

Identifikasi Keberadaan *Hidrokarbon* Menggunakan Inversi Impedansi Akustik dengan Algoritma *Artificial Neural Network* (ANN)

¹*Ansar Maulana, ²Piter Lepong, ¹Devina Rayzy Perwitasari Sutaji Putri, ²Rahmiati Munir

¹Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

²Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

*Email: asmuansar@gmail.com

Manuscript received: 1 Mei 2023; Received in revised form: 15 Maret 2024; Accepted: 16 Maret 2024

ABSTRACT

Hydrocarbons are the main energy source in the world, especially in Indonesia, this is what makes hydrocarbons a natural resource that has been extensively explored to determine the presence of hydrocarbons. The exploration used is the Geophysics method, namely the seismic method and the well logging method, both methods are processed to provide an overview of the subsurface. The data processing technique used is acoustic impedance inversion modeling which aims to determine the characteristics of the reservoir based on changes in the acoustic impedance value in each layer. In this study using model-based acoustic impedance inversion using an artificial neural network (ANN) algorithm and the results obtained in the inversion analysis obtained an error of 0.002, so that the model can be used on seismic trace data to produce an acoustic impedance model. modeling section with a value of less than 5000 which may mean that there are hydrocarbons in the research location.

Keywords: Artificial Neural Network, Hydrocarbons, Acoustic Impedance, Inversion.

ABSTRAK

Hidrokarbon menjadi sumber energi utama di dunia terkhusus di Indonesia hal ini yang menjadikan *hidrokarbon* sebagai sumber daya alam yang banyak dilakukan eksplorasi untuk mengetahui keberadaan *hidrokarbon*. Eksplorasi yang digunakan adalah metode Geofisika yaitu metode seismik dan metode *well logging* dari kedua metode tersebut dilakukan proses pengolahan untuk memberikan gambaran bawah permukaan. Adapun teknik pengolahan data yang digunakan adalah pemodelan inversi impedansi akustik yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik reservoir berdasarkan perubahan nilai impedansi akustik di masing-masing lapisan. Pada penelitian ini menggunakan inversi impedansi akustik *model based* dengan menggunakan algoritma *artificial neural network* (ANN) dan didapatkan hasil pada *inversion analysis* didapatkan *error* 0.002, sehingga model tersebut dapat digunakan pada data *trace* seismik sehingga menghasilkan pemodelan penampang impedansi akustik dengan nilai kurang dari 5000 yang dapat diartikan pada lokasi penelitian terdapat *hidrokarbon*.

Kata Kunci: *Artificial Neural Network*, *Hidrokarbon*, Impedansi Akustik, Inversi.

1. PENDAHULUAN

Salah satu sumber energi yang secara luas dimanfaatkan oleh manusia adalah hidrokarbon. *Hidrokarbon* sebagai sumber energi utama di dunia terkhusus di Indonesia. Dalam upaya untuk mengeksplorasi hidrokarbon, metode geofisika seperti seismik dan well logging sering digunakan. Berdasarkan data tersebut dilakukan pengolahan yaitu seismik inversi untuk mengetahui gambaran bawah permukaan berdasarkan karakteristik reservoir.

Untuk Mengetahui keberadaan *hidrokarbon* dilakukan pembuatan model inversi impedansi akustik. Pemodelan inversi impedansi akustik adalah teknik yang digunakan dalam geofisika untuk menghasilkan gambaran tentang perubahan nilai impedansi akustik di setiap lapisan di bawah permukaan. Ini memberikan informasi yang berharga tentang karakteristik batuan di dalam bumi, seperti litologi (jenis batuan), porositas (ruang kosong di dalam batuan), kekerasan, dan kandungan fluida. Dengan menganalisis perubahan-perubahan ini dalam nilai impedansi akustik, para peneliti dapat membuat estimasi tentang sifat-sifat batuan di bawah permukaan, yang dapat membantu dalam proses pengeboran minyak dan gas bumi serta pemodelan reservoir [1].

Oleh karena itu dalam penelitian ini untuk dapat mengetahui keberadaan *hidrokarbon* dilakukan inversi impedansi akustik dengan *modelbased* yang menggunakan algoritma *artificial neural network* dengan hasil pemodelan penampang nilai impedansi akustik yang bertujuan untuk memberikan informasi keadaan litologi bawah permukaan pada lokasi penelitian.

2. TEORI DAN METODE

2.1 Petroleum Sistem

Sistem perminyakan, atau yang dikenal dengan *Petroleum System*, merupakan gagasan yang mengintegrasikan berbagai unsur serta proses geologi yang terlibat dalam fenomena pembentukan minyak bumi.

Bagian-bagian yang harus di perhatikan pada *petroleum system* adalah *source rock*, *reservoir*, *seal*, *trap* dan migrasi. Bagian-bagian ini yang menentukan seberapa besar cadangan minyak dan gas alam pada lokasi penelitian tersebut.

Batuan induk merujuk pada batuan tempat terbentuknya atau penyimpanan *hidrokarbon*. Mereka merupakan komponen kunci dalam sistem perminyakan. Sementara itu, *reservoir* adalah lokasi di bawah permukaan tempat *hidrokarbon* berpindah dan bertahan. Sebagai contoh, batuan pasir memiliki banyak pori-pori yang dapat menyimpan minyak, seperti spons menyerap air. Oleh karena itu, batuan pasir sering menjadi reservoir yang paling umum [2].

2.2 Inversi Seismik

Pada dasarnya, inversi seismik melibatkan proses mengubah data seismik menjadi model parameter fisik yang diperlukan. Tujuan utama dari metode inversi seismik ini adalah untuk memperoleh gambaran model geologi [3].

Model Geologi yang dihasilkan dari seismik inversi didapatkan dari pendekatan metode Geofisika. Metode yang digunakan adalah metode seismik yang memanfaatkan penjalaran gelombang seismik pada medium berlapis berdasarkan prinsip hukum Snellius. Hukum ini menyatakan bahwa ketika gelombang seismik melintasi batas antara dua lapisan batuan yang memiliki perbedaan nilai impedansi akustik, sebagian gelombang akan dipantulkan kembali ke permukaan, sementara sebagian lainnya akan terus merambat di bawah permukaan bumi [4].

Metode *well logging* juga berperan penting yaitu untuk memberikan kondisi Geologi bawah permukaan. Pengukuran besaran-besaran fisis dilakukan dari dasar sumur kemudian secara perlahan-lahan ditarik ke atas. Hal ini dimaksudkan supaya *probe/ sensor* mendeteksi batuan di dinding sumur yang dilewatinya [5].

Input data yang digunakan berupa data seismik dan data sumur berfungsi sebagai

Kontrol [3] untuk penelitian ini menggunakan inversi seismik untuk mendapatkan model impedansi akustik.

Impedansi akustik adalah karakteristik khas dari sebuah batuan, yang diperoleh dengan mengalikan nilai densitas batuan dengan kecepatan gelombang seismik yang melewati batuan tersebut [6]. Berdasarkan Tabel 1 masing-masing litologi batuan memiliki nilai impedansi akustik tersendiri saat di gelombang P menjalar pada batuan sedimen.

Tabel 1. Pengelompokan jenis batuan sedimen berdasarkan karakteristik Impedansi Akustik (IA) gelombang P [7].

No Batuan	Impedansi Akustik (gr Km/cc s)
1 Zona Lapuk	0.12-0.9
2 Pasir Kering	0.12-1.4
3 Lempung	1.5-6.5
4 Batu Pasir Lepas	1.7-6.0
5 Batu Pasir Kompak	4.0-11.6
6 Marl	2.0-12.0
7 Batu Gamping, Dolomit	3.5-18.0
8 Auhidirit, Batu Garam	11.0-14.0
9 Batubara	3.0-3.5
10 Udara	0.0004
11 Minyak bumi	1.2-1.5
12 Air	1.4
13 Es	1.6

Menurut Simajuntak (2014) Impedansi Akustik adalah kemampuan fisik batuan untuk memungkinkan penyebaran gelombang suara. Secara matematis, Impedansi Akustik batuan didefinisikan sebagai hasil perkalian antara kecepatan gelombang suara dengan densitas batuan, yang bisa dijelaskan menggunakan Persamaan 1, berikut:

$$Z = \rho \times V \quad (1)$$

dengan keterangan:

Z= Impedansi Akustik (ft/s. g/cc)

ρ = densitas (g/cc)

V = kecepatan gelombang seismik (ft/s)

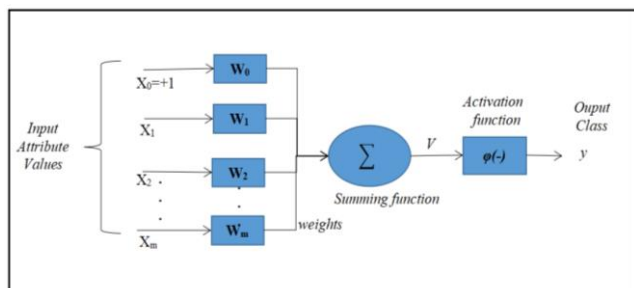
Keterkaitan antara Impedansi Akustik dengan porositas batuan dapat dijelaskan dengan mengingat bahwa Impedansi Akustik

merupakan hasil dari perkalian antara densitas dan kecepatan gelombang suara di dalam batuan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai Impedansi Akustik, semakin rendah porositas batuan secara logis [8].

2.3 Artificial Neural Network

Pada penelitian ini penulis menggunakan model algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan suatu model komputasi paralel yang meniru fisiologi dari sistem saraf otak manusia [9].

ANN merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah struktur untuk memecahkan suatu masalah berdasarkan informasi internal maupun eksternal. ANN bersifat fleksibel terhadap input data dan menghasilkan *output* respon yang konsisten [10], dapat diperhatikan pada Gambar 1 yang merupakan sistem kerja dari algoritma ANN.



Gambar 1: Ilustrasi *Artificial Neural Network* [10].

Gambar 1 menunjukkan struktur yang dimiliki oleh *Neural Network*. Komponen yang dimiliki struktur tersebut sebagai berikut:

1. *Input* merupakan variabel independent ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) yang merupakan sebuah sinyal yang masuk.
2. Bobot (*Weight*) terdiri dari beberapa bobot ($W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$) yang berhubungan dengan masing-masing *node*.
3. *Threshold* merupakan nilai ambang batas internal dari *node*. Besar *threshold* mempengaruhi aktivasi dari *output node* y.
4. Fungsi Aktivasi merupakan operasi matematika yang dikenal pada sinyal di *output* y.

ANN yang merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan dalam pengolahan peramalan *non-linear* [11].

2.4 Inversi Impedansi Akustik

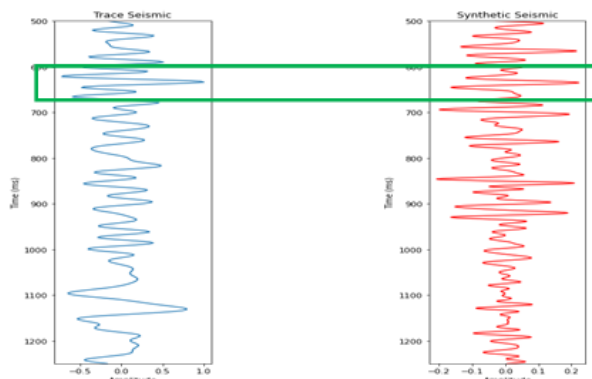
Tahap awal inversi impedansi akustik adalah dengan data kontrol model impedansi yang telah di filter sehingga mendapatkan *low frequency* yang didapatkan dari data sumur dan serta menggunakan data seismik sintetik.

Dalam penelitian ini, metode inversi model berbasis membandingkan model dengan data seismik digunakan. Tujuannya adalah untuk menemukan korelasi yang lebih besar antara seismik sintetik dan seismik riil, sambil meminimalkan kesalahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis untuk mengetahui persebaran porositas yang dilakukan menggunakan pendekatan dengan inversi impedansi akustik menggunakan algoritma *Artificial Neural Network* (ANN). Adapun beberapa point yang dibahas pada penelitian ini adalah:

3.1 Korelasi Data *Log* dan Data Seismik



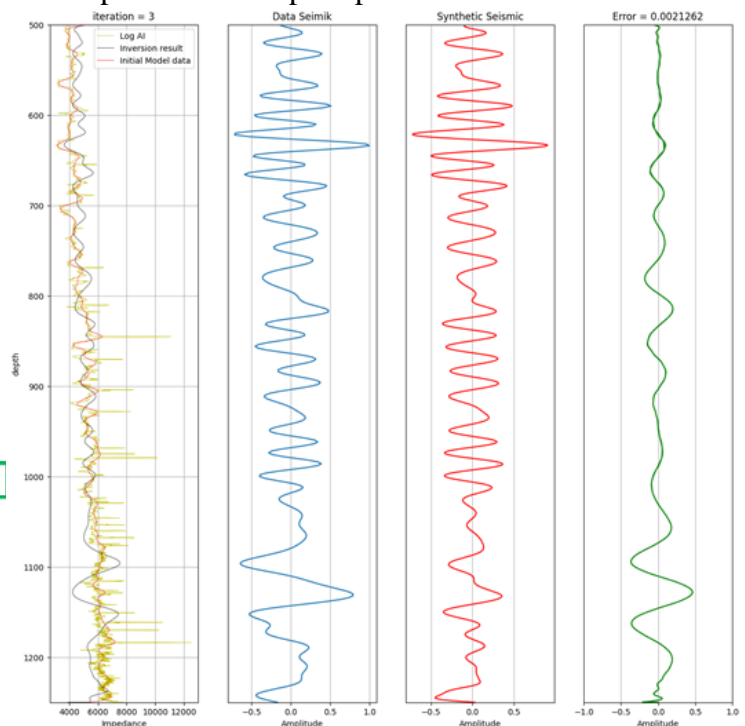
Gambar 2: Korelasi Dari Data Seismik dan *Well Logging*

Pada proses *well tie* ini difokuskan pada *time* 600 – 700 karena terdapat anomali besar yang ditunjukkan kotak hijau diatas sehingga lebih mudah untuk mengkorelasi zona yang dirasa adalah reservoir dengan hasil korelasi yang baik pada penelitian kali ini. Dapat dilihat pada Gambar 2. Sebelum ketahap inversi dilakukan uji korelasi antara data *well*

logging dengan data seismik dan didapatkan hasil nilai *correlasi* sebesar 0.8 dengan *shifting* 5 ms.

3.2 Inversion Analysis

Inversion analysis bertujuan untuk menemukan parameter yang sesuai untuk digunakan pada *trace* seismik yang lain disepanjang jalur penelitian. Pembuatan model sendiri menggunakan metode inversi *based model* dengan melakukan iterasi sebanyak 3 kali dengan tujuan untuk mendapatkan hasil error yang lebih kecil agar nilai inversi impedansi akustik tidak jauh beda dengan impedansi akustik *riil*, sehingga pada pembuatan Inversion analisis didapatkan hasil seperti pada Gambar 3.



Gambar 3: Hasil *Inversion Analisis* Impedansi Akustik

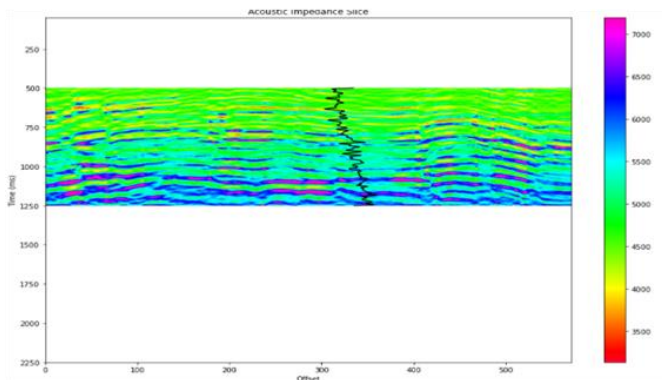
Pada hasil yang telah dilakukan inversi yang dilakukan memerlukan 3 kali iterasi sehingga didapatkan *error* pada seismik data (biru) dengan seismik sintetik (merah) sebesar 0.002 dengan anomali pada zona 600 m sampai dengan 700 m diasumsikan sudah mengikuti *log IA* pada sumur yang ditunjukkan kotak hijau pada Gambar 3.

Apabila memiliki nilai error yang rendah dapat model *inversion analysis* yang kita

rancang dapat berjalan baik untuk di masing-masing trace data seismik tersebut.

3.3 Inversi Impedansi Akustik

Inversi impedansi akustik didapatkan dari model *inversion analysis* yang telah melalui proses inversi disetiap *trace* seismik disepanjang *line* lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4: Hasil Pemodelan Inversi Impedansi Akustik

Hasil seismik inversi disepanjang *line* penelitian dengan ditunjukkan warna hijau memiliki impedansi akustik rendah yaitu < 5000 dapat diasumsikan juga bahwa nilai impedansi rendah dapat diartikan reservoir pada lokasi tersebut mengandung fluida.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini reservoir pada lokasi penelitian termasuk katategori baik dengan didukung hasil pemodelan inversi impedansi yang menggunakan hasil dari *inversion analysis* dengan *error* 0.002 sehingga didapatkan model penampang nilai impedansi akustik dengan nilai kurang dari 5000 yang dapat diartikan bahwa lokasi tersebut terdapat cadangan hidrokarbon.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis kepada Bapak Dr. Sc. Mustaid Yusuf, M.Si. dan Bapak Ahmad Zarkasi, S.Si., M.Si. Serta pihak-pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung pada penyelesaian penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alifudin, R. F. (2016). Karakterisasi Reservoir Karbonat dengan Aplikasi Seismik Atribut dan Inversi Seismik Impedansi Akustik. *Jurnal Geosaintek*, 2(2), 107-112.
- [2] Sarip, T. (2015). Petroleum System. Retrieved from <https://petroleum-learning.blogspot.com/2015/12/pengertian-petroleum-system-petroleum.html#>
- [3] Elsalama, N. (2020). Aplikasi Metode Colored Inversion untuk Karakterisasi Reservoir dengan Menggunakan Bahasa Pemograman Python (Doctoral dissertation).
- [4] Permana, U. (2015). Pengolahan Data Seismik Refleksi 2d Untuk Memetakan Struktur Bawah Permukaan Lapangan X Prabumulihsumatra Selatan. *ALHAZEN Journal of Physics*, 2(1).
- [5] Ernia, Y., Djayus, D., & Supriyanto, S. (2020). Identifikasi Sebaran dan Ketebalan Lapisan Batubara Berdasarkan Data Well Logging di PT Borneo Emas Hitam Loa Tebu Kalimantan Timur. *Geosains Kutai Basin*, 3(2).
- [6] Simanjuntak, A. S. (2014). Karakterisasi Reservoir Hidrokarbon Pada Lapangan "TAB" dengan Menggunakan Pemodelan Inversi Impedansi Akustik. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 2(01), 2-13.
- [7] Aviani, Nesya. (2020). Pemodelan Hasil Analisis Sederhana Nilai Impedansi Akustik P – Wave Pada Formasi Sarvak Menggunakan Matlab. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, p-ISSN: 2723-6609. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Febridon, N M., Mulyatno, B. S., & Dewanto, O. (2018). Analisis Sifat Fisis pada Reservoir Batupasir Menggunakan Metode Seismik Inversi Impedansi Akustik (AI) dan Multiatribut pada Lapangan "MNF" Cekungan

Bonaparte. *Jurnal Geofisika
Eksplorasi*, 4(2), 3-14.

- [9] Alpaydin, E. (2020). Introduction to Machine Learning. MIT press.
- [10] Kumar, A. (2003). Neural Network Based Detection of Local Textile Defects. *Pattern Recognition*, 36(7), 1645-1659.
- [11] Nugroho, I. (2020). Perbandingan Prediksi Fasies Melalui Beberapa Machine Learning (Doctoral dissertation).