

**ANALISIS SEISMİK INVERSI UNTUK KARAKTERISTIK RESERVOIR
PADA LAPANGAN “YFR” FORMASI BATURAJA, CEKUNGAN
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains Ilmu Fisika Fakultas MIPA



Oleh :

YULIA FALEND A ROSA

NIM.08021381419058

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS SEISMİK INVERSI UNTUK KARAKTERISTIK RESERVOIR
PADA LAPANGAN “YFR” FORMASI BATURAJA,
CEKUNGAN SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Ilmu Fisika Fakultas MIPA**

Oleh :

Yulia Falenda Rosa

08021381419058

Indralaya, Agustus 2018

Menyetujui,

Pembimbing II



Sutopo, S.Si., M.Si.

NIP. 197111171998021001

Pembimbing I



Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.S.

NIP. 196109151989031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Erinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

Motto dan Persembahan

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap
(Q.S Al-Insyirah ayat 6-8)

Life Begins At The End of Your Comfort Zone

(Neale Donald Walsch)

Majulah tanpa menyingkirkan, Naiklah tanpa menjatuhkan, Jadilah baik tanpa menjelekkkan, dan Benar tanpa menyalahkan

(Mr. Abie)

KARYA INI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK:

- Kedua orang tuaku (Bapak Warsono dan Ibu Siti Barokah) serta adikku (Sefhia Alfiona Rosi)
- Pembimbingku
- Keluarga Besar, Dosen-dosen dan sahabatku
- Almamaterku Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, segala puji bagi Allah SWT yang memiliki alam semesta ini, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan anugerah-Nya sehingga sampai saat ini kita masih mampu untuk berusaha dan belajar demi mencari ridha-Nya. Sholawat serta salam tidak lupa penulis utarakan kepada junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW yang telah mengantarkan manusia dari zaman kebodohan menuju zaman kecerdasan akhlak, akal, emosi, dan spiritual. Atas ridho-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul: **“Analisis Seismik Inversi untuk Karakteristik Reservoir pada Lapangan “YFR” Formasi Baturaja, Cekungan Sumatera Selatan.”** Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, Universitas Sriwijaya, dan pembaca pada umumnya. Sebagai manusia biasa, penulis mohon maaf apabila dalam penulisan ini ada kesalahan, kekurangan, maupun keterbatasan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Pada kesempatan ini pula penulis menyampaikan rasa hormat, terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya untuk:

1. Keluargaku, terutama kedua orangtua ku Bapak dan Ibu serta adikku yang terus memberikan dukungan dan doa yang tiada hentinya sehingga penulis mampu menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.S. dan Bapak Sutopo, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan, bimbingan, ilmu, motivasi, serta doa sehingga skripsi ini mampu terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Muhammad Razi selaku pembimbing di PT. Pertamina EP Asset 2 Prabumulih yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, serta ilmunya kepada penulis selama mengerjakan tugas akhir.
4. Bapak Prof. Dr. Ishaq Iskandar, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya.

6. Bapak Drs. Hadir Kaban, M.T., Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph.D., dan Ibu Dr. Siti Sailah, M.T. selaku dosen penguji.
7. Bapak Akmal Johan, S.Si., M.Si. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama menempuh studi di Jurusan Fisika.
8. Sahabatku “The Cincin” (Ade Pratiwi Putri, Anisa Nur Azizah, Citra Hamelliani, Danti Tri Oktavera, Faradita Septiani, Fitri Ayu Pertiwi P.J., Natasha Cyntia, Selvi Astria, dan Weni Pitriani) yang selalu ada untuk menjadi tempat berbagi baik suka maupun duka bagi penulis.
9. Teman-teman seangkatanku 2014 (Fisika Berandal) yang selalu ada dan mendukung.
10. Kakak tingkatku 2013 (Kak Diwa, Mbak Damayanti, Mbak Soya) yang telah memberikan dukungan, semangat, dan ilmunya.
11. Pak Nabair (Babe), Kak David, dan Mbak Fitri yang telah membantu administrasi selama perkuliahan.
12. Staf Karyawan di Fungsi Pramulih dan Limau Exploitation Pertamina EP Asset 2 Prabumulih terutama Mbak Nurul, Mas Irfan, Mas Fajri, Mas Dismas.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala bantuannya.

Penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semoga kita tetap selalu diridhoi oleh-Nya. Aamiin

Indralaya, Agustus 2018

Penulis

**ANALISIS SEISMIK INVERSI UNTUK KARAKTERISTIK RESERVOIR
PADA LAPANGAN “YFR” FORMASI BATURAJA,
CEKUNGAN SUMATERA SELATAN**

Oleh:

YULIA FALENDIA ROSA

08021381419058

ABSTRAK

Karakteristik reservoir batugamping pada lapangan “YFR” Cekungan Sumatera Selatan ini dilakukan dengan menggunakan seismik inversi. Lapangan “YFR” berada pada Formasi Baturaja yang terdiri dari batugamping yang cukup baik sebagai tempat terakumulasinya hidrokarbon. Metode inversi dilakukan untuk mendapatkan gambaran model geologi bawah permukaan dengan baik dari penggunaan data seismik 3D *pre-stack time migration* (PSTM), dan satu buah data sumur sebagai kontrolnya. Metode inversi yang digunakan pada penelitian ini yaitu *model based*, *bandlimited*, dan *maximum likelihood sparse spike*. Pada penelitian ini, didapatkan hasil inversi yang paling baik yaitu menggunakan metode inversi model based, dimana nilai korelasi yang didapatkan paling besar dibandingkan dengan metode yang lainnya. Nilai akustik impedansi pada daerah reservoir didapatkan sebesar ≥ 25394 (m/s)*(gr/cc).

Kata kunci: seismik inversi, Formasi Baturaja, Akustik Impedansi

**ANALYSIS OF INVERSION SEISMIC FOR RESERVOIR
CHARACTERISTICS IN THE FIELD "YFR" BATURAJA FORMATION,
SOUTH SUMATERA BASIN**

By:

YULIA FALEND A ROSA

08021381419058

ABSTRACT

Characteristic of limestone reservoir in "YFR" field of South Sumatera basin was done by using inversion seismic. The "YFR" field is in the Baturaja Formation which consists of a fairly good limestone as the accumulation of hydrocarbon. The inversion method was performed to get a good overview of the subsurface geology model from 3-D seismic data *pre-stack time migration* (PSTM), and one well data as its control. The inversion method used in this research were *model based*, *bandlimited*, and *maximum likelihood sparse spike*. In this research, the best inversion result was using inversion model based, where the correlation value obtained bigger than the other method. The value of acoustic impedance in the reservoir area is $\geq 25394 \text{ (m / s) * (gr / cc)}$.

Keywords: inversion seismic, Baturaja Formation, Acoustic Impedance

DAFTAR ISI

JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan	3
2.1.1 Batuan Induk (<i>Basement</i>)	5
2.1.2 Formasi Lahat (LAF)	5
2.1.3 Formasi Talang Akar (TAF)	5
2.1.4 Formasi Batu Raja (BRF)	6
2.1.5 Formasi Gumay (GUF)	6
2.1.6 Formasi Air Benakan (ABF)	6
2.1.7 Formasi Muara Enim (MEF)	6
2.1.8 Formasi Kasai (KAF)	7
2.2 Petroleum System Cekungan Sumatera Selatan	7
2.2.1 <i>Source Rock</i> (Batuan Induk)	7
2.2.2 <i>Reservoir</i>	8

2.2.3 Batuan Penutup (<i>Seal</i>)	8
2.2.4 <i>Trap</i>	8
2.2.5 Migrasi	9
2.3 Komponen Seismik Refleksi	9
2.3.1 Impedansi Akustik	9
2.3.2 Koefisien Refleksi	9
2.3.3 Tras Seismik	10
2.3.4 Polaritas	10
2.3.5 Resolusi Seismik	11
2.3.6 <i>Wavelet</i>	12
2.3.7 Seismogram Sintetik	12
2.4 Karakteristik Reservoir	12
2.5 Seismik Inversi	13
2.5.1 Metode Inversi Rekursif (<i>Bandlimited</i>)	14
2.5.2 Metode Inversi Sparse Spike	15
2.5.3 Metode Inversi Model Based	16
2.6 <i>Well logging</i>	17
2.6.1 Log <i>Resistivity</i>	17
2.6.2 Log SP (<i>Spontaneous Potential</i>)	17
2.6.3 Log <i>Gamma Ray</i>	18
2.6.4 Log Densitas	18
2.6.5 Log <i>Neutron Porosity</i>	18
2.6.6 Log <i>Sonic</i>	18

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	20
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.3 Data	20
3.4 Pengolahan Data	22
3.4.1 <i>Loading Data</i>	22
3.4.2 Ekstraksi <i>Wavelet</i>	22
3.4.3 <i>Well Seismik Tie</i>	23

3.4.4 <i>Picking</i> Horizon	23
3.4.5 Analisis Sensitifitas	23
3.4.6 Pembuatan Model Awal	24
3.4.7 Analisis Pre- Inversi	24
3.4.8 Proses Inversi	24
3.5 Diagram Alir Penelitian	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Sumur	28
4.2 Analisis <i>Well Seismic Tie</i>	29
4.3 <i>Picking</i> Horizon	31
4.4 Analisis Sensitivitas.....	32
4.5 Analisis Model Awal	33
4.6 Analisis Pre- Inversi	34
4.6.1 Analisis Pre- Inversi <i>Model Based</i>	34
4.6.2 Analisis Pre- Inversi <i>Bandlimited</i>	35
4.6.3 Analisis Pre- Inversi <i>Maximum Likelihood Sparse Spike</i>	36
4.7 Hasil Inversi	35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	43
5.1 Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan.....	4
Gambar 2.2 <i>Zero Phase</i>	11
Gambar 2.3 <i>Minimum Phase</i>	11
Gambar 2.4 Pemodelan Geofisika	13
Gambar 2.5 Jenis Metode Seismik Inversi.....	14
Gambar 3.1 Data Seismik 3D.....	21
Gambar 3.2 <i>Base Map</i> Penelitian	21
Gambar 4.1 Respon Log pada Sumur Well 37	29
Gambar 4.2 Wavelet <i>Statistical</i> dengan Frekuensi Dominan 12 Hz.....	30
Gambar 4.3 Hasil <i>Well Seismic Tie</i> pada Sumur Well 37.....	31
Gambar 4.4 <i>Picking Horizon</i> pada Lintasan <i>Inline</i> dengan <i>Line</i> 8552	32
Gambar 4.5 <i>Crossplot P-Impecande Vs Density</i> pada Sumur Well 37.....	33
Gambar 4.6 Model Awal pada Sumur Well 37.....	34
Gambar 4.7 Analisis Pre- Inversi <i>Model Based</i>	35
Gambar 4.8 Analisis Pre- Inversi <i>Bandlimited</i>	36
Gambar 4.9 Analisis Pre- Inversi <i>Maximum Likelihood Sparse Spike</i>	37
Gambar 4.10 Hasil Inversi <i>Model Based</i>	38
Gambar 4.11 Hasil Inversi <i>Bandlimited</i>	39
Gambar 4.12 Hasil Inversi <i>Maximum Likelihood Sparse Spike</i>	39
Gambar 4.13 Sebaran AI secara Horizontal pada Metode Inversi <i>Model Based</i> ..	41
Gambar 4.14 Sebaran AI secara Horizontal pada Metode Inversi <i>Rekursif</i>	41
Gambar 4.15 Sebaran AI secara Horizontal pada Metode Inversi <i>Maximum Likelihood Sparse Spike</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	20
Tabel 3.2 Data Marker	22
Tabel 4.1 Hasil Korelasi pada setiap Wavelet	30
Tabel 4.2 Hasil Analisis Pre- Inversi	38

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Naiknya tingkat konsumsi masyarakat akan penggunaan energi membuat kebutuhan akan hidrokarbon sebagai salah satu sumber energi pun meningkat tajam. Hidrokarbon adalah salah satu energi yang tidak dapat terbarukan dalam waktu yang cepat sehingga cadangannya dalam bumi ini juga terbatas. Namun saat ini kebutuhan energi tidak sebanding dengan ketersediaan energinya. Karena itu banyak dikembangkan metode-metode untuk melakukan eksplorasi hidrokarbon.

Salah satu metode geofisika yang sering digunakan dalam kegiatan eksplorasi hidrokarbon adalah seismik refleksi, karena dapat memberikan gambaran mengenai kondisi bawah permukaan secara detail. Area yang penting akan dicari untuk digali kandungannya adalah batuan reservoir hidrokarbon. Batuan reservoir adalah batuan dari kerak bumi yang memiliki karakter tertentu, pada dasarnya semua batuan penyusun kerak bumi dapat menjadi batuan reservoir asalkan mampu menyimpan fluida melalui rongga pori (porositas), yang dimilikinya serta mampu melepaskan dan mengalirkan fluida tersebut melalui konektivitas antar pori (permeabilitas). Dengan menganalisis seismik dapat diketahui berbagai parameter dalam karakterisasi reservoir.

Salah satu metode yang paling berkembang dan diminati oleh perusahaan-perusahaan minyak dan gas bumi saat ini adalah metode seismik inversi. Seismik inversi adalah suatu metode untuk membuat model bawah permukaan dengan menggunakan data seismik sebagai data masukan dan data sumur sebagai kontrol. Metode inversi dapat dianggap sebagai kebalikan dari metode pemodelan ke depan dimana dihasilkan penampang seismik sintetik berdasarkan model bumi. Pada metode seismik inversi penampang seismik dikonversi kedalam bentuk impedansi akustik yang mempresentasikan sifat fisis batuan sehingga lebih mudah untuk diinterpretasikan menjadi parameter-parameter petrofisik misalnya untuk menentukan litologi dan penyebarannya. Namun tingkat akurasi penggambaran litologi juga dapat dipengaruhi oleh metode yang digunakan. Apabila data seismik konvensional melihat batuan di bawah permukaan sebagai *interfacing* antar lapisan batuan, maka data impedansi akustik melihat batuan di bawah permukaan sebagai susunan lapisan batuan itu sendiri. Secara matematis,

impedansi akustik adalah hasil perkalian antara harga kecepatan dengan harga densitas suatu batuan.

Pada metode seismik inversi terdapat 3 metode yang dapat digunakan. Metode-metode tersebut antara lain metode inversi rekursif, metode inversi *maximum likelihood sparse-spike*, dan metode inversi *model base*. Dari ketiga metode tersebut akan dibahas pada penelitian ini untuk mengetahui metode mana yang lebih efektif digunakan untuk mengkarakteristik batuan reservoir pada lapangan YFR.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan zona reservoir berdasarkan analisis data log.
2. Menentukan nilai impedansi akustik dari hasil inversi pada reservoir.
3. Membandingkan tiga metode seismik inversi dengan mengubah parameter-parameter yang sesuai.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara menentukan zona reservoir berdasarkan analisis log ?
2. Bagaimana cara menentukan nilai impedansi akustik dari hasil inversi pada reservoir ?
3. Bagaimana perbandingan hasil inversi berdasarkan tiga metode seismik yang digunakan ?

1.4 Batasan Masalah

Adapaun datasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data seismik yang digunakan adalah *post-stack seismic* 3D yang telah melalui tahap *processing* yang dianggap benar.
2. Data seismik dan data sumur yang digunakan hanya pada Formasi Baturaja.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang karakteristik reservoir pada daerah penelitian berdasarkan hasil inversi yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., 2007. *Ensiklopedia Seismik Online*. (online) (<http://ensiklopediaseismik.blogspot.co.id/>), diakses 8 Mei 2018.
- De Coster, 1974. *The Geology of The Central South Sumatra Basins*. Proceeding of The Third Annual Convention Indonesian Petroleum Association, Jakarta.
- Harsono, Adi., 1997. *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log*. Schlumberger Oilfield Services, Jakarta.
- Hijria, T.V., dan Danusaputro, H., 2016. *Analisis Persebaran Zona Reservoir Lapangan DT-1 Menggunakan Metode Seismik Inversi Akustik Impedansi dan Atribut Variansi*. Youngster Physics Journal, No 1, Vol 5. Hal 1-12.
- Koesoemadinata. R.P., 1978. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Jilid I Edisi kedua, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Kusuma, A.S., Sismanto., Syarifudin, F., dan Arby, N., 2004. *Estimasi Penyebaran Vertikal (TVT) Reservoir D1 dan D2 Dengan Metode Inversi Seismik di Lapangan Durna-7, Balikpapan, Kalimantan Timur*. Jurnal Fisika Indonesia, No 23, Vol VIII. Hal 27-24.
- Munadi, S., dan Pasaribu, D.P., 1987. *Seismogram Sintetik dari Rekaman Geofisika Sumur*, Lembaran Publikasi LEMIGAS No. 4/1987, Halaman 298-311.
- Sismanto, 2006. *Dasar-Dasar Akuisisi dan Pemrosesan Data Seismik*, Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sismanto, 2013. *Fisika Batuan: Pendekatan Estimasi Permeabilitas dan Saturasi Air Berbasis Data Seismik*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sukmono, S., 1999. *Interpretasi Seismik Refleksi*, Departemen Teknik Geofisika Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sukmono, S., 2000. *Seismik Inversi Untuk Karakterisasi Reservoir*. Departemen Teknik Geofisika Institut Teknologi Bandung, Bandung.