

Estimasi Porositas Batuan Reservoir Lapangan F3 Laut Utara Belanda Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Atribut Seismik

Afdal Rahman*, Elistia Liza Namigo

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Andalas

Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

*afdal.rahman78@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan estimasi porositas batuan reservoir dengan mengkombinasikan metode analisis multi-atribut dan jaringan syaraf tiruan (JST) pada data blok F3 sektor laut utara Belanda. Estimasi porositas dilakukan dengan memvariasikan jumlah data masukan pada pelatihan JST untuk menghasilkan porositas sesuai dengan data target menggunakan *software OpendTect*. Data masukan yang digunakan berupa atribut seismik sedangkan data target berupa data sumur. Atribut seismik yang digunakan terdiri atas atribut *Amplitude Average*, *Math Difference Stack* dan *Porosity Cube*. Data sumur yang digunakan sebagai data target adalah data sumur pada lokasi F02-1, F03-2 dan F03-4. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pelatihan JST dengan menggunakan tiga atribut seismik mampu mengestimasi porositas reservoir dengan rentang porositas yang besar dibanding dengan menggunakan satu atau dua atribut. Nilai rentang porositas dengan tiga atribut adalah 4,67 % sementara dengan satu dan dua atribut berturut-turut adalah 1,18 % - 3,79 % dan 4,25 % - 4,63 %. Semakin besar rentang porositas maka peta sebaran warna porositas yang dihasilkan tampak lebih jelas dan detail. Dengan demikian, kombinasi metode analisis multi-atribut dengan jaringan syaraf tiruan mampu menghasilkan estimasi porositas yang cukup akurat.

Kata kunci: analisis multi-atribut, jaringan syaraf tiruan, porositas, *software Opendtect*.

ABSTRACT

Estimation of porosity had been conducted by using multi-attribute analysis methods and Artificial Neural Network (ANN) in North Sea F3 area, The Netherlands. It was carried out by varying the amount of data input to obtain porosity in accordance with the target data on ANN training using OpendTect software. The input data consist of seismic attributes and the target data derived from well logs. The seismic attributes used are Amplitude Average, Math Difference Stack, and Porosity Cube. The well data used as target are well data of F02-1, F03-2 and F03-4 locations. The result shows that ANN training using three attributes gives a large porosity ranges than using the one and two attributes. The range of the porosity use three attributes is 4.67 % while the one attributes 1.18 % - 3.79 % and the two attributes 4.25 % - 4.63 %. The greater the range of the porosity then the clearer the color of the distribution maps produced. In conclusion, mapping the distribution porosity using multi-attribute and neural network analysis gives a good result.

Keywords: multi-attribute analysis, artificial neural network, porosity, OpendTect software

I. PENDAHULUAN

Cadangan bahan bakar fosil dalam bentuk minyak dan gas bumi biasanya terakumulasi dalam batuan reservoir di bawah permukaan bumi. Batuan reservoir merupakan batuan berpori yang dapat diisi oleh fluida seperti air, lumpur, minyak dan gas. Jumlah kandungan fluida pada sebuah batuan reservoir dapat diketahui dari sifat fisis batuan tersebut. Dalam hal ini porositas merupakan parameter utama yang menunjukkan kemampuan batuan untuk menyimpan fluida (Koesoemadinata, 1980).

Koesoemadinata (1980) menyatakan bahwa porositas merupakan ukuran ruang kosong pada sebuah batuan. Nilai porositas batuan reservoir dapat ditentukan dari hasil perbandingan volume pori dengan volume total batuan. Semakin tinggi nilai porositas maka semakin besar rongga batuan. Rongga tersebut akan diisi oleh fluida yang terdiri dari minyak dan gas bumi. Karena keberadaan batuan reservoir yang jauh di bawah permukaan bumi mengakibatkan sulit untuk mengetahui nilai porositas secara pasti sehingga nilai porositas hanya dapat diprediksi. Metode-metode yang dapat digunakan untuk memprediksi nilai porositas batuan reservoir diantaranya: metode *logging* sumur (*well-logging*), analisis atribut, dan kombinasi analisis multi-atribut dengan jaringan syaraf tiruan.

Menurut Batemen (1985), *logging* sumur (*well-logging*) merupakan proses perekaman sifat lapisan batuan di sepanjang sumur uji dengan menggunakan *log*. Ada empat jenis *log* yang

digunakan dalam proses perekaman yaitu *log* radioaktif, *log* listrik, *log* suara dan *log caliper*. Dari hasil analisis data *log* ini dapat diketahui sifat petrofisika suatu batuan serta zona-zona tempat hidrokarbon terakumulasi dengan akurat. Namun, metode ini hanya mencakup daerah yang sangat sempit dan membutuhkan biaya yang sangat besar.

Metode analisis atribut seismik merupakan metode karakterisasi reservoir dengan atribut seismik sebagai *input* dan data sumur sebagai kontrol (Sukmono, 2000). Atribut seismik merupakan informasi yang diperoleh dari data seismik melalui pengukuran langsung, komputasi maupun pengalaman. Haq (2009) mengatakan bahwa metode analisis atribut mampu memprediksi porositas suatu lapisan batuan dalam bentuk peta sebaran porositas. Peta sebaran porositas dihasilkan berdasarkan atribut dengan koefisien korelasi paling besar di antara atribut-atribut yang digunakan. Dengan demikian, nilai koefisien korelasi pada atribut lain harus disetarakan dengan perhitungan matematis yang kompleks. Semakin banyak atribut yang digunakan maka perhitungan akan semakin rumit. Untuk itu, perlu dilakukan pengkombinasian analisis atribut dengan jaringan syaraf tiruan (*artificial neural networks*).

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan suatu sistem komputasi matematika yang dirancang untuk mengenali pola yang kompleks dengan sejumlah parameter masukan untuk menghasilkan sebuah keluaran. JST menggunakan sistem konfigurasi tiga lapis, dimana informasi merambat dari lapisan pertama menuju lapisan ketiga. Lapisan tersebut terdiri atas lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan keluaran *layer output* (Leite dan Drummond, 2010). Menurut Iturrarán-Viverosa dan Parra (2014), kombinasi metode analisis multi-atribut dan JST dengan atribut seismik sebagai masukan dan data sumur sebagai data target mampu mengukur pola dan parameter estimasi porositas batuan. Estimasi porositas dinyatakan dalam bentuk peta sebaran warna pada rentang nilai tertentu. Semakin besar nilai rentang porositas maka semakin jelas dan detail peta sebaran warna porositas yang dihasilkan. Ekowati dan Sukmono (2009) menyatakan bahwa metode analisis multi-atribut dan JST menghasilkan *volume pseudo* densitas dan *pseudo* porositas yang lebih baik dibandingkan dengan metode analisis multi-atribut saja. Selain itu, menurut Leite dan Drummond (2010) model JST dengan algoritma *backpropagation* terbukti efisien dalam memprediksi porositas dan menghasilkan koefisien korelasi 0,84. Penelitian tersebut diperkuat oleh Aziz (2016), bahwa penggunaan JST pada atribut-atribut seismik menghasilkan nilai korelasi sebesar 0,920 dan *error* sebesar 0,683. Dengan demikian, metode analisis multi-atribut dengan JST ini merupakan metode yang relatif lebih efektif dibandingkan dengan metode analisis atribut dan lebih ekonomis dibandingkan dengan metode *well logging*.

Pada penelitian ini, akan dilakukan estimasi porositas batuan reservoir dengan menggunakan metode JST pada atribut seismik dari data Lapangan F3 sektor laut utara Belanda. Atribut seismik yang digunakan merupakan atribut yang mampu memberikan informasi mengenai porositas dan belum pernah digunakan sebagai data input pada pelatihan JST sebelumnya. Data F3 dipilih untuk penelitian ini karena data tersebut cukup lengkap untuk pengamatan karakteristik batuan reservoir. Selain itu, data tersebut dapat diperoleh secara gratis (*open source*).

II. METODE

2.1 Data

Data blok F3 sektor laut utara Belanda yang digunakan terdiri dari data seismik, data sumur dan atribut seismik. Data seismik merupakan data yang berisi informasi mengenai parameter dasar gelombang seismik refleksi dalam domain posisi, waktu dan kecepatan. Data sumur merupakan data yang direkam oleh detektor yang dimasukkan ke dalam sumur uji. Data sumur memberikan informasi sesungguhnya mengenai struktur dan sifat batuan di sepanjang sumur uji. Data sumur yang digunakan terdiri dari data sumur F02-1, F03-2 dan F03-4. Data sumur digunakan sebagai data target untuk memprediksi porositas dengan metode JST dan sebagai data kontrol untuk menghasilkan atribut seismik. Atribut seismik merupakan parameter-parameter dasar yang diperoleh dari data seismik melalui pengukuran langsung, komputasi maupun pengalaman (Chopra dan Marfurt, 2007). Atribut seismik digunakan sebagai data input

pada pelatihan jaringan syaraf tiruan. Pada penelitian ini, digunakan tiga buah atribut seismik yaitu *Amplitude Average*, *Math Difference Stack* dan *Porosity Cube*.

2.2 Pengolahan data

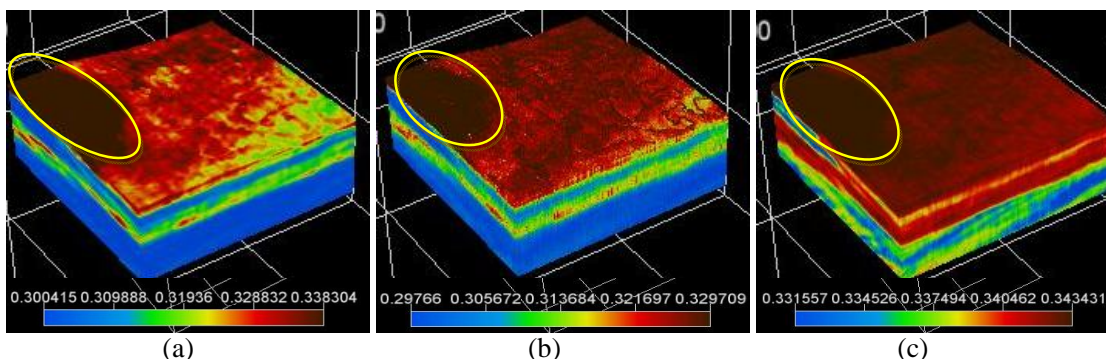
Peta sebaran porositas dihasilkan dari pengolahan atribut seismik dengan menggunakan metode pelatihan jaringan syaraf tiruan (JST) pada *software OpendTect*. Proses pengolahan data dengan JST pada *software OpendTect* dilakukan dengan menggunakan *window* dan *icon* perintah yang telah terintegrasi. Jaringan syaraf telah diintegrasikan dengan algoritma *backpropagation* dengan tipe pelatihan jaringan terawasi. Pelatihan terawasi merupakan metode pelatihan dengan nilai keluaran yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Pelatihan JST dilakukan dengan memvariasikan jumlah atribut seismik yang digunakan sebagai masukan. Variasi masukan yang dilakukan adalah satu atribut, dua atribut dan tiga atribut. Tahapan dalam pengolahan data dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Pemilihan data masukan dan data target. Pada tahapan ini akan ditampilkan beberapa jenis atribut dan data sumur yang tersedia pada *software OpendTect* yang dapat dipilih. Atribut seismik yang dipilih akan digunakan sebagai data masukan sedangkan data sumur yang dipilih akan digunakan sebagai data target. Atribut seismik dan data sumur yang telah dipilih kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel data set. Pada tabel data set tersebut dapat dilihat parameter-parameter nilai yang terkandung dalam atribut seismik dan data sumur.
2. Persiapan training JST. Pada tahapan persiapan training JST dilihat tingkat kesetaraan antara data masukan dengan data target berdasarkan koefisien korelasi yang dihasilkan grafik *crossplotting* sebelum dilakukan training JST. Nilai koefisien korelasi menunjukkan tingkat keidentikan nilai input dengan target pada pelatihan JST. Data yang identik dinyatakan oleh nilai koefisien korelasi yang mendekati nilai 1.
3. Training jaringan syaraf tiruan. Saat proses training JST berlangsung, jaringan akan memproses data masukan untuk mengenali data target. Pelatihan dapat dihentikan ketika *error* yang dihasilkan memiliki nilai yang kecil atau telah mencapai jumlah maksimal iterasi yang ditetapkan. Pada penelitian ini, proses training akan dihentikan saat *vectors trained* data menunjukkan nilai 1000000.
4. Analisis training JST. Analisis hasil training JST dilakukan setelah semua rangkaian training selesai. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pelatihan JST untuk peta porositas yang telah dilakukan. Parameter-parameter yang akan dianalisis adalah sebaran warna peta porositas, nilai rentang porositas dan selisih rentang porositas.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Peta Porositas Hasil Training JST dengan Satu Atribut

Gambar 1 memperlihatkan sebaran warna peta porositas setelah dilakukan pelatihan JST pada masing-masing atribut *Amplitude Average*, *Math Difference Stack* dan *Porosity Cube*. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai porositas paling tinggi berada pada lapisan batuan yang dilingkari. Warna yang dihasilkan pada lingkaran tersebut adalah warna merah kehitaman yang menunjukkan nilai porositas tertinggi pada kode bar.



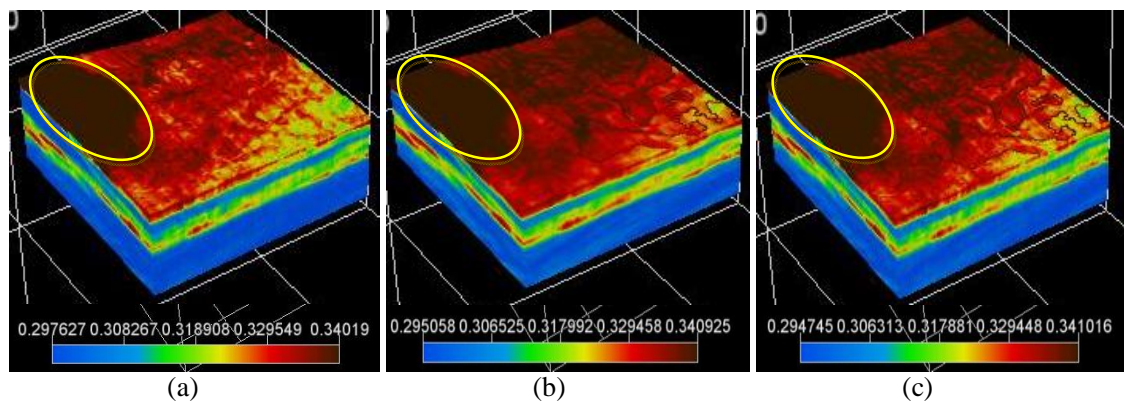
Gambar 1 Hasil training JST satu atribut (a) *Amplitude Average* (a) *Math Difference Stack* (c) *Porosity Cube*

Nilai porositas biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase. Oleh karena itu, nilai porositas yang terdapat pada kode bar dikonversi ke dalam bentuk persentase. Gambar 1a menunjukkan hasil training menggunakan atribut *Amplitude Average*. Nilai porositas yang dihasilkan berkisar pada rentang nilai 30,04 % - 33,83 %. Hasil JST untuk atribut *Math Difference Stack* dan atribut *Porosity Cube* ditunjukkan oleh Gambar 1b dan Gambar 1c. Atribut *Math Difference Stack* menghasilkan nilai porositas pada rentang 29,77 % - 32,97 %. Atribut *Porosity Cube* menunjukkan nilai porositas pada rentang 33,16 % - 34,34 %.

Masing-masing atribut menghasilkan selisih rentang porositas yang berbeda. Atribut *Amplitude Average* menghasilkan nilai sebesar 3,79 % sedangkan atribut *Math Difference Stack* sebesar 3,20 % dan atribut *Porosity Cube* sebesar 1,18 %. Nilai selisih rentang tersebut menunjukkan kualitas hasil training JST. Semakin besar selisih rentang porositas yang dihasilkan maka kualitas training JST semakin bagus. Hasil training JST yang bagus mampu memberikan peta sebaran warna porositas yang lebih mendetail dan lebih jelas. Training JST dengan atribut *Amplitude Average* menghasilkan selisih rentang porositas yang paling besar dibanding atribut lain. Dengan demikian, hasil training JST menggunakan atribut *Amplitude Average* dapat digunakan untuk estimasi batuan reservoir.

3.2 Peta Porositas Hasil Training JST dengan Dua Atribut

Gambar 2 memperlihatkan hasil training JST untuk dua atribut. Gambar 2a merupakan hasil training JST dengan mengkombinasikan atribut *Amplitude Average* dan *Porosity Cube* sebagai masukan. Gambar 2b dan 2c masing-masing adalah hasil training dengan atribut *Amplitude Average* dan *Math Difference Stack* serta atribut *Math Difference Stack* dan *Porosity Cube*. Gambar 2a memperlihatkan bahwa nilai rentang porositas yang dihasilkan berkisar pada nilai 29,76 % - 34,01 %. Porositas lapisan batuan pada Gambar 2b dan 2c masing-masing berkisar pada nilai 29,51 % - 34,09 % dan 29,47 % - 34,10 %.



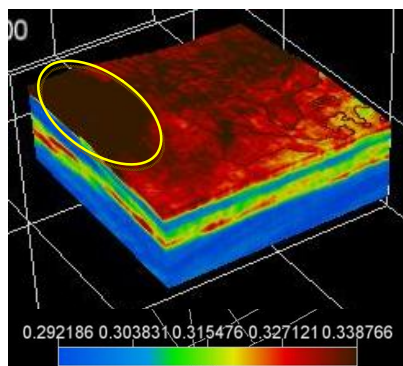
Gambar 2 Hasil JST dua atribut (a) *Amplitude Average* dan *Porosity Cube* (b) *Amplitude Average* dan *Math Difference Stack* (c) *Math Difference Stack* dan *Porosity Cube*.

Berdasarkan selisih nilai rentang porositas, tampak bahwa kombinasi *Math Difference Stack* dan *Porosity Cube* menghasilkan nilai yang paling besar yaitu 4,63 %. Nilai selisih rentang porositas pada kombinasi atribut *Amplitude Average* dan *Porosity Cube* serta *Amplitude Average* dan *Math Difference Stack* masing-masing adalah 4,25 % dan 4,58 %. Nilai selisih rentang porositas yang besar akan menghasilkan peta porositas yang jelas dan detail. Dengan demikian, kombinasi *Math Difference Stack* dan *Porosity Cube* dapat digunakan untuk menyatakan nilai porositas pada lapisan batuan reservoir.

3.3 Peta Porositas Hasil Training JST dengan Tiga Atribut

Gambar 3 memperlihatkan sebaran porositas lapisan batuan hasil training JST dengan menggunakan tiga atribut sebagai masukan. Atribut yang digunakan adalah *Amplitude Average*, *Porosity Cube* dan *Math Difference Stack*. Hasil training memperlihatkan bahwa nilai porositas lapisan batuan berkisar pada rentang nilai 29,21 % - 33,88 %. Selisih rentang nilai porositas yang dihasilkan sebesar 4,67 %. Nilai selisih rentang porositas tersebut lebih besar dibanding

rentang porositas pada pelatihan JST dengan dua atribut atau satu atribut. Dengan demikian, sebaran warna porositas yang dihasilkan lebih mendetail dan lebih jelas dibanding menggunakan satu atau dua atribut. Pada gambar tampak bahwa lapisan batuan dengan nilai porositas tertinggi berada di sepanjang daerah yang dilingkari.



Gambar 3 Hasil training JST tiga atribut

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pelatihan jaringan syaraf tiruan pada atribut seismik mampu memberikan peta porositas batuan reservoir dalam bentuk sebaran warna. Semakin banyak jumlah atribut yang digunakan sebagai data masukan pada pelatihan jaringan syaraf tiruan maka semakin besar nilai selisih rentang porositas batuan yang dihasilkan. Rentang porositas dengan satu, dua dan tiga atribut berturut-turut berkisar pada nilai 1,18 % - 3,79 %; 4,25 % - 4,63 % dan 4,67 %. Nilai selisih rentang porositas yang besar mampu memberikan peta sebaran porositas yang lebih detail dan lebih jelas. Dengan demikian, pengamatan porositas pada lapisan batuan reservoir dapat dilakukan dengan mudah. Nilai porositas yang berhasil teramati adalah sebesar 29,21 % - 33,88 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, Z., 2016, Perbandingan Antara Multi Atribut Seismik Regresi Linier dan Multi Atribut Seismik Probabilistic Neural Network untuk Estimasi Porositas Reservoir Batu Pasir pada Lapangan Minyak Teapot Dome, *Tesis*, S2 Ilmu Fisika, UGM, Yogyakarta.
- Batemen, R., 1985, *Open-Hole Analysis and Formation Evaluation*, IHRDC, Boston.
- Chopra, S. dan Marfurt, K.J., 2007, *Seismic Attributes for Prospect Identification and Reservoir Characterization*, Society of Exploration Geophysicists and European Association of Geoscientists and Engineers, USA.
- Ekowati, P.D. dan Sukmono, S., 2009, Aplikasi Analisa Seismik Multiatribut untuk Prediksi Penyebaran Reservoir Batupasir "E" dan Porositasnya pada Lapangan "PDE", Cekungan Sumatera Tengah, *Jurnal Teknologi Mineral*, Vol. 16, No. 3, hal 135-148. Program Studi Teknik Geofisika ITB.
- Haq, M., 2009, Analisa Atribut Amplitudo Seismik untuk Karakterisasi Reservoir pada Cekungan Sumatera Selatan, *Skripsi*, FMIPA, UI, Jakarta.
- Iturrarán-Viverosa, U. dan Parra, J.O., 2014, Artificial Neural Networks Applied to Estimate Permeability, Porosity and Intrinsic Attenuation Using Seismic Attributes and Well-Log Data, *Journal of Applied Geophysics*, No. 107, Elsevier, hal 45-54.
- Koesoemadinata, R.P., 1980, *Geologi Minyak dan Gasbumi*, Jilid 1, Edisi Kedua, ITB, Bandung
- Leite, E.P. dan Drummond, R. D., 2010, 3D Acoustic Impedance and Porosity Mapping from Seismic Inversion and Neural Networks, *SEG Denver 2010 Annual Meeting*, hal 2226-2230.
- Sukmono, 2000, *Seismik Inversi untuk Karakterisasi Reservoir*, Departemen geofisika ITB, Bandung.