak terakumulasi hidrokarbon..... 59



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tingkat kesalahan ( <i>error</i> ) dari beberapa metode inversi .....	30
Tabel 4.2. Nilai Koefisien korelasi dari wavelet terbaik yang digunakan pada masing-masing lintasan dal inversi AI .....	31
Tabel 4.3. Nilai Koefisien korelasi dari wavelet terbaik yang digunakan pada masing-masing lintasan dalam inversi AI.....	33
Tabel 4.4. Nilai Koefisien korelasi dari wavelet terbaik yang digunakan pada masing-masing lintasan dalam inversi AI.....	37

