

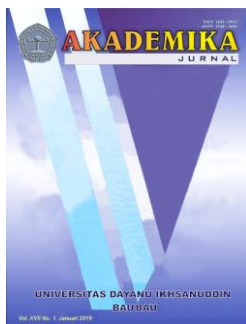
<https://www.ejournal.lppmunidayan.ac.id/index.php/akd>

e-ISSN : 2548-4184  
P-ISSN : 1693-9913

**Keywords:** borehole log, acoustic impedance, lithology

**Kata kunci:** log bor, akustik impedansi, litologi

Korespondensi Penulis:  
Email: [asrim@unidayan.ac.id](mailto:asrim@unidayan.ac.id)



## PENERBIT

Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau.

Alamat: Jl. Dayanu Ikhsanuddin No. 124 Baubau

## KARAKTERISTIK LITOLOGI BERDASARKAN CROSSPLOT AKUSTIK IMPEDANSI DAN GAMMA RAY

Asrim<sup>1)</sup>\*, Sarman<sup>2)</sup>

<sup>1)2)</sup> Program Studi Teknik Pertambangan  
Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Baubau,  
Indonesia.

Dikirim: 08/10/2022;  
Direvisi: 30/11/2022;  
Disetujui: 12/12/2022.

### Abstract

*The seismic method is a geophysical method that utilizes the propagation of seismic waves to find information below the earth's surface. The physical properties of the rocks through which seismic waves pass are known as rock acoustic impedance (AI), which is controlled by wave velocity and rock density. The purpose of this study was to determine the relationship between AI and lithology in a drilled well in the Kutai Basin, East Kalimantan. The data used in this study are drill log data which includes sonic logs, density logs and GR logs. Data processing and analysis in this study used Hampson Russell (HRS) software. The results of the analysis using the AI and GR crossplot methods show that coal has a very low AI, while sandstones and shales have almost the same AI. This shows that the AI in this well can only be used to identify coal.*

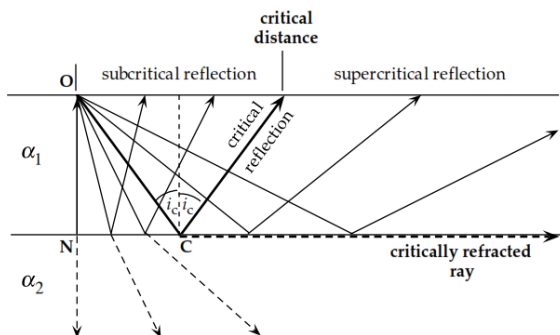
### Intisari

Metode seismik merupakan metode geofisika yang memanfaatkan penjalaran gelombang seismik untuk mengetahui informasi di bawah permukaan bumi. Sifat fisis batuan yang dilewati gelombang seismik dikenal dengan nama akustik impedansi batuan (AI), yang dikontrol oleh kecepatan gelombang dan densitas batuan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan AI dan litologi di salah satu sumur bor di Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. Data yang digunakan dalam penelitian yaitu data log bor yang meliputi log sonik, log densitas dan log GR. Pengolahan dan analisis data pada penelitian ini menggunakan *software* Hampson Russel (HRS). Hasil analisis menggunakan metode *crossplot* AI dan GR menunjukkan bahwa batubara mempunyai AI yang sangat rendah, sedangkan batupasir dan *shale* mempunyai AI yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa AI pada sumur ini hanya dapat digunakan untuk identifikasi batubara.

# 1. PENDAHULUAN

Metode seismik merupakan salah satu metode geofisika yang memanfaatkan penjalaran gelombang seismik untuk mengetahui informasi di bawah permukaan bumi (Gambar 1). Gelombang seismik adalah energi akustik yang ditransmisikan oleh getaran partikel batuan, yang mana energi ini berasal dari sumber gelombang, baik berupa dinamit ataupun *air gun*. Gelombang berenergi rendah membiarkan massa batuan tidak berubah selama perjalanan gelombang, tetapi yang dekat dengan sumber seismik, batuan dapat pecah dan terdistorsi secara permanen [1]. Secara umum metode seismik terbagi atas dua jenis yaitu seismik refleksi dan seismik refraksi.

Metode refleksi seismik didasarkan pada gelombang seismik yang telah dipantulkan, dan pada tingkat yang lebih kecil terdifraksi, di bawah permukaan. Tujuan dasar survei seismik refleksi adalah untuk memetakan perubahan impedansi akustik di bawah permukaan, yaitu untuk menentukan kedalaman dan ketebalan lapisan yang memiliki kecepatan gelombang seismik dan densitas batuan yang berbeda [2].



**Gambar. 1** Skema sederhana metode seismik [3]

Gelombang seismik mengalami pantulan saat mengenai bidang batas batuan di mana ada dua lapisan batuan dengan sifat yang berbeda [4]. Sifat fisis batuan yang dilewati gelombang ini dikenal dengan istilah akustik impedansi batuan. Akustik impedansi (AI) merupakan sifat fisis yang dikontrol oleh kecepatan gelombang P (sonik) dan densitas batuan. Secara matematis AI di rumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

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

AI : Akustik impedansi

$\rho$  : densitas batuan

V : kecepatan gelombang seismik P

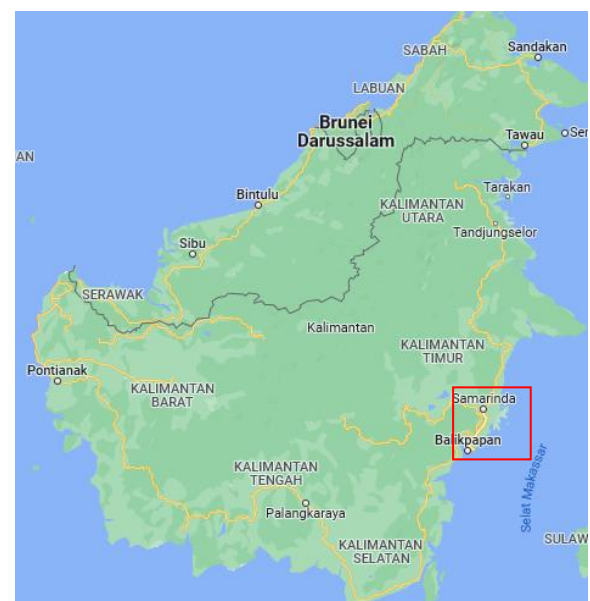
Karakteristik litologi umumnya dapat diketahui melalui data batuan inti (*core*) [5], tetapi bila tanpa adanya *core* maka dapat diganti dengan menggunakan data log sumur. Geofisika lubang bor adalah ilmu merekam dan menganalisis pengukuran sifat fisik yang dibuat di lubang bor. Geofisika lubang bor memiliki resolusi yang lebih baik dalam dimensi kedalaman dibandingkan pengukuran di permukaan bumi. Alat yang mengukur sifat fisis diturunkan ke dalam lubang bor untuk mengumpulkan data yang ditampilkan secara grafis sebagai log geofisika [6].

Log densitas merupakan log yang mengukur densitas batuan dalam lubang bor. Log sonik diperoleh dari pengukuran waktu tempuh gelombang akustik di dalam lubang bor dari sumber di permukaan. Log sonik umumnya bekerja dengan menghasilkan sinyal dalam rentang 20–30 kHz, meskipun beberapa alat beroperasi pada rentang yang lebih tinggi [7]. Log *gamma ray* (GR) mengukur radioaktivitas alami suatu formasi batuan. Radioaktivitas adalah hasil dari peluruhan radioaktif terutama kalium (K), torium (Th), dan uranium (U). Batuan serpih memiliki nilai GR yang tinggi, sedangkan batupasir dan batugamping memiliki nilai GR rendah [8].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik litologi batuan melalui *crossplot* log sumur di Kalimantan Timur, Indonesia.

# 2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di Cekungan Kutai, Kalimantan Timur, Indonesia (Gambar 2).



**Gambar. 2** Lokasi Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi literatur, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, dan kesimpulan. Data yang digunakan dalam penelitian sebagian besar merupakan data log sumur yang terdiri dari log densitas, log sonik, dan log GR (*Gamma Ray*). Log densitas dan log sonik digunakan untuk membuat log AI (Akustik Impedansi) sedangkan log GR di gunakan untuk identifikasi litologi dalam sumur.

Log AI dan log GR kemudian di *crossplot* untuk melihat sebaran nilai fisis masing-masing litologi. Dari sebaran ini kemudian di analisis bagaimana karakteristik litologi terhadap AI sebagai gambaran kondisi sumur bor. Pengolahan dan analisis data menggunakan *software* Hampson Russel (HRS).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Data Log Sumur

Data log sumur yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga log yaitu log sonik, log densitas dan log GR (*Gamma Ray*). Log sonik merupakan data kecepatan gelombang P di dalam lubang bor, sedangkan data log densitas merupakan hasil perekaman densitas batuan di sepanjang dinding lubang bor. Log GR merupakan data log pengukuran radiasi sinar gamma di dalam lubang sumur bor. Log sonik (DT\_CRC), densitas (RHOB Norm), dan GR (GR\_NOR) dapat dilihat pada Gambar 3.

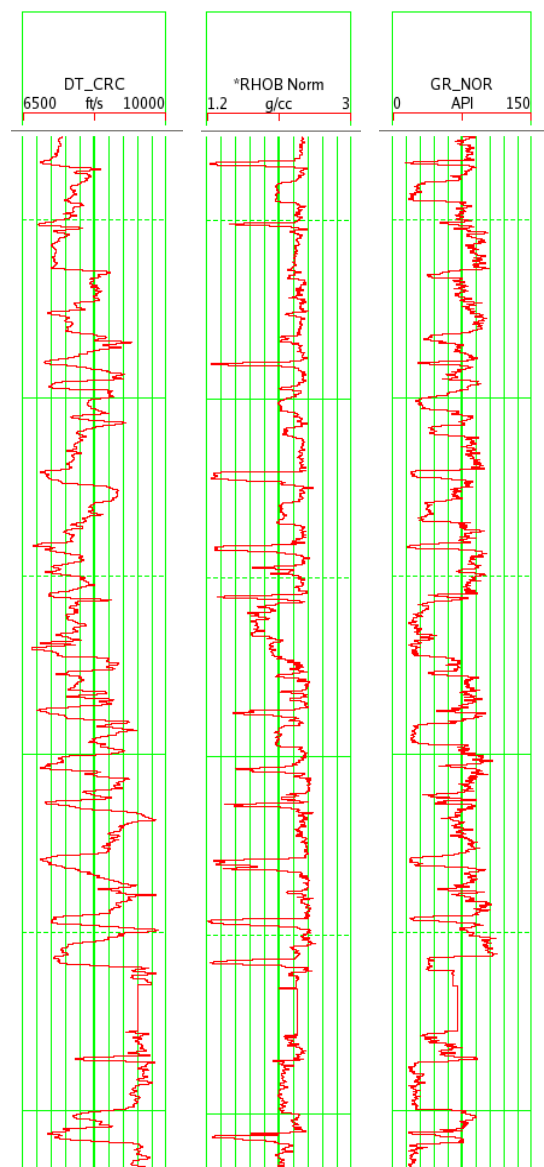
Log sonik yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil pengukuran kecepatan gelombang P dalam lubang bor. Penggunaan istilah DT-CRC merupakan singkatan dari *Depth-Time Corrected* yang menginformasikan kecepatan gelombang yang sudah mengalami koreksi. Pada Gambar 3 terlihat bahwa kecepatan gelombang yang melewati batuan berkisar dari 6500 ft/s hingga 10000 ft/s. Perubahan besar kecil gelombang dari permukaan hingga ke dalam permukaan bumi menunjukkan variasi litologi dalam lubang bor. Dari data log sonik secara umum terlihat bahwa semakin dalam kecepatan gelombang semakin besar mendekati kisaran 9000 ft/s yang menunjukkan bahwa semakin dalam litologi batuan semakin kompak sehingga kecepatan gelombang semakin besar.

Log densitas dalam penelitian di *set up* pada *software* dengan kisaran nilai *cut off* 1.2 g/cc sampai 3 g/cc. Penggunaan istilah *RHOB Norm* menunjukkan densitas yang telah dinormalisasi atau telah dibersihkan dari noise yang mengganggu dalam pengolahan dan analisis data. Dari Gambar 3 terlihat pada sebagian besar densitas batuan berada pada kisaran nilai 2 g/cc.

Ada beberapa litologi yang mempunyai nilai densitas rendah tapi tidak banyak. Litologi pada sumur bor masih dominan densitas sedang.

Log GR yang terlihat pada Gambar 3 mempunyai *cut off* 0 hingga 150 API (*American Petroleum Institute*). Dari atas hingga ke bagian dalam nilai GR bervariasi yang menunjukkan adanya perubahan litologi di dalam lubang bor. Identifikasi litologi menggunakan GR harus dikombinasikan dengan log densitas (yang pada grafik log tertulis RHOB Norm).

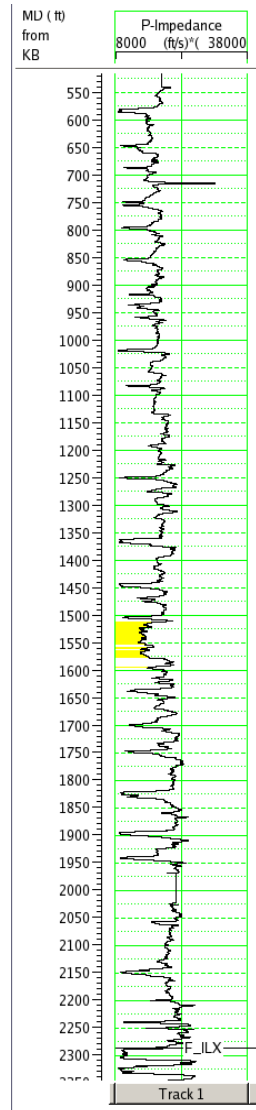
Batubara mempunyai GR dan densitas yang rendah dibandingkan batuan lainnya [9]. Batu pasir mempunyai GR rendah dan densitas sedang. *Shale* mempunyai GR tinggi dan densitas tinggi dibandingkan dengan batu pasir dan batubara. Batupasir dan *shale* mempunyai nilai densitas yang *overlapping* sehingga penggunaan GR sangat dibutuhkan untuk membedakan keduanya.



Gambar. 3 Data log sonik, densitas dan GR

### 3.2 Pembuatan Log AI

Untuk membuat log AI (Akustik Impedansi) diperlukan data log sonik dan data log densitas. Log AI di buat dengan menggunakan rumus pada persamaan 1. Hasil log akustik impedansi terlihat pada Gambar 4. Nilai log akustik impedansi yang telah dibuat pada penelitian ini mempunyai *cut off* 8000 ft/s sampai dengan 38000 ft/s.

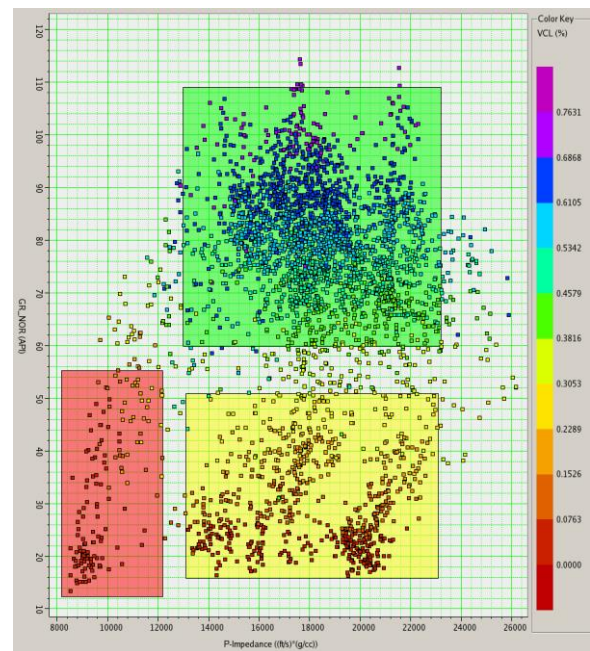


**Gambar. 4** Log AI (Akustik Impedansi)

Pada Gambar 4 terlihat bahwa sumur bor mempunyai kedalaman hingga 2300 ft. Pada kedalaman sekitar 1500 ft terdapat warna kuning yang menunjukkan lapisan batupasir yang mempunyai kandungan hidrokarbon. Walaupun demikian fokus dari penelitian adalah melihat respon akustik impedansi terhadap litologi batuan di dalam sumur bor dengan menggunakan metode *crossplot* antara akustik impedansi dan GR.

### 3.3 Crossplot AI dan GR

Untuk melihat hubungan akustik impedansi dan litologi batuan dalam sumur bor maka perlu dilakukan *crossplot* antara log akustik impedansi dan log GR. Hasil *crossplot* antara kedua log ini dapat dilihat pada Gambar 5. Sumbu x menunjukkan *range* nilai *P-Impedance*, yaitu akustik impedansi menggunakan gelombang P. Kemudian sumbu y menunjukkan *range* nilai GR (*Gamma Ray*).



**Gambar. 5** Log AI (Akustik Impedansi)

*Color key* yang ditunjukkan pada Gambar 5 memperlihatkan VCL (*volume clay*) atau nilai kandungan lempung. Terlihat bahwa *shale* mempunyai VCL yang besar dibandingkan dengan batubara dan batupasir. Semakin besar VCL nya maka GR nya semakin besar juga. Dari Gambar 5 memperlihatkan bahwa batubara yang ditunjukkan oleh *cluster* kotak warna merah mempunyai GR rendah dan AI rendah dibandingkan dengan batupasir dan *shale*. Batupasir yang ditunjukkan oleh *cluster* kotak warna kuning mempunyai GR rendah dan AI sangat-tinggi. Kemudian *shale* mempunyai GR tinggi dan AI sedang-tinggi.

Dari *crossplot* tersebut menunjukkan bahwa sebaran batubara dapat diidentifikasi dengan menggunakan metode akustik impedansi berdasarkan log AI pada sumur bor ini. Sedangkan batupasir dan *shale* mempunyai akustik impedansi yang *overlapping* sehingga metode akustik impedansi kurang ideal untuk digunakan dalam identifikasi sebaran batupasir ataupun *shale* menggunakan AI pada sumur bor ini.

Karakteristik *shale* dan *sand* (batupasir) pada *crossplot* GR dan AI akan berefek terhadap metode untuk identifikasi penyebaran batupasir, terutama bila batupasir tersebut mengandung minyak dan gas (hidrokarbon). Akustik impedansi merupakan salah satu metode yang biasa digunakan dalam identifikasi hidrokarbon [10], tetapi dengan kondisi seperti *crossplot* tersebut maka metode AI menjadi kurang maksimal dalam identifikasi *hydrocarbon sand* (batu pasir yang mengandung hidrokarbon).

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sumur bor penelitian didominasi oleh batubara, batupasir dan *shale*. Hasil *crossplot* AI-GR memperlihatkan batubara mempunyai AI yang sangat rendah dibandingkan dengan AI pada batupasir dan *shale* sehingga metode akustik impedansi (AI) dapat digunakan untuk mengetahui penyebaran batubara. Hal yang berbeda ditunjukkan oleh batupasir dan *shale*. Kedua litologi ini mempunyai *range* nilai AI yang hampir sama sehingga metode AI tidak efektif digunakan untuk identifikasi batupasir ataupun *shale* pada sumur bor ini.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Fakultas Teknik dan Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Dayanu Ikhsanuddin.

#### DAFTAR REFERENSI

- [1] J. Milsom, *Field Geophysics*, Third Edit. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- [2] M. Dentith and S. Mudge, *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*. New York: Cambridge University Press, 2014.
- [3] W. Lowrie, *Fundamentals of Geophysics*, Second Edi. Cambridge University Press, 2007.
- [4] J. P. Rafferty, *Geological Sciences*. Britannica Educational Publishing, 2012.
- [5] S. Suharni, A. Asrim, and S. Sarman, "Analisis Penyebaran Aspal Buton Berdasarkan Data Bor Di Daerah Lawele," *J. Geomine*, vol. 10, no. 2, pp. 124–131, 2022, doi: 10.33536/jg.v10i2.1170.
- [6] M. B. Revuelta, *Mineral Resources: From Exploration to Sustainability Assessment*. Springer International Publishing AG, 2018.
- [7] H. Liu, *Principles and Applications of Well Logging*. Beijing: Springer Mineralogy, 2017.
- [8] J. Evenick, *Introduction to well logs and subsurface maps*. Oklahoma: PennWell Corporation, 2008.
- [9] M. Tasya, Alimuddin, and Z. D. Allan, "Interpretasi Data Logging Geofisika Dan Hubungannya Terhadap Nilai Kalori Batubara Di Daerah Tambang Banko Barat Pit 1 Pt. Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan," 2020.
- [10] H. E. Hapsari, I. Lestari, and S. Samsidar, "Interpretasi Akustik Impedansi (AI) Menggunakan Data Seismik Dan Data Sumur Untuk Menentukan Zona Prospek Hidrokarbon," *Komun. Fis. Indones.*, vol. 15, no. 2, pp. 135–138, 2018, doi: 10.31258/jkfi.15.2.135-138.