

**ANALISIS METODE INVERSI IMPEDANSI AKUSTIK UNTUK PEMETAAN
SEBARAN POROSITAS BATUAN KARBONAT PADA LAPANGAN “X”
CEKUNGAN SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

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



Oleh:

TRI WULANDARI

08021281320001

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS METODE INVERSI IMPEDANSI AKUSTIK UNTUK PEMETAAN
SEBARAN POROSITAS BATUAN KARBONAT PADA LAPANGAN "X"
CEKUNGAN SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Ilmu Fisika Fakultas MIPA

Oleh :

TRI WULANDARI

08021281320001

Indralaya, Maret 2018

Menyetujui,

Pembimbing II



Sutopo, S.Si., M.Si.
NIP. 197111171998021001

Pembimbing I



M. Yusup Nur Khakim, Ph.D.
NIP. 197203041999031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Des. Octavianus Cakra Satya, M.T.
NIP. 196510011991021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan." (Q.S. Al-Insyirah :5-6)

*"Ketahuilah bahwa kemenangan itu diraih dengan kesabaran."
(H.R. Ahmad & Al-baihaqi)*

*"Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya."
(Q.S. An-Najm:39)*

"Jangan mudah puas, jangan mudah kecewa." (M. Yusup Nur Khakim)

"Sesuatu tidak mungkin terbentuk begitu saja, ada sebuah proses yang menyebabkan hal itu terjadi. Untuk menjadikan akhir yang baik, berusahalah agar proses itu sebaik mungkin dapat disempurnakan." (Jri Wulandari)

KARYA INI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK:

Kedua orangtuaku (Bapak Wartono dan Ibu Kasiyatin)

Kedua kakakku (Mas Fdy Pranyoto dan Mbak Ida Sulistiani)

Keluarga besar, Sahabat, dan Jeman-teman

Seluruh Pengajar

Almamater Kebanggaanku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan kuasa-Nya, Penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “ANALISIS METODE INVERSI IMPEDANSI AKUSTIK DAN UNTUK PEMETAAN SEBARAN POROSITAS BATUAN KARBONAT PADA LAPANGAN “X” CEKUNGAN SUMATERA SELATAN”. Skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT. Pertamina EP Asset 2 Prabumulih.

Rasa Terima kasih penulis berikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua Penulis yang selalu menyayangi dan mendoakan kebaikan, serta kedua kakak tercinta yang selalu memberi semangat.
2. Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph.D dan Bapak Sutopo, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya atas nasehat, arahan, bimbingan, dan motivasi serta ilmu yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini.
3. Bapak M. Irfan Mashudi selaku pembimbing lapangan yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan selama penelitian di PT. Pertamina EP Asset 2 Prabumulih.
4. Ibu Dr. Siti Sailah, M. T., Bapak Drs. Pradanto P, DEA., dan Ibu Dra. Jorena, M. Si. selaku dosen penguji.
5. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya beserta para staff dan pegawainya.
6. Bapak Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Ibu Dr. Menik Ariani, S.Si., M.Si. selaku pembimbing akademik selama di perkuliahan.
8. Bapak dan Ibu dosen jurusan Fisika yang senantiasa memberikan ilmunya serta dukungannya kepada penulis selama masa perkuliahan.

9. Teman-teman seperjuangan selama Tugas Akhir : Damayanti R.S, Soya Gemaya, Diwa Trisepta Abiyyu.
10. Sahabat tercinta, Siti, Sinpek, Rissa, Dinda, Ummi, Ngasto, Panji, Lybra, Willy, Suryo.
11. Teman-teman seangkatan 2013 jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya, serta kakak tingkat dan adik tingkat yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
12. Pak Nabair (Babe), mbak Fitri dan kak David yang telah membantu dalam administrasi.
13. Mbak Indah, Pak Horas, Pak Koko, Mbak Nurul, Mas Aji dan Staf karyawan di Pertamina EP Asset 2, terutama di Fungsi *Exploitation*.

Terakhir, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk dijadikan bahan pertimbangan dan masukan dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Indralaya, Maret 2018

Penulis

**ANALISIS METODE INVERSI IMPEDANSI AKUSTIK UNTUK PEMETAAN
SEBARAN POROSITAS BATUAN KARBONAT PADA LAPANGAN “X”
CEKUNGAN SUMATERA SELATAN**

Oleh:

**Tri Wulandari
08021281320001**

ABSTRAK

Analisis penentuan pengembangan sumur baru pada Formasi Baturaja di lapangan “X” telah dilakukan dengan menggunakan metode inversi impedansi akustik. Pada penelitian ini membandingkan tiga metode inversi impedansi akustik, yaitu metode *model based*, metode *bandlimited* dan metode *maximum likelihood sparse spike*. Dari analisis perbandingan ketiga metode tersebut didapatkan metode terbaik yaitu metode *modelbased* dengan korelasi sebesar 0,998. Menggunakan inversi impedansi akustik dan *crossplot* log impedansi akustik terhadap log densitas serta *crossplot* log impedansi akustik terhadap log porositas, didapatkan sebaran densitas dan porositas. Dari analisis sebaran tersebut, maka dapat ditentukan daerah pengembangan sumur baru. Daerah pengembangan ini memiliki impedansi akustik, densitas, dan porositas sebesar 19.000-22.000(ft/s)*(g/cc), 2,2-2,3 g/cc, 20%-22%, dan berada di bagian Tenggara daerah penelitian.

Kata kunci: inversi, impedansi akustik, *model based*, porositas, densitas, Formasi Baturaja.

**ACOUSTIC IMPEDANCE INVERSION ANALYSIS METHOD FOR MAPPING
DISTRIBUTION of CARBONATE ROCK POROSITY in THE FIELD "X"
SOUTH SUMATRA BASIN**

By:

**Tri Wulandari
08021281320001**

ABSTRACT

The analysis of the development determination of new well Baturaja Formation in "X" field has been done by using acoustic impedance inversion method. In this study comparing three acoustic impedance inversion method, that is model based method, bandlimited method, and maximum likelihood sparse spike method. From the comparison analysis of the three method is obtained the best method that is model based method with a correlation 0.998. Using acoustic impedance inversion and crossplot acoustic impedance log to density log and crossplot acoustic impedance log to porosity log, obtained the density and porosity distribution, respectively. From the analysis of the distribution, it can be determined a new well development area. The area has acoustic impedance, density, and porosity of 19,000-22,000 (ft/s)*(g/cc), 2.2-2.3 g/cc, 20% -22%, and this area is in Southeast of the study area.

Keywords: inversion, acoustic impedance, model based, porosity, density, Baturaja Formation.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Geologi Cekungan Sumatera Selatan.....	3
2.1.1. Fisiografi Cekungan Sumatra Selatan	4
2.1.2. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan.....	4
2.1.3. <i>Petroleum System</i> Cekungan Sumatera Selatan	8
2.2. Konsep Dasar Seismik Refleksi.....	10
2.3. Komponen Seismik Refleksi.....	10
2.3.1. Impedansi Akustik.....	11
2.3.2. Koefisien Refleksi	11
2.3.3. Polaritas.....	11
2.3.4. Fasa.....	12
2.3.5. Resolusi Vertikal Seismik	12
2.3.6. Wavelet.....	12
2.3.7. Seismogram Sintetik	13
2.4. Data	14
2.4.1. Data Seismik 3D.....	14

2.4.2. Data Log.....	15
2.4.3. Data <i>Marker</i>	17
2.4.4. Data Checkshot	17
2.5. Reservoir	17
2.6. Porositas	17
2.7. Inversi Seismik.....	18
2.7.1. Metode Inversi <i>Model Based</i>	19
2.7.2. Metode Inversi Rekursif	20
2.7.3. Metode inversi <i>Sparse Spike</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Lokasi Penelitian.....	22
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.3. Kelengkapan Data	23
3.3.1. Data Seismik	23
3.3.2. Data Log.....	24
3.3.3. Data <i>Marker</i>	24
3.3.4. Data Checkshot	25
3.4. Pengolahan data	25
4.4.1. Loading Data	25
3.4.2. Well to Seismic Tie	26
3.4.3. Korelasi	26
3.4.4. Analisis Log	26
3.4.5. Picking Horizon.....	27
3.4.6. Analisis Sensitifitas (<i>Crossplot</i>).....	27
3.5. Seismik Inversi.....	27
4.5.1. Model Awal.....	27
4.5.2. Analisis pra-Inversi	28
4.5.3. Hasil Inversi	28
4.5.4. Sebaran Densitas Secara Vertikal	28
4.5.5. Sebaran Densitas Secara Horizontal	28
4.5.6. Sebaran Porositas Secara Vertikal.....	29
4.5.7. Sebaran Porositas Secara Horizontal.....	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Data	31
4.2. <i>Well to Seismic Tie</i>	32
4.3. Analisis Log	34
4.4. Picking Horizon	37
4.5. Analisis Sensitifitas (<i>Crossplot</i>)	39
4.6. Seismik Inversi.....	40
4.6.1. Analisis Model Awal.....	41
4.6.2. Analisis Pra-Inversi Impedansi Akustik.....	42
4.6.3. Hasil Inversi	48
4.6.4. Sebaran Densitas Secara Vertikal	50
4.6.5. Sebaran Densitas Secara Horizontal	52
4.6.6. Sebaran Porositas Secara vertikal	53
4.6.7. Sebaran Porositas Secara Horizontal.....	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. Kesimpulan	59
1.2. Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta cekungan di daerah Sumatera.....	4
Gambar 2.3. Komponen dasar tras seismik.....	10
Gambar 2.4. Polaritas normal dan polaritas reverse	12
Gambar 2.5. Wavelet.....	13
Gambar 2.6. Seismogram sintetik yang didapat dari konvolusi antara koefisien refleksi dengan wavelet	13
Gambar 2.7. Jenis Metode Inversi Seismik.....	19
Gambar 3.1. Peta Cekungan Sumatera Selatan	22
Gambar 3.2. Penampang Seismik	24
Gambar 3.3. Marker sumur pada penampang seismik.....	25
Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4.1. <i>Basemap</i> daerah penelitian.....	31
Gambar 4.2. Ekstraksi <i>wavelet statistical</i>	33
Gambar 4.3. Korelasi antara seismogram sintetik dengan seismik <i>real</i>	33
Gambar 4.4. Log sumur TWD-7	36
Gambar 4.5. <i>Close-up</i> log sumur TWD-7	36
Gambar 4.6. <i>Arbitrary line</i>	38
Gambar 4.7. Hasil <i>picking horizon</i> pada <i>inline</i> 213.....	38
Gambar 4.8. Peta struktur waktu (a) <i>TOP horizon</i> (b) <i>BOT horizon</i>	39
Gambar 4.9. (a) <i>Zonasi crossplot</i> dan (b) <i>cross section</i> pada daerah target sumur TWD-7	40
Gambar 4.10. Penampang model awal pada <i>inline</i> 213	41
Gambar 4.11. <i>Close-up</i> penampang model awal pada <i>inline</i> 213.....	42
Gambar 4.12. Analisis metode <i>Model Based</i> pada sumur TWD-7	43
Gambar 4.13. Korelasi inversi <i>Model Based</i> pada iterasi 20	44
Gambar 4.14. Analisis metode <i>Bandlimited</i> pada sumur TWD-7	45
Gambar 4.15. Korelasi inversi <i>Bandlimited</i>	45
Gambar 4.16. Analisis metode <i>maximum likelihood sparse spike</i> pada sumur TWD-7.....	46
Gambar 4.17. Korelasi inversi <i>maximum likelihood sparse spike</i> pada iterasi 20	47
Gambar 4.18. Hasil inversi <i>model based</i> pada <i>inline</i> 213.....	48
Gambar 4.19. Hasil inversi <i>bandlimited</i> pada <i>inline</i> 213.....	48

Gambar 4.20. Hasil inversi maximum likelihood sparse spike pada inline 213	49
Gambar 4.21. Perbandingan hasil inversi	49
Gambar 4.22. Sebaran impedansi akustik secara horizontal.....	50
Gambar 4.23. Hasil regresi linier dengan metode <i>Least Square</i> dari <i>crossplot</i> antara log p-impedansi dengan log densitas	51
Gambar 4.24. Sebaran densitas secara vertikal.....	52
Gambar 4.25. Sebaran densitas secara horizontal.....	52
Gambar 4.26. Nilai densitas pada (a) sebaran densitas secara vertikal (b) log densitas .	53
Gambar 4.27. Hasil regresi linier dengan metode <i>Least Square</i> dari <i>crossplot</i> antara log porositas dengan log p-impedansi.....	54
Gambar 4.28. Sebaran porositas secara vertikal	55
Gambar 4.29. Sebaran porositas secara horizontal	55
Gambar 4.30. Nilai porositas pada (a) sebaran porositas secara vertikal (b) log porositas	56
Gambar 4.31. Zona pengembangan pada lapangan “X” berdasarkan sebaran impedansi akustik secara horizontal.....	57
Gambar 4.32. Zona pengembangan pada lapangan “X” berdasarkan sebaran densitas secara horizontal	57
Gambar 4.33. Zona pengembangan pada lapangan “X” berdasarkan sebaran porositas secara horizontal	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Skala Visual Porositas.....	18
Tabel 3.1. Rincian Waktu Kegiatan Penelitian Tugas Akhir	23
Tabel 3.2. Data <i>marker</i>	24
Tabel 4.1. Daftar nama dan lokasi sumur penelitian.....	32
Tabel 4.2. Nilai hasil korelasi seismogram sintetis dengan seismik <i>real</i>	34
Tabel 4.4. Korelasi hasil analisis inversi.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A *Well to Seismic Tie*

LAMPIRAN B Analisis Log

LAMPIRAN C Analisis Sensitivitas (Crossplot)

LAMPIRAN D Validasi Nilai Densitas

LAMPIRAN E Validasi Nilai Porositas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hidrokarbon merupakan salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan dalam masyarakat luas. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan sumber energi tersebut, maka ketersediaan hidrokarbon akan semakin menurun. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka semakin banyak perusahaan yang melakukan eksplorasi hidrokarbon.

Eksplorasi hidrokarbon merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menemukan cadangan hidrokarbon (Purnomo dkk, 2008). Salah satu bidang ilmu yang mempelajarinya yaitu geofisika. Dalam bidang ilmu geofisika, terdapat beberapa metode yang digunakan dalam eksplorasi hidrokarbon, salah satunya yaitu metode seismik. Metode seismik pada prinsipnya memanfaatkan penjalaran gelombang yang melewati material-material di bawah permukaan bumi.

Lapangan “X” merupakan lapangan produksi minyak bumi kategori lapangan tua yang terletak di cekungan Sumatera Selatan. Usaha pencarian lokasi sumur prospek baru perlu dilakukan pada lapangan ini. Untuk mencapai target ini, diperlukan pemetaan berdasarkan data seismik dan data sumur yang ada. Tujuannya adalah untuk mengetahui sebaran porositas reservoir.

Seiring dengan kegiatan eksplorasi hidrokarbon dengan metode seismik yang semakin kompleks, dalam tahap pengembangannya diperlukan teknik yang lebih akurat dan efektif. Salah satu teknik yang digunakan untuk membantu menganalisis dan menginterpretasi gambaran kondisi geologi bawah permukaan bumi adalah dengan menggunakan seismik inversi.

Metode seismik inversi merupakan teknik inversi berupa suatu pendekatan keadaan geologi. Metode ini dapat memberikan hasil penampakan geologi bawah permukaan sehingga dapat diidentifikasi karakter dan pola penyebaran reservoir di daerah target berupa interpretasi geologi, litologi, fluida, serta batas antar lapisan bawah

permukaan. Pada penelitian ini, metode seismik inversi akan digunakan untuk membuat peta sebaran porositas.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menentukan zona reservoir dengan menggunakan analisis log?
2. Bagaimana cara menganalisis metode inversi impedansi akustik?
3. Bagaimana cara mengaplikasikan metode inversi impedansi akustik untuk pemetaan sebaran porositas?
4. Bagaimana analisis hasil peta sebaran porositas dari inversi impedansi akustik?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan zona reservoir dengan menggunakan analisis log.
2. Menganalisis hasil sebaran impedansi akustik menggunakan metode inversi impedansi akustik.
3. Mendapatkan peta sebaran porositas dari hasil inversi impedansi akustik.
4. Menentukan lokasi sumur pengembangan berdasarkan sebaran impedansi akustik, sebaran densitas, dan sebaran porositas.

1.4. Batasan Masalah

1. Data yang digunakan adalah data seismik 3D PSTM (*Post-stack Time Migration*).
2. Target penelitian dibatasi oleh Top_A2B sampai dengan Top_B0 yang berada pada kisaran kedalaman 1000-1100 m.
3. Penentuan pengembangan lokasi sumur baru berdasarkan sebaran impedansi akustik sebaran densitas, dan sebaran porositas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., 2007. *Ensiklopedi Seismik Online*. (online) (<http://ensiklopediseismik.blogspot.co.id/>), diakses 12 Maret 2017.
- Bishop, M. G., 2000. *South Sumatra Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar-Cenozoic Total Petroleum System*. U S Geological Survey, Colorado.
- Bishop, M. G., 2001. *South Sumatra Province, Indonesia: the Lahat/Talang Akar-Cenozoic Total Petroleum System, Open-File Report 99-50-S*. U S Geological Survey, Colorado.
- Bobby, I.,2011. *Analisa Metode Inversi Impedansi Akustik dan Seismik Multiatribut untuk Karakterisasi Reservoir pada Lapangan F3 Netherland*, Skripsi. Universitas Indonesia, Depok.
- De Coster, G. L., 1974. *The Geology of the Central and South Sumatra Basin. Proceedings 3rd Annual Convention IPA*, Jakarta.
- Harsono, A.,1997. *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log. Schlumberger Oilfield Services*, Jakarta.
- Irawan, D., dan Utama, W., 2009. *Analisis Data Well Log (Porositas, Saturasi Air, dan Permeabilitas) untuk Menentukan Zona Hidrokarbon, Studi Kasus: Lapangan "ITS" daerah Cekungan Jawa Barat Utara*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Vol.5, No.1, hal: 2.
- Koesoemadinata. R.P., 1978. *Geologi Minyak dan Gas Bumi, Jilid I Edisi kedua*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Pulunggono, A., Haryo S, A., A., Christine, G. K., 1992, *Pre-Tertiary and Tertiary Fault Systems as a framework of the South Sumatera Basin. A Study of SAR-MAPS, Proceedings Indonesian Petroleum Association, 21st Annual Convention*.
- Purnomo, W. D., dkk, 2008. *Estimasi Sebaran Fluida Hidrokarbon dan Litologi Menggunakan Analisis Inversi Amplitude Variation with Offset (AVO) dan Inversi Lambda Mu Rho (LMR)*. Universitas Diponegoro, Semarang.

- Sanjaya, D. N., 2004. *Analisis Sifat Fisis Reservoir Menggunakan Metode Seismik Inversi Acoustic Impedance (AI) dan Multiatribut (Studi Kasus Lapangan F3)*. Jurnal Sains dan Seni Pomits, Vol.3, No.2, hal: 97.
- Sari, R.N.,2016. *Analisis Seismik Multiatribut untuk Memprediksi Persebaran Reservoir Batupasir dan Porositasnya*, Skripsi. Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Sukmono, S., 2007. *Fundamentals of Seismic Refleksi*. Departemen Teknik Geofisika: Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- 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.