

## Pemodelan dan Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Circular pada Daerah Beringin Makmur II, Kabupaten Musi Rawas Utara

### *(Modelling and Estimation of Coal Resources Using Circular Method in Beringin Makmur II Area, North Musi Rawas Regency)*

Maretha Deva Erisendy<sup>1</sup>, Yogie Zulkurnia Rochmana<sup>2\*</sup>, Endang Wiwik Dyah Hastuti<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya

\*Korespondensi E-mail: [yogie.zrochmana@ft.unsri.ac.id](mailto:yogie.zrochmana@ft.unsri.ac.id)

#### Abstrak

Formasi Muaraenim merupakan formasi pembawa batubara yang berada di Cekungan Sumatera Selatan. Lokasi penelitian berada di daerah Beringin Makmur 2, Kabupaten Musi Rawas Utara pada Formasi Airbenakat dan Muaraenim. Tujuan penelitian untuk memodelkan 2D dan 3D daerah telitian guna penentuan kelayakan proses penambangan. Uji kelayakan suatu lapisan batubara digunakan untuk tahapan berikutnya yaitu estimasi sumberdaya. Metode dalam perhitungan sumberdaya batubara yaitu metode circular USGS berdasarkan data log bor. Berikut data-data yang diperlukan seperti, data pemboran, data geologi regional, data survei di lokasi penelitian, lokasi izin usaha pertambangan (IUP). Kemudian akan dilakukan analisa studio untuk pembuatan pemodelan bawah permukaan secara 2D/3D dan perhitungan sumberdaya batubara. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan 3 buah *seam* batubara dengan *updip* di arah utara dan *downdip* di arah Selatan N180°E-N182°E. Adanya sinklin turut mempengaruhi sebaran batubara. Interpretasi model 3D diperoleh dari korelasi antar data pemboran dan data survey. Hasil perhitungan yang diperkirakan sumber daya tereka 91.840.000 jt/ton sumberdaya tertunjuk 55.330.000 jt/ton sumberdaya terukur sebesar 235.870.000 jt/ton sehingga diketahui keseluruhan estimasi lapisan batubara 383.040.000 jt/ton.

**Kata kunci:** Batubara, metode circular, pemodelan, estimasi.

#### Abstract

The Muaraenim Formation is a coal-bearing formation located in the South Sumatra Basin. The research location is in the Beringin Makmur 2 area, North Musi Rawas Regency, which is included in the Airbenakat and Muaraenim Formations. The aim of this research is to do 2D and/or 3D modeling in the research area to determine the feasibility of the mining process. The feasibility test of a coal seam body will be used as a study for the next stage, namely resource estimation. The method for calculating coal resources is the USG circular method based on drill log data. The following data is needed, such as drilling data, regional geological data, and survey data at the research location or mining business permit (IUP) location. Studio analysis will then be conducted for 2D/3D subsurface modeling and coal resource calculation. Based on the research results, it was found that there were 3 coal seams with *updip* in the north direction and *downdip* in the south direction N180°E-N182°E. In the research area, synclines were found that affected the distribution of coal. Interpretation of the 3D model is obtained from the correlation between drilling data and survey data. The results of the calculation using the USGS circular method show that the estimated tonnage of inferred resources is 91,840,000 million/ton, indicated resources are 55.330.000 million/ton, and measured resources are 235,870,000 million/ton, so the overall estimate of the coal seams is 383,040,000 million/ton.

**Keywords:** Coal, circular method, modelling, estimation.

#### 1. Pendahuluan

Eksplorasi merupakan kegiatan penyelidikan suatu daerah untuk dilakukan kegiatan pembuktian endapan batubara terdiri dari kuantitas dan kualitas dari endapan batubara (Akbar et al., 2022). Parameter geometri batubara terdiri dari ukuran, bentuk, letak sebaran kualitas dan kuantitas sehingga dapat melakukan kajian-kajian untuk kegiatan penambangan (Turnip, 2021).

Pembuatan pemodelan geologi dan perhitungan sumber daya batubara

membutuhkan data-data geologi seperti data hasil pemetaan geologi dan pola penyebaran sumber daya batubara (Tirtadiwangsa & Widagdo, 2022). Tiap cekungan atau formasi atau suatu lapisan yang sama tidak dapat dipastikan memiliki geometri batubara yang sama pula (Sundoyo, 2014). Penentuan sumberdaya batubara dalam menemukan kelayakan sumberdaya batubara harus mempertimbangkan hasil dari pembagian sumberdaya batubara tertunjuk, terukur dan tereka agar kegiatan eksploitasi mendapatkan hasil yang ekonomis

(Husna et al., 2020). Setelah mengetahui hasil pembagian sumberdaya batubara tertunjuk dan terukur maka batubara ekonomis yang layak untuk ditambang dapat ditentukan. Dalam menentukan estimasi sumberdaya batubara sendiri dapat dihitung menggunakan metode circular USGS (Rachman et al., 2023).

Lokasi penelitian berada di daerah Beringin Makmur 2, Kabupaten Musi Rawas Utara yang secara geologi tercakup dalam Formasi Airbenakat dan Formasi Muaraenim. Sehingga, mendukung pembuatan penelitian mengenai

pemodelan dan perhitungan estimasi sumberdaya batubara. Diharapkan dalam kegiatan ini mendapatkan data akurat serta melakukan pemodelan secara 2D atau 3D pada daerah telitian untuk uji validasi semua data interpretasi bentuk dan struktur yang dihasilkan dengan ketersediaan informasi, serta kelayakan suatu tubuh lapisan batubara apakah memenuhi sumberdaya batubara yang baik (Hasibuan et al., 2020).



Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian

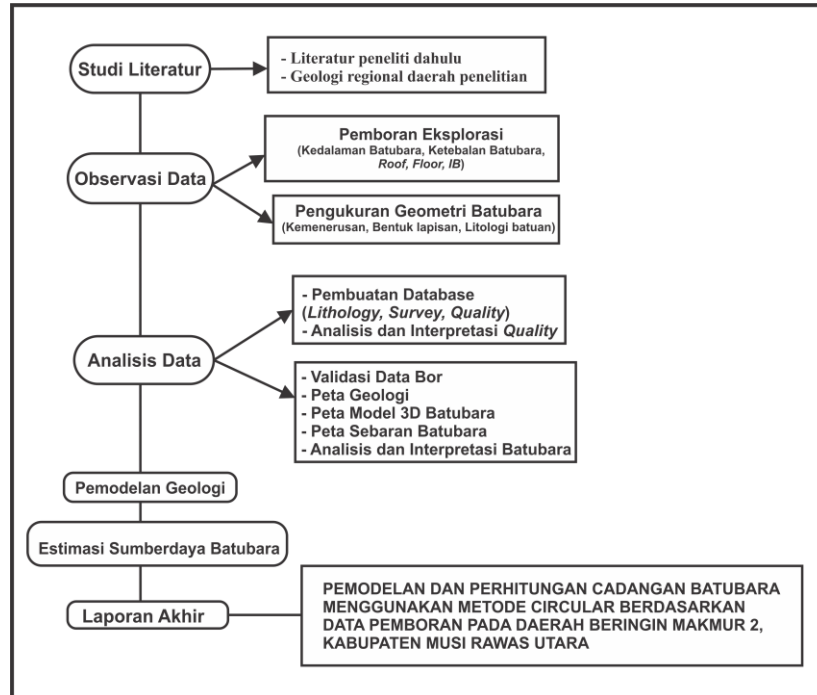
Berdasarkan peta geologi regional (Gambar 1), deposit batubara pada daerah telitian didominasi oleh Formasi Air Benakat. Formasi Muara Enim berumur Miosen Akhir sampai Pliosen Periode Tersier. Formasi ini dominan batulempung di bagian bawah dengan sisipan batulanau, batupasir dan horizon batubara utama. Bagian atas didominasi oleh batupasir dengan abu vulkanik dan pita tuf. Ini dilapis secara tidak selaras oleh Formasi Kasai Pleistosen, rangkaian tufa, batupasir tufaan dan batulempung, alluvium, yang terdiri dari pasir dan kerikil, terdapat di lembah sungai utama (Mukrimaa et al., 2016). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan harapan nantinya diperoleh kumpulan data yang lengkap serta terpercaya guna pengembangan wilayah tambang pada daerah penelitian.

## 2. Metode

Metode penelitian dimulai dari tahapan studi literatur, meliputi seluruh informasi geologi yang terdapat pada daerah penelitian seperti geologi

regional daerah penelitian (sejarah geologi, struktur geologi yang berkembang, urutan stratigrafi, informasi satuan batuan), observasi data yaitu pengumpulan data-data yang diperlukan untuk melakukan pemodelan serta estimasi sumberdaya batubara berupa data primer dan data sekunder (Ditania, 2019).

Pada tahap analisis data berupa pembuatan *database*, analisis dan interpretasi *quality*, validasi data bor untuk pembuatan pemodelan sumberdaya batubara yang kemudian data tersebut di input kedalam *software* minescape 5.7 lalu stratigrafi dengan perhitungan cadangan sumberdaya batubara menggunakan metode circular USGS, serta perhitungan estimasi menggunakan perhitungan nilai hasil *stripping ratio* yang akan dimodelkan (Balfas et al., 2021). Setelah melakukan analisis data maka mendapatkan hasil pemodelan 2D/3D lalu perhitungan sumberdaya batubara yang kemudian dapat membuat kesimpulan dari hasil akhir seluruh kegiatan (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram alir

Metode yang digunakan untuk perhitungan sumberdaya batubara pada penelitian ini adalah metode circular (Akhsanul et al., 2018). Metode ini dilakukan dengan perhitungan menggunakan penampang sebagai titik acuan dalam mengklasifikasikan sumberdaya batubara berdasarkan jarak terhadap titik informasi menjadi sumberdaya tereka, tertunjuk dan terukur (Standar Nasional Indonesia 4726 & Indonesia, 2011) (Tabel 1).

Adapun data-data yang diperlukan berupa data pemboran sebanyak 64 titik bor, data geologi regional serta data survey di lokasi penelitian atau lokasi izin usaha pertambangan (IUP).

Tabel 1. Klasifikasi kondisi geologi berdasarkan aspek sedimentasi, tektonik, dan kualitas (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 1998)

| Kondisi Geologi | Kriteria                       | Sumberdaya  |            |         |
|-----------------|--------------------------------|-------------|------------|---------|
|                 |                                | Tereka      | Tertunjuk  | Terukur |
| Sederhana       | Jarak dari titik informasi (m) | 1000<X<1500 | 500<X<1000 | X<500   |
| Moderat         | Jarak dari titik informasi (m) | 500<X<1000  | 250<X<500  | X<250   |
| Kompleks        | Jarak dari titik informasi (m) | 200<X<400   | 100<X<200  | X<100   |

Dalam menentukan tonase batubara di masing-masing kategori Sumberdaya, parameter berikut digunakan untuk memperkirakan Sumber Daya yaitu, ketebalan batubara 0,5 m sebagai batas minimum untuk estimasi sumberdaya, kepadatan batubara menggunakan basis in-situ, Tidak ada pemotongan kualitas batubara, memiliki batas lapisan seam 50 m, 100 m, 150 m, 200 m dan 250 m (Standar Nasional Indonesia 4726 & Indonesia, 2011).

Perhitungan tonase (Preston-Sanders), menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$ID = RD_{ad} X \left( \frac{100 - IM_{ad}}{100 + (M_{inx} IM_{ad}) - M_{inx}} \right) \quad (1)$$

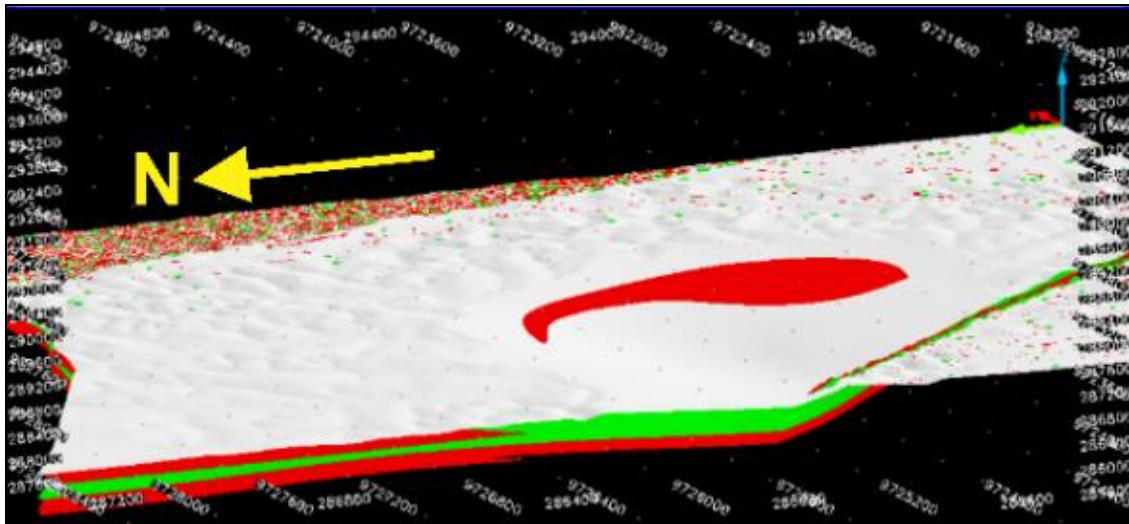
Komponen-komponen dari perhitungan tonase antara lain, *Insitu Density* (ID), *Relative Density* (RD), *Inherent Moisture* (IM), *Equilibrium*

Moisture value 38% average (M ins), Equilibrium Moisture value 38% average (Mins).

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pemodelan dilakukan setelah melakukan korelasi antara data litologi dan data survey. Pemodelan merupakan tampilan *seam block model* yang telah diubah menjadi tampilan solid. Di daerah penelitian, diketahui untuk *seam* yang

diambil terdiri dari 3 *seam* yaitu lapisan *seam* 4 (berwarna merah), lapisan *seam* 3 (berwarna hijau), dan lapisan *seam* 1 (berwarna putih) (Gambar 3). Pengamatan pada model geologi terlihat bahwa *seam* 4 mengalami pengangkatan ke permukaan yang kemudian tererosi dan muncul kembali pada bagian barat daya. Kondisi ini disebabkan karena adanya patahan yang berarah baratlaut–selatan.



Gambar 3. Hasil pemodelan

Tabel 2. Data kualitas batubara berdasarkan *seam* 3 dan *seam* 4

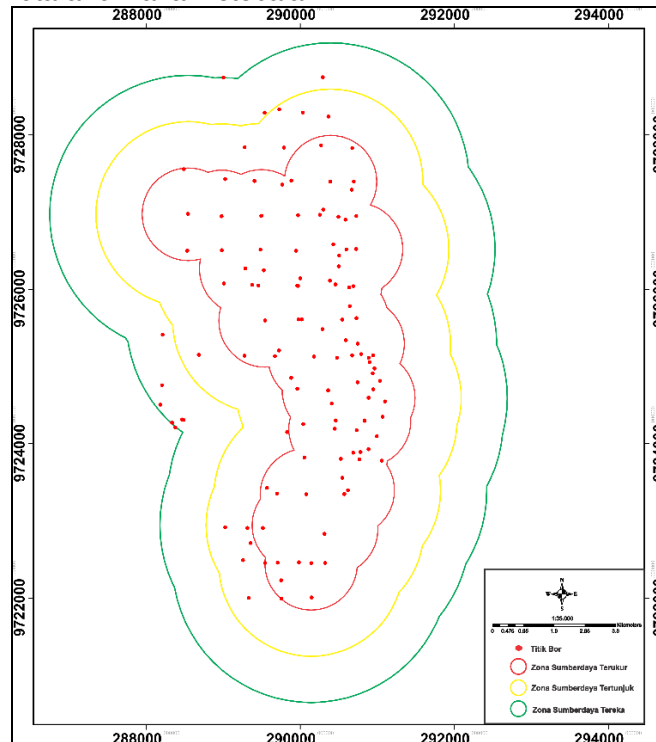
| <i>Seam</i> | Coal<br>(mt) | TM<br>(%)<br>ar | IM<br>(%)<br>adb | Ash<br>(%)<br>adb | TS<br>(%)<br>adb | CV adb<br>(kcal/<br>kg) | CV ar<br>(kcal/<br>kg) | RD<br>(adb) | Insitu<br>Density |
|-------------|--------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------|------------------------|-------------|-------------------|
| S3          | 7            | 38.07           | 12.01            | 20.62             | 0.33             | 4463                    | 3141                   | 1.51        | 1.31              |
| S4          | 235          | 39.88           | 14.01            | 5.52              | 0.16             | 5471                    | 3825                   | 1.38        | 1.25              |
| Total       | 242          | 39.83           | 13.95            | 5.97              | 0.17             | 5441                    | 3805                   | 1.38        | 1.25              |

Perhitungan estimasi sumberdaya batubara menggunakan metode circular pada daerah telitian, terdiri dari *Seam* 1, *Seam* 3, *Seam* 4 dengan sumberdaya tertunjuk, terukur, tereka. Secara lebih detail untuk data kualitas S3 dan S4 batubara dapat dilihat pada (Tabel 2). Estimasi sumber daya batubara terdiri dari S1, S2, S3. *Seam* S1 memiliki sumber daya tereka 13.54 ton dengan total sumberdaya sebesar 13.54 ton pada lapisan S1. Pada *Seam* S3, memiliki sumber daya terukur 6.25 ton, tertunjuk 1.85 ton, dan tereka 2.39 ton. Dengan demikian total sumberdaya pada lapisan S3 sebesar 10,49 ton. Sedangkan, estimasi sumber daya batubara *Seam* S4, terdiri atas sumber daya terukur 229.62 ton, tertunjuk 53.48 ton, dan tereka 75.91 ton, sehingga total sumberdaya sebesar 359.01 ton.

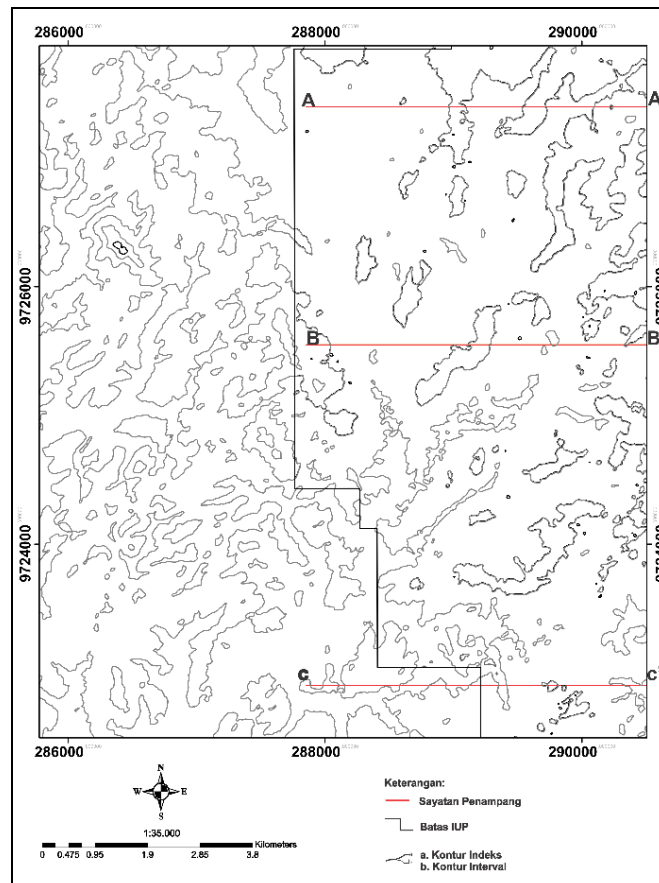
Analisis kualitas batubara, data survei dan data geologi digunakan sebagai data awal dalam pembuatan model stratigrafi. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan adanya 5 lapisan batubara yang teridentifikasi yaitu S1, S2, S3, S4 dan S5. Selanjutnya dilakukan penarikan sayatan stratigrafi untuk mengetahui data bawah permukaan pada lokasi telitian, ditarik 3 sayatan stratigrafi berupa sayatan A-A', sayatan B-B', dan sayatan C-C' (Gambar 5). Setelah dilakukan penarikan sayatan pada lokasi telitian, didapatkan penampang stratigrafi (Gambar 6).

Hasil penelitian bahwa tiap lapisan memiliki ketebalan yang berbeda-beda. Pada lapisan S1 rata-rata sekitar 3,6 m. Lapisan S2 pada umumnya memiliki ketebalan kurang dari 1,0 m dan tidak menerus. Ketebalan lapisan S3 rata-rata sekitar 1,2 m dan di beberapa area S3 hilang. *Seam* S4 merupakan *seam* paling tebal secara

berurutan dengan ketebalan maksimum 33 m batubara kurang lebih 2 m setelah itu hilang. dan menipis ke arah utara dimana ketebalan



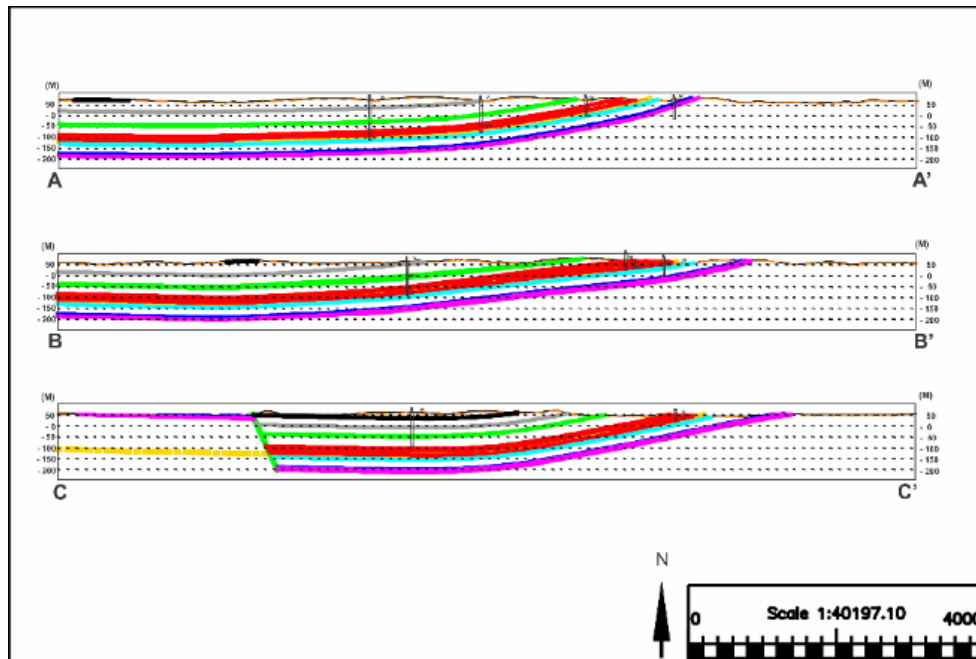
Gambar 4. Peta zonasi sumber daya yang dirancang, ditentukan, dan diukur menggunakan metode circular yang mengacu pada jarak titik informasi SNI (1998).



Gambar 5. Sayatan penampang stratigrafi di daerah penelitian.

Lapisan *seam* ini terbagi menjadi lapisan atas dan bawah yaitu lapisan S4A dan Lapisan S4B. Kedua lapisan ini memiliki *interburden* dengan litologi batulempung karbon dan tebal 1 m, selain ini pada *seam* ini terdapat beberapa sisipan/*parting* yaitu batulempung. Di beberapa daerah, lapisan batubara tipis terjadi di atas lapisan S4 sebagai S4U. Keterdapatannya *split* pada

lapisan S4A dan S4B pada bagian utara dan tenggara endapan, lalu *interburden* antara *split* berkisar antara 0,23 m sampai 2,04 m. Ketebalan S5 Seam rata-rata sekitar 1,1 m dan dianggap tidak kontinu atau keterdapatannya tidak merata (insitu). Seam 4 (S4) menjadi lapisan utama S4 dengan ketebalan rata-rata sekitar 22,7m (Gambar 6).



Gambar 6. Penampang 2D stratigrafi

Endapan batubara memiliki struktur yang relatif sederhana sampai sedang dengan pelipatan menjadi struktur sinklin berarah barat laut. Secara umum struktur berarah barat laut-tenggara garis *strike*  $180^{\circ}$ . Hasil eksplorasi juga telah menunjukkan bahwa lapisan utama S4 telah menipis dan kemudian hilang. Ini mungkin sebagai akibat atau disebabkan oleh “perubahan fasies” di bagian utara daerah tersebut.

Hasil pemboran di daerah penelitian menunjukkan bahwa ketebalan *seam* S4 hanya 0,36 m dan tebal batupasir terjadi sebagai *interburden* antara S3. Data hasil uji kualitas batubara yaitu *Total Moisture* (TM) yang tinggi dan *Calorific Value* (CV) yang rendah konsisten dengan peringkat sub-bituminus. S4 (dengan pemisahan S4A dan S4b), yang merupakan lapisan utama memiliki Kelembapan Total rata-rata 40,16%, Abu 4,77%, Sulfur 0,17% dan CV (gar) 3,849 kkal/kg. Kuantitas *seam* S4 adalah 94% serta 6% Sumberdaya lainnya berasal dari S1 dan S3. Eksplorasi juga telah menunjukkan bahwa lapisan utama S4 telah menipis dan kemudian hilang. Ini mungkin sebagai akibat atau disebabkan oleh “perubahan fasies” di bagian utara daerah tersebut.

Hasil pengeboran di daerah ini mengidentifikasi bahwa elevasi lapisan S4 masih konsisten, namun ketebalannya hanya 0,36 m (OH032), 2,56 m (OH030), 6,18 m (OH034), 0,36 m (OH032), 2,56 m (OH030) dan 6,18 m (OH034). Batupasir tebal terjadi sebagai *interburden* antara S3. Jarak radius pengaruh dari Titik Pengamatan yang digunakan dalam mengestimasi Sumberdaya (Tabel 2).

#### 4. Kesimpulan

Pemodelan yang telah dilakukan pada daerah telitian menunjukkan bahwa dari lima *seam* batubara, hanya tiga *seam* saja yang ekonomis ditambang, yakni *seam* 1, *seam* 3 dan *seam* 4. Bentuk dari tiap lapisan *seam* memiliki *updip* di arah utara dan *downdip* di arah selatan  $N180^{\circ}E-N182^{\circ}E$ . Hasil estimasi sumberdaya batubara menunjukkan *seam* 1, 3 dan 4 dengan ketebalan batubara rata-rata pada *seam* 4 sebesar 32 m. Estimasi sumberdaya batubara untuk lapisan batubara S1 sebesar 13.54 ton, S3 sebesar 10.49 ton, dan S4 sebesar 359.01 ton. Total sumber daya batubara secara keseluruhan sebesar 384 ton dengan nilai kalori 3.356 kkal/kg-3.849 Kcal/Kg (sub-bituminus) menurut standar ASTM D5865-2010.

## Ucapan Terimakasih

Terima kasih sebesar-besarnya kepada *Departement mining* PT. Triaryani yang telah memberi izin dalam penggunaan data akhirnya penulisan artikel ini dapat terselesaikan.

## Daftar Pustaka

- Akbar, M. U. H. A., Studi, P., Pertambangan, T., Teknik, F., & Hasanuddin, U. (2022). *Estimasi Sumberdaya Tertunjuk Batubara Menggunakan Metode Circular Usgs 1983*. 1983.
- Akhsanul, R. D., Budiman, A. A., & Widodo, S. (2018). Estimasi Sumberdaya Batubara Dengan Metode Circular Usgs Pada Pt. Tuah Globe Mining Kalimantan Tengah. *Jurnal Geomine*, 6(1), 2–5. <https://doi.org/10.33536/jg.v6i1.179>
- Balfas, M. D., Anjarwati, R., & Sasmito, K. (2021). Estimasi Sumberdaya Batubara Seam 1 Menggunakan Metode Circular 891 Usgs Daerah Tanah Merah, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *JURNAL GEOCELEBES*. <https://doi.org/10.20956/geocelebes.v5i1.13131>
- Ditania, A. (2019). Analisis Geometri Lapisan Batubara Menggunakan Data Log Sumur Untuk Rencana Arah Penambangan Pt. Pengembangan Investasi Riau Kecamatan. *Geologi Pertambangan*.
- Hasibuan, Juniarto, R., Nurdrajat, Reza Mohammad Ganjar Gani, Dicky Muslim, & M. Dwiki Satrio. (2020). Pemodelan Geologi Dan Estimasi Sumber Daya Batubara Di Pit “Hmg”, Tambang Batubara Banko Barat, Sumatra Selatan. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 15(3), 170–182. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v15i3.308>
- Husna, D. A. S., Helman, H. A., Sendjaja, Y. A., & ... (2020). Pemodelan dan Perhitungan Cadangan Batubara Menggunakan Metode Krigging dan Poligon Berdasarkan Data Well Log Pada Daerah Penelitian Distrik Isim, Manokwari .... *Geoscience Journal*, 4(3), 227–237.
- Mukrimaa, S. S., Nurdyansyah, Fahyuni, E. F., YULIA CITRA, A., Schulz, N. D., غسان, د., Taniredja, T., Faridli, E. M., & Harmianto, S. (2016). Petrologi Batubara. In *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar* (Vol. 6, Issue August).
- Rachman, R. S., Sugandhi, R. D., Aditiyo, R., & Wibisono, S. A. (2023). Pemodelan Dan Estimasi Potensi Batubara Di Daerah Jangga, Kabupaten Batang Hari, Provinsi Jambi. *Buletin Sumber Daya Geologi*. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v17i3.365>
- Standar Nasional Indonesia 4726, & Indonesia, S. N. (2011). Pedoman pelaporan sumberdaya dan cadangan batubara. *Badan Standardisasi Nasional (BSN)*, 32. <http://perhapi.or.id/doc/sni-5015.pdf>
- Sundoyo. (2014). Perhitungan Sumberdaya Batubara Berdasarkan Usgs Circular No.891 Tahun 1983 Pada CV. Amindo Pratama. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 1(891).
- Tirtadiwangsa, F., & Widagdo, A. (2022). Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Poligon Pada Seam D Daerah Lahat, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral (JENERAL)*. <https://doi.org/10.19184/jeneral.v3i1.30645>
- Turnip, W. L. (2021). *Pemodelan Dan Estimasi Sumberdaya Batubara Daerah Tanjung Agung Dan Sekitarnya Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan*.