



## ESTIMASI SUMBERDAYA BATUBARA MENGGUNAKAN METODE CIRCULAR, STUDI KASUS: DAERAH TANJUNG PALAS TENGAH, KALIMANTAN UTARA

### *ESTIMATION OF COAL RESOURCES USING THE CIRCULAR METHOD, CASE STUDY: TANJUNG PALAS CENTRAL AREA, NORTH KALIMANTAN*

M. H. Wakila\*<sup>1</sup>, Anshariah<sup>2</sup>, A. F. Heriansyah<sup>3</sup>, K. Idris<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

<sup>1-4</sup>Jl. Urip Sumoharjo km 05 Makassar, (0411) 455696

e-mail: \*[wakilahardin@umi.ac.id](mailto:wakilahardin@umi.ac.id)

#### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumberdaya alam berlimpah, satu satunya adalah batubara. Untuk mengetahui jumlah sumberdaya batubara diperlukan metode estimasi yang sesuai dengan karakteristik endapan batubara, sehingga dipilih Metode Circular. Pada penelitian-penelitian sebelumnya yang mengkaji tentang estimasi sumberdaya menggunakan Metode Circular hanya difokuskan pada kondisi geologi sederhana dan daerah Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Namun belum ditemukan penggunaan Metode Circular untuk mengestimasi sumberdaya batubara di daerah Kalimantan Utara dengan kondisi geologi moderat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan arah sebaran batubara dan mengestimasi sumberdaya batubara di daerah penelitian. Metode yang digunakan untuk mengestimasi sumberdaya batubara adalah Metode Circular. Metode Circular adalah metode dengan bentuk lingkaran dengan radius lingkaran merupakan jarak informasi terluar sebagai batas (*area of influence*) sesuai dengan ketentuan SNI 5015:2011. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa kondisi geologi daerah penelitian dikategorikan ke dalam kondisi geologi moderat. Hal ini bisa dilihat dari aspek sedimentasi yaitu ketebalan lapisan cukup bervariasi, dan kesinambungan lapisan batubara sampai ratusan meter. Aspek tektonik menunjukkan adanya sesar namun cukup jarang, lapisan terlipat sedang, dan kemiringan sedang. Kualitas batubara di daerah penelitian cenderung bervariasi. Dapat disimpulkan bahwa arah sebaran batubara berarah tenggara-barat laut N 325° NE dan nilai dip sebesar 25°. Jumlah sumberdaya batubara terukur adalah 1.293.358,982 ton, sumberdaya batubara tertunjuk adalah 2.931.825,371 ton, serta sumberdaya batubara terka adalah 7.196.119,244 ton.

**Kata kunci:** batubara, arah sebaran, kondisi geologi, sumberdaya, metode circular.

#### ABSTRACT

Indonesia is a country that has abundant natural resources, one of which is coal. To find out the amount of coal resources, an estimation method is needed that is in accordance with the characteristics of coal deposits, so the circular method was chosen. In previous studies that examined resource estimation using the Circular method, they only focused on simple geological conditions and the Kutai Kartanegara area, East Kalimantan. However, the use of the Circular Method has not been found to estimate coal resources in the North Kalimantan area with moderate geological conditions. The purpose of this study is to determine the direction of distribution of coal and estimate coal resources in the study area. The method used to estimate coal resources is the circular method. The circular method is a method with a circle shape with the radius of the circle being the outermost information distance as the boundary (*area of influence*) in accordance with the provisions of SNI 5015:2011. Based on the research results, it can be seen that the geological conditions in the study area are categorized into moderate geological conditions. This can be seen from the sedimentation aspect, namely the thickness of the seams varies quite a lot, the continuity of the coal seams is up to hundreds of meters, and several branches are found in the coal seams. The tectonic aspect shows the existence of faults but they are quite rare, the layers are moderately folded, and the slope is moderate. The quality of coal in the study area tends to vary. It can be concluded that the direction of coal distribution is southeast-northwest of N 325° NE and the dip value is 25°. Total measured coal resources are 1,293,358.982 tons, indicated coal resources are 2,931,825.371 tons, and inferred coal resources are 7,196,119.244 tons.

**Keywords :** coal, spread direction, geological conditions, resources, circular method.

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumberdaya alam berlimpah, salah satu satunya adalah sumberdaya batubara. Sumberdaya batubara Indonesia mencapai 143,73 miliar ton dan menjadi negara dengan potensi batubara terbesar di kawasan Asia-Pasifik [1]. Batubara merupakan material yang ditemukan di alam yang terbentuk dari padatan heterogen dan memiliki tingkatan tertinggi (*rank*) mulai dari antrasit, subbituminus, dan peat [2].

Sumberdaya batubara dapat diartikan sebagian dari batubara yang dapat diolah dan memberikan maafaat bagi orang banyak serta bernilai ekonomis [3]. Terdapat beberapa klasifikasi dalam mengelompokkan sumberdaya batubara yang didasarkan atas tingkat keyakinan. Untuk mengetahui jumlah sumberdaya batubara tersebut, maka diperlukan perhitungan berdasarkan informasi yang diperoleh dari tahapan eksplorasi, serta data-data penunjang seperti kondisi geologi daerah penelitian, analisa laboratorium dan lain-lain.

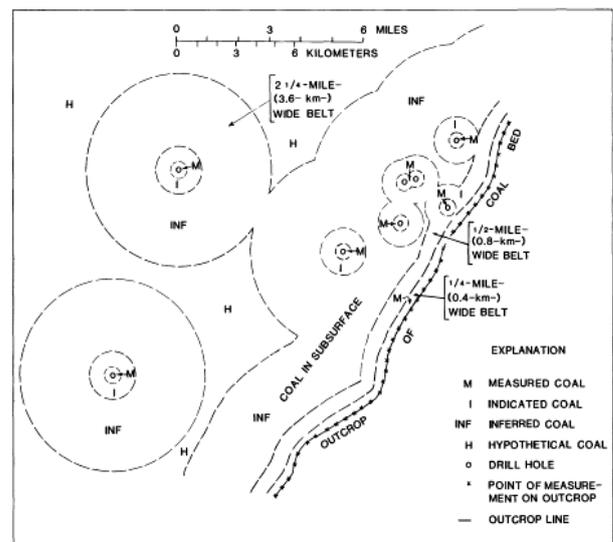
Untuk mengestimasi sumberdaya batubara di daerah penelitian digunakan Metode Circular karena dipandang cocok dengan karakteristik endapan batubara. Walaupun untuk melakukan estimasi sumberdaya batubara dengan waktu yang singkat digunakan Metode Poligon [4]. Pada penelitian sebelumnya yang mengkaji tentang estimasi sumberdaya menggunakan Metode Circular oleh Ramzi, dkk (2020) hanya fokus mengestimasi sumberdaya batubara di daerah Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dengan konsisi geologi sederhana [5]. Penelitian oleh Balfas dkk (2018), fokus mengestimasi sumberdaya batubara di daerah Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur dengan kondisi geologi sederhana [6]. Namun belum ditemukan penggunaan Metode Circular untuk mengestimasi sumberdaya batubara di daerah Kalimantan Utara dengan kondisi geologi moderat. Sehingga penelitian ini difokuskan pada penggunaan Metode Circular untuk mengestimasi sumberdaya batubara dengan kondisi geologi moderat di Daerah Tanjung Palas Tengah, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dimulai pada bulan Juli sampai Desember tahun 2022. Secara umum penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan yaitu pengambilan data lapangan dan analisa laboratorium [7]. Metode penelitan dimulai dengan studi literatur yang meliputi kajian tentang penelitian-penelitian sebelumnya maupun kajian tentang geologi regional daerah penelitian. Kegiatan selanjutnya adalah penyelidikan lapangan yang meliputi kegiatan pengambilan data singkapan dan data pengeboran serta pengamatan langsung terhadap kondisi daerah penelitian maupun objek penelitian (batubara). Kemudian

dilakukan analisis sampel batubara yang terdiri dari analisis proksimat dan analisis ultimat. Tahapan akhir adalah estimasi sumberdaya batubara dengan Metode Circular.

Metode Circular adalah metode dengan prinsip dasar yang membentuk lingkaran dengan radius lingkaran merupakan jarak informasi terluar sebagai batas (*area of influence*) sesuai dengan ketentuan SNI 5015:2011 (Gambar 1). Metode ini dapat digunakan untuk mengestimasi sumberdaya batubara dengan prosedur pada setiap titik pengamatan (singkapan dan titik pengeboran) dibuat lingkaran-lingkaran berdasarkan penentuan kondisi geologi daerah penelitian (sederhana, moderat, dan kompleks) [8].



**Gambar 1.** Metode Circular [9]

Untuk mengestimasi sumberdaya batubara di daerah penelitian digunakan persamaan USGS sebagai berikut [9] :

$$\text{Tonase} = M \times D \times S \tag{1}$$

dimana:

M = tebal rata-rata batubara dalam meter

D = berat batubara per satuan volume yang sesuai atau metric ton.

S = Luas lapisan batubara dalam (m<sup>2</sup> atau hektar)

Kemiringan lapisan batubara pada setiap daerah berbeda-beda, yang akan mempengaruhi perhitungan sumberdaya. Perhitungan kemiringan dilakukan secara terpisah seperti uraian berikut ini [8]:

1. Kemiringan 0<sup>0</sup> – 10<sup>0</sup>

Perhitungan tonase dilakukan langsung dengan menggunakan rumus :

$$Q = S \times M \times D \tag{2}$$

2. Kemiringan  $10^{\circ} - 30^{\circ}$   
Untuk kemiringan  $10^{\circ} - 30^{\circ}$ , tonase batubara harus dibagi dengan nilai *cosinus* kemiringan lapisan batubara.  
$$Q = (S \times M \times D) / \cos \alpha \quad (3)$$
3. Kemiringan  $> 30^{\circ}$   
Untuk kemiringan  $> 30^{\circ}$ , tonase batubara dikali dengan nilai *cosinus* kemiringan lapisan batubara.  
$$Q = (S \times M \times D) \times \cos \alpha \quad (4)$$

di mana:

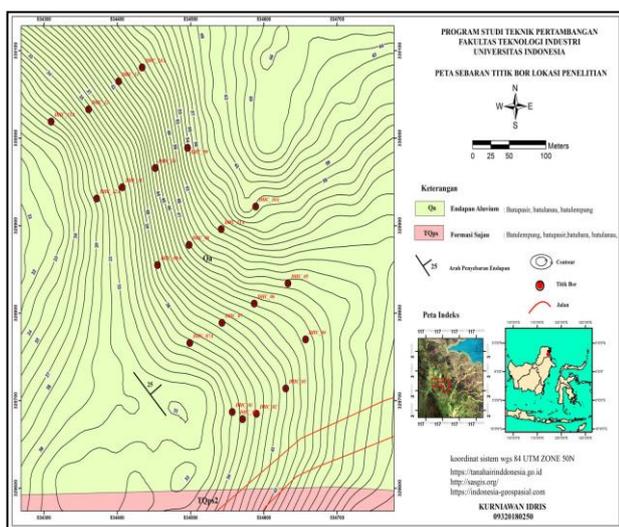
- Q = Sumberdaya batubara (ton)
- S = Luas daerah pengaruh ( $m^2$ )
- A = Dip lapisan batubara ( $^{\circ}$ )
- M = Ketebalan semu rata-rata (m)
- D = Densitas batubara

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Sebaran Titik Bor**

Pengeboran yang dilakukan di daerah penelitian mempunyai maksimum kedalaman 51 meter dengan jumlah titik bor sebanyak 21 titik. Pengeboran eksplorasi merupakan proses pembuatan lubang pada permukaan tanah atau batuan untuk memperoleh kondisi bawah permukaan guna memperoleh sampel yang akan menggambarkan kualitas dan kuantitas suatu bahan galian [10].

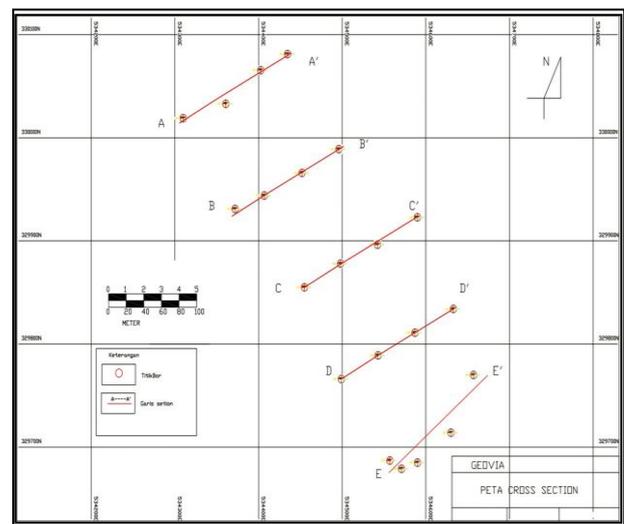
Sistem pengeboran yang digunakan adalah metode gabungan antara *non coring (open hole)* dan *touch coring*. Metode *open hole* dilakukan saat mesin bor menembus litologi lain seperti batupasir atau batulempung. Sedangkan metode *touch coring* dilakukan saat mesin bor menembus perlapisan batubara. Sebaran titik bor pada daerah penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.** Peta sebaran titik bor

**Pemodelan Geologi**

Pemodelan batubara digunakan untuk mengetahui bentuk/dimensi dan sebaran lapisan batubara di bawah permukaan, baik letak/posisi, kedalaman, kemiringan dan jumlah lapisan batubara yang terdapat pada daerah penelitian. Model endapan batubara di daerah penelitian terdiri dari 3 jenis litologi yaitu *sandstone*, batubara, dan *clay*, serta hanya terdapat satu *seam* batubara sehingga lapisan *sandstone* dan *clay* menjadi lapisan *interburden*. Untuk melihat penampang batubara maka terlebih dahulu dibuat sayatan (*section*) yang searah dengan *dip direction* atau searah dengan perlapisan batubara yaitu arah barat-daya ke timur-laut (Gambar 3). Pembuatan sayatan batubara dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang kemenerusan dari *seam* batubara di lapangan [11].

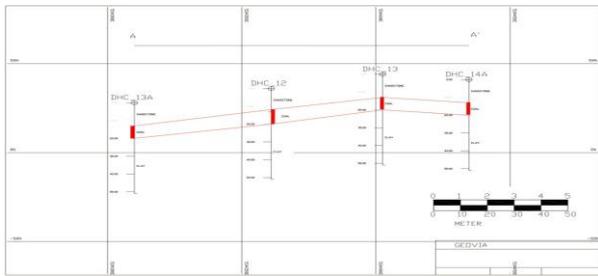


**Gambar 3.** Peta Sayatan titik bor

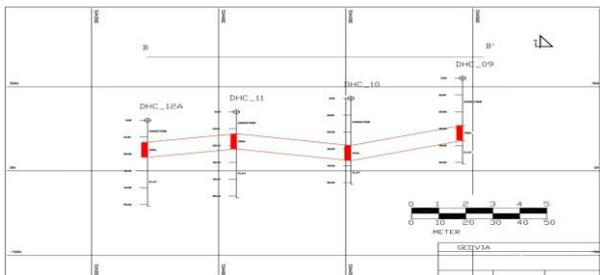
Hasil dari *cross section A-A'* dari arah barat-daya ke timur-laut diperoleh ketebalan rata-rata 7 m (Gambar 4a). *Cross section B-B'* dari arah barat-daya ke timur-laut dengan ketebalan rata-rata 9 m (Gambar 4b). *Cross section C-C'* dari arah barat-daya ke timur-laut dengan ketebalan rata-rata 8,75 m (Gambar 4c). *Cross section D-D'* dari arah barat-daya ke timur-laut dengan ketebalan rata-rata 6,25 m (Gambar 4d). *Cross section E-E'* dari arah barat-daya ke timur-laut dengan ketebalan rata-rata 5,6 m (Gambar 4e).

**Parameter dalam Pengelompokan Kompleksifitas Geologi**

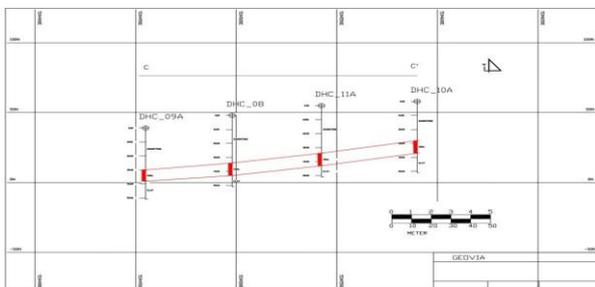
Menurut SNI 5015:2011, setiap daerah memiliki kondisi geologi yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh proses sedimentasi dan aktivitas tektonik. Kondisi geologi suatu daerah dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: kondisi geologi sederhana, kondisi geologi moderat, dan kondisi geologi kompleks. Uraian tentang masing-masing kelompok tersebut dapat dilihat pada tabel 1.



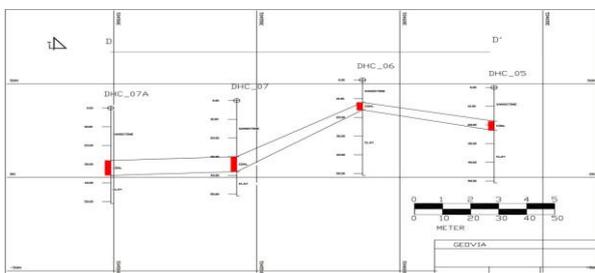
(a)



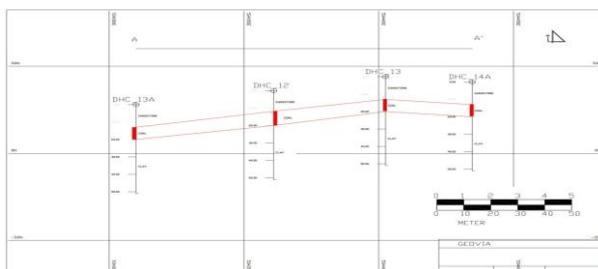
(b)



(c)



(d)



(e)

**Gambar 4.** Penampang Sayatan batubara

**Tabel 1.** Parameter dalam Pengelompokan Kompleksitas Geologi [3]

| Parameter/<br>Kondisi Geologi | Sederhana                          | Moderat                     | Kompleks                                     |
|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>I. Aspek Sedimentasi</b>   |                                    |                             |  |
| 1. Variasi Ketebalan          | Sedikit bervariasi<br>Ribuan Meter | Bervariasi<br>Ratusan meter | Sangat bervariasi<br>Puluhan meter<br>Banyak |
| 2. Kesenambungan              | Hampir tidak ada                   | Beberapa                    | Banyak                                       |
| 3. Percabangan                |                                    |                             |  |
| <b>II. Aspek Tektonik</b>     |                                    |                             |  |
| 1. Sesar                      | Hampir tidak ada                   | Jarang                      | Rapat  |
| 2. Lipatan                    | Hampir tidak terlipat              | Terlipat sedang             | Terlipat kuat                                |
| 3. Intrusi                    | Tidak berpengaruh                  | Berpengaruh                 | Sangat Berpengaruh                           |
| 4. Kemiringan                 | Landai                             | Sedang                      | Terjal                                       |
| <b>III. Variasi Kualitas</b>  | Sangat bervariasi                  | bervariasi                  | Sangat bervariasi                            |

Pada daerah penelitian dilakukan pengamatan dan kajian terhadap 3 parameter untuk mengelompokkan kompleksitas geologi yaitu:

1. Aspek Sedimentasi

Kondisi geologi dalam aspek sedimentasi di daerah penelitian ini yaitu memiliki ketebalan yang cukup bervariasi, kesinambungan lapisan batubara pada daerah penelitian sampai ratusan meter, dan ditemukan beberapa percabangan pada lapisan batubara.

2. Aspek Tektonik

Kondisi geologi dalam aspek tektonik di daerah penelitian yaitu, sesar, lipatan dan kemiringan lapisan. Struktur geologi diidentifikasi pada daerah penelitian berupa sesar namun cukup jarang. Berdasarkan informasi yang didapatkan pada eksplorasi permukaan, secara umum litologi di daerah penelitian terlipat sedngan kemiringan lapisan sedang.

3. Variasi Kualitas

Sampel-sampel batubara yang telah diambil dari beberapa lokasi singkapan dan juga dari hasil pengeboran yang dianggap cukup mewakili dari seluruh lokasi penelitian kemudian dianalisa di laboratorium PT Geoservice Cabang Berau. Secara umum analisa kualitas batubara ada dua jenis yaitu analisa proksimat (kadar air, kandungan abu, zat terbang, dan karbon padat) dan analisa ultimat (karbon, hydrogen, total sulfur, dan oksigen).

Untuk mengevaluasi batubara dengan cara yang sederhana maka dilakukan analisis proksimat [12]. Analisa yang dilakukan menggunakan standar ASTM [13]. Adapun parameter yang dianalisa meliputi nilai kalori, kadar air, kandungan abu, kandungan air tertambat, kandungan zat terbang, dan total sulfur. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa kualitas batubara di daerah penelitian cenderung bervariasi. Hasil analisa laboratorium dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai uji kualitas Batubara

| Parameter              | Nilai          | Satuan  |
|------------------------|----------------|---------|
| Total Moisture (TM)    | 45,26 – 65, 56 | %, ar   |
| Calorific Value (CV)   | 4551 – 5159    | Kcal/kg |
| Inherent Moisture (IM) | 13,80 – 35,21  | %, adb  |
| Total sulphur (TS)     | 0,1 – 1,7      | %, adb  |
| Ash                    | 2,7 – 15,25    | %, adb  |
| Volatile Matter (VM)   | 33,81 – 44,97  | %, adb  |
| Fixed Carbon (FC)      | 28,21 – 35,52  | %, adb  |

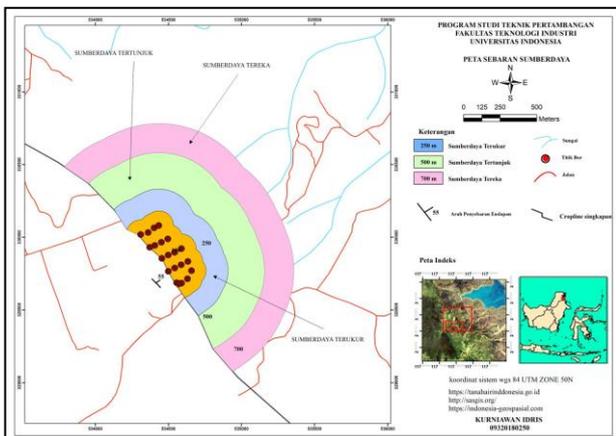
Berdasarkan beberapa parameter tersebut maka kondisi geologi daerah penelitian dapat dikategorikan ke dalam kondisi geologi moderat. Jarak titik pengamatan pada kondisi geologi moderat dapat dilihat pada tabel berikut ini (Tabel 3).

**Tabel 3.** Jarak Titik Pengamatan

| Kondisi geologi | Kriteria                   | Sumberdaya       |                 |         |
|-----------------|----------------------------|------------------|-----------------|---------|
|                 |                            | Tereka           | Tertunjuk       | terukur |
| Sederhana       | Jarak titik pengamatan (m) | 1000 < x ≤ 1.500 | 500 < x ≤ 1.000 | x ≤ 500 |
| Moderat         | Jarak titik pengamatan (m) | 500 < x ≤ 1.000  | 250 < x ≤ 500   | x ≤ 250 |
| kompleks        | Jarak titik pengamatan(m)  | 250 < x ≤ 500    | 100 < x ≤ 250   | x ≤ 100 |

**Sumberdaya Batubara**

Estimasi sumberdaya batubara di daerah penelitian menggunakan Metode Circular memperlihatkan arah penyebaran batubara yaitu N325° NE (Gambar 5).



**Gambar 5.** Sebaran sumberdaya batubara

Dalam pembuatan peta sebaran batubara di daerah penelitian, pengelompokkan sumberdaya batubara dibedakan berdasarkan pewarnaan tertentu. Sumberdaya terukur ditandai dengan warna biru, sumberdaya tertunjuk diwarnai dengan warna hijau, dan sumberdaya tereka diwarnai dengan warna merah (Gambar 5). Jarak titik informasi dari setiap sumberdaya yaitu 250 meter untuk sumberdaya terukur, 500 meter untuk sumberdaya tertunjuk, dan 750 meter untuk sumberdaya tereka.

Rangkuman hasil estimasi dan klasifikasi sumberdaya batubara dari daerah penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini (Tabel 4).

**Tabel 4.** Nilai estimasi sumberdaya batubara

| Klasifikasi | volume (m <sup>3</sup> ) | density (t/m <sup>3</sup> ) | tonase (ton)  |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|---------------|
| Terukur     | 994.891,52               | 1,3                         | 1.293.358,982 |
| Tertunjuk   | 225.5250,28              | 1,3                         | 2.931.825,371 |
| Tereka      | 553.5476,34              | 1,3                         | 7.196.119,244 |

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian-urain sebelumnya maka dapat disimpulkan: terdapat satu *seam* batubara pada daerah penelitian, dengan arah sebaran batubara berarah tenggara-barat laut N 325° NE dan nilai dip sebesar 25°. Jumlah sumberdaya batubara terukur adalah 1.293.358,982 ton, sumberdaya batubara tertunjuk adalah 2.931.825,371 ton, dan sumberdaya batubara tereka adalah 7.196.119,244 ton.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Kementrian ESDM. (2021). *Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara 2021-2025*, Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara, Jakarta.
- [2] Sukandarumidi. (1995). *Batubara dan Gambut*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Standar Nasional Indonesia (SNI) 5015-2011 Pedoman Pelaporan Sumberdaya Dan Cadangan Batubara*: Jakarta.
- [4] Adrian, D., Dewanto, O., Mulyatno, B. S. (2018). Identifikasi dan Estimasi Sumber Daya Batubara Menggunakan Metode Poligon Berdasarkan Intepretasi Data Logging Pada Lapangan” ADA”, Sumatera Selatan. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 4(1), 78-93.
- [5] Ramzi S.B dan Triono. (2020). Estimasi Sumberdaya Batubara PT Dinar Energi Utama Job Site PT Bara Tabang Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur., *Jurnal Geologi Pertambangan*, 26(1), 13-25.
- [6] Balfas D,M. (2018). Estimasi Sumberdaya Batubara Seam 4 PT YUF Kalimantan, Kecamatan Kenohan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, *Jurnal Geologi: Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(1), 5-15.
- [7] Wakila, M. H., Thamsi, A. B., Umar, E. P., Yusuf, F. N., & Bakhri, S. (2022). Kajian Kualitas Endapan Aspal Di Desa Waangu-Angu Dan Desa Lawele, Kabupaten Buton. *Jurnal Pertambangan*, 6(2), 60-64.
- [8] Millayanti, A., Alfadli, M. K., Fidiarini, R. H. (2020) Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Circular Pada Seam



- KS01 dan Seam KS02, PIT Kasetu, Kalimantan Selatan, PT Adaro Indonesia. *Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran*, 4(3), 196–203.
- [9] U.S. Department of the interior and USGS Geological Survey Circular 891-Coal Resource Classification System of the U.S Geological Survey. (1983). US Department Geology Survey (USGS): Denver, CO USA, 72.
- [10] Pathak, K. (2014). *Introduction to Drilling Technology for Surface Mining*.
- [11] Ikhwal, R. F., & Murad, M. (2019). Perhitungan Sumberdaya Batubara dan Permodelan Pit 2 Pada PT. Andhika Yoga Pratama (AYP), Kecamatan Pauh, Kabupaten Sarolangun, Jambi. *Bina Tambang*, 4(1), 297-306.
- [12] Annisa, A., Hakim, R. N., Nawalludin, D., Wakila, M. H., & Heriansyah, A.F. (2020). Penentuan Tingkat Kematangan Batubara dengan Metode Reflektansi Vitritin pada PT Bhumi Rantau Energi Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Geomine*, 7(3), 211.
- [13] ASTM D-338. (1993). *Annual Book Of Standards "Classification Of Coal By Rank"*. MD: USA.