

ANALISIS DATA SUMUR UNTUK KARAKTERISTIK LAPISAN BATUBARA COAL ZONE C, CEKUNGAN BARITO

Ananda Firsty Napolion¹, Handoyo^{1*}, Sondang Samosir²

¹Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

²Techwin South Betung, Jakarta, Indonesia

*Corresponding author: handoyo.geoph@tg.itera.ac.id

Manuscript received: October 8, 2025; Received in revised form: December 31, 2025;

Accepted: January 8, 2026

ABSTRACT

The Barito Basin has a fairly complex coal deposition system due to facies variations and tectonic controls. Various geological and geophysical approaches can be used to determine the lateral distribution of coal distribution controlled by vertical well data with high resolution (units up to tens of cm). This study aims to identify coal layers found below the surface, interpret target zones using log data, and create crossplots from log data. The datasets used include Gamma Ray (GR) logs, resistivity, low density, and spontaneous potential (SP) from exploration wells. The interpretation results indicate the presence of coal with varying thickness and fairly good lateral distribution, in accordance with the fluvial deltaic deposition pattern in the Barito Basin, Central Kalimantan. The results of this study indicate that the coal layer is characterized by a density value ranging from 1.6-2.1 g/cc and an acoustic impedance <4500 [(g/cc)(m/s)] which has been able to quantitatively identify three coal layers in the study area. This information is expected to be a reference in the preparation of geological models and further exploration planning in the Barito Basin.

Keywords: Barito Basin, coal seams, density, acoustic impedance, well data

ABSTRAK

Cekungan Barito memiliki sistem pengendapan batubara yang cukup kompleks akibat variasi fasies dan control tektonik. Berbagai pendekatan geologi dan geofisika dapat digunakan untuk menentukan persebaran secara lateral dari distribusi sebaran batubara yang dikontrol oleh data sumur secara vertikal dengan resolusi tinggi (satuan hingga puluhan cm). Penelitian ini bertujuan mengetahui lapisan batubara yang terdapat di bawah permukaan, menginterpretasikan zona target menggunakan data log, dan membuat *crossplot* dari data log. Dataset yang digunakan meliputi *log Gamma Ray* (GR), resistivitas, densitas yang rendah, dan *spontaneous potential* (SP) dari sumur eksplorasi. Hasil interpretasi menunjukkan keberadaan batu bara dengan ketebalan bervariasi dan sebaran lateral yang cukup baik, sesuai dengan pola pengendapan *fluvial deltaic* di Cekungan Barito, Kalimantan Tengah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lapisan batubara dicirikan oleh nilai densitas berkisar 1.6-2.1 g/cc dan impedansi akustik <4500 [(g/cc)(m/s)] yang secara kuantitatif telah dapat mengidentifikasi tiga lapisan batubara di area penelitian. Informasi ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penyusunan model geologi dan perencanaan eksplorasi lanjutan di Cekungan Barito.

Kata Kunci : Cekungan Barito, batubara, densitas, impedansi akustik, data sumur

1. PENDAHULUAN

Cekungan Barito Adalah salah satu cekungan sedimen utama di Kalimantan Tengah yang terbentuk melalui interaksi kompleks antara proses tektonik dan sedimentasi sejak era Mosezoikum hingga Tersier. Secara tektonik, cekungan ini berfungsi sebagai cekungan busur muka (foreland basin) yang muncul akibat penunjaman Lempeng Laut Sulawesi terhadap Blok Sunda. Proses ini menyebabkan terbentuknya struktur lipatan, sesar, dan zona depresi yang berfungsi sebagai perangkap bagi sedimen tebal, termasuk endapan batubara.

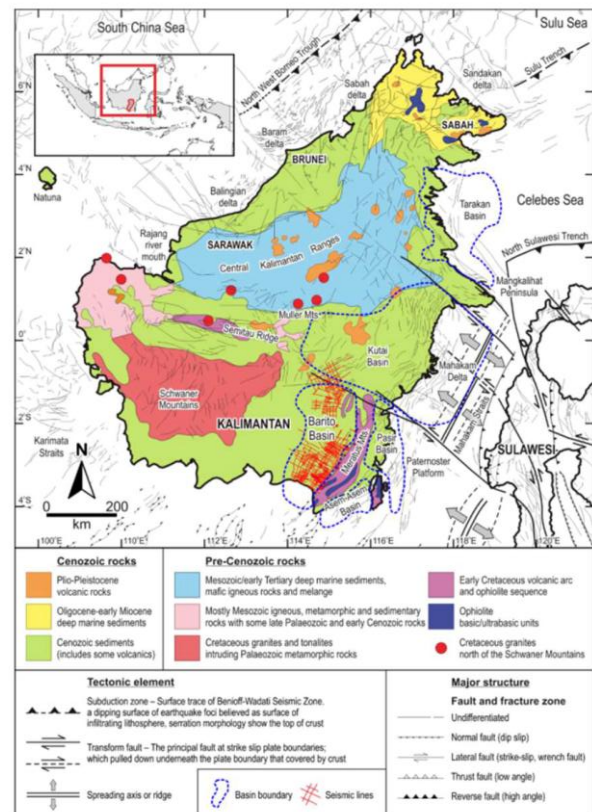
Untuk mengidentifikasi potensi sebaran lapisan batubara dibawah permukaan, metode *well logging* dapat digunakan [1,2]. Metode *well logging* memiliki keunggulan yaitu resolusi vertikal yang sangat tinggi (dari beberapa cm hingga puluhan cm) sehingga dapat memetakan sebaran ketebalan batubara secara vertikal. Namun demikian, metode *well logging* memiliki kelemahan dalam hal jangkauan secara lateral baik 2D/3D.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mencoba memetakan perlapisan-perlapisan batubara yang memiliki ketebalan signifikan di Cekungan Barito menggunakan pendekatan data *well logg*. Diharapkan melalui studi awal ini, dapat memberikan informasi mengenai potensi lapisan batubara di bawah permukaan baik untuk kepentingan pertambangan maupun tujuan lain.

2. GEOLOGI REGIONAL

Secara regional, Cekungan Barito dikelilingi oleh Pegunungan Meratus di timur, Tinggian *Paternoster* di barat daya, dan Tinggian *Schwaner* di barat (Gambar 1). Stratigrafi utama yang menyusun cekungan ini terdiri dari Formasi Tanjung (*Eosen–Oligosen*), Formasi Warukin (*Miosen Tengah–Miosen Akhir*), dan Formasi Dahor (*Plio–Plistosen*). Lapisan batubara umumnya melimpah pada Formasi Warukin dan sebagian pada bagian atas formasi Tanjung, yang terbentuk dalam lingkungan

pengendapan rawa delta (delta plain) dan fluvial [3,4].

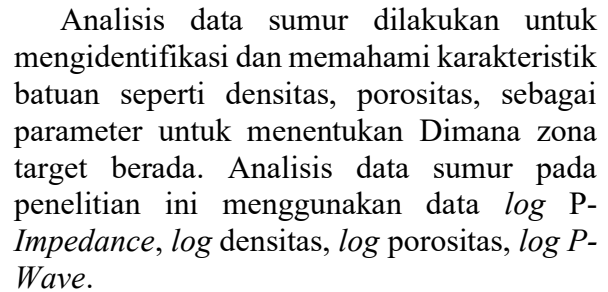


Gambar 1. Stratigrafi Cekungan Barito (diadaptasi dari [4]).

Secara stratigrafi, Formasi Warukin diendapkan di atas Formasi Berau dan ditutupi secara tidak selaras oleh Formasi Dahor [5,6]. Sebagian besar sudah tersingkap, terutama sepanjang bagian barat Tinggian Meratus, malahan di daerah Tanjung dan Kambitin telah tererosi. Hanya di sebelah selatan Tanjung yang masih dibawah permukaan. Formasi ini terbagi atas dua anggota, yaitu Warukin bagian bawah (anggota klastik), dan Warukin bagian atas (anggota batubara). Kedua anggota tersebut dibedakan berdasarkan susunan litologinya.

Warukin bagian bawah (anggota klastik) berupa perselingan antara napal atau lempung gamping dengan sisipan tipis batupasir, dan batugamping tipis di bagian bawah, sedangkan dibagian atas merupakan selang-seling batupasir, lempung, dan batubara. Batubaranya mempunyai ketebalan tidak

fakta bahwa resolusi data sumur yang sangat tinggi, dapat dijustifikasi bahwa penelitian ini dapat menjadi studi awal yang baik untuk mengkarakterisasi lapisan batubara di daerah penelitian. Fokus utama dari penelitian ini yaitu menganalisis data log sumur (*well log*) untuk mendapatkan karakteristik petrofisik dan sifat fisik batuan dari lapisan batubara pada *F Coal Zone C*.



Analisis *crossplot* dilakukan untuk menganalisis hubungan antara dua atau lebih jenis data log sumur yang diambil dari sumur yang sama. Tujuan dilakukannya *crossplot log* pada data sumur yaitu untuk memilih atau mengetahui parameter fisik yang baik untuk interpretasi geologi dan zona target. Pada penelitian kali ini *crossplot* digunakan untuk mengetahui hubungan linear antara RHOB (*Density*) dengan *P-Impedance*. Secara umum, lapisan batubara dikarakterisasi menggunakan cutoff nilai densitas rendah dan impedansi akustik yang rendah pula. Parameter-parameter lain dapat dianalisis dengan mengikuti nilai marker yang telah ditentukan terlebih dahulu dari data log densitas dan impedansi akustik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

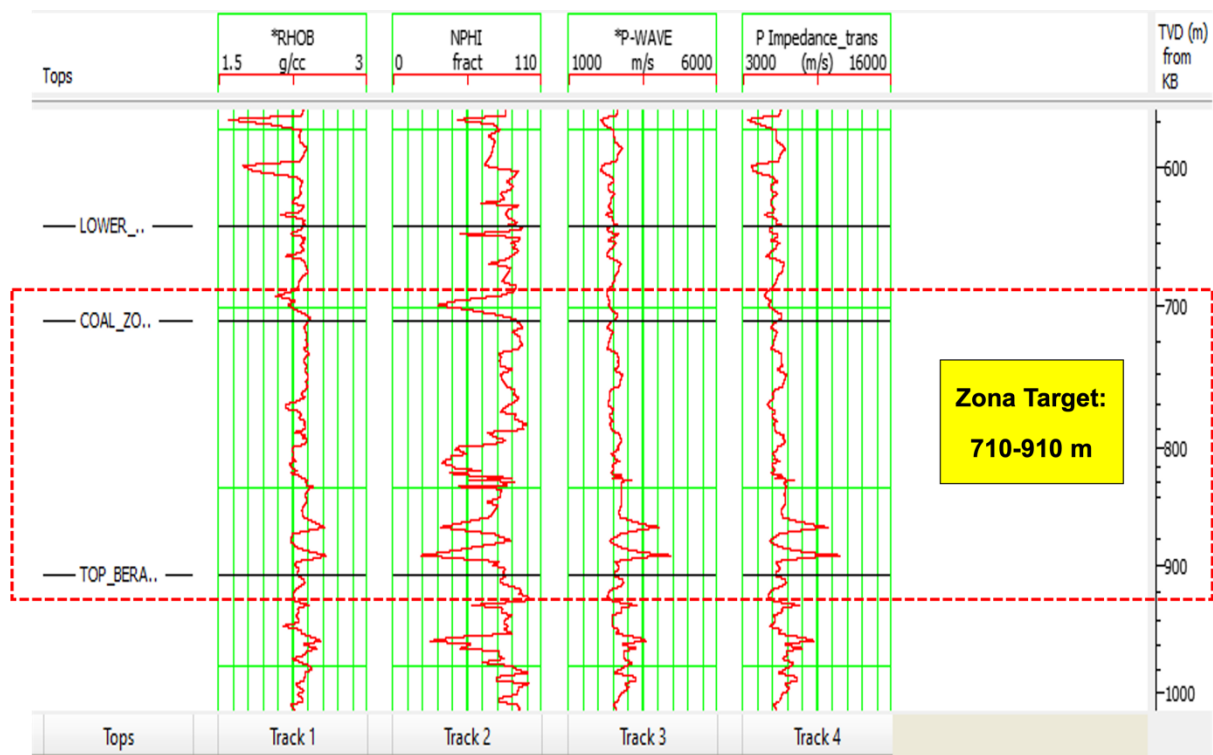
Gambar 3 merupakan tampilan data well log (log sumur) dari sumur yang berada di Cekungan Barito. Data sumur yang ditampilkan memiliki 4 jenis *tracks* terhadap kedalaman (*True Vertical Depth*) dalam satuan meter (m). *Track* 1 merupakan data *log* densitas RHOB (*Bulk Density*) yang merupakan informasi massa jenis formasi suatu batuan dalam satuan g/cc. Nilai densitas yang tinggi menunjukkan batuan padat seperti batupasir yang kompak, sedangkan nilai densitas yang rendah mengidentifikasikan

14

batuan berpori, berisi fluida ringan atau seperti batubara.

Track 2, NPHI (*Neutron Porosity*) memiliki fungsi mengukur indeks hydrogen dalam formasi batuan yang berkorelasi dengan porositas batuan. Nilai NPHI yang rendah menjelaskan bahwa itu memiliki porositas yang kecil, sedangkan nilai yang tinggi menjelaskan porositas yang besar dan mengandung mineral lempung dan batubara yang kaya akan hydrogen. *Track 3*, *P-Wave* (*P-Wave Velocity*) berfungsi mengukur kecepatan gelombang kompresional yang dapat merambat melalui formasi batuan,

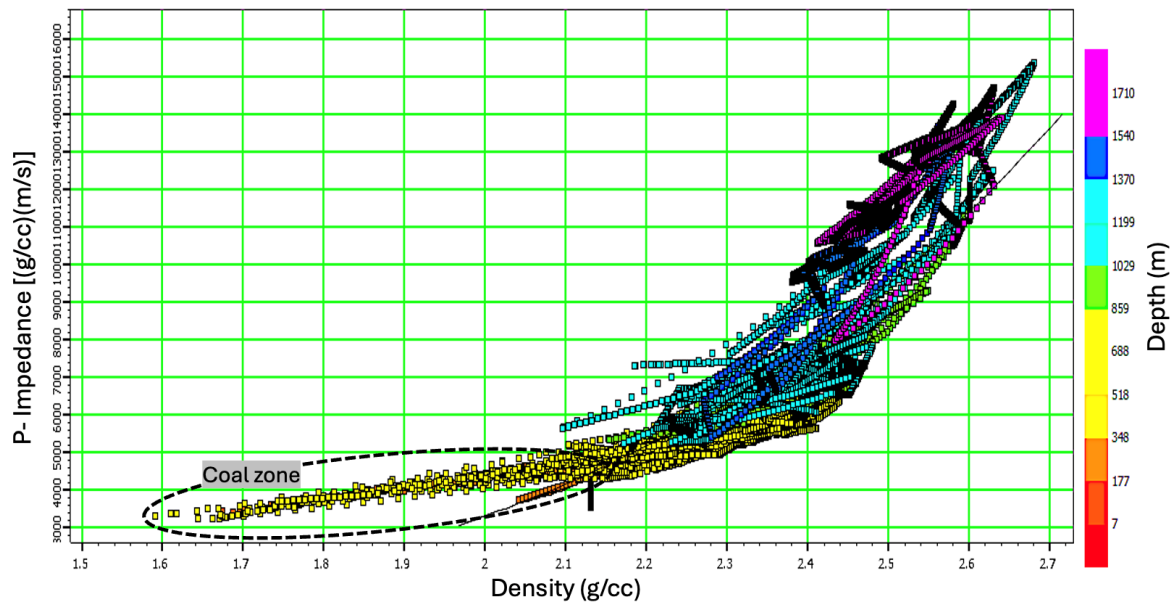
kecepatan yang sangat tinggi dimiliki pada batuan yang keras dan padat, sedangkan kecepatan yang rendah dimiliki oleh batuan yang berpori. Terakhir adalah *Track 4* yang menunjukkan nilai *P-Impedance* (impedansi ikustik) yang merupakan parameter seismik hasil perkalian antara RHOB dan P-Wave dimana memiliki fungsi mengontrol reflektivitas seismik. Dari keseluruhan data log yang dimiliki, zona target penelitian ditandai oleh Top Coal Zone C sampai pada Top Berai yang telah disesuaikan dengan marker geologi.



Gambar 3. Penentuan zona target berdasarkan data log

Selanjutnya, analisis fisika batuan melalui *crossplot* analisis dilakukan untuk memudahkan memilih *cut off* batas-batas lapisan batubara. Pada Gambar 4 (densitas dan impedansi akustik), dapat diidentifikasi bahwa lapisan batubara ditandai oleh nilai densitas dan impedansi akustik. Pada sebaran data pada kedalaman yang diasumsikan dari formasi yang sama (warna kuning), lapisan batubara diinterpretasi berada pada rentang interval 1.6-2.1 g/cc dan impedansi akustik

3000-4500 [(g/cc)(m/s)]. Deskripsi dari hasil tersebut tidak berbeda jauh dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa densitas batubara berkisar <2.0 g/cc [7,8]. Nilai densitas dan impedansi akustik dari batubara yang secara alamiah memiliki kepadatan rendah dan kekerasan yang rendah berimplikasi pada nilai densitas dan impedansi akustik yang rendah [9,10].

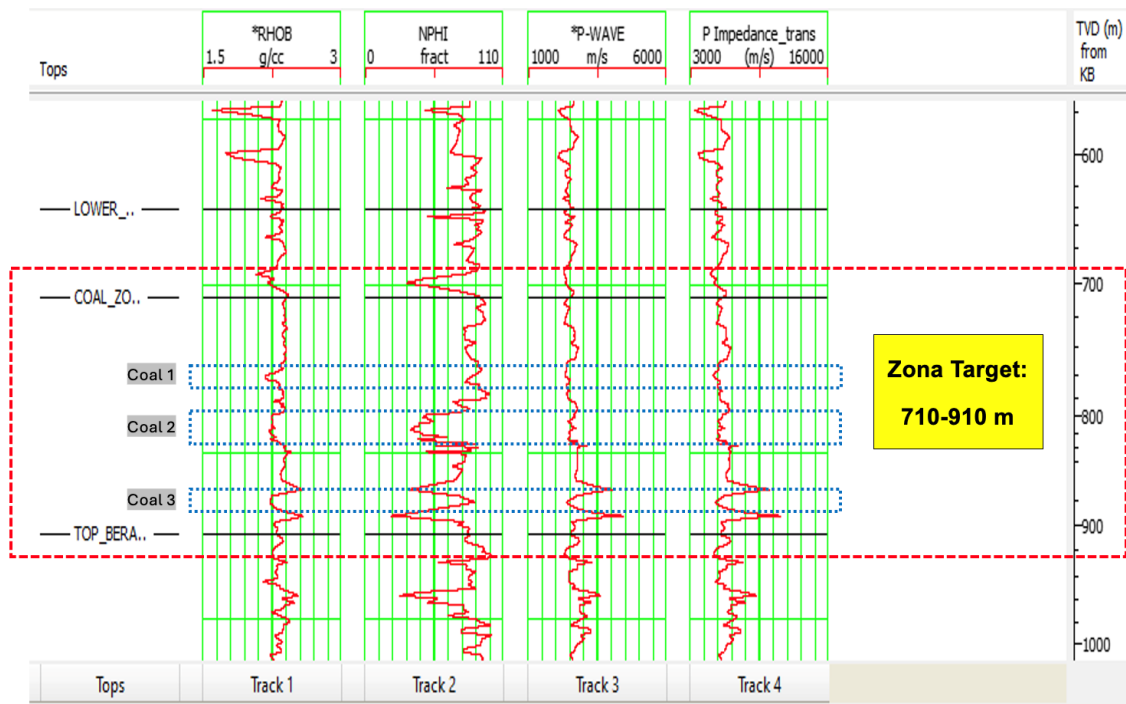


Gambar 4. Crossplot densitas dan *P-impedance* beserta interpretasi distribusi data yang menunjukkan respon dari lapisan batubara.

Lebih lanjut lagi, terdapat *trend* persamaan garis yang hampir linier pada Gambar 4 (berwarna kuning). Hal ini dapat memberikan informasi bahwa terdapat korelasi yang baik antara sebaran data densitas dan impedansi akustik, sehingga dapat digunakan untuk kepentingan lebih lanjut misalnya seismik inversi, seismik atribut, dan analisis geostatistik [11-14]. Kemudian, informasi ini digunakan sebagai input untuk melakukan identifikasi lapisan batubara pada data sumur.

Berdasarkan analisis crossplot di Gambar 4, kami membatasi cut off batubara dengan nilai densitas < 2.1 g/cc dan impedansi akustik

< 4500 [(g/cc)(m/s)]. Hasil dari identifikasi tersebut ditunjukkan oleh Gambar 5. Pada Gambar 5, teridentifikasi paling tidak tiga lapisan batubara Coal 1 dengan ketebalan ~ 8 m, Coal 2 dengan ketebalan ~ 12 m dan Coal 3 dengan ketebalan ~ 10 m. dengan demikian, respon data log densitas dan impedansi akustik dapat digunakan untuk mengidentifikasi lapisan batubara yang biasanya relatif lebih tipis dibandingkan lapisan litologi batuan sedimen seperti batupasir maupun *shale*.



Gambar 5. Interpretasi batas-batas ketebalan lapisan Batubara berdasarkan analisis data log dan crossplot densitas-impedansi akustik. Terdapat paling tidak tiga lapisan batubara yang bisa diidentifikasi pada area studi.

5. KESIMPULAN

Penelitian mengenai prospek lapisan batubara dilakukan menggunakan data sumur di Cekungan Barito. Penelitian ini menunjukkan terdapat tiga lapisan utama dari distribusi batubara pada interval kedalaman 710-910 m yang merupakan batas-batas Formasi Coal Zone C dan Formasi Warukin. Lapisan-lapisan batubara pada area ini diidentifikasi oleh density rendah pada interval 1.6-2.1 g/cc serta respons impedansi akustik yang juga rendah pada nilai $<4500 [(g/cc)(m/s)]$.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada Techwin Energi atas akses penggunaan data dan LPPM Institut Teknologi Sumatera.

7. REFERENSI

- [1] Chang, X., Han, R., Zhang, J., Vandeginste, V., Zhang, X., Liu, Y., & Han, S. (2025). Prediction of coal body structure of deep coal reservoirs using logging curves: Principal component analysis and evaluation of factors influencing coal body structure distribution. *Natural Resources Research*, 34(2), 1023-1044. <https://doi.org/10.1007/s11053-024-10419-0>
- [2] Zhang, K., Li, M., & Meng, Z. (2024). Prediction of coal structures and its gas-bearing properties based on geophysical logging parameters: A case study in Anze block, China. *Physics of Fluids*, 36(12). <https://doi.org/10.1063/5.0241275>.
- [3] Satyana, A H, Nugroho, D. & Surantoko, I. 1999 Tectonic Controls on The Hydrocarbon Habitatsof The Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia: majordissimilarities in adjoining basins *Journal of Asian Earth Sciences*.
- [4] Sapiie B, Rifiyanto A. 2017 Tectonics and Geological Factors Controlling Cleat Development inthe Barito Basin, Indonesia ITB Journal Publisher.
- [5] Kusuma, I., Darin, T, 1989, The Hydrocarbon Potential of the Lower

- Tanjung Formation, Barito Basin, SE Kalimantan. Indonesian Petroleum Association, 18th Annual Convention, Jakarta, 107-138.
- [6] Sinabang, P. V. P., Anggara, F., Amijaya, D. H., & Rahmat, S. B. (2024, July). Microfacies and Paleomire Reconstruction of Coal in the Tanjung Formation, Barito Basin, Kandangan Area, South Kalimantan. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1373, No. 1, p. 012060). IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/1373/1/012060.
- [7] Zhang, J., Cheng, D., Yang, Y., Wei, W., Li, Z., & Song, Z. (2022). Numerical and theoretical investigations of the effect of the gangue-coal density ratio on the drawing mechanism in longwall top-coal caving. *International Journal of Coal Science & Technology*, 9(1), 31. <https://doi.org/10.1007/s40789-022-00501-4>.
- [8] Andrade, B. V. R., Salvadoretti, P., Abichequer, L. A., Gasper, G. O., & Souza, L. E. D. (2024). Using geophysical density logging to estimate the thickness and density of coal seams in the Southern region of Brazil. *REM-International Engineering Journal*, 77(2), e230084.
- [9] Zhang, Z. X., Gong, F., Kozlovskaya, E., & Aladejare, A. (2023). Characteristic impedance and its applications to rock and mining engineering. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 56(4), 3139-3158. <https://doi.org/10.1007/s00603-023-03216-3>.
- [10] Seelam, N. K., Kumar, T., Dhubia, S., Rao, G. S., & Pal, S. K. (2024). Enhancing thin coal seam detection in eastern Indian coalfields using ICWT-Decon-based seismic attributes and acoustic impedance inversion. *Minerals*, 14(9), 920. <https://doi.org/10.3390/min14090920>
- [11] Qi, Y., Wu, K., Wang, B., Zheng, X., Li, W., & Li, D. (2024). Lithofacies identification of deep coalbed methane reservoir based on high-resolution seismic inversion. *Frontiers in Earth Science*, 12, 1440729. <https://doi.org/10.3389/feart.2024.1440729>.
- [12] Chen, F., Zhu, J., Wang, J., Yang, Y., Iqbal, I., Zhang, T., & Li, P. (2022). Seismic attribute analysis of coal seams intruded by magmatic rock. *Petroleum Science and Technology*, 40(15), 1878-1897. <https://doi.org/10.1080/10916466.2022.2033263>.
- [13] Handoyo, H., Ronlei, B. C., Sigalingging, A. S., Avseth, P., Triyana, E., Akin, Ö., ... & Carbonell, R. (2024). Characterization of Carbonate Reservoir Potential in Salawati Basin, West Papua: Analysis of Seismic Direct Hydrocarbon Indicator (DHI), Seismic Attributes, and Seismic Spectrum Decomposition. *Indonesian Journal on Geoscience*, 11(2), 173-188. <https://doi.org/10.17014/ijog.11.2.173-188>.
- [14] Handoyo, H., Ronlei, B. C., Wibowo, A. S., Sigalingging, A. S., Nathania, E. Y., Fatkhan, F., ... & Husein, A. A. A. (2025). Reservoir Characterization of Ngrayong Formation, Sandstone with Carbonate Intercalation, Using a Geostatistical Approach Based on Petrophysical Parameters, Northeast Java Basin, Indonesia. *Scientific Contributions Oil and Gas*, 48(3), 215-228. <https://doi.org/10.29017/scog.v48i3.1828>.