

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Lokasi Penelitian	2
1.5 Perangkat Lunak.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	4
TEORI DASAR	4
2.1 Metode Seismik Refleksi.....	4
2.2 <i>Checkshot</i>	5
2.3 <i>Acoustic Impedance (AI)</i> dan <i>Reflection Coefficient (RC)</i>	6
2.4 <i>Wavelet</i>	7
2.5 Ekstraksi <i>Wavelet</i>	8
2.6 Seismogram Sintetik.....	9
2.7 <i>Well Seismic Tie</i>	10
2.8 <i>Well Logging</i>	11
2.9 <i>Seismic Inversion</i>	14
2.10 Metode Atribut Sesimik dan Multiatribut	22

2.11 <i>Crossplot</i>	27
2.12 Regresi Linier Multiatribut	28
2.13 Validasi	30
BAB III	32
TINJAUAN GEOLOGI	32
3.1 Stratigrafi Regional.....	32
3.2 Geologi Penelitian.....	36
BAB IV	40
METODOLOGI PENELITIAN.....	40
4.1 Diagram Alir	40
4.2 Data	41
4.3 Pengolahan Data	43
BAB V	58
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	58
BAB VI	98
KESIMPULAN DAN SARAN.....	98
6.1 Kesimpulan	98
6.2 Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Seismic trace</i> (Russel,1996).....	5
Gambar 2.2 <i>Survei checkshot</i> (Sukmono, 1999).....	5
Gambar 2.3 Contoh bentuk respon <i>log AI</i> dan <i>RC</i> terhadap suatu litologi (Russel,1996).....	7
Gambar 2.4 Jenis-jenis <i>wavelet</i> (1) <i>Zero Phase Wavelet</i> ; (2) <i>Maximum Phase Wavelet</i> ; (3) <i>Minimum Phase Wavelet</i> ; (4) <i>Mixed Phase Wavelet</i> (Sukmono, 1999)	8
Gambar 2.5 Konvolusi <i>RC</i> dan <i>wavelet</i> yang dapat menghasilkan seismogram sintetik (<i>Chevron Development Team, 2007</i>).....	10
Gambar 2.6 Respon <i>acoustic impedance</i> pada litologi yang berbeda (Keary et al., 2002)	11
Gambar 2.7 <i>Gamma ray log</i> pada beberapa litologi (Rider, 2000)	12
Gambar 2.8 Log densitas (Russel,1996).....	13
Gambar 2.9 Konsep dasar inversi seismik (Sukmono, 2000)	15
Gambar 2.10 Pembagian kategori metoda inversi seismik (Russel, 1991)	16
Gambar 2.11 Proses rekursif pada <i>bandlimited inversion</i> (Hampson Russell Manual, 2006).....	17
Gambar 2.12 <i>Initial background</i> model berasal dari hasil filtrasi log impedansi pada well (Hampson Russell Manual, 2006).....	17
Gambar 2.13 Persamaan rekursif diterapkan pada <i>seismic trace</i> (Hampson Russell Manual, 2006).....	18
Gambar 2.14 Tambahkan <i>trace</i> seismik hasil dari persamaan rekursif sebelumnya ke model impedansi yang telah di filter untuk mendapatkan hasil akhir (Hampson Russell Manual, 2006)	18
Gambar 2.15 Proses inversi <i>sparse spike</i> . <i>Sparse spike inversion</i> menganggap hanya reflektivitas tinggi saja yang penting (Hampson Russell Manual, 2006)...	19
Gambar 2.16 Model awal dibentuk dari bentuk “ <i>blocky</i> ” dari log impedansi sumur (Hampson Russell Manual, 2006).....	21

Gambar 2.17 Menggunakan “ <i>blocky</i> ” model dari proses sebelumnya dan mengetahui <i>wavelet</i> maka <i>sinthetic trace</i> dapat dibentuk. Terlihat perbandingan antara <i>seismic trace</i> yang asli dengan <i>sinthetic trace</i> yang dibuat. (<i>Hampson Russell Manual, 2006</i>)	21
Gambar 2.18 Contoh hasil beberapa metode inversi (<i>Hampson Russell Manual, 2006</i>).....	22
Gambar 2.19 Klasifikasi seismik atribut (<i>Brown, 1999</i>)	23
Gambar 2.20 Penulisan <i>trace</i> kompleks dalam bentuk polar (<i>Hampson Russell Manual, 2006</i>)	24
Gambar 2.21 <i>Conventional crossplot</i> antara <i>log target</i> dan atribut seismik (<i>Hampson Russell Manual, 2006</i>)	28
Gambar 2.22 Ilustrasi <i>crossplot</i> dengan menggunakan satu atribut (kiri) dan dua atribut (kanan), <i>Hampson Russell Manual, 2006</i>	28
Gambar 2.23 Contoh kasus tiga atribut seismik, tiap sampel <i>log target</i> dimodelkan sebagai kombinasi linier dari sampel atribut pada interval waktu yang sama (<i>Russel, 2006</i>).....	29
Gambar 2.24 Ilustrasi <i>cross validasi</i> untuk mencocokkan data. Kurva putus-putus menunjukkan korelasi yang baik dengan data <i>training</i> namun buruk jika kemudian digunakan set data validasi (<i>Russel, 2006</i>).....	30
Gambar 3.1 Lokasi sekitar lapangan penelitian blok F3 <i>Southern North Sea Netherlands</i> (Sumber: <i>Google Earth</i>).....	32
Gambar 3.2 Kolom litologi umum dari area survei berdasarkan laporan sumur yang tersedia (www.nlog.nl)	33
Gambar 3.3 Kolom stratigrafi <i>Netherlands</i> di lepas pantai <i>Central Grabben Basin (CGB)</i> , dimodifikasi setelahnya (<i>Duin et al.2006;Van Dalfsen et al.2006</i>).....	35
Gambar 3.4 Bagian seismik komposit <i>arbitrary</i> yang ditafsirkan melalui sumur-sumur dari arah timur-barat, menunjukkan pola pengendapan yang lebih tua ke yang lebih muda (<i>SSU-01</i> ke <i>SSU-05</i>), mengidentifikasi berdasarkan pola <i>onlapping</i> , <i>offlapping</i> , <i>toplapping</i> dan <i>downlapping</i> dari <i>parasequences</i> . Batas-batas unit super seismik ditandai dengan warna hitam pekat (<i>Khan, et. al., 2018</i>)	36

Gambar 3.5 Bagian sumur melalui timur-barat untuk mengorelasikan unit seismik dan sub-unit seismik dari delta <i>Plio-Pleistocene</i> (Khan, et. al., 2018).....	37
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> pengerjaan pada penelitian ini	40
Gambar 4.2 2D <i>window</i> dari daerah penelitian dengan <i>inline</i> 100-750 dan <i>xline</i> 300-1250	41
Gambar 4.3 Struktur <i>fault</i> utama pada <i>inline</i> 245 terlihat jelas.....	42
Gambar 4.4 <i>Well map table menu</i> keempat sumur dilengkapi dengan koordinat x-y serta keberadaan <i>inline</i> dan <i>xline</i>	42
Gambar 4.5 <i>Base map</i> daerah penelitian. Telihat lokasi dari keempat sumur.....	42
Gambar 4.6 <i>Well Corellation</i> dari masing-masing sumur dengan lima marker utama yaitu <i>FS8</i> , <i>FS7</i> , <i>Truncation</i> , <i>FS6</i> , dan <i>MFS4</i>	43
Gambar 4.7 Tampilan jendela <i>software</i> saat melakukan <i>well to seismic tie</i>	45
Gambar 4.8 Contoh <i>picking horizon</i> pada <i>inline</i> 362 yang dilewati oleh sumur F02-01.....	45
Gambar 4.9 Contoh <i>time structure map</i> pada <i>horizon</i> 1 dengan <i>colour key</i> berupa <i>time</i> (ms).....	46
Gambar 4.10 Contoh <i>picking fault</i> pada <i>inline</i> 312.....	46
Gambar 4.11 Tampilan hasil <i>picking fault</i> pada 2D <i>window</i> . Menunjukkan adanya dua sistem <i>fault</i> yang mendominasi. Dengan adanya <i>picking fault</i> dapat diketahui arah dan kemenerusannya.	47
Gambar 4.12 Terlihat <i>fault</i> semakin mengecil ke arah barat laut.....	47
Gambar 4.13 Contoh zonasi <i>crossplot</i> (atas) pada sumur F02-01 beserta penampang <i>cross-section</i> (bawah) dimana warna kuning menunjukkan <i>sand</i> dan cyan menunjukkan <i>fine sand</i>	48
Gambar 4.14 Pembuatan model awal dengan frekuensi 10/15 Hz.....	49
Gambar 4.15 Parameter analisis pada well F02-01 dengan <i>bandlimited</i>	49
Gambar 4.16 Hasil inversi <i>bandlimited</i> menggunakan parameter yang telah dianalisis pada sumur F02-01.....	50
Gambar 4.17 <i>Crossplot bandlimited</i> antara <i>p-impedance</i> hasil dari inversi dengan <i>p-impedance log</i> asli	50
Gambar 4.18 Parameter analisis pada well F02-01 dengan <i>model based</i>	51

Gambar 4.19 Hasil inversi <i>model based</i> menggunakan parameter yang telah dianalisis pada sumur F02-01	51
Gambar 4.20 <i>Crossplot model based</i> antara <i>p-impedance</i> hasil dari inversi dengan <i>p-impedance log</i> asli	52
Gambar 4.21 Parameter analisis pada well F02-01 dengan <i>sparse spike</i>	53
Gambar 4.22 Hasil inversi <i>sparse spike</i> menggunakan parameter yang telah dianalisis pada sumur F02-01	53
Gambar 4.23 <i>Crossplot sparse spike</i> antara <i>p-impedance</i> hasil dari inversi dengan <i>p-impedance log</i> asli	54
Gambar 4.24 Hasil <i>training error</i> dan <i>validation error</i> pada semua atribut yang ada (eksternal dan internal).....	55
Gambar 4.25 <i>Error plot versus attribute number</i>	55
Gambar 4.26 Pembobotan pada masing-masing atribut (delapan atribut).....	56
Gambar 4.27 Hasil validasi <i>error</i> menggunakan satu atribut (atas) dan delapan atribut (bawah).....	56
Gambar 4.28 <i>Crossplot</i> antara porositas estimasi dengan porositas sebenarnya pada dengan menggunakan delapan atribut.....	57
Gambar 5.1 Hasil <i>interpolate pick</i> pada horizon 1 (FS8)	59
Gambar 5.2 Hasil <i>interpolate pick</i> pada horizon 2 (FS7)	59
Gambar 5.3 Hasil <i>interpolate pick</i> pada horizon <i>truncation</i>	60
Gambar 5.4 Tampilan hasil <i>picking fault</i> pada 2D window. Menunjukkan adanya dua sistem <i>fault</i> yang mendominasi. Dengan adanya <i>picking fault</i> dapat diketahui arah dan kemenerusannya.....	60
Gambar 5.5 Terlihat <i>fault</i> semakin mengecil ke arah barat laut	61
Gambar 5.6 Aplikasi <i>cutoff</i> nilai GR (<i>margin 45</i>) berdasarkan Khan pada <i>gamma ray log</i> well F02-01 dengan melihat dan mempertimbangkan <i>log-log</i> lainnya. Garis berwarna biru merupakan zona target pada penelitian ini (FS8 s.d. <i>truncation</i>)....	62
Gambar 5.7 Zonasi <i>crossplot</i> antara AI dan <i>gamma ray</i> pada well F02-01. Bagian bawah merupakan <i>display cross-section</i> hasil <i>crossplot</i>	63
Gambar 5.8 Aplikasi <i>cutoff</i> nilai GR (<i>margin 45</i>) berdasarkan Khan pada <i>gamma ray log</i> well F03-02 dengan melihat dan mempertimbangkan <i>log-log</i> lainnya (<i>log</i> densitas dan porositas merupakan <i>log</i> kalkulasi). Garis berwarna biru merupakan	

zona target pada penelitian ini (<i>FS8 s.d. truncation</i>) sedangkan kotak bewarna hitam merupakan zona litologi <i>shale</i>	64
Gambar 5.9 Berikut zonasi <i>crossplot</i> antara <i>AI</i> dan <i>gamma ray</i> pada well F03-02. Bagian bawah merupakan <i>display cross-section</i> hasil <i>crossplot</i>	65
Gambar 5.10 Aplikasi <i>cutoff</i> nilai <i>GR (margin 45)</i> berdasarkan <i>Khan</i> pada <i>log gamma ray well F03-04</i> dengan melihat dan mempertimbangkan <i>log-log</i> lainnya (<i>log densitas</i> dan <i>porositas</i> merupakan <i>log kalkulasi</i>). Garis bewarna biru merupakan zona target pada penelitian ini (<i>FS8 s.d. truncation</i>) sedangkan garis bewarna cokelat merupakan zona litologi <i>shale</i>	66
Gambar 5.11 Berikut zonasi <i>crossplot</i> antara <i>AI</i> dan <i>gamma ray</i> pada well F03-04. Bagian bawah merupakan <i>display cross-section</i> hasil <i>crossplot</i>	67
Gambar 5.12 Aplikasi <i>cutoff</i> nilai <i>GR (margin 45)</i> berdasarkan <i>Khan</i> pada <i>log gamma ray well F06-01</i> dengan melihat dan mempertimbangkan <i>log-log</i> lainnya (<i>log densitas</i> dan <i>porositas</i> merupakan <i>log kalkulasi</i>). Garis bewarna biru merupakan zona target pada penelitian ini (<i>FS8 s.d. truncation</i>).	68
Gambar 5.13 Berikut zonasi <i>crossplot</i> antara <i>AI</i> dan <i>gamma ray</i> pada well F06-01. Bagian bawah merupakan <i>display cross-section</i> hasil <i>crossplot</i>	69
Gambar 5.14 Hasil analisis <i>crossplot</i> antara <i>AI</i> dan <i>density</i> pada well F02-01 dengan <i>colour key gamma ray</i>	70
Gambar 5.15 Hasil analisis <i>crossplot</i> antara <i>AI</i> dan <i>porosity</i> pada well F02-01 dengan <i>colour key gamma ray</i>	71
Gambar 5.16 Penampang seismik yang melewati well F02-01.....	72
Gambar 5.17 Penampang seismik yang melewati well F03-02. Terlihat beberapa <i>fault</i> minor padan garis putus-putus bewarna hijau	73
Gambar 5.18 Penampang seismik yang melewati well F03-04.....	74
Gambar 5.19 Penampang seismik yang melewati well F06-01. Terlihat struktur patahan pada garis putus-putus bewarna hijau.....	75
Gambar 5.20 <i>Arbitrary line</i> yang melewati keempat sumur mulai dari <i>shelf</i> (kanan) menuju <i>basin</i> (kiri). Zona target di sekitar kotak bewarna kuning (<i>horizon 1 s.d truncation</i> atau <i>FS8 s.d. truncation</i>). Terlihat <i>bright spot</i> pada daerah lingkaran merah.....	76
Gambar 5.21 Analisis parameter metode <i>bandlimited</i> pada keempat sumur	77

Gambar 5.22 Hasil inversi <i>bandlimited</i> dengan parameter yang telah dijabarkan pada BAB IV pembahasan analisis parameter pada sumur F02-01	79
Gambar 5.23 Penampang <i>arbitrary line</i> keempat sumur dari <i>bandlimited inversion</i>	80
Gambar 5.24 Hasil inversi <i>sparse spike</i> dengan parameter yang telah dijabarkan pada BAB IV pembahasan analisis parameter pada sumur F02-01	81
Gambar 5.25 Penampang <i>arbitrary line</i> keempat sumur dari <i>sparse spike inversion</i>	82
Gambar 5.26 Hasil inversi <i>model based</i> dengan parameter yang telah dijabarkan pada BAB IV pembahasan analisis parameter pada sumur F02-01	83
Gambar 5.27 Hasil inversi <i>model based</i> dengan parameter yang telah dijabarkan pada BAB IV pembahasan analisis parameter pada sumur F03-02	84
Gambar 5.28 Hasil inversi <i>model based</i> dengan parameter yang telah dijabarkan pada BAB IV pembahasan analisis parameter pada sumur F03-04	85
Gambar 5.29 Hasil inversi <i>model based</i> dengan parameter yang telah dijabarkan pada BAB IV pembahasan analisis parameter pada sumur F06-01	86
Gambar 5.30 Penampang <i>arbitrary line</i> keempat sumur dari <i>model based inversion</i>	87
Gambar 5.31 Peta <i>slice</i> hasil inversi AI pada <i>horizon FS8</i>	88
Gambar 5.32 Peta <i>slice</i> hasil inversi AI pada <i>horizon FS7</i>	88
Gambar 5.33 Peta <i>slice</i> hasil inversi AI pada <i>horizon truncation</i>	88
Gambar 5.34 Penampang atribut dengan properti fisik porositas pada <i>well</i> F02-01	90
Gambar 5.35 Penampang atribut dengan properti fisik porositas pada <i>well</i> F03-02	91
Gambar 5.36 Penampang atribut dengan properti fisik porositas pada <i>well</i> F03-04	92
Gambar 5.37 Penampang atribut dengan properti fisik porositas pada <i>well</i> F03-04	93
Gambar 5.38 Penampang <i>arbitrary line</i> keempat sumur dari dengan <i>volume porosity</i> atribut.....	94
Gambar 5.39 Peta <i>slice</i> porositas pada <i>horizon FS8</i>	95

Gambar 5.40 Peta <i>slice</i> porositas pada horizon FS7	95
Gambar 5.41 Peta <i>slice</i> porositas pada horizon truncation	95
Gambar 5.42 Peta <i>slice</i> : time (A), AI (B), dan porosity (C)	97
Gambar 7.1 Crossplot gamma ray versus <i>p-impedance</i> pada well F02-01	101
Gambar 7.2 Crossplot gamma ray versus <i>p-impedance</i> pada well F03-02	102
Gambar 7.3 Crossplot gamma ray versus <i>p-impedance</i> pada well F03-04	103
Gambar 7.4 Crossplot gamma ray versus <i>p-impedance</i> pada well F06-01	104
Gambar 7.5 Crossplot density versus <i>p-impedance</i> pada well F02-01	105
Gambar 7.6 Crossplot porosity versus <i>p-impedance</i> pada well F02-01	106
Gambar 7.7 Peta <i>slice</i> porositas pada horizon FS8 yang menunjukan zona prospektif	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skala penentuan baik tidaknya kualitas nilai porositas batuan suatu reservoir (<i>Koesoemadinata, 1978</i>).....	14
Tabel 3.1 Litologi yang terdapat pada setiap sub-unit pada <i>SSU-02</i> yang telah diinterpretasikan oleh <i>Khan, et al., 2018</i>	37
Tabel 3.2 Litologi yang terdapat pada setiap sub-unit pada <i>SSU-03</i> yang telah diinterpretasikan oleh <i>Khan, et al., 2018</i>	38
Tabel 3.3 Litologi yang terdapat pada setiap sub-unit pada <i>SSU-04</i> yang telah diinterpretasikan oleh <i>Khan, et al., 2018</i>	39
Tabel 5.1 Nilai hasil korelasi <i>well seismic tie</i> dengan beberapa metode.....	58
Tabel 5.2 Warna yang menandakan litologi	61
Tabel 5.3 Perbandingan nilai <i>error</i> terkecil sumur dan korelasi terbesar <i>seismic trace</i> . Analisis parameter <i>model based</i> sudah dilakukan sebanyak 80 iterasi, berikut merupakan tiga sampel <i>model based</i> terbaik.....	78