

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Lokasi Penelitian	3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geologi Pulau Sumatra	4
2.1.1. Tektonik Sumatra	4
2.1.2. Struktur Geologi Sumatra	11
2.1.3. Stratigrafi	15
2.2. <i>Petroleum System</i>	18
2.2.1. Batuan Sedimen	23
2.2.1.1. <i>Shale</i>	25
2.2.1.2. Batupasir	26
2.2.2. <i>Petroleum System</i> Cekungan Sumatra Utara	28

BAB III. DASAR TEORI

3.1. Pengembangan Lapangan Minyak	30
3.2. Seismik	33
3.2.1. Pemodelan Seismik	35
3.2.1.1. <i>Acoustic Impedance</i>	36
3.2.2. Inversi <i>Modelbased</i>	37
3.2.3. Multiatribut	42
3.3. Metode <i>Logging</i>	49
3.3.1. <i>Log</i> Listrik	49
3.3.1.1. <i>Spontaneous Potential (SP) Log</i>	50
3.3.1.2. <i>Resistivity Log</i>	51
3.3.1.3. <i>Induction Log</i>	52
3.3.2. <i>Log</i> Radioaktif	53
3.4.2.1. <i>Gamma Ray Log</i>	54
3.4.2.2. <i>Neutron Log</i>	55
3.4.2.3. <i>Density Log</i>	56
3.3.3. <i>Log Sonic</i>	57
3.3.4. Porositas dan Permeabilitas	58

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Diagram Alir Penelitian	60
4.2. Ketersediaan Data	68
4.2.1. Data Seismik	69
4.2.2. Data Sumur	70

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Zona Penelitian	72
5.1.1. Analisa Seismik	72
5.1.2. Analisa Sumur	74
5.2. Analisa Sensitivitas <i>Log</i>	76
5.3. Analisa <i>Well to Seismic Tie</i> dan <i>Wavelet</i>	80
5.4. Analisa Horizon, Struktur dan Peta Struktur Waktu	82

5.5. <i>Velocity Modeling</i> dan Konversi Struktur Waktu ke Struktur Kedalaman	85
5.6. <i>Inversi Modelbased</i>	89
5.7. Multiatribut Parameter Densitas	94
5.8. Multiatribut Parameter Porositas	99
5.9. Peta Rekomendasi Lokasi Penambahan Sumur Produksi Pada Lapangan “Kumahakar”	104
 BAB VI. PENUTUP	
6.1. Kesimpulan.....	113
6.2. Saran.....	114
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN I Glosarium	xxi
LAMPIRAN II <i>Well to Seismic Tie</i>	xxiv
LAMPIRAN III <i>Pre-Inversion Analysis</i>	xxvii
LAMPIRAN IV Analisa Indikasi Keterdapatan Hidrokarbon	xxix

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Lokasi Penelitian	3
Gambar 2.1.	Peta sketsa struktural Sumatera menunjukkan Cekungan <i>forearc backarc</i> Tersier dan <i>intra-arc</i> dan posisinya (Barber et al, 2005)	4
Gambar 2.2.	Terminologi pembentukan stratigrafi pada Cekungan Sumatra Utara Tersier (Barber et al, 2005).....	5
Gambar 2.3.	Tektonik-stratigrafi umum dari Tersier pada cekungan-cekungan <i>backarc</i> Sumatra (modifikasi Barber et al, 2005).....	7
Gambar 2.4.	Peta struktur Sumatra (dalam Barber et al, 2005)	13
Gambar 2.5.	Peta Struktural <i>Forearc</i> Sumatera berdasarkan Hamilton (1979), dengan sesar <i>transform</i> , anomali magnetik dan usia kerak samudera (garis ganda pada 45 Ma menandai perekahan (<i>spreading ridge</i>) yang telah punah) di Samudra Hindia dari Sclater & Fisher (1974) dan Liu et al (1983); struktur pada <i>forearc</i> dari Izart et al. (1994), Matson & Moore (1992) dan Diament et al. (1992); struktur di Cekungan Nias dari Matson & Moore (1992) (dalam Barber et al, 2005)	14
Gambar 2.6.	Stratigrafi Cekungan Sumatra Utara, menunjukkan posisi posisi dari <i>source rock</i> , reservoir, dan <i>seals</i> (Barber et al, 2005)	16
Gambar 2.7.	Migrasi minyak bumi dari batuan induk menuju batuan reservoir setelah penimbunan dan pematangan. Perangkap karbonat (terumbu sebagai contoh) merupakan perangkap struktural yang terhubung oleh sesar (Bjorlykke, 2010).....	19
Gambar 2.8.	Contoh-contoh dari perangkap struktural. Perangkap antiklin sederhana dan perangkap sesar-pengontrol (Bjorlykke, 2010)	21
Gambar 2.9.	Perangkap struktural berhubungan dengan <i>salt domes</i> dan lipatan-lipatan antiklin. <i>Basement high</i> juga dapat menjadi perangkap ketika tertudungi oleh <i>shale</i> hitam (batuan induk) (Bjorlykke, 2010).....	22
Gambar 2.10.	Klafikasi utama dari batupasir berdasarkan komposisinya (Theodorovich, 1965)	27
Gambar 3.1.	Tahapan dalam siklus hidup eksplorasi dan produksi (E & P) (Alsos et al, 2002).....	32
Gambar 3.2.	Geometri seismik laut; (a) sumber dan konfigurasi <i>receiver</i> menunjukkan muka gelombang atau <i>seismic wavefront</i> , gelombang (tegak lurus terhadap muka	

	gelombang) dan sudut insiden meningkat bersama dengan offset (b) <i>shot gather</i> representasi dari energi yang direkam (ilustrasi oleh Simm & Bacon, 2014)	34
Gambar 3.3.	Koefisien refleksi seperti yang didefinisikan oleh diferensiasi <i>log</i> impedansi akustik (Anstey, 1982 modifikasi oleh Simm & Bacon, 2014).....	36
Gambar 3.4.	Diagram umum pengolahan inversi <i>modelbased</i> (Simm & Bacon, 2014)	38
Gambar 3.5.	Contoh inversi <i>modelbased</i> ; horizon yang dicuplik pada data reflektifitas, digunakan untuk menetapkan model awal (Pharez et al, 1998 dalam Simm & Bacon, 2014).	39
Gambar 3.6.	Contoh inversi <i>modelbased</i> ; <i>well log</i> impedansi (hitam) dan <i>macro-layering</i> untuk inversi (merah) (Simm & Bacon, 2014)	39
Gambar 3.7.	Contoh inversi <i>modelbased</i> ; hasil <i>micro-layering</i> dari inversi (merah), <i>well log</i> impedansi (hitam)	40
Gambar 3.8.	Contoh inversi <i>modelbased</i> ; hasil penampang seismik, menunjukkan <i>tight sand</i> (high impedance) sebagai persebaran warna oranye dan <i>porous sand</i> (rendah impedansi) berwarna hijau (Pharez et al, 1998 dalam Simm & Bacon, 2014)	41
Gambar 3.9.	Perbandingan hasil inversi impedansi dengan impedansi yang dihitung dari <i>log</i> sumur (Bach et al, 2000, atas seizin dari Springer Science and Business Media dalam Simm & Bacon, 2014)	41
Gambar 3.10.	Konvensional <i>crossplot</i> antara <i>log</i> target parameter densitas dan porositas dengan atribut seismik (Hampson et al, 2001)	43
Gambar 3.11.	Dengan asumsi kasus tiga atribut seismik, setiap sampel <i>log</i> target dimodelkan sebagai kombinasi linear dari sampel atribut pada saat yang sama (Hampson et al, 2001)	44
Gambar 3.12.	Perbandingan antara <i>log</i> target (kiri) dengan atribut seismik (kanan) menekankan perbedaan dalam konten frekuensi. Pengamatan ini menyarankan penggunaan operator konvolusional untuk menyelesaikan perbedaan (Hampson et al, 2001).....	45
Gambar 3.13.	Menggunakan operator konvolusional lima titik untuk menghubungkan atribut seismik ke <i>log</i> target (Hampson et al, 2001)	46
Gambar 3.14.	Kurva prediksi hasil penerapan PNN (Hampson et al, 2001)	48
Gambar 3.15.	Respon <i>sp log</i> (Rider, 2002)	51

Gambar 3.16.	Respon <i>resistivity log</i> (Rider, 2002)	52
Gambar 3.17.	Prinsip dasar alat induksi (Rider, 2002 modifikasi dari Ellis, 1987)	53
Gambar 3.18.	Respon <i>gamma ray log</i> (Rider, 2002)	55
Gambar 3.19.	Respon <i>neutron log</i> (Rider, 2002).....	56
Gambar 3.20.	Respon <i>density log</i> (Rider, 2002)	57
Gambar 3.21	Respon <i>sonic log</i> (Rider, 2002).....	58
Gambar 4.1.	Diagram alir penelitian	60
Gambar 4.2.	Diagram alir pengolahan inversi <i>modelbased</i>	63
Gambar 4.3.	Diagram alir pengolahan multiatribut	65
Gambar 4.4.	Diagram alir <i>velocity modeling</i> dan <i>time to depth structure conversion</i>	66
Gambar 4.5.	<i>Base map</i> lapangan “Kumahakar”	69
Gambar 4.6.	Peta lintasan seismik	70
Gambar 5.1.	Analisa zona target dari kenampakan penampang seismik pada <i>crossline</i> 570 (atas) dan <i>inline</i> 380 (bawah)	73
Gambar 5.2.	<i>Amplitude spectrum</i> pada zona target lapangan “Kumahakar”	74
Gambar 5.3.	Analisa zona target dari korelasi sumur pada lapangan “Kumahakar”.....	75
Gambar 5.4.	Analisa <i>crossplot</i> antara data <i>acoustic impedance</i> dan <i>gamma ray</i> dengan persebaran data densitas sebagai <i>color key</i>	77
Gambar 5.5.	Analisa <i>crossplot</i> antara data <i>acoustic impedance</i> dan densitas dengan persebaran data <i>gamma ray</i> sebagai <i>color key</i>	78
Gambar 5.6.	Analisa <i>crossplot</i> antara data <i>acoustic impedance</i> dan porositas dengan persebaran data <i>gamma ray</i> sebagai <i>color key</i>	79
Gambar 5.7.	<i>Well to seismic tie</i> yang dilakukan antara data sumur zhdwell_1 data seismik lapangan “Kumahakar”	81
Gambar 5.8.	<i>Picking horizon</i> dan <i>fault</i> pada data seismik lapangan “Kumahakar” yang ditunjukkan pada kenampakan penampang <i>crossline</i> 610 (atas) dan penampang <i>crossline</i> 650 (bawah).....	83
Gambar 5.9.	Peta struktur waktu yang dibuat pada horizon zhdhor_400 (atas) dan pada horizon zhdhor_560 (bawah)	84

Gambar 5.10. <i>Velocity data</i> lapangan “Kumahakar” yang ditampilkan sebagai <i>point attributes</i>	85
Gambar 5.11. <i>3D grid volume</i> lapangan “Kumahakar”	86
Gambar 5.12. <i>Velocity cube</i> lapangan “Kumahakar”	86
Gambar 5.13. Peta struktur kedalaman hasil konversi <i>time to depth structure</i> menggunakan <i>velocity cube</i> sebagai <i>velocity model</i>	87
Gambar 5.14. Model awal <i>modelbased</i> pada <i>crossline</i> 623 (atas) dan <i>inline</i> 474 (bawah)	89
Gambar 5.15. Analisis pra-inversi <i>modelbased</i> pada <i>log zhdwell_1</i>	90
Gambar 5.16. Hasil penerapan inversi <i>modelbased</i> pada <i>crossline</i> 623 (atas) dan <i>inline</i> 474 (bawah)	91
Gambar 5.17. Peta persebaran nilai <i>acoustic impedance</i> pada lapangan “Kumahakar”	93
Gambar 5.18. <i>Training result</i> dari <i>list</i> prediksi parameter densitas menggunakan tipe prediksi <i>probabilistic neural network</i> dan 3 atribut	95
Gambar 5.19. <i>Validation result</i> dari <i>list</i> prediksi parameter densitas menggunakan tipe prediksi <i>probabilistic neural network</i> dan 3 atribut	95
Gambar 5.20. Hasil penerapan multiatribut parameter densitas pada <i>crossline</i> 623 (atas) dan <i>inline</i> 474 (bawah)	96
Gambar 5.21. Peta persebaran nilai densitas pada lapangan “Kumahakar”.....	98
Gambar 5.22. <i>Training result</i> dari <i>list</i> prediksi parameter porositas menggunakan tipe prediksi <i>probabilistic neural network</i> dan 2 atribut	100
Gambar 5.23. <i>Validation result</i> dari <i>list</i> prediksi parameter porositas menggunakan tipe prediksi <i>probabilistic neural network</i> dan 2 atribut	100
Gambar 5.24. Hasil penerapan multiatribut parameter porositas pada <i>crossline</i> 623 (atas) dan <i>inline</i> 474 (bawah)	101
Gambar 5.25. Peta persebaran nilai porositas pada lapangan “Kumahakar”.....	103
Gambar 5.26. Peta rekomendasi lokasi penambahan sumur produksi pada lapangan “Kumahakar”	104
Gambar 5.27. Rekomendasi sumur produksi-1 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang impedansi akustik <i>inline</i> 467.....	108

Gambar 5.28.	Rekomendasi sumur produksi-1 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang densitas <i>inline 467</i>	108
Gambar 5.29.	Rekomendasi sumur produksi-1 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang porositas <i>inline 467</i>	109
Gambar 5.30.	Rekomendasi sumur produksi-2 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang impedansi akustik <i>inline 502</i>	109
Gambar 5.31.	Rekomendasi sumur produksi-2 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang densitas <i>inline 502</i>	110
Gambar 5.32.	Rekomendasi sumur produksi-2 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang porositas <i>inline 502</i>	110
Gambar 5.33.	Rekomendasi sumur produksi-3 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang impedansi akustik <i>inline 530</i>	111
Gambar 5.34.	Rekomendasi sumur produksi-3 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang densitas <i>inline 530</i>	111
Gambar 5.35.	Rekomendasi sumur produksi-3 beserta target reservoir yang ditampilkan pada penampang porositas <i>inline 530</i>	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ukuran butiran batuan (dalam Pettijohn, 1975)	24
Tabel 3.1. <i>Overall Strategy for Field Development</i> (Tiab & Donaldson, 2015)	30
Tabel 3.2. <i>Range</i> nilai Porositas (Tiab & Donaldson, 2015)	59
Tabel 4.1. Tabel ketersediaan data <i>log</i>	71
Tabel 5.1. Tabel nilai korelasi dan <i>time shift</i> hasil <i>well to seismic tie</i> yang dilakukan pada masing-masing sumur	81
Tabel 5.2. Tabel <i>velocity modeling result</i> menggunakan <i>velocity</i> sebagai <i>input model</i>	87
Tabel 5.3. Pembagian awal untuk rentang nilai yang digunakan pada ketiga parameter	105
Tabel 5.4. Pembagian rentang nilai dan pembobotan pada parameter impedansi akustik	105
Tabel 5.5. Pembagian rentang nilai dan pembobotan pada parameter densitas	105
Tabel 5.6. Pembagian rentang nilai dan pembobotan pada parameter porositas	105
Tabel 5.7. Sektorisasi dari hasil sektorisasi impedansi akustik dan sektorisasi densitas	106