DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN i

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ii

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... iii

ABSTRAK iv

KATA PENGANTAR..... vi

DAFTAR ISI..... viii

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR GAMBAR..... xii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Tujuan Penelitian..... 2

1.3 Batasan Masalah..... 3

1.4 Lokasi Penelitian 3

1.5 Perangkat Lunak..... 3

1.6 Sistematika Penulisan..... 4

BAB II TINJAUAN GEOLOGI 5

2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian 5

2.2 *Petroleum System* Daerah Penelitian..... 8

2.3 Ekspresi Bawah Permukaan Daerah Penelitian..... 9

2.3.1 *Bright Spots* 9

2.3.2 Anomali Seismik yang Mengindikasikan Kebocoran 10

2.2.3 *Gas Chimneys*..... 10

BAB III TEORI DASAR..... 11

3.1 Konsep Dasar Seismik Refleksi..... 11

3.2 Komponen Seismik Refleksi 12

3.2.1 Impedansi Akustik..... 13

3.2.2 Koefisien Refleksi 14

3.2.3 Polaritas 14

3.2.4 Fasa..... 15

Halaman

3.2.5 Resolusi Vertikal Seismik 15
3.2.6 *Wavelet* 16
3.2.7 Seismogram Sintetik 18
3.3 *Checkshot* 19
3.4 *Well Seismic Tie* 20
3.5 Seismik Inversi 20
3.5.1 Inversi Seismik Rekursif/*Bandlimited* 21
3.5.2 Inversi Seismik Model *Based* 23
3.5.3 Inversi Seismik *Sparse Spike* 25
3.6 Atribut Seismik 26
3.7 Metode Seismik Multiatribut 27
3.7.1 Atribut Internal 28
3.7.2 *Crossplot* 32
3.7.3 Regresi Linear Multiatribut 33
3.7.4 Validasi Silang 34
3.7.5 *Probabilistic Neural Network* (PNN) 36
3.8 Konsep Dasar *Well Logging* 43
3.8.1 Log *Gamma Ray* 44
3.8.2 Log *Sonic* 45
3.8.3 Log *Density* 45
3.8.4 Log *Neutron* 45
BAB IV DATA DAN PENGOLAHAN DATA 47
4.1 Persiapan Data 47
4.1.1 Data Seismik 3D 47
4.1.2 Data Sumur 48
4.1.3 Data *Checkshot* 48
4.1.4 Data *Marker* Geologi 48
4.1.4 Diagram Alir Penelitian 49

Halaman

4.2 Pengolahan Data 50
4.2.1 Korelasi Sumur 50
4.2.2 Ekstraksi *Wavelet* dan *Well Seismic Tie* 50
4.2.3 *Picking Horizon* 54
4.2.4 Pembuatan *Crossplot* 55
4.2.5 Seismik Inversi 56
4.2.5.1 Analisis Parameter Inversi Impedansi Akustik 58
4.2.5.2 Inversi *Model Based* 58
4.2.5.2 Inversi *Sparse Spike* 60
4.2.6 Seismik Multiatribut 63
4.2.6.1 Volume Estimasi Porositas 64
4.2.6.2 *Probabilistic Neural Network* 68
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 70
5.1 Hasil Analisa *Well Seismic Tie* 70
5.2 Hasil Analisa *Crossplot* 72
5.3 Hasil Analisa Seismik Inversi 79
5.3.1 Hasil Analisa Model Inisial 79
5.3.2 Hasil Analisa Inversi Impedansi Akustik 79
5.4 Hasil Analisa Seismik Multiatribut 88
5.5 Analisa dan Integrasi Peta 92
5.5.1 *Output* Peta Hasil Penelitian 92
5.5.2 Analisa Terintegrasi Inversi Impedansi Akustik dan Seismik Multiatribut PNN 94
5.5.3 Penentuan *Prospect Well Area* 95
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 102
6.1 Kesimpulan 102
6.2 Saran 103
DAFTAR PUSTAKA 104
LAMPIRAN 106

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

4.1 Tabel ketersediaan log pada penelitian 48

4.2 Tabel keterangan sumur yang digunakan..... 48

4.3 Korelasi sintetik seismogram di lokasi sumur untuk tiap-tiap *wavelet*..... 53

4.4 Perbandingan nilai *error* dan korelasi pada analisis parameter inversi model *based* dan *sparse spike* 58

5.1 Hasil korelasi *well seismic tie* dengan beberapa *extract wavelet*..... 70

5.2 Warna yang menandakan litologi berdasarkan respon GR 73

5.3 Perbandingan nilai *synthetic error* pada inversi *model based* dan *sparse spike* 85

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1.1. Lokasi Lapangan F3 Southern North Sea Netherland..... 3

2.1. Lokasi Lapangan F3 Southern North Sea Netherland..... 5

2.2. Area studi lapangan F3 6

2.3 Sistem hidrokarbon bawah permukaan Northsea..... 8

2.4. Fenomena *bright spot* di atas *flat spot* pada *seismic* 9

2.5. Fenomena *gas chimney* pada *seismic* 10

3.1 Proses Seismik Refleksi 11

3.2 Komponen dasar tras seismik (Abdullah, 2007) 13

3.3 Polaritas normal dan polaritas *reverse* (Abdullah, 2007) 15

3.4 Macam-macam fasa pada *wavelet* (Sukmono, 2000)..... 15

3.5 Resolusi dan deteksi dari seismik ditunjukkan dengan persamaan gelombang seismik 16

3.6 Jenis-jenis *wavelet* berdasarkan konsentrasi energinya (Sukmono,1999) 17

3.7 Sintetik seismogram yang didapat dengan mengkonvolusikan koefisien refleksi dengan *wavelet* (Chevron Development Team, 2007)..... 19

3.8 Survei *checkshot* (Sukmono, 2007)..... 19

3.9 Klasifikasi metode inversi seismik (Russel, 1998) 21

3.10 Konsep dari inversi Impedansi Akustik 21

3.11 *Input* dan *Output* Inversi Seismik *Bandlimited* (Russel, 1996) 22

3.12 Alur Metode Inversi Model *Based* (Rachman, 2009) 24

3.13 *Input* dan *Output* Inversi Seismik *Sparse Spike* (Russel, 1996) 25

3.14 Klasifikasi seismik atribut (SEG, 2015) 27

3.15 Penulisan tras kompleks dalam bentuk polar (Russell, 2006)..... 29

3.16 Konvensional *Cross-plot* antara log target dan atribut seismik (Russell,2006) 32

3.17 Ilustrasi *Cross-plot* menggunakan (a) satu atribut dan (b) dua atribut (Russel, 2006)..... 33

Gambar Halaman

3.18 Contoh kasus tiga atribut seismik, tiap sampel log target dimodelkan sebagai kombinasi linier dari sampel atribut pada interval waktu yang sama (Russel, 2006) 33
3.19 Ilustrasi validasi silang (Russel, 2006) 35
3.20 Contoh *Plot Validation Error* dan *Prediction Error* (Russel 2006) ... 36
3.21 Grafik log *gamma ray* terhadap respon litologi (Rider, 2002) 44
4.1 *Base map* data seismik dalam penelitian 47
4.2 Korelasi dari masing-masing sumur dengan marker utrama 50
4.3 Respon *statistic wavelet* yang digunakan dalam pembuatan *seismogram* sintetik 51
4.4 Respon *ricker wavelet* dalam proses pembuatan *seismogram* sintetik 52
4.5 Respon *bandpass wavelet* dalam proses pembuatan *seismogram* sintetik 52
4.5 Proses *well to seismic tie* pada *well* F03-02 52
4.6 Hasil *picking horizon* pada *inline* 722 55
4.7 Hasil *time structure map* pada horizon FS8 55
4.8 Zonasi *crossplot p-impedance* vs *gamma ray* dalam *color key gamma ray* pada sumur F02-01 56
4.9 Penampang *cros-sectiont p-impedance* vs *gamma ray* dalam *color key gamma ray* pada sumur F02-01 56
4.10 *Workflow* pengerjaan inversi seismik 57
4.11 Hasil model inisial pada *well* F03-02 *inline* 722 dengan frekuensi 10-15 Hz 57
4.12 Parameter analisis pada *well* F02-01 dengan *model based* 59
4.13 Hasil inversi AI *model based* pada *well* F03-02 *inline* 722 60
4.14 *Crossplot model based* antara *p-impedance* hasil dari inversi dengan *p-impedance log* asli 60
4.15 Parameter analisis pada *well* F02-01 dengan *sparse spike* 61
4.16 Hasil inversi AI *sparse spike* pada *well* F03-02 *inline* 722 62

Gambar Halaman

4.17 *Crossplot sparse spike* antara *p-impedance* hasil dari inversi dengan *p-impedance log* asli 62
4.22 Log target (*porosity*), data seismik dan eksternal atribut 63
4.23 Hasil *training error* dan *validation error* terbaik dalam analisa multiatribut dengan kombinasi lima atribut terbaik 64
4.24 Kurva prediksi *error* dan validasi *error* untuk multiatribut 65
4.25 Hasil perbandingan porositas acuan terhadap porositas prediksi hasil *training* menggunakan satu atribut (atas) dan menggunakan lima atribut (bawah) 66
4.26 Hasil perbandingan porositas acuan terhadap porositas prediksi hasil *validation* menggunakan lima atribut 67
4.27 Hasil *crossplot* antara porositas acuan terhadap porositas prediksi dengan menggunakan lima atribut 67
4.28 Hasil training *Probabilistic Neural Network* 68
4.29 Hasil *validation Probabilistic Neural Network* 68
4.30 *Crossplot* antara *predicted porosity* dengan *actual porosity* setelah menggunakan PNN 69
5.1 Hasil *time structure map* pada horizon FS8 71
5.2 Hasil *time structure map* pada horizon FS7 71
5.3 Hasil *time structure map* pada horizon truncation 72
5.4 Hasil *time structure map* pada horizon MFS4 72
5.5 Zonasi (atas) dan penampang (bawah) *crossplot p-impedance* vs *gamma ray* dalam *color key gamma ray* pada sumur F02-01 73
5.6 Zonasi (atas) dan penampang (bawah) *crossplot p-impedance* vs *gamma ray* dalam *color key gamma ray* pada sumur F03-02 74
5.7 Zonasi (atas) dan penampang (bawah) *crossplot p-impedance* vs *gamma ray* dalam *color key gamma ray* pada sumur F03-04 75
5.8 Zonasi (atas) dan penampang (bawah) *crossplot p-impedance* vs *gamma ray* dalam *color key gamma ray* pada sumur F06-01 76
5.9 Hasil analisis *crossplot* antara *p-impedance* vs *density* dalam *color key gamma ray* pada sumur F02-01 77

Gambar Halaman

5.10 Hasil analisis *crossplot* antara *p-impedance* vs *porosity* dalam *color key gamma ray* pada sumur F02-01 78
5.11 Penampang *model initial* AI pada *arbitrary line* keempat sumur..... 79
5.12 Tampilan kesesuaian log AI estimasi terhadap log AI sebenarnya hasil metode *model based* 81
5.13 Penampang inversi *model based* pada *arbitrary line* keempat sumur..... 82
5.14 Penampang inversi *sparse spike* pada *arbitrary line* keempat sumur..... 83
5.15 Penampang *synthetic error* pada inversi *model based* (atas) dan *sparse spike* (bawah) pada *well* F03-02 *inline* 722 84
5.16 Penampang seismik (atas) dan penampang inversi AI *model based* (bawah) pada *arbitrary line* keempat sumur 86
5.17 Impedansi Akustik *map* horizon FS8, FS7, *Truncation*, MFS4..... 87
5.18 Hasil penerapan multiatribut regresi linier..... 88
5.19 Hasil penerapan *probabilistic neural network* (PNN) 89
5.20 *Crossplot* korelasi regresi multiatribut dengan CC = 0.858..... 89
5.21 *Crossplot* PNN dengan CC = 0.922 90
5.22 Penampang estimasi porositas *arbitrary line* 90
5.23 *Porosity map* horizon FS8, FS7, *Truncation*, dan MFS4..... 91
5.24 Peta *time structure horizon* FS8..... 92
5.25 Peta *slice acoustic impedance horizon* FS8 93
5.26 Peta *slice porosity horizon* FS8..... 94
5.27 Zona prospek hidrokarbon pada penampang *arbitrary line*..... 95
5.28 Zona prospek hidrokarbon AI, porositas dan tampilan log F06-01..... 96
5.29 Zona 1 prospek hidrokarbon pada penampang *arbitrary line*..... 97
5.30 Zona prospek hidrokarbon AI, porositas dan tampilan log F03-04..... 98
5.31 Zona 2 prospek hidrokarbon pada penampang *arbitrary line*..... 99
5.32 Zona prospek hidrokarbon AI, porositas dan tampilan log F03-04..... 100
5.33 Zona 3 prospek hidrokarbon pada penampang *arbitrary line*..... 101