

Interpretasi Data *Geophysical Logging* untuk Penentuan Sebaran *Seam* Batubara dalam Bentuk Model 3D

^{1,2*}Nisa Batrisyia, ^{1,2}Djayus, ^{1,2}Supriyanto

¹*Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

²*Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman*

*Email: batrisyianisa46@gmail.com

ABSTRACT

In coal exploration activities, geophysical methods are usually used. One of the most accurate and effective geophysical methods that is still used in coal exploration today is the well logging method. The purpose of this research is to determine the distribution of coal seams in 3D based on well logging data. The data used in this study is secondary data which includes Gamma Ray Log data, Density Log data, and coordinate point data. Gamma Ray Log and Density Log data are interpreted to determine the types of lithology that make up the drill holes, especially coal. Based on the interpretation of the 3D model of the distribution of coal seams in each data it is known that in Seam A it tends to thin to the Southeast and thicken to the North-East, in Seam B it tends to thin out to the Southeast and Northeast, and in Seam C it tends to split to the North-West. and Northeast with a strike ranging from N 53°E to N 116°E with a dip ranging from 5° to 12°.

Keywords: coal seam, drilling, well logging

ABSTRAK

Dalam kegiatan eksplorasi batubara, biasanya digunakan metode-metode geofisika. Salah satu metode geofisika yang paling akurat dan efektif yang masih digunakan dalam eksplorasi batubara hingga sekarang ialah metode *well logging*. Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah untuk mengetahui sebaran lapisan batubara dalam bentuk 3D berdasarkan data *well logging*. Data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang terdiri data *gamma ray*, data *density log*, dan koordinat. Data *Log Gamma Ray* dan *Log Density* diinterpretasi untuk mengetahui jenis-jenis litologi penyusun lubang bor, terutama batubara. Berdasarkan interpretasi model 3D sebaran *seam* batubara pada masing-masing data diketahui bahwa pada *Seam A* cenderung menipis ke Tenggara dan menebal ke Timur-Laut, pada *Seam B* cenderung menipis ke Tenggara dan Timur-Laut, dan pada *Seam C* cenderung *split* ke Barat-Laut dan Timur Laut dengan strike berkisar antara N 53°E sampai dengan N 116°E dengan dip berkisar antara 5° sampai dengan 12°.

Kata Kunci: *drilling, seam* batubara, *well logging*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak cadangan sumber daya geologi, salah satunya ialah batubara. Menurut Pusat Sumber Daya Geologi, pada tahun 2016 total cadangan batubara di Indonesia mencapai 125.280 juta ton, dengan sumber daya terukur sebesar 40.039,28 juta ton; terindikasi 29.313,11 juta ton, tereka 36.464,63 juta ton dan hipotesis 19.466,81 juta ton. Indonesia juga memiliki sumber daya tambang batu bara sebesar 42,19 miliar ton, sehingga total sumber daya batu bara di Indonesia mencapai 167,48 miliar ton [1].

Batubara adalah hasil endapan dari tumbuhan selama jutaan tahun. Akibat akumulasi batubara akan terbentuk lapisan-lapisan yang memiliki ketebalan dan kemiringan tertentu dengan arah kesinambungan tertentu. Dalam industri pertambangan batubara perlu dilakukan tahapan yang disebut eksplorasi sebelum dimulainya operasi guna memudahkan identifikasi suatu endapan batubara, mengetahui kecenderungan akumulasi endapan batubara dan sebaran lateralnya. Selain itu, potensi kuantitas dan kualitas batubara juga dapat ditentukan pada tahap eksplorasi [2].

Geofisika adalah cabang ilmu alam yang mempelajari Bumi dengan menggunakan fisika untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah yang berkaitan dengan Bumi. Dalam eksplorasi pertambangan batubara (SDA) terdapat beberapa metode eksplorasi geofisika, salah satunya yang paling banyak digunakan adalah metode pengeboran yang diikuti dengan pengumpulan data *log* geofisika. Metode *logging* geofisika adalah pencatatan terus menerus dari pengukuran yang dilakukan dalam satu lubang bor untuk menentukan perubahan geologi batuan di dalam lubang bor [3].

Oleh karena itu, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui

persebaran lapisan batubara pada daerah penelitian berdasarkan data *Well Logging*.

2. TEORI

2.1 Batubara

Batubara adalah tanaman yang memfosil, sangat mudah terbakar dan mengandung unsur-unsur seperti karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan belerang, dengan sifat gelap, padat, dan terbakar [4].

Coalification adalah proses mengubah gambut menjadi batubara. Ini adalah kombinasi dari proses biologis, kimia, dan fisik yang terjadi karena efek pembebanan sedimen di atasnya, suhu, tekanan, dan waktu. Pada proses ini persentase karbon akan meningkat dan persentase hidrogen akan berkurang. Proses ini akan menghasilkan batubara dengan tingkat kematangan bahan organik yang bervariasi, mulai dari *lignite*, *semi-bituminous*, *bituminous*, *semi-anthracite*, *anthracite* hingga *meta-anthracite*. Proses terbentuknya batubara terjadi dari Zaman Batubara Pertama (Coal Period/masa pembentukan karbon atau batubara) yang berlangsung dari 360 sampai 290 Ma [4].

Lapisan batubara yang berada di bawah permukaan tanah disebut seam batubara. Lingkungan pengendapan sangat mempengaruhi lapisan batubara. [5].

2.2 Metode *Well Logging*

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan dengan cepat dan tepat untuk mendapatkan data geologi bawah permukaan adalah metode *well logging*. Ketepatan data yang dihasilkan dari metode ini sangat tinggi dibandingkan dengan metode geofisika lainnya. Metode ini masih menjadi pilihan untuk perusahaan dalam eksplorasi, meskipun biaya yang dikeluarkan relatif tidak murah. Definisi metode *well logging* adalah proses merekam data tentang pengukuran yang diambil pada lubang bor untuk mempelajari tentang variasi dalam

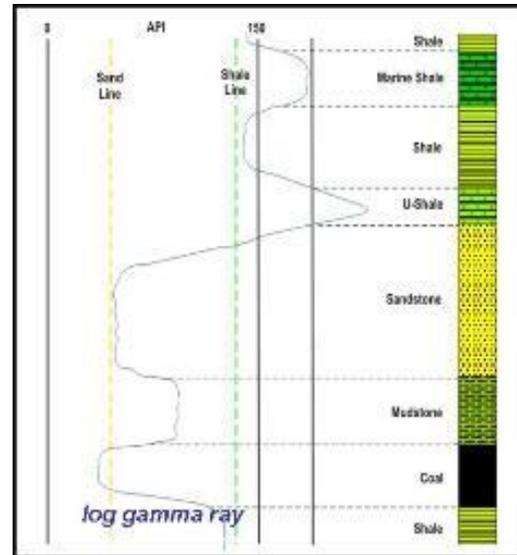
beberapa sifat fisik dari batu pada bawah permukaan [3].

Metode *well logging* dapat menggambarkan kondisi di dasar permukaan secara vertikal sehingga litologi setiap lapisan bisa tergambarkan dengan jelas dan relatif tepat menggunakan log *gamma ray* serta log *density*, dimana data log tipe jenis ini lebih mudah digunakan untuk menentukan lapisan batubara [6]. Kombinasi log *gamma ray* dan log *density* merupakan metode yang tepat digunakan untuk mengetahui karakteristik batubara berupa ketebalan dan kedalaman batubara [7] [8].

2.3 Log Gamma Ray

Logging sinar *gamma* adalah teknik yang digunakan untuk mengukur radiasi *gamma* yang dipancarkan oleh elemen radioaktif yang ada di lapisan batuan dekat sumur. Unsur radioaktif ditemukan di lapisan serpih dan jarang ditemukan di batuan lain. Oleh karena itu, *shale* akan memberikan respon sinar *gamma* yang sangat signifikan dibandingkan *non-shale* [9].

Log sinar *gamma* pada dasarnya mengukur tingkat radioaktivitas alami batuan, dan mendeteksi deposit mineral radioaktif seperti bijih kalium (K), thorium (Th), dan uranium (U). Log sinar *gamma* biasanya digunakan untuk mengidentifikasi atau membedakan antara jenis batuan, dan log densitas dapat digunakan untuk menentukan ketebalan batuan. Respon litologi yang umum dijumpai pada log *gamma ray* dapat dilihat pada Gambar 1 [10].

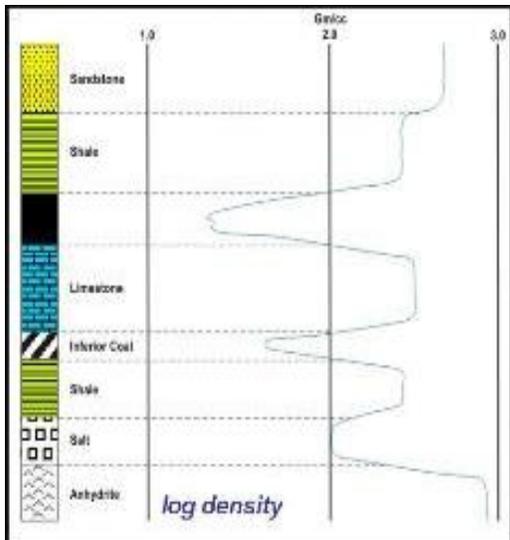


Gambar 1 Respon Litologi yang Umum Dijumpai pada *Log Gamma Ray* [10]

2.4 Log Density

Diagram densitas adalah kurva yang menunjukkan nilai densitas batuan yang dilalui sumur, dan dinyatakan dalam g/cm^3 . Dalam istilah geologis, *bulk density* merupakan fungsi dari densitas mineral pembentuk batuan dan jumlah fluida bebas yang mengisi pori-pori. Kepadatan ini akan digunakan untuk menentukan porositas batuan [9].

Density log terbagi menjadi dua jenis, yaitu *Long Interval Density* (LSD) dan *Short Interval Density* (SSD). *Long-Span Density* (LSD) sering digunakan untuk mengevaluasi lapisan batubara karena menunjukkan densitas yang mendekati nyata karena pengaruh dinding yang kecil. *Short Interval Density* (SSD) memiliki resolusi vertikal yang tinggi, sehingga cocok untuk mengukur ketebalan lapisan batubara. Respon litologi yang biasa ditemukan pada log densitas dapat dilihat pada Gambar 2 [10].



Gambar 2 Respon Litologi yang Umum Dijumpai pada *Log Density* [10]

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni 2022 sampai dengan bulan Oktober 2022 bertempat di CV. BETUAH yang terletak di Desa Tani Bakti, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Terletak pada koordinat 116°56'51" E dan 1°06'23" S dan Laboratorium Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

Penelitian ini menggunakan data *well logging*, data koordinat. Penelitian diawali dengan melakukan pengolahan data *well logging* (*log gamma ray* dan *log density*) untuk mengetahui litologi penyusun lubang bor. Setelah litologi masing-masing lubang bor diketahui, selanjutnya dilakukan korelasi seam batubara antar lubang bor. Berdasarkan korelasi seam, maka dapat dilakukan pembuatan model 3D untuk mengetahui sebaran seam batubara.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum kondisi geologi lokasi penelitian terletak pada Cekungan Kutai yang memiliki endapan batubara dengan penyebaran yang cukup luas. Formasi

geologi yang dimiliki pada lokasi penelitian ialah Formasi Kampung Baru, dimana litologi yang terdapat pada lokasi penelitian berupa batupasir, batulempung, dan batubara. Kedudukan batuan pada lokasi penelitian memiliki kemiringan lapisan yang relatif landai antara 5 sampai dengan 12 derajat, dengan jurus batuan yang berkisar antara N 53°E sampai N 116°E.

Morfologi secara umum terdiri dari perbukitan bergelombang landai sampai sedang. Bentuk morfologi di daerah tersebut adalah perbukitan dengan elevasi tertinggi adalah 70 m dan terendah adalah 5 m di atas permukaan laut.

4.1 Interpretasi Model 3D Sebaran Seam Batubara

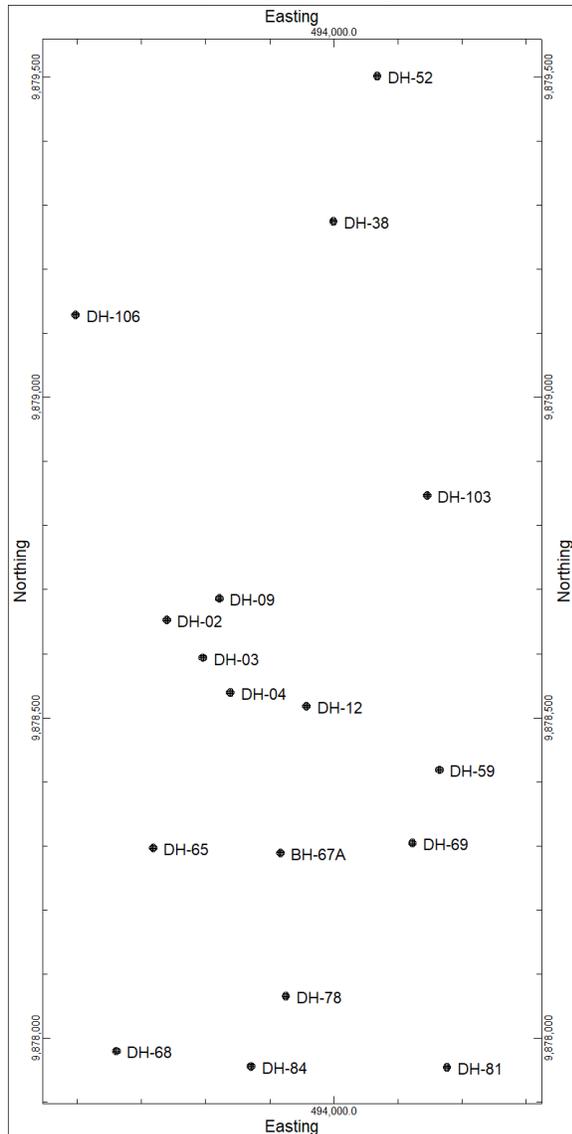
Penelitian ini menggunakan 17 titik bor yang meliputi data koordinat dan data *well logging*. Untuk peta sebaran titik dapat dilihat pada Gambar 3 dan untuk tabel koordinat, kedalaman, ketebalan, serta elevasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Contoh Data Koordinat Titik Bor serta Data Kedalaman dan Ketebalan *Seam* Batubara

<i>Seam</i>	<i>Depth From</i>	<i>Depth To</i>	<i>Thickness</i>
DH-02 ; E=493739.4473 ; N=9878658.946 ; Elv=21.558 ; TD=47.85			
A1	15.6	16.1	0.5
A2	16.1	16.6	0.5
B1	17.2	17.4	0.2
B2	17.4	17.6	0.2
C1	39.2	39.9	0.7
C2	40.4	41	0.6
C3	41.5	42.6	1.1
DH-38 ; E=493999.367 ; N=9879280.845 ; Elv=44.256 ; TD=20.45			
A1	3.6	4.2	0.6
A2	4.2	4.8	0.6
B1	14.95	16	1.05
B2	16.65	17.5	0.85
C1			
C2			
C3			

DH-103 ; E=494145.801 ; N=9878853.414 ; Elv=37.438 ; TD=24.1			
A1	19	19.95	0.95
A2	20.1	20.8	0.7
B1			
B2			
C1			
C2			
C3			

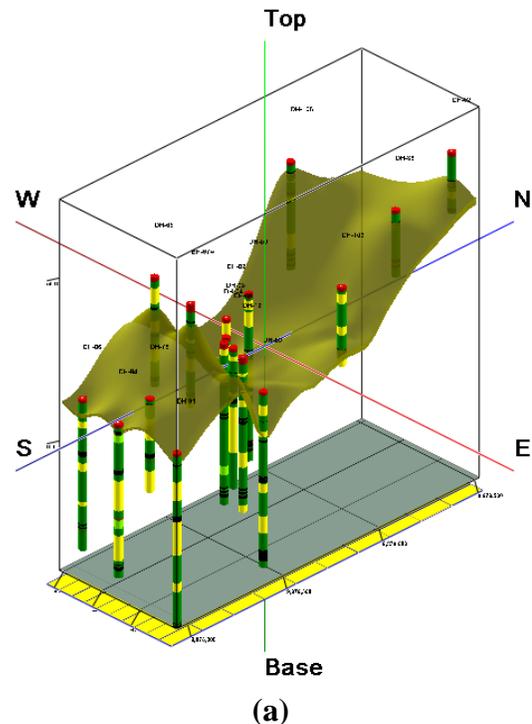
Keterangan: E=Easting ; N=Northing ; Elv=Elevation ; TD=Total Depth

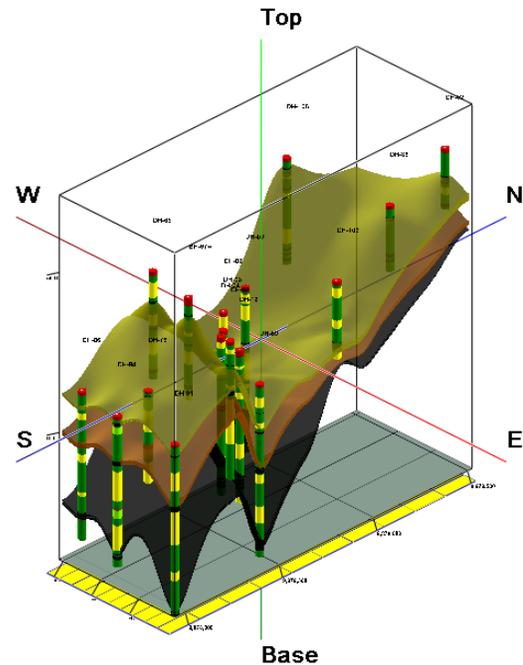
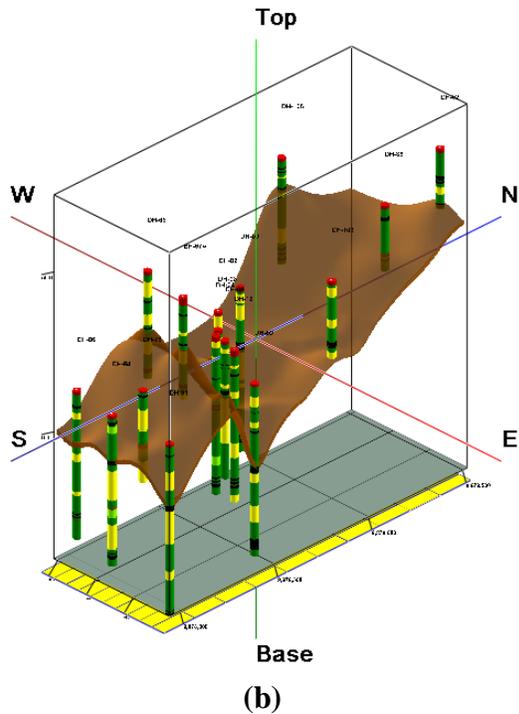


Gambar 3 Peta Sebaran Titik Bor

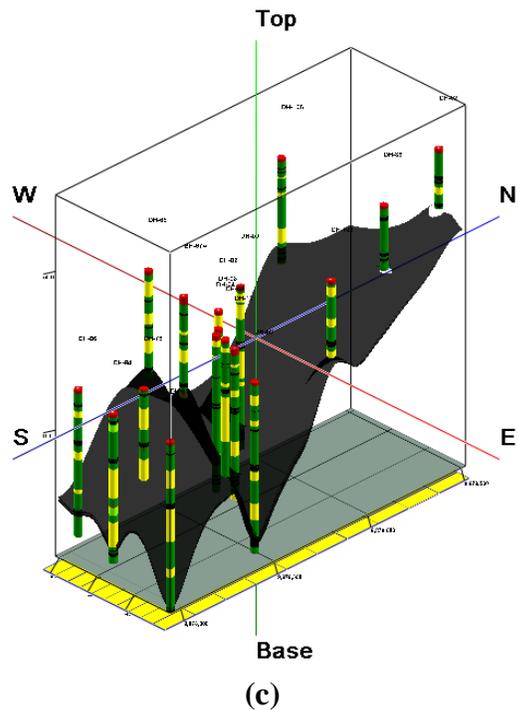
Dari data yang didapatkan maka dapat diolah menggunakan *software* pendukung, sehingga dapat menghasilkan model seperti pada Gambar 4 untuk masing-masing *seam* dan Gambar 5 untuk seluruh *seam*.

Berdasarkan interpretasi data, didapatkan 3 *seam*. *Seam* pertama dinamakan menjadi *Seam A*, *Seam* kedua dinamakan menjadi *Seam B*, *Seam* ketiga dinamakan menjadi *Seam C*. Pada masing-masing *seam* terjadi percabangan *seam* atau multiple *seam*, dimana *Seam A* menjadi *Seam A1* dan *Seam A2*, *Seam B* menjadi *Seam B1* dan *Seam B2*, dan *Seam C* menjadi *Seam C1*, *Seam C2*, dan *Seam C3*.





Gambar 5 Model 3D Sebaran Seam Batubara



Gambar 4 Model 3D (a) Seam A, (b) Seam B, (c) Seam C

Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan model sebaran *seam* batubara dari data *logging*. Model 3D yang diperoleh dapat diinterpretasi bahwa pada *Seam A1* dan *Seam A2*, semakin ke Tenggara kedua *seam* tersebut semakin menipis dan saling merapat. Sedangkan semakin ke Timur-Laut kedua *seam* tersebut semakin merenggang. Pada *seam B1* dan *B2* kedua *seam* tersebut saling merapat, dan semakin ke Tenggara *seam* tersebut semakin menipis. Sedangkan semakin ke Timur-Laut kedua *seam* tersebut tidak mengalami perubahan yang signifikan. Pada *Seam C1*, *C2*, dan *C3* semakin ke Barat-Laut ketiga *seam* tersebut mengalami *split*. Sedangkan semakin ke Timur-Laut ketiga *seam* tersebut juga mengalami *split*.

Penyebaran *seam* batubara yang tidak merata pada lokasi penelitian kemungkinan disebabkan pada proses awal terbentuknya batubara tumbuhan atau pohon yang mati atau tumbang terbawa oleh media air lalu berakumulasi di suatu tempat (*delta*) dan tertutup oleh batuan sedimen hingga mengalami proses pembatubaraan. Batubara yang terendapkan melalui proses ini memiliki

karakteristik lapisan yang tipis, tidak menerus (*splitting*), banyak lapisannya (*multiple seam*).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan interpretasi model 3D sebaran *seam* batubara dapat diketahui bahwa pada *Seam A* cenderung menipis ke Tenggara dan menebal ke Timur-Laut, pada *Seam B* cenderung menipis ke Tenggara dan Timur-Laut, dan pada *Seam C* cenderung *split* ke Barat-Laut dan Timur Laut dengan strike berkisar antara N 53°E sampai dengan N 116°E dengan dip berkisar antara 5° sampai dengan 12°.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada CV. BETUAH, Kalimantan Timur sebagai penyedia data, terima kasih kepada Bapak Drs. Piter Lepong, M.Si dan Ibu Wahidah S.Si., MT selaku penguji dalam seminar penelitian ini, dan terima kasih kepada keluarga penulis yang banyak membantu dalam menyelesaikan studi dan penulisan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryadi, H dan Suciyanti, M. (2018), Analisis Perkiraan Kebutuhan Batubara Untuk Industri Domestik Tahun 2020-2035 Dalam Mendukung Kebijakan Domestic Market Obligation Dan Kebijakan Energi Nasional, *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 14, no. 1, p. 59.
- [2] Alim, M.N., Widodo, S, dan Budiman, A.A. (2016), Pemodelan Endapan Batubara Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara, *J. Geomine*, vol. 4, no. 3, pp. 87–89.
- [3] Khasanah, U., Supriyanto, dan Djayus (2019), Analisis Nilai Log Gamma Ray dan Log Density Terhadap Variasi Kecepatan Perekaman Metode Well Logging ‘Robertson Geologing

(RG), *Geosains Kutai Basin*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7.

- [4] Ernia, Y., Djayus, dan Supriyanto (2020), Identifikasi Sebaran dan Ketebalan Lapisan Batubara Berdasarkan Data Well Logging di PT Borneo Emas Hitam Loa Tebu Kalimantan Timur, *Geiosains Kutai Basin*, vol. 3, no. 2, pp. 1–10.
- [5] Thomas, L. (2020), *Coal Geology*, Wiley Blackwell.
- [6] Ardi, N. D., Husain, H., dan Pujiyanto, E. (2020), Analisis Data Well Logging untuk Pola Sebaran Batubara di Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Prosiding Seminar Nasional Fisika, 0, 291–296.
- [7] Yulianata, A. (2022), Identifikasi Seam Batubara Berdasarkan Data Logging untuk Penentuan Kualitas dan Estimasi Tonase Batubara di Wilayah Tambang PT. Bukit Asam Tbk., Tanjung Enim, Sumatera Selatan (Skripsi), Universitas Lampung.
- [8] Wahyuddin, Z.A. (2022), Analisis Kontinuitas Seam Batubara Berdasarkan Data Geophysical Well Logging Dan Hasil Pengeboran Inti (Skripsi), Universitas Hasanuddin.
- [9] Erihartanti, E., Siregar, S., dan Sota, I. (2015), Estimasi Sumberdaya Batubara Berdasarkan Data Well Logging Dengan Metode Cross Section di PT . Telen Orbit Prima Desa Buhut Kab. Kapuas Kalimantan Tengah, *Fis. FLUX*, vol. 12, no. 2, pp. 118–126.
- [10] Budi, Y.S. dan Yatini, Y. (2021), Korelasi Log dan Data Laboratorium Untuk Menentukan Kualitas Batubara di Daerah Bangko Barat, Tanjung Enim, Sumatera Selatan, *Geosaintek*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8.