

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**APLIKASI INVERSI SEISMİK DAN MULTIATRIBUT
SEISMİK UNTUK MENENTUKAN DISTRIBUSI
RESERVOIR PASIR TIPIS
(Studi Kasus: Lapangan Azure, Cekungan Sumatra Selatan)**


Oleh :
GALANG PURNOMO ADI
0810930002

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
Pada tanggal Juli 2012
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

Adi Susilo, Ph.D
NIP.196312271991031002

Pembimbing II


M. Noor Alamsyah, M.Si.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Adi Susilo, Ph.D
NIP.196312271991031002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Galang Purnomo Adi
NIM : 0810930002
Jurusan : Fisika
Penulis Tugas Akhir Berjudul :
**Aplikasi Inversi Seismik dan Multiatribut Seismik untuk
Menentukan Distribusi Reservoir Pasir Tipis**
(Studi Kasus: Lapangan Azure, Cekungan Sumatra Selatan)
dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 2 Juli 2012

Yang menyatakan,

(Galang Purnomo Adi)

NIM. 0810930002

**APLIKASI INVERSI SEISMIK DAN MULTIATRIBUT
SEISMIK UNTUK MENENTUKAN DISTRIBUSI
RESERVOIR PASIR TIPIS
(Studi Kasus: Lapangan Azure, Cekungan Sumatra Selatan)**

ABSTRAK

Reservoir batu pasir tipis dan efek batu bara adalah permasalahan yang harus ditangani secara serius di dalam interpretasi seismik karena hal ini dapat mengarahkan kepada kesalahan interpretasi tanpa adanya informasi lebih lanjut. Lapangan Azure adalah area pada Formasi LTA yang tersusun atas reservoir batu pasir tipis, sisipan batu bara dan batu lempung dengan cadangan hidrokarbon yang telah terbukti. Sebagai konsekuensinya, penampang seismic pada daerah yang mengandung sisipan batu bara menunjukkan refleksi yang kuat.

Studi yang dilakukan dilakukan dengan tujuan untuk meminimalisasi efek batu bara dan menentukan distribusi reservoir batu pasir tipis dengan menggunakan inverse seismik dan multiatribut seismic. Gagasan umum yang digunakan adalah memisahkan ketiga litologi yang ada, mengklasifikasikannya menjadi kelas-kelas tertentu dan mengisolasi reservoir batu pasir dari kedua litology yang lain. Isolasi dilakukan dengan mengkombinasikan volume impedansi dan volume pseudoclass untuk menentukan irisan reservoir dari kedua volume tersebut.

Peta ketebalan reservoir yang dihasilkan melalui pendekatan geostatistika dari reservoir yang telah terisolasi menunjukkan bahwa metode yang dilakukan cukup akurat dalam menentukan sebaran reservoir tipis batu pasir. Setiap peta untuk tiap interval horizon menunjukkan konsistensi dengan sejarah pengendapan yang diperoleh dari interpretasi respon log dan studi yang dilakukan sebelumnya.

kata kunci: reservoir batu pasir tipis, efek batu bara, inversi seismik, multiatribut seismik

**APPLICATION OF SEISMIC INVERSION &
MULTIATTRIBUTE
TO DETERMINE THIN SAND RESERVOIR DISTRIBUTION
(Case Study: Azure Field, South Sumatra Basin)**

ABSTRACT

Thin sandstone reservoir and coal effect are issues that have to be faced seriously in seismic interpretation task because they can lead to misinterpretation without further information. Azure field is an area in LTA Formation that consists of thin sandstone reservoir, coal infill and shale with proven hydrocarbon reserve. As consequence, the raw seismic section of the vicinity shows strong reflection in the coaly area albeit actually it was a thin layer.

The study was deliberately done to both minimize the coal effect and determine the distribution of the thin reservoir by using seismic inversion and seismic multiattribute. The idea was trying to separate all three lithologies, classifying them into certain class and isolating the reservoir from both non-reservoir lithologies. The isolation was done by combining the impedance volume generated from seismic inversion and pseudoclass volume generated from seismic multiattribute training to find the intersection of the reservoir area.

The reservoir thickness maps produced from geostatistic approach of the isolated reservoir showed that the method was quite robust to determine the distribution of the reservoir. The map of each horizon interval agreed with the sedimentation event interpreted from log response and the previous study.

keywords: thin sandstone reservoir, coal effect, seismic inversion, seismic multiattribute

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberi limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya sampai akhir zaman nanti.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini banyak pihak yang ikut terlibat dan banyak memberikan kontribusi ilmiah, moril, dan materiil baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis. Bersama ini penulis mengucapkan terima kasih kepada ::

1. Ibu dan Bapakku (Martu'ah dan Beta Hartono) 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. Adikku (Agista Sitia Dewi Adila), terima kasih atas segala cinta, doa, dan dukungan yang telah diberikan.
3. Bapak Adi Susilo, PhD selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya dan sekaligus sebagai Pembimbing I, terima kasih atas segala arahan dan bimbingannya.
4. Bapak Muhammad Noor Alamsyah selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, perhatian baik dalam proses pengerjaan maupun penyusunan laporan selama di PetroChina Indonesia.
5. Pak Sukir Maryanto, S.Si, M.Si., Ph.D. selaku pembimbing akademik, terima kasih atas bimbingan dan arahnya selama belajar di fisika FMIPA Universitas Brawijaya
6. Pak Sunaryo, Pak Abdurrouf, Pak Wiyono, Pak Nurhuda, Ibu Masruroh, Pak Setyawan, Pak Unggul, Pak Wasis, Ibu Istiroyah, Ibu Lailatin, Pak Arinto, Pak Achmad Hidayat, Pak Heru Harsono, Pak Chomsin, Ibu Sri Herwiningsih, Ibu Iswarin, Pak Kusharto, Pak Djamil, Pak Johan, Pak Gancang serta seluruh dosen yang telah memberikan pendidikan dan pengetahuan kepada penulis selama belajar di Universitas Brawijaya, Malang.

7. Pak Bambang, Pak Made, Pak Sugeng, Mas Muhtar, Mas Iqbal, Mbak Ayu, Mas Arnaz, Mbak Dian, Mbak Suzanne, Bu Reni, Mas Aldo, Mas Ade, Pak Widodo yang telah memberikan saran-saran dan membantu penulis selama berada di PetroChina Indonesia. Terima kasih juga untuk seluruh staff PetroChina Indonesia yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.
8. Seluruh karyawan TU Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
9. Untuk teman-temanku di PetroChina Indonesia: Naskar, Febri, Gilang, Teuku, Reza, Mohan, Adis. Semangat dan sukses selalu!
10. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2008 dan temen-temen di Geofisika Jurusan Fisika fakultas MIPA Universitas Brawijaya, semoga tetap semangat dan cepat lulus!!!!
11. Untuk temen-temenku di KIASS. Terima kasih atas segala kebersamaan dan kesejukan persaudaraan selama ini. Semoga silah ukhuwah ini tetap terjalin hingga akhir hayat.
12. Serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya Tugas Akhir ini.

Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini banyak melakukan kesalahan baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja.

Kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga apa yang tertulis dalam laporan ini dapat bermanfaat. Amin.

Malang, 2 Juni 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Fisika Batuan	5
2.1.1 Densitas Batuan	5
2.1.2 Porositas	6
2.1.3 Permeabilitas	7
2.1.4 Kejenuhan air	7
2.2 Data sumur log	8
2.2.1 Log elektrik	8
2.2.2 Log radioaktif	9
2.2.3 Log akustik	10
2.3 Gelombang seismik	10
2.3.1 Konsep seismic refleksi	11
2.3.2 Kecepatan gelombang P dan gelombang S	12
2.3.3 Wavelet	13
2.3.4 Polaritas Seismik	14
2.3.5 Seismik sintetik	15
2.3.6 Resolusi seismik	16
2.4 Inversi Seismik	17
2.4.1 Inversi <i>model based</i>	18
2.4.1.1 Inversi model stokastik	19

2.4.1.2 Inversi model <i>constrained</i>	21
2.5 Atribut seismik	23
2.5.1 Atribut sesaat.....	24
2.5.2 Atribut slice frekuensi.....	25
2.5.3 Atribut turunan	25
2.5.4 Atribut terintegrasi.....	25
2.5.5 Atribut waktu.....	26
2.6 Seismik Multiatribut.....	26
2.6.1 Regresi linier multiatribut	26
2.6.2 Menentukan atribut dengan <i>step-wise regression</i>	28
2.6.3 Validasi	28
2.7 Neural network.....	29
2.7.1 Probabilistic neural network.....	30
2.7.2 Teori klasifikasi PNN	31
2.8 Variogram	33
2.9 Kriging.....	36
2.9.1 Cokriging	36
2.9.1.1 Collocated kriging	37
2.10 Sejarah Tektonik.....	39
2.10.1 Megasekuen <i>syn-rift</i>	39
2.10.2 Megasekuen post-rift	39
2.10.3 Megasekuen inversi/syn-orogenic	40
2.11 Kronostratigrafi Cekungan Sumatra Selatan.....	40
2.11.1 Basement pre-tercier dan awal terciar	40
2.11.2 Formasi lemat/lahat (akhir eosin-pertengahan oligosin)	40
2.11.3 Formasi talang akar (akhir oligosin-miosin awal)	41
2.11.4 Formasi batu raja (myosin awal)	41
2.11.5 Formasi gumai (awal myosin-miosin tengah)	41
2.11.6 Formasi kasai (pliosin-pleistosen)	43
2.12 Petroleum System.....	43
2.12.1 Batuan sumber (<i>source rock</i>).....	43
2.12.2 Batuan reservoir.....	43
2.12.3 Batuan tudung.....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	47
3.2 Data Penelitian	47
3.2.1 Peta dasar (<i>basemap</i>) daerah penelitian	48

3.2.2 Data seismik	48
3.2.3 Data sumur	49
3.2.4 Data checkshot	51
3.2.5 Data geologi	53
3.3 Perangkat Penelitian	53
3.4 Pengolahan Data.....	54
3.4.1 Pengolahan data sumur	54
3.4.1.1 Editing dan prediksi log.....	54
3.4.1.2 Koreksi checkshot	55
3.4.1.3 Uji sensitivitas fisis batuan	56
3.4.1.4 Pengklusteran kelas litologi	56
3.4.2 Pengolahan data seismik	57
3.4.2.1 Well seismic tie	57
3.4.2.3 Pembuatan model awal (<i>initial model</i>)	60
3.4.2.4 Proses inversi model based	60
3.4.2.5 Multiatribut seismik	61
3.4.2.5.1 Volume pseudoclass gamma-ray	61
3.4.2.5.2 Volume pseudoclass porositas	63
3.4.2.5.3 Volume pseudoclass densitas	63
3.4.2.5.4 Volume pseudoclass densitas/gr	64
3.4.2.5.5 Volume pseudoclass densitas ² /gr.....	65
3.4.2.6 Volume crossplot	67
3.4.2.7 Pembuatan peta antar horizon	67
3.4.2.8 Validasi <i>well to reservoir map</i>	68
3.4.2.9 Konversi peta ketebalan reservoir pasir.....	68
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisa Sensitivitas Batuan.....	71
4.1.1 Pengklusteran Kelas Litologi	79
4.2 Analisa <i>Well Seismic Tie</i>	80
4.2.1 Analisa <i>Tuning Thickness</i>	82
4.3 Analisa Seismik Inversi	84
4.3.1 Analisa data seismik	84
4.3.2 Analisa model awal	87
4.3.3 Analisa inversi	88
4.3.3.1 Inversi <i>soft constrain</i>	89
4.3.3.2 Inversi <i>hard constrain</i>	90
4.4 Analisa Seismik Multiatribut	97
4.4.1 Analisa volume pseudoclass-gamma-ray.....	98

4.4.2 Analisa volume pseudoclass-porositas.....	99
4.4.3 Analisa volume pseudoclass-densitas	101
4.4.4 Analisa volume pseudoclass- densitas/gr	102
4.4.5 Analisa volume pseudoclass- densitas ² /gr	103
4.5 Crossplot Volume Cut-off Reservoir	106
4.6 Peta Antar Horizon dan Validasi Peta	109
4.7 Peta Ketebalan Reservoir Pasir	111
4.8 Analisa Sistem Pengendapan Peta Sebaran Reservoir dan Kontak Hidrokarbon.....	115
4.8.1 Peta ketebalan reservoir horizon L4	116
4.8.2 Peta ketebalan reservoir horizon L3	119
4.8.3 Peta ketebalan reservoir horizon L2	122
4.8.4 Peta ketebalan reservoir horizon L1	124
4.8.5 Peta ketebalan reservoir horizon M4	126
4.8.6 Peta ketebalan reservoir horizon M3	128
4.8.7 Peta ketebalan reservoir horizon M2	130
4.8.8 Peta ketebalan reservoir horizon M1	132
4.8.9 Peta ketebalan reservoir horizon U1	134
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	137
5.2 Saran.....	137
DAFTAR PUSTAKA	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Refleksi dan transmisi gelombang P	11
Gambar 2.2 Spektrum fase dan rotasi wavelet fase nol	13
Gambar 2.3 Tipe wavelet dan spektrum amplitudo	14
Gambar 2.4 Polaritas zero phase	15
Gambar 2.5 Proses pembuatan seismic sintetik dari model bumi	16
Gambar 2.6 Pembagian inversi	18
Gambar 2.7 Pembagian atribut seismic	24
Gambar 2.8 <i>Multiple attributes</i> dengan 1 operator.....	27
Gambar 2.9 Operator Konvolusional.....	28
Gambar 2.10 Cross-validation.....	29
Gambar 2.11 Klasifikasi PNN.....	32
Gambar 2.12 Arsitektur PNN	33
Gambar 2.13 Variogram	34
Gambar 2.14 Jenis variogram.....	35
Gambar 2.15 Prinsip cokriging	37
Gambar 2.16 Kolom stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan.....	40
Gambar 2.17 Peta paleografi dan pengendapan LTAF.....	43
Gambar 3.1 Lokasi peneltian	47
Gambar 3.2 Basemap penelitian	48
Gambar 3.3 Penampang seismik penelitian	49
Gambar 3.4 Cross-section sumur penelitian.....	51
Gambar 3.5 Koreksi checkshot	53
Gambar 3.6 Hasil prediksi log	56
Gambar 3.7 Hasil pengklusteran litologi	58
Gambar 3.8 Wavelet statistic	58
Gambar 3.9 Wavelet hasil ekstraksi semua sumur	59
Gambar 3.10 Wavelet Ricker	59
Gambar 3.11 <i>Initial model</i>	60
Gambar 3.12 Log target kelas gamma-ray	62
Gambar 3.13 Log target kelas porositas.....	63
Gambar 3.14 Log target kelas densitas	63
Gambar 3.15 Log target kelas densitas/gr	64
Gambar 3.16 Log target kelas densitas ² /gr	65
Gambar 3.17 Bagan alir penelitian	70
Gambar 4.1 Gamma-Ray vs. Densitas pada sumur G-N1	73
Gambar 4.2 Gamma-Ray vs. P-Impedance pada sumur G-N1	74

Gambar 4.3 Gamma-Ray vs. Porositas pada sumur G-N1	74
Gambar 4.4 Crossplot densitas/gr vs gamma-ray sumur G-N1	75
Gambar 4.5 Crossplot densitas ² /gr vs gamma-ray sumur G-N1	76
Gambar 4.6 Crossplot porositas vs p-impedance sumur G-N1	79
Gambar 4.7 Respon waktu dan spektrum frekuensi wavelet Ricker	81
Gambar 4.8 Well seismic tie sumur G-N1	84
Gambar 4.9 Spektrum frekuensi data seismic dan wavelet	86
Gambar 4.10 Komponen impedansi frekuensi rendah	88
Gambar 4.11 Analisa inverse model based modus <i>soft constrain</i> ...	91
Gambar 4.12 Perbandingan <i>hard constrain</i> dan <i>soft constrain</i>	92
Gambar 4.13 Perbandingan variasi iterasi inversi hard constrain.....	94
Gambar 4.14 Analisa inversi hard constrain pada sumur G-N.....	95
Gambar 4.15 Hasil inversi model based.....	96
Gambar 4.16 Training klasifikasi pseudo-gamma-ray	99
Gambar 4.17 Training klasifikasi pseudo-porositas	100
Gambar 4.18 Training klasifikasi pseudo-densitas	102
Gambar 4.19 Training klasifikasi pseudo- densitas /gr	104
Gambar 4.20 Training klasifikasi pseudo- densitas ² /gr.....	105
Gambar 4.20 Penampang volume crossplot.....	108
Gambar 4.21 Peta antar horizon dan kurva regresi validasi.....	111
Gambar 4.22 Variogram peta U1.....	113
Gambar 4.23 Peta cokriging dan simulasi horizon U1.....	115
Gambar 4.24 Pembagian kompartemen hidrokarbon.....	116
Gambar 4.25 Peta akhir horizon L4.....	119
Gambar 4.26 Peta akhir horizon L3.....	121
Gambar 4.27 Peta akhir horizon L2.....	123
Gambar 4.28 Peta akhir horizon L1.....	125
Gambar 4.29 Peta akhir horizon M4.....	127
Gambar 4.30 Peta akhir horizon M3.....	130
Gambar 4.31 Peta akhir horizon M2.....	132
Gambar 4.32 Peta akhir horizon M1.....	134
Gambar 4.33 Peta akhir horizon U1	136

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik batuan sumber Cekungan Sumatra Selatan	45
Tabel 2.2 Karakteristik batuan reservoir Cekungan Sumatra Selatan	46
Tabel 3.1 Daftar marker dan horizon	50
Tabel 3.2 Daftar data log tiap sumur	52
Tabel 4.1 Parameter fisis batu bara Lapangan Azure	77
Tabel 4.2 Parameter fisis batu pasir Lapangan Azure	77
Tabel 4.3 Parameter fisis batu lempung Lapangan Azure	78
Tabel 4.4 Kelas batuan berdasarkan nilai cut-off	80
Tabel 4.5 <i>Multi well analysis</i>	83
Tabel 4.6 Panjang operator dan kesalahan training, validasi dan sumur	106
Tabel 4.7 Parameter crossplot volume	107
Tabel 4.8 Validasi peta reservoir-sumur	112



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Analisa sensitivitas.....	141
Lampiran B. Klasifikasi litologi.....	159
Lampiran C. <i>Well to seismic tie</i>	176
Lampiran D. Analisa inversi model based hard constrain.....	181
Lampiran E. Glosarium.....	185

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

