

Identifikasi Persebaran dan Ketebalan *Seam* Batubara Berdasarkan Data *Geophysical Well Logging* Daerah Loa Kulu dan Sekitarnya, Kutai Kartanegara

Identification of Coal Seam Distribution and Thickness Based on Geophysical Well Logging Data in Loa Kulu and Surrounding Areas, Kutai Kartanegara

Sapto HeruYuwanto ^{*1}, Evendi S. Bakanuku ²

¹⁻² Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Corr Author: ^{*}saptoheru@itats.ac.id

ABSTRAK

Mengoptimalkan potensi batu bara dapat diperoleh dengan melakukan proses berkelanjutan yaitu dengan kegiatan eksplorasi. Eksplorasi dapat di upayakan dalam mengungkapkan informasi - informasi geologi bawah permukaan adalah dengan menggunakan metode *geophysical well logging*. Proses *logging* pada kegiatan eksplorasi batubara sangat penting karena dapat memberikan informasi yang akurat dan mendetail mengenai kondisi bawah permukaan, seperti susunan batuan, ketebalan lapisan batuan, dan struktur batuan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kondisi geologi seperti jenis lithologi, pola persebaran *seam* batubara serta ketebalan *seam* batubara yang terdapat di daerah penelitian berdasarkan data *geophysical well logging*. Metode penelitian ini adalah dengan menganalisis data *logging* dengan memperhatikan nilai defleksi setiap log baik *gamma ray*, *caliper* dan *density*. Setelah dilakukan pengukuran kedalaman dan ketebalan kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak komputer (*software*) untuk dilakukan pemodelan. Berdasarkan analisis data, hasil penelitian ini mengindikasikan 5 jenis lithologi, yaitu batulempung (*claystone*), batulanau (*siltstone*), batupasir (*sandstone*), *coaly shale* dan batubara (*coal*). Lapisan batubara di daerah penelitian terdiri dari 12 *seam* batubara dengan ketebalan berkisar antara 0.16 - 9.50 m, dan terdapat pada kedalaman sekitar 1.08 - 112.50 m, pola penyebaran secara keseluruhan mengarah Barat Daya - Timur Laut dengan kemiringan relatif arah Tenggara.

Kata-kata kunci: *Seam* Batubara, *Well Logging*, Litologi

ABSTRACT

Optimizing the potential of coal can be obtained by carrying out a sustainable process, namely by exploration activities. Exploration can be attempted to reveal subsurface geological information by using the geophysical well logging method. The logging process in coal exploration activities is very important because it can provide accurate and detailed information about subsurface conditions, such as rock composition, rock layer thickness, and rock structure. The purpose of this study was to determine the geological conditions such as the type of lithology, distribution patterns of coal seams and the thickness of the coal seam in the research area based on geophysical well logging data. The method of this research is to analyze the logging data by paying attention to the deflection value of each log both gamma ray, caliper and density. After measuring the depth and thickness, it is then entered into computer software (*software*) for modeling. Based on data analysis, the results of this study indicate 5 types of lithology, namely claystone, siltstone, sandstone, coaly shale and coal. The coal seams in the study area consist of 12 coal seams with a thickness ranging from 0.16 - 9.50 m, and occur at a depth of about 1.08 - 112.50 m, the overall distribution pattern is towards Southwest - Northeast with a relative slope towards the Southeast.

Keywords: Coal Seam, Well Logging, *Lithology*

Submitted: 04-10-2022; Revised: 16-04-2023; Accepted: 20-01-2025; Available Online: 23-01-2025

Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat

This is an open access article under the CC BYND license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

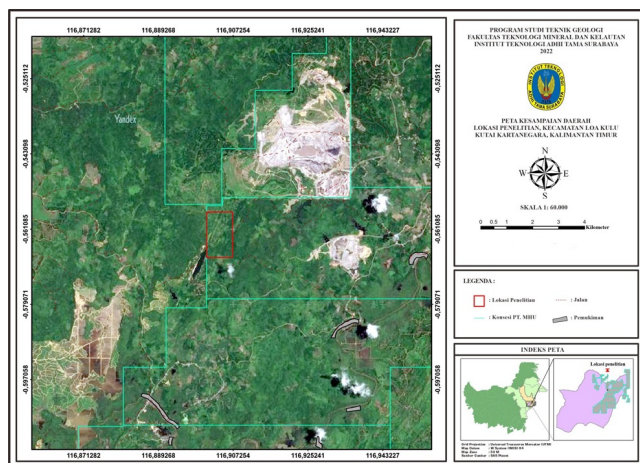
©2024, Geosapta

PENDAHULUAN

Kebutuhan industrialisasi dunia semakin meningkat, sulit menghindari untuk memanfaatkan energi fosil yang tak terbaharukan, khususnya yaitu batubara yang menjadi sumber energi paling potensial setelah minyak bumi. Badan Energi Internasional atau IEA di tahun 2019 menyatakan bahwa batubara mendominasi 38 persen dari total pangsa sumber pembangkit listrik dunia [1]. Keberadaan Indonesia melalui Kementerian ESDM Menegasakan Indonesia masih akan bertumpu pada energi fosil walaupun Energi Baru Terbarukan (EBT) terus diperbaharui menjadi dari energi alternatif menjadi energi

utama. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) memang menegaskan bahwa Indonesia akan terus menggunakan energi fosil sebagai sumber energi utama hingga tahun 2050 [2]. Meski demikian, RUEN juga menargetkan untuk meningkatkan penggunaan energi baru dan terbarukan seperti energi matahari, angin, dan air dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mengurangi dampak lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan energi tersebut. [3]. Situasi itu turut mendorong perusahaan pertambangan batubara, mengoptimalkan potensi komoditas tersebut, untuk

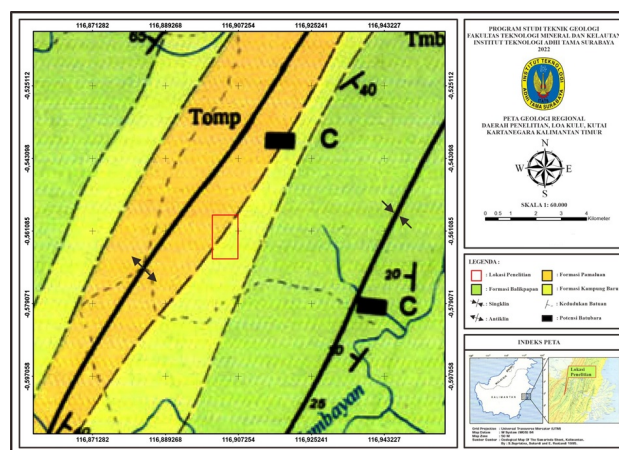
menjamin ketahanan energi di masa mendatang. Potensi batu bara dapat diperoleh dengan melakukan proses berkelanjutan yaitu kegiatan eksplorasi. Eksplorasi batubara merupakan langkah awal dalam suatu tahap pertambangan, dalam mengidentifikasi kondisi geologi seperti keberadaan, bentuk, ketebalan, dan pola persebaran yang tersimpan di bawah permukaan bumi [4]. Salah satu metode eksplorasi yang dapat di upayakan dalam mengungkapkan informasi - informasi geologi tersebut adalah dengan menggunakan metode *geophysical well logging* [5]. Proses *logging* pada kegiatan eksplorasi batubara sangat penting karena dapat memberikan informasi yang akurat dan mendetail mengenai kondisi bawah permukaan, seperti susunan batuan, ketebalan lapisan batuan, dan struktur batuan. Dengan informasi ini, perusahaan tambang dapat membuat keputusan yang lebih tepat terkait dengan penambangan dan pengolahan batubara, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas produksi batubara. Metode *logging* dilakukan dengan memasukkan peralatan ke dalam lubang bor, kemudian dilakukan pengukuran terhadap parameter fisik seperti *gamma ray*, *density*, dan *resistivity*. Setelah itu, data hasil pengukuran akan dianalisis untuk menghasilkan informasi yang berguna bagi kegiatan eksplorasi. Sehingga hasilnya adalah sebuah profil log yang akan digunakan untuk merekonstruksi pola sebaran, kedalaman dan ketebalan lapisan batubara di bawah permukaan [6]. Berdasarkan uraian tersebut maka disusunlah sebuah penelitian dengan judul Identifikasi Persebaran dan Ketebalan Batubara Berdasarkan Data Geophysical Logging. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui lithologi lokasi penelitian Mengetahui pola persebaran dan ketebalan seam batubara pada lokasi penelitian.



Gambar-1. Lokasi Penelitian

Fisiografi daerah penelitian berada di Zona Cekungan Kutai yang terletak di Selatan dari Tinggian Kuching. Tinggian Kuching telah menjadi tempat penampungan pengendapan selama Tersier. Cekungan ini terpisah dari cekungan Barito oleh suatu elemen tektonik yang dikenal sebagai *Paternoster Cross Hight*. [7]. Secara stratigrafi regional daerah penelitian, lapisan batuan terdiri dari dua formasi, yaitu Formasi Pamaluan yang terdiri dari batupasir kuarsa yang mengandung sisipan batulempung, serpih, batugamping, dan batulanau. Di dalam formasi ini, terdapat struktur sedimen silang siur dan lapisan-lapisan batuan yang sejajar. Ketebalan lapisan mencapai 1 hingga

2 meter, dan diperkirakan umur lapisan ini adalah Miosen Awal. Formasi Kampung Baru terdiri dari batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau, dan lignit yang cenderung mudah hancur. Lapisan lignit dalam formasi ini memiliki ketebalan antara 1 hingga 2 meter, dan umurnya diperkirakan berasal dari akhir periode Miosen hingga awal Plioplistosen. Lingkungan pengendapan formasi ini diduga terbentuk di delta sungai yang mengalir ke laut dangkal. [8] Stratigrafi regional daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Cekungan Kutai memiliki struktur tektonik yang mengarah ke Timur Laut-Barat Daya (NE-SW). Struktur tersebut terbentuk oleh Antiklinorium Samarinda yang terletak di bagian Timur – Tenggara cekungan. Antiklinorium Samarinda di Cekungan Kutai memiliki sifat terlipat yang kuat, dengan antiklin asimetris dan dibatasi oleh sinklin-sinklin yang diisi oleh sedimen silisiklastik Miosen. Secara umum, Cekungan Kutai dipengaruhi oleh sesar-sesar dan struktur-struktur lain yang memainkan peran penting dalam proses pembentukannya. [9].



Gambar-2. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

Geophysical well logging adalah sebuah metode pengukuran yang menggunakan besaran fisika pada batuan di kedalaman sebuah lubang bor. Tujuan pengukuran geofisika well logging adalah untuk menentukan jenis litologi, kedalaman, dan ketebalan batuan pada lubang bor. [10]. Besaran atau parameter fisika yang digunakan dalam *geophysical well logging* antara lain meliputi *natural gamma*, *density*, dan *resistivity*. Besaran-besaran ini direkam dan tergambar dalam bentuk kurva-kurva log untuk membantu interpretasi data geologi dan memahami karakteristik batuan pada lubang bor [11]. *Logging* untuk eksplorasi batubara dirancang untuk memperoleh berbagai informasi yang meliputi data geologi, kedalaman, ketebalan, dan kualitas lapisan batubara. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk mengkompensasi berbagai masalah yang muncul saat melakukan pengeboran, seperti pengecekan kedalaman sesungguhnya dari lapisan batubara. Dengan demikian, *logging* merupakan metode yang sangat penting dan efektif untuk eksplorasi dan karakterisasi batubara. [12]. Respon gamma ray (*natural gamma*) pada batubara biasanya rendah karena batubara murni memiliki kandungan unsur-unsur radioaktif alami yang rendah. Kandungan *gamma ray* pada batubara biasanya memiliki rentang nilai antara 20 hingga 70 API (*American Petroleum Institute*), yang lebih rendah dibandingkan dengan kandungan *gamma ray* pada batuan

induk yang membentuk lapisan batubara tersebut. Namun demikian, pengukuran respon *gamma ray* pada batubara masih penting untuk membantu identifikasi dan karakterisasi lapisan batubara, serta menentukan kedalaman dan ketebalan batubara. Terkadang dalam pembacaan *gamma ray* pada batubara dapat menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari biasanya karena adanya kandungan mineral lempung yang kaya akan unsur-unsur radioaktif alami. Mineral lempung yang kaya akan unsur-unsur radioaktif alami seperti uranium dan thorium dapat memberikan kontribusi yang signifikan pada nilai *gamma ray* yang diukur. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai *gamma ray* pada batubara selain dari kandungan unsur radioaktif alami, seperti kandungan mineral lempung dan kandungan air dalam batubara. Respon *density* (kerapatan) lapisan batubara agak unik karena kerapatan batubara yang rendah memiliki rentang nilai antara 1,2 hingga 1,8 gr/cm³. Oleh karena itu, nilai *density* dapat digunakan untuk membedakan lapisan batubara dengan batuan penutup yang biasanya memiliki nilai *density* yang lebih tinggi.

Sementara itu, nilai *resistivity* pada lapisan yang terdapat batubara akan cenderung tinggi, karena batubara memiliki konduktivitas listrik yang rendah. Hal ini disebabkan oleh kandungan karbon yang tinggi pada batubara yang bersifat semi-konduktor. Oleh karena itu, pengukuran *resistivity* dapat digunakan untuk mengidentifikasi lapisan batubara dan membedakannya dari lapisan batuan penutup yang umumnya memiliki *resistivity* yang lebih tinggi [13].

METODOLOGI

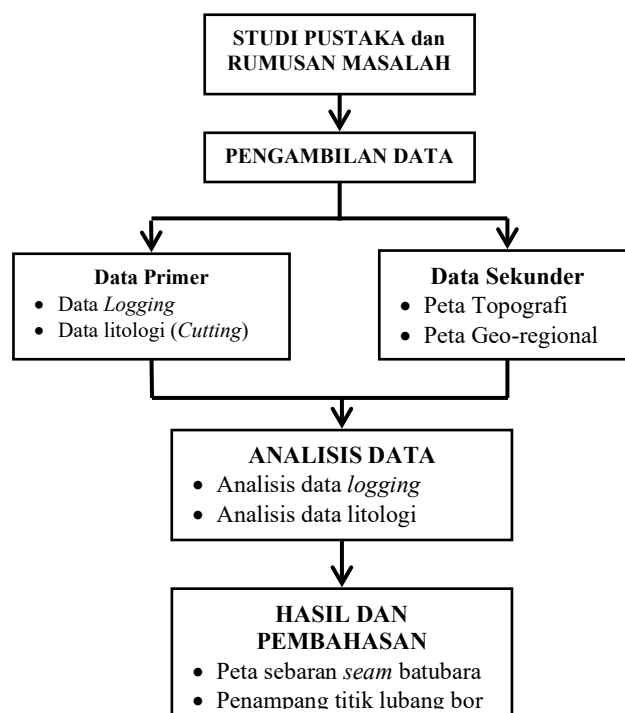
Pada penelitian kali ini yang dilakukan adalah terdiri dari beberapa tahapan penelitian antara lain tahapan studi pustaka, tahapan pengambilan data, tahapan analisis data, tahapan hasil dan pembahasan, serta penarikan kesimpulan yang secara lengkap alur penelitiannya ditunjukkan pada Gambar 3.

Tahap studi dan pustaka serta perumusan masalah, dilakukan dengan mempelajari karya ilmiah (publikasi) yang telah ada dan memiliki kaitan dengan penelitian dan merumuskan serta membatasi masalah yang digunakan dalam penelitian agar penelitian tetap pada lingkup tema yang sudah ditentukan.

Tahap pengambilan data dibagi dua yaitu pengambilan data secara langsung di lapangan (data primer) meliputi koordinat dan elevasi dari titik bor, data logging (*gamma ray*, *densitas*, *resistivity*), dan data litologi (*cutting*). Pengambilan data secara tidak langsung (sekunder) meliputi Peta Topografi, Peta Geologi Regional dan Peta Rupa Bumi (RBI) daerah penelitian.

Tahap analisis data, proses indentifikasi jenis litologi dan ketebalan lapisan menggunakan data logging dengan bantuan *software Zetalog 3.7*. Pada analisis data logging ini dilakukan dengan memperhatikan nilai defleksi setiap log baik *gamma ray*, *caliper* dan *density*. Dalam analisis log data, keberadaan batubara dapat diidentifikasi melalui defleksi pada kurva log *gamma* yang menuju nilai minimum. Sementara itu, pada kurva log *densitas* (*short density* dan *long density*), keberadaan batubara ditandai dengan defleksi menuju nilai maksimum. Untuk pengukuran kedalaman dan ketebalan batubara, dapat menggunakan kurva log *long density* (LD) dan log *short*

density (SD). Pada grafik log *long density* (LD), defleksi yang menunjukkan keberadaan batubara dibagi menjadi 1/3 bagian panjang garis yang mengarah ke lapisan dengan densitas rendah. Sedangkan pada grafik log *short density* (SD), defleksi yang menunjukkan keberadaan batubara dibagi menjadi 1/2 bagian panjang garis yang mengarah ke lapisan dengan densitas rendah. Setelah dilakukan pengukuran kedalaman dan ketebalan menggunakan grafik log LD dan SD, data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam perangkat lunak komputer atau *software* untuk melakukan pemodelan yang lebih baik. Dengan menggunakan *software*, data tersebut dapat direkonstruksi menjadi model tiga dimensi yang dapat membantu dalam penentuan strategi penambangan yang lebih efisien dan optimal. Pemodelan ini juga dapat membantu dalam memperkirakan jumlah cadangan batubara yang tersedia di area penambangan. Pada proses interpretasi data logging dikorelasikan dengan hasil intersep dari data *cutting* pengeboran *open hole* hal ini berfungsi sebagai informasi penunjang dalam interpretasi litologi, ketebalannya dan informasi geologi lainnya pada tiap titik lubang bor. Selanjutnya interpretasi setiap titik lubang bor tersebut di korelasikan dan di peroleh pemodelan persebaran dan kedalaman *seam* batubara. Proses selanjutnya adalah mengkorelasikan data lubang bor dengan membuat penampang (*cross section*) pada masing-masing lubang bor. Hal ini bertujuan untuk memahami hubungan antara lapisan batubara pada setiap lubang bor dan memperkirakan kemungkinan terdapatnya perubahan pada lapisan batubara di antara lubang bor. Setelah itu, dilakukan integrasi data dari beberapa lubang bor dan dilakukan analisis geostatistik untuk mendapatkan estimasi kualitas dan kuantitas cadangan batubara. Dari hasil analisis ini dapat diambil keputusan mengenai ekonomi dan teknis suatu tambang batubara.



Gambar-3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN DISKUSI

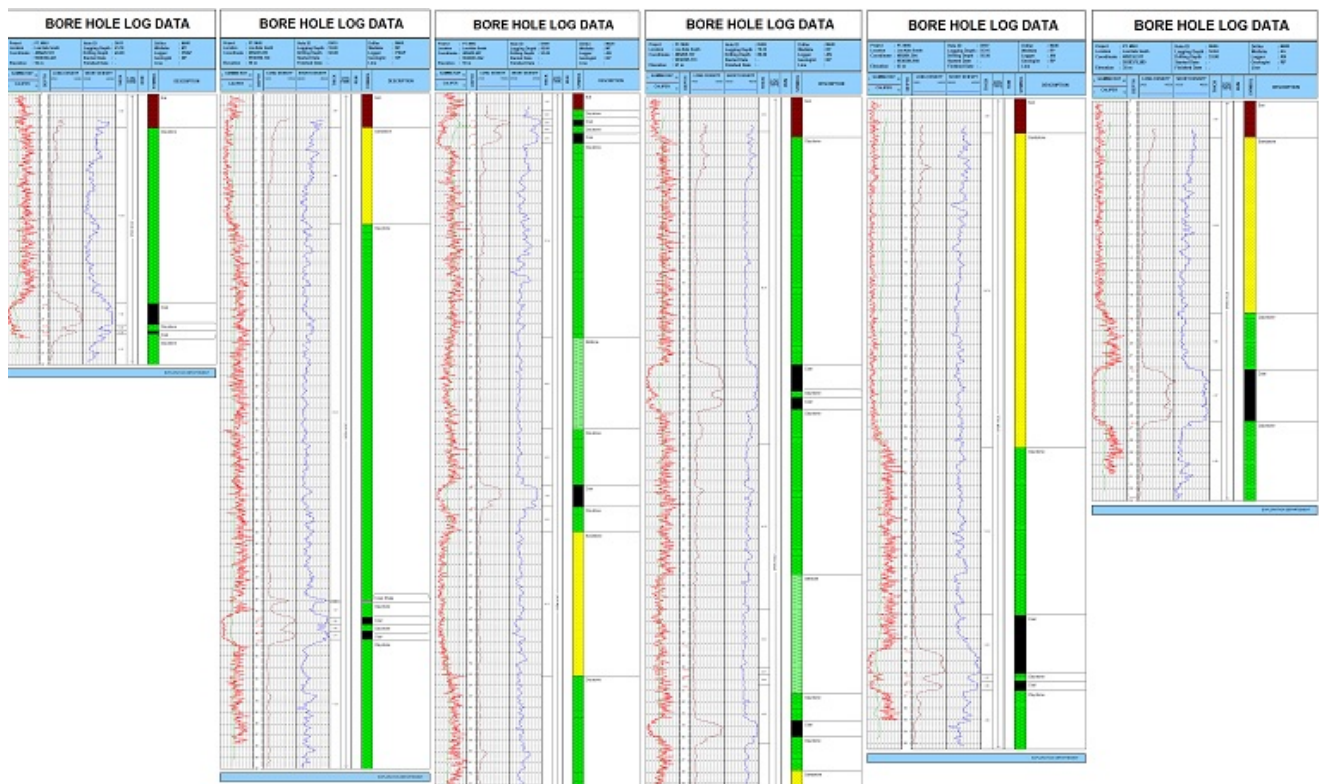
Interpretasi litologi, berdasarkan hasil pengukuran dan analisa data *well logging* dan meninjau

data sampel pemboran *open hole* di daerah penelitian, menunjukkan jenis litologi yang cukup variatif. Susunan litologinya adalah lapisan penutup (*soil*), batulempung (*claystone*), batulanau (*siltstone*), batupasir (*sandstone*), *coaly shale* dan batubara (*coal*). Pada *Bore Hole Log* data, menunjukkan respon *gamma ray log* dan *density log* berdasarkan jenis litologinya.

Berdasarkan hasil analisis data log pada daerah penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 4, diperoleh dua belas (12) *seam* batubara. Hasil analisis yang didapatkan korelasi antar *seam* batubara adalah sebagai berikut ditunjukkan pada Gambar 5:

- *Seam A* terdapat pada kedalaman 3.91 - 82.13 m, rata - rata ketebalan batubara sekitar 0.28 - 7.20 m, pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, dengan arah kemenerusan lapisan + N27°E/65°, pada lapisan *seam A* pola kemenerusan semakin dalam kearah Tenggara lapisan batubaranya mengalami *splitting*.
- *Seam B* terdapat pada kedalaman 3.12 - 90.32 m, ketebalan sekitar 1.58 - 6.21 m, pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, dengan arah kemenerusan + N25°E/65°, lapisan batubara *seam B* menalami *splitting* pada kedalaman yang relatif dangkal, kondisi tersebut nampak pada titik RLKS0106.

- *Seam C* terdapat sekitar kedalaman 1.11 - 93.08, dengan ketebalan antara 2.40 - 9.50 m, pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, arah kemenerusan lapisan + N25°E/60°.
- *Seam D* terdapat sekitar kedalaman 1.08 - 112.50 m, dengan ketebalan antara 0.49 - 6.28 m, pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, dengan arah kemenerusan N24°E/56°, pada lapisan *seam D* kemenerusan lapisan semakin dalam kearah Tenggara lapisan batubaranya mengalami *splitting*.
- *Seam E* terdapat pada kedalaman 10.26 - 63.81 m, dengan ketebalan antara 0.26 - 2.10 m, pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, arah kemenerusan lapisan + N25°E/60°, pada lapisan *seam E* kemenerusan lapisan semakin dalam kearah Tenggara lapisan batubaranya mengalami *splitting*.
- *Seam F* terdapat pada kedalaman 14.74 - 88.01 m, rata-rata ketebalan *seam F* antara 0.25 - 3.20 m, pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, arah kemenerusan lapisan + N24°E/65°, pada lapisan *seam F* kemenerusan lapisan semakin dalam kearah Tenggara lapisan batubaranya mengalami *splitting*.



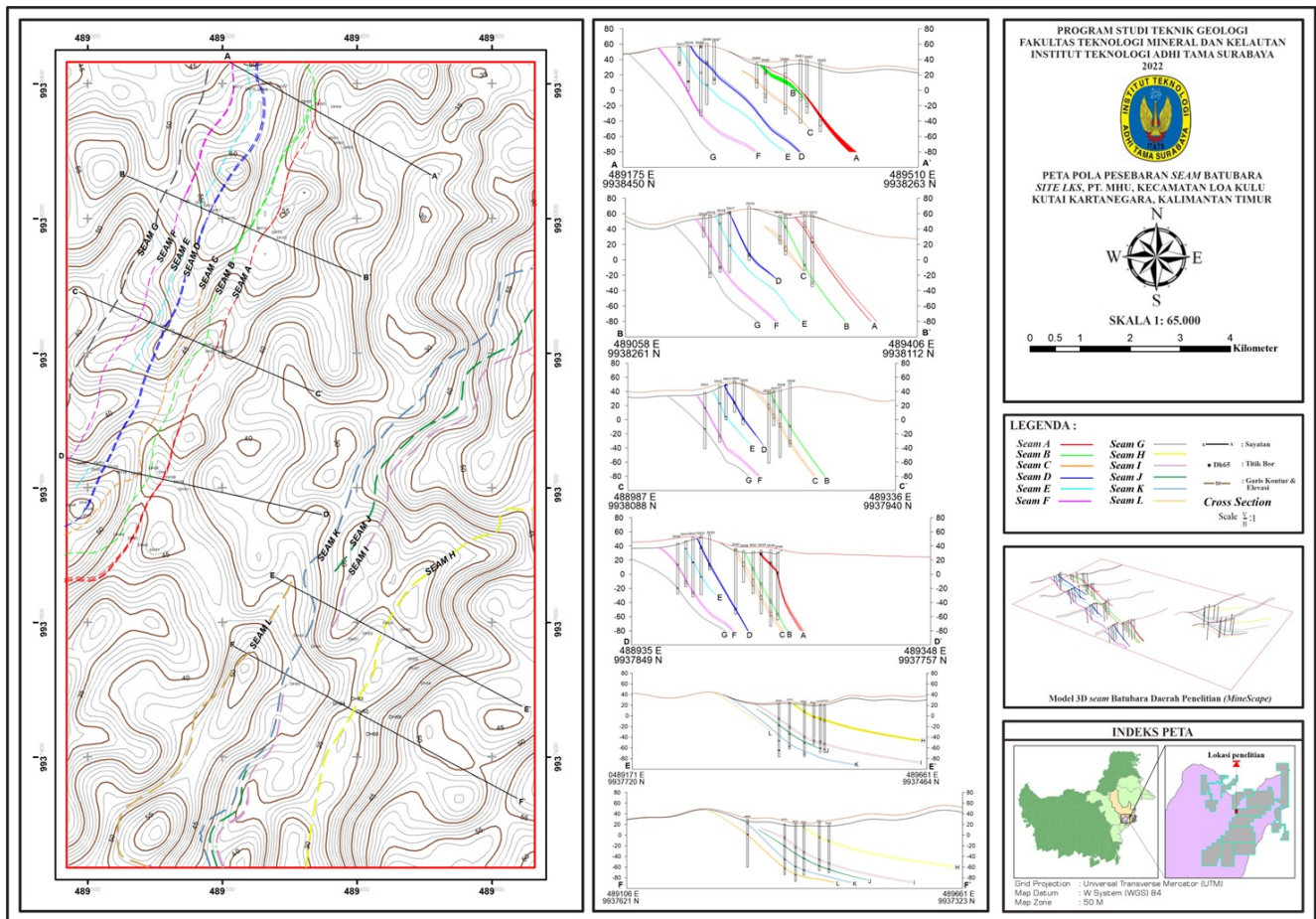
Gambar-4. Bor Hole Log Data

- *Seam G* terdapat pada kedalaman 51.36 - 75.66 m, dengan ketebalan sekitar 0.97 - 1.69 m, pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, arah kemenerusan lapisan + N24°E/65°.
- *Seam H* terdapat pada kedalaman 6.49 - 53.32 m, dengan ketebalan sekitar 0.29 - 3.76 m, pola penyebaran *seam* ini relatif Barat Daya - Timur Laut dan Memiliki kemiringan kearah Tenggara, + N28°E/19°.
- *Seam I* terdapat pada kedalaman 15.56 - 94.38 m, dengan ketebalan sekitar 0.16 m - 3.49 m, dengan pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, arah kemenerusan lapisan + N30°E/36°.

- *Seam J*, terdapat pada kedalaman 40.97 - 84.29 m, dengan ketebalan sekitar 0.71 m - 2.98 m, dengan pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, arah kemenerusan lapisan + N28°E/34°.
- *Seam K*, terdapat pada kedalaman 6.12 - 96.40 m, dengan ketebalan sekitar 1.16 - 2.31 m, dengan pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan

memiliki kemiringan kearah Tenggara, arah kemenerusan lapisan + N28°E/37°.

- *Seam L*, terdapat pada kedalaman 8.91 - 96.87 m, dengan ketebalan sekitar 0.18 - 1.00 m, dengan pola penyebaran relatif Barat Daya - Timur Laut dan memiliki kemiringan kearah Tenggara, arah kemenerusan lapisan + N36°E/36°.



Gambar-5. Peta Sebaran Seam Batubara

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pengolahan data pada daerah penelitian,

- Terdapat 5 jenis litologi yang teridentifikasi, yaitu batulempung (*claystone*), batulanau (*siltstone*), batupasir (*sandstone*), *coaly shale* dan batubara (*coal*).
- Lapisan batubara di daerah penelitian memiliki ketebalan rata-rata 0.16 - 9.50 m dan terdapat pada kedalaman antara 1.08 - 112.50 m.
- Lapisan Batubara di daerah penelitian terdiri dari dua belas (12) seam dengan pola penyebaran secara keseluruhan mengarah Barat Daya - Timur Laut dengan kemiringan relatif arah Tenggara

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh individu atau kelompok yang turut berpartisipasi dalam penelitian ini, termasuk pihak yang memberikan dukungan finansial, fasilitas, dan legalitas

(perijinan) yang diperlukan untuk menjalankan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- [1] A. Arvirianty, "badan-energi-internasional-konsumsi-batu-bara-masih-tinggi," *CNBC Indonesia*, 2019.
- [2] R. I. Pemerintah, "PP Kebijakan Energi Nasional." MenKumHam, Jakarta, pp. 1–36, 2014.
- [3] P. Indonesia, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional*. 2014, pp. 1–60.
- [4] T. A. Oratmangun, L. Sapto Heru Yuwanto, and Utamakno, "Analisis Proksimat Dalam Penentuan Kualitas Dan Jenis Batubara Pada Pt. Bumi Merapi Energi, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatra Selatan," *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITSAN)*, vol. 3, no. 1. pp. 56–59, 2021.
- [5] S. S. Siregar and I. Sota, "Interpretasi Sebaran Batubara Berdasarkan Data Well Logging Di

- Daerah Blok X Pulau Laut Tengah Kabupaten Kotabaru,” *J. Fis. FLUX*, vol. 12, no. 1, pp. 42–52, 2015.
- [6] A. Parwati and E. Sutriyono, “Pola Persebaran Batubara berdasarkan Analisis Data Well Logging Blok X PT . Y Kabupaten Musi Banyuasin , Sumatera Selatan,” *Prima Fis.*, vol. 10, no. 2, pp. 178–182, 2022.
- [7] R. W. Van Bemmelen, *The Geology of Indonesia. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. 1949.
- [8] E. S. S. Supriatna, Sukardi, “Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan.” Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, 1995.
- [9] H. Umar, C. Pangeran, and A. Shodiqin, “Geologi Dan Studi Struktur Geologi Berdasarkan Citra Satelit Daerah Muanglana, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur,” *J. Tek. Geol. J. Ilmu Pengetah. dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–36, 2021.
- [10] A. Setiahadwibowo, “Analisis Karakteristik Batubara Berdasarkan Rekaman Well Logging Di Daerah Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah,” *KURVATEK*, vol. 1, p. 81, May 2017, doi: 10.33579/krvtk.v1i2.422.
- [11] S. Wrego Seno Giamboro, “Analisa Data Well Logging Untuk Estimasi Kualitas dan Kuantitas Batubara Pada Cekungan Kutai, Kalimantan Timur,” Universitas Gajah Mada, 2015.
- [12] A. Faisal, S. S. Siregar, and S. C. Wahyono, “Identifikasi Sebaran Batubaradari Data Well Logging Di Daerah X, Ampah Barito Timur,” *J. Fis. FLUX*, vol. 9, no. 2, pp. 97–111, 2012.
- [13] O. A. Pasulle, “Analisis Karakteristik Lapisan dan Estimasi Sumberdaya Batubara berdasarkan Data Well Logging (Studi Kasus Musi Banyuasin, Sumatera Selatan),” Universitas Hasanuddin, 2019.