



Estimasi Sumberdaya Batubara dengan Menggunakan Metode Poligon Pada PIT Selatan PT Mandiri Hijau Buana Kalimantan Timur

Firdaus^{1*}, Amin Nur Salam², Reski Sandi³

^{1,2}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Pertambangan dan Kebumihan, Universitas Bosowa, Makassar, Indonesia

Info Artikel

Diajukan: 17/11/2024

Diterima: 03/12/2024

Diterbitkan: 30/01/2025

Keywords:

Coal; Resource Estimation; Polygon Method; Minescape; Seam.

Kata Kunci:

Batubara; Estimasi Sumberdaya; Metode Poligon; Minescape; Seam.



Lisensi: cc-by-sa

ABSTRACT

This study aims to estimate coal resources in the southern pit of PT Mandiri Hijau Buana, Palaran District, East Kalimantan, using the polygon method. This method was selected due to its relative simplicity and ability to provide quick calculations by determining the influence area around each borehole. The research utilized data from 10 boreholes, which were modeled using Minescape software to visualize the geometry of coal seams in 2D. The results show that there is a single coal seam (Seam A) with a thickness ranging from 3.50 to 6.17 meters, dipping at 50° and located at an elevation of 69 meters above sea level. Based on the SNI 5015:2019 classification, the estimated coal resources include 122,211.11 tons of measured resources covering an area of 15.31 Ha, 180,600.65 tons of indicated resources covering 46.11 Ha, and 220,933.63 tons of inferred resources covering 63.47 Ha. These findings indicate that the polygon method is effective for estimating coal resource tonnage in the study area with moderate geological conditions.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan estimasi sumberdaya batubara pada pit selatan PT Mandiri Hijau Buana, Kecamatan Palaran, Kalimantan Timur dengan menggunakan metode poligon. Metode ini dipilih karena relatif sederhana dan mampu memberikan hasil perhitungan dalam waktu yang singkat dengan menentukan area pengaruh di sekitar titik bor. Data penelitian diperoleh dari 10 titik bor yang kemudian dimodelkan menggunakan perangkat lunak Minescape untuk mengetahui geometri seam batubara dalam bentuk 2D. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat satu lapisan batubara pada seam A dengan ketebalan berkisar 3,50–6,17 meter, memiliki kemiringan sebesar 50° pada elevasi 69 mdpl. Estimasi sumberdaya batubara berdasarkan klasifikasi SNI 5015:2019 diperoleh sumberdaya terukur (measured) sebesar 122.211,11 ton dengan luas area 15,31 Ha, sumberdaya tertunjuk (indicated) sebesar 180.600,65 ton dengan luas area 46,11 Ha, dan sumberdaya tereka (inferred) sebesar 220.933,63 ton dengan luas area 63,47 Ha. Hasil ini menunjukkan bahwa metode poligon efektif digunakan untuk menghitung tonase sumberdaya batubara pada daerah penelitian dengan kondisi geologi moderat.

Corresponding Author:

Firdaus

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia Makassar, Indonesia

firdaus@umi.ac.id

PENDAHULUAN

Dalam penambangan batubara, estimasi sumberdaya berperan penting dalam menentukan kuantitas dan kualitas dari suatu endapan. Estimasi yang baik dan akurat sesuai dengan kondisi lapangan dapat menentukan investasi yang akan ditanam oleh investor, cara penambangan yang akan dilakukan, serta memperkirakan waktu yang dibutuhkan perusahaan dalam melakukan usaha penambangan sehingga dapat menekan biaya serta memberikan keuntungan bagi perusahaan dalam proses penambangan selanjutnya (Dzulfikar *et al.*, 2024; Tirtadiwangsa dan Widagdo, 2022; Kopacz *et al.*, 2019). Perhitungan sumber daya batubara yang akurat juga membantu perancang tambang dalam

membuat rencana produksi yang optimal, efisien, dan berkelanjutan (Syaharani dan Idarwati, 2024; Adrian dan Mulyanto, 2018).

Pada penelitian ini dilakukan estimasi sumberdaya batubara menggunakan metode poligon. Perbedaan utama dari penelitian lain terletak pada metode yang digunakan, sebab metode poligon dinilai cukup sederhana dibandingkan metode lainnya, dengan keunggulan dapat melakukan perhitungan lebih singkat melalui penentuan batas-batas area titik bor, menghitung luasan pengaruh, kemudian mengalikannya dengan ketebalan setiap titik bor untuk memperoleh volume sumber daya (Dzulfikar *et al.*, 2024; Kurnia *et al.*, 2015; Inaner *et al.*, 2008). Selanjutnya, volume batubara dikalikan dengan densitas batubara yang diasumsikan 1,3 ton/m³ untuk memperoleh tonase (Syaharani dan Idarwati, 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode poligon dapat diaplikasikan secara efektif dalam estimasi sumber daya batubara karena mampu memberikan hasil estimasi yang cukup akurat dan mudah digunakan di lapangan (Sirait *et al.*, 2024; Tirtadiwangsa dan Widagdo, 2022; Buana *et al.*, 2020). Hal ini juga sejalan dengan hasil riset internasional yang menegaskan bahwa metode poligon memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode aritmetika sederhana, khususnya pada kondisi keterbatasan data eksplorasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui model seam batubara dan jumlah tonase sumberdaya batubara dalam kategori tertunjuk, terukur, dan tereka menggunakan metode poligon pada lokasi penelitian pit selatan PT Mandiri Hijau Buana, Kecamatan Palaran, Kalimantan Timur.

METODE

Metode poligon merupakan salah satu metode perhitungan konvensional yang umum digunakan dalam estimasi sumber daya batubara. Metode ini biasanya diterapkan pada endapan yang relatif homogen dan memiliki geometri sederhana, sehingga hasil perhitungannya cukup representatif (Syaharani dan Idarwati, 2024). Dalam metode ini, area di sekitar titik bor dibagi menjadi daerah pengaruh (area of influence) dengan cara menarik garis di tengah-tengah antara dua titik bor sehingga membentuk batas poligon. Setiap poligon diasumsikan memiliki kadar dan ketebalan yang konstan sesuai dengan nilai yang diperoleh dari titik bor yang berada di dalam area tersebut (Sirait *et al.*, 2024; Tirtadiwangsa dan Widagdo, 2022).

Pada penelitian ini, metode analisis data yang digunakan adalah analisis kuantitatif deskriptif, yaitu menganalisis data numerik dengan cara mendeskripsikan hasil perhitungan yang telah diperoleh untuk kemudian ditarik kesimpulan (Dzulfikar *et al.*, 2024; Inaner *et al.*, 2008). Penelitian dilakukan secara desk study menggunakan data sekunder hasil pengamatan sebelumnya dari PT Mandiri Hijau Buana, yang terdiri dari 10 titik bor. Data tersebut kemudian digunakan untuk pemodelan seam batubara dengan bantuan perangkat lunak Minescape guna menghasilkan persebaran batubara dalam bentuk 2D.

Estimasi sumber daya batubara dalam penelitian ini dihitung menggunakan metode poligon dengan memanfaatkan data ketebalan seam, luasan area pengaruh, serta nilai berat jenis batubara yang diasumsikan konstan. Persamaan dasar perhitungan sumber daya batubara dapat dinyatakan sebagai:

$$\text{Tonase batubara (coal)} = A \times B \times C$$

Keterangan :

A = ketebalan rata-rata batubara (m)

B = Massa jenis batubara (ton/m³)

C = Luas daerah terhitung (m²)

Klasifikasi sumberdaya batubara didasarkan pada tingkat keyakinan geologi dan kajian kelayakan. Pengelompokan tersebut mengandung dua aspek, yaitu aspek geologi dan aspek ekonomi. Berdasarkan tingkat keyakinan geologi, sumberdaya terukur harus mempunyai tingkat keyakinan yang lebih besar dibandingkan dengan sumberdaya tertunjuk, begitu pula sumberdaya tertunjuk harus

mempunyai tingkat keyakinan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumberdaya tereka. Sumberdaya terukur dan tertunjuk dapat ditingkatkan menjadi cadangan terkira dan terbukti apabila telah memenuhi kriteria layak. Tingkat keyakinan geologi tersebut secara kuantitatif dicerminkan oleh jarak titik informasi (singkapan, lubang bor), untuk persyaratan jarak titik informasi untuk setiap kondisi geologi dan kelas sumberdayanya dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 1. Jarak Titik Informasi Menurut Kondisi Geologi

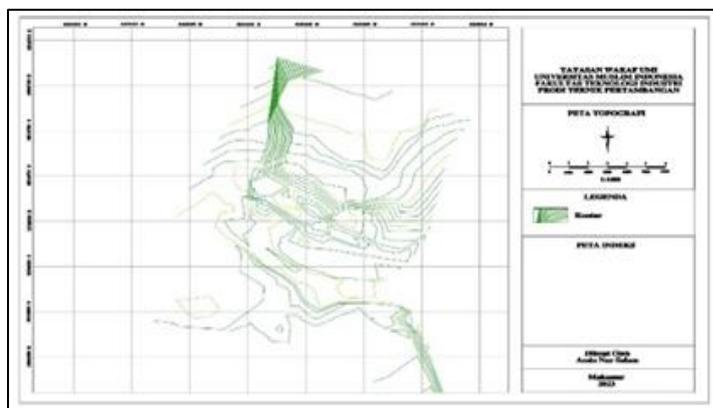
| Kondisi Geologi | Kriteria | Sumberdaya | | |
|-----------------|---------------------------|----------------------|---------------------|--------------|
| | | Tereka | Terunjuk | Terbukti |
| Sederhana | Jarak Titik Informasi (m) | $1000 < x \leq 1500$ | $500 < x \leq 1000$ | $X \leq 500$ |
| Moderat | Jarak Titik Informasi (m) | $500 < x \leq 1000$ | $250 < x \leq 500$ | $X \leq 250$ |
| Kompleks | Jarak Titik Informasi (m) | $200 < x \leq 400$ | $100 < x \leq 200$ | $X \leq 100$ |

Ketebalan minimal lapisan batubara yang dapat ditambang dan ketebalan maksimal lapisan pengotor atau *dirt parting* yang tidak dapat dipisahkan pada saat ditambang, yang menyebabkan kualitas batubaranya menurun karena kandungan abunya meningkat merupakan beberapa unsur yang terkait dengan aspek ekonomi dan perlu diperhatikan dalam menggolongkan sumberdaya batubara. Batubara jenis batubara energi rendah menunjukkan kandungan panas yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan batubara jenis batubara energi tinggi. Karena pada hakikatnya kandungan panas merupakan parameter 20 utama kualitas batubara, persyaratan batas minimal ketebalan batubara yang dapat ditambang dan batas maksimal lapisan pengotor yang tidak dapat dipisahkan pada saat ditambang untuk batubara jenis batubara energi rendah dan batubara jenis batubara energi tinggi akan menunjukkan angka yang berbeda. Persyaratan tersebut diperlihatkan pada Tabel di atas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemetaan Topografi

Pemetaan topografi merupakan hasil pemetaan berdasarkan data topografi untuk membuat peta topografi dalam bentuk 2D yang dicirikan dengan garis kontur. Peta topografi digunakan untuk mengetahui atau melihat variasi topografi terutama daerah ketinggian ataupun daerah lembah. Selain itu, peta topografi juga digunakan sebagai Batasan atas (*surface*) untuk menghitung volume *overburden* dan *stripping ratio*. Pengolahan datatopografi diawali dengan memasukkan data topografi ke *software minescape* hingga menghasilkan peta topografi. Hasil pemetaan topografi dapat dilihat pada gambar dibawah.

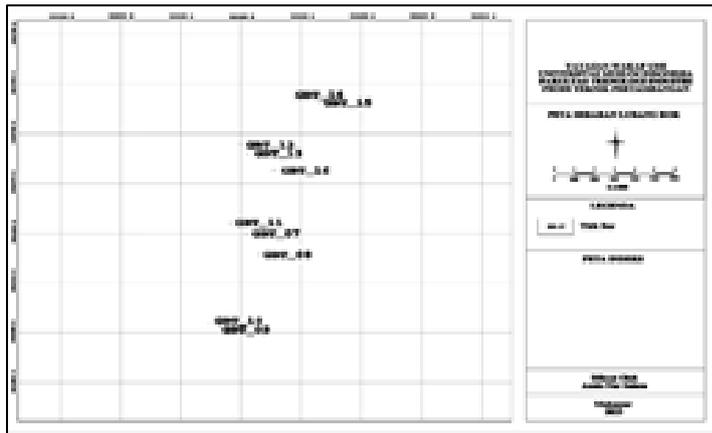


Gambar 1. Peta Topografi yang digunakan untuk melihat variasi topografi.

Pemodelan *seam* batubara

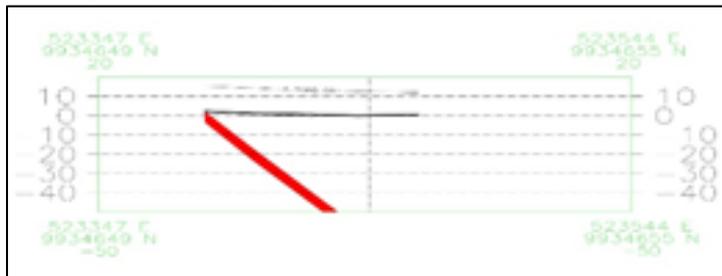
Data penelitian yang dibutuhkan untuk proses pemodelan lapisan batubara adalah data rekapitulasi lubang bor berupa nama lubang bor, elevasi lubang bor, koordinat lubang bor, kedalaman lubang bor, nama lapisan batubara, dan kedalaman lapisan batubara. Pemodelan geologi bertujuan untuk mendapatkan data penaksiran cadangan batubara sehingga dapat memenuhi kebutuhan penambangan. Pemodelan geologi ini juga bertujuan untuk mengetahui pola sebaran lapisan batubara

yang meliputi geometri umum, letak lapisan, kedalaman, kemiringan lereng dan sebaran lapisan penutup. Proses pemodelan geologi ini berasal dari data lubang bor yang dimasukkan ke dalam *software* perencanaan tambang. Sebanyak 10 lubang bor telah dibor di daerah penelitian, mulai dari kedalaman 20 meter hingga 45 meter.



Gambar 2. Peta sebaran lubang bor.

Peta sebaran lubang bor menjadi acuan dalam pembuatan peta kontur struktur batubara, baik berupa kontur atap (*roof*) batubara maupun kontur lantai (*floor*) batubara. Hasil *overlay* antara topografi dan kontur struktur batubara dapat disajikan dalam bentuk peta (*plan*) maupun penampang (*section*) yang memperlihatkan nilai variasi ketebalan *overburden* dari suatu blok penambangan untuk mengetahui nilai dari nisbah kupas (*stripping ratio*). Dalam membuat *section* dari model 2D, maka dibuat garis penampang pada sebaran titik bor. Hasil *section* 2D dapat dilihat pada gambar di bawah.

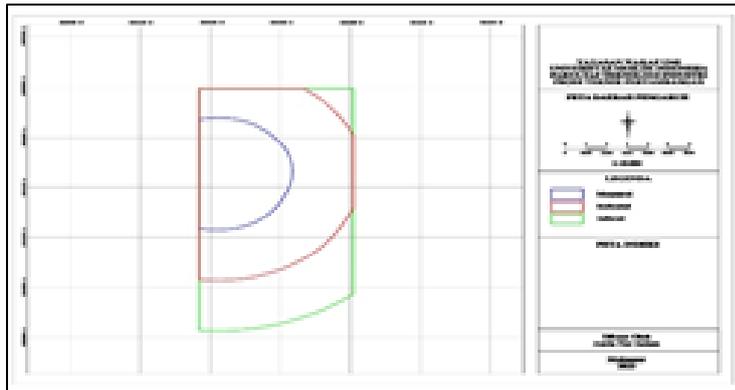


Gambar 3. *Section* 2D model *seam* batubara.

Gambar di atas menunjukkan *section* 2D untuk pemodelan *seam* batubara. Penampang tersebut digunakan untuk melihat model *seam* batubara berdasarkan sebaran lubang bor serta mengetahui kedalaman dan ketebalan dari lapisan batubara. Pada penampang tersebut diketahui lapisan batubara Pit selatan PT Mandiri Hijau Buana ini hanya memiliki satu *seam* A dengan ketebalan *seam* A 3,50 meret sampai dengan 6,17 meter.

Perhitungan Sumberdaya batubara

Dari hasil pemodelan *seam* batubara dapat ditentukan estimasi sumberdaya menggunakan *software minescape*. Perhitungan sumberdaya pada daerah penelitian menggunakan metode poligon. Perhitungan sumberdaya dengan menggunakan metode poligon yaitu metode dengan menggunakan nilai titik data sebagai pusat data untuk mewakili daerah pengaruh. Jarak daerah pengaruh sesuai dengan klasifikasi SNI 5015: 2019. Daerah penelitian tidak terdapat struktur geologi. Daerah pengaruh untuk perhitungan sumberdaya dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. Peta daerah pengaruh sumberdaya batubara.

Berikut merupakan luasan daerah pengaruh yang digunakan:

- Sumberdaya terukur (*measured*) : radius 250 meter
- Sumberdaya tertunjuk (*indicated*) : radius 500 meter
- Sumberdaya tereka (*inferred*) : radius 750 meter

Tabel 2. Sumberdaya batubara daerah terukur

| Seam | Measured | Indicated | Inferred |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| A | 192,89 | 16018,84 | 30057,28 |
| A | 101,79 | 112125,86 | 115944,36 |
| A | 19,94 | 29558,30 | 36781,03 |
| A | 231,51 | 21466,68 | 34674,99 |
| A | 17,26 | 1401,45 | 3475,18 |
| A | 34,65 | 29,50 | 0,77 |
| Total sumberdaya | 122,211 ton | 180,600 ton | 220,933 ton |

Tabel diatas merupakan hasil perhitungan sumberdaya menggunakan program pengolahan data dan perencanaan tambang. Berdasarkan luasan daerah pengaruh menurut klasifikasi SNI 5015: 2019 diperoleh sumberdaya terukur (*measured*) 122.211 ton, sumberdaya tertunjuk (*indicated*) 180.600 ton, dan tereka (*inferred*) 220.933 ton dengan luas area 63,47 ha.

Pembahasan

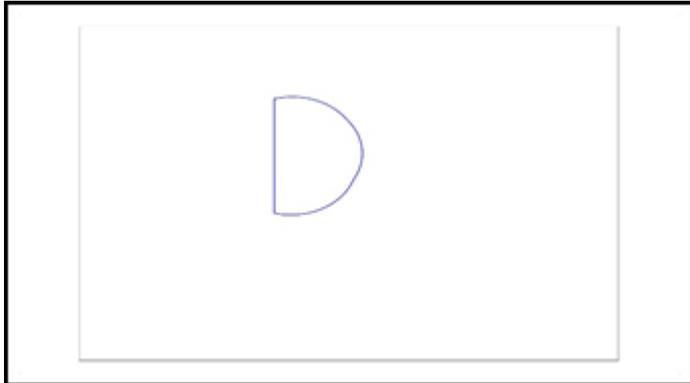
Dalam mengetahui modelan seam batubara ini data penelitian yang dibutuhkan adalah data lubang bor yang berupa nama lubang bor, elevasi lubang bor, kordinat lubang bor, kedalaman lubang bor, nama lapisan batubara, dan kedalaman lapisan batubara. Dalam model seam batuabara ini bertujuan untuk mendapatkan data penaksiran sumberdaya batubara sehingga dapat memenuhi kebutuhan penambangan. Pemodelan geologi ini berasal dari data bor yang dimasukkan ke dalam software minescape yang sebanyak 10 lubang bor yang telah di bor pada daerah penelitian, mulai dari kedalaman 9,64 meter sampai dengan 42,35 meter. Dari hasil yang diperoleh dari pemboran ini diperoleh data litologi dan survei yang dimana data ini di olah menggunakan software minescpae untuk menampilkan sebaran lubang bor untuk menjadi acuan dalam pembuatan kontur struktur batubara. Dalam seaction 2D ini menunjukkan penampang pada seam batubara ini hanya memiliki satu seam saja yang dimana berdasarkan sebaran lubang bor, kedalaman dan ketebalan lapisan batubara. Pada penampang tersebut diketahui lapisan batubara pada pit selatan PT. Mandiri Hijau Buana memiliki lapisan batubara seam A dengan ketabalan mulai dari 3,50 meter sampai dengan 6,17 meter dengan dip batubaranya 50° derajat dan berada pada rata-rata elevasi 69 mdpl.

Dari hasil pemodelan seam batubara maka dapat ditentukan estimasi sumberdaya menggunakan software minescape. Dimana pada area penelitian ini untuk menghitung sumberdaya menggunakan metode poligon pada software minescpae berdasarkan daerah pengaruh yang dimana jarak daerah pengaruh sesuai dengan klasifikasi SNI 5015: 2019.

Pada parameter aspek tektonik dalam penentuan tingkat kompleksitas geologi daerah penelitian antara lain sesar, lipatan, intrusi, dan kemiringan berdasarkan data yang ada, pada daerah daerah

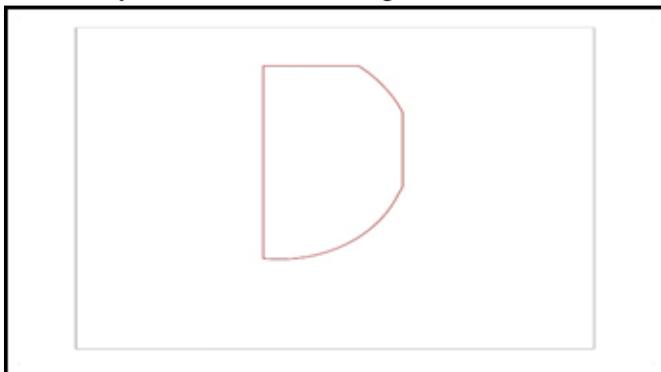
penelitian terdapat sesar atau patahan, dan juga terdapat lipatan dan intrusi yang ada, terlihat dari kemiringan yang di dapatkan yaitu 50° (lima puluh derajat). Variasi kualitas menunjukkan tingkat keragaman kualitas batubara pada suatu daerah. Secara regional, batubara di daerah kalimantan timur memiliki kualitas yang bervariasi. Batubara yang sering di dapatkan atau di jumpai adalah jenis batubara lignit sampai sub-bituminus, tetapi di beberapa tempat batubara jenis bituminus juga dapat di jumpai.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka didapatkan atau disimpulkan bahwa tingkat kompleksitas geologi pada daerah penelitian termasuk kedalam geologi moderat. Sehingga penentuan jarak titik informasi yang dilakukan yaitu 250 meter untuk sumberdaya terukur, 500 meter untuk sumberdaya tertunjuk dan 750 meter untuk sumberdaya tereka.



Gambar 5. Daerah pengaruh sumberdaya terukur (*measured*).

Dimana pada daerah sumberdaya terukur (*measured*) pada radius 250 meter terdapat total sumberdaya 122.211,11 ton dengan luas area 15.31 Ha.



Gambar 6. Daerah pengaruh sumberdaya tertunjuk (*indicated*).

Pada daerah sumberdaya tertunjuk (*indicated*) pada radius 500 meter terdapat total sumberdaya 180.600,65 ton dengan luas area 46.11 Ha. Pada daerah sumberdaya tereka (*inferred*) pada radius 750 meter terdapat total sumberdaya 220.933,63 ton dengan luas area 63.47 Ha.



Gambar 7. Daerah pengaruh sumberdaya tereka (*inferred*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis data penelitian, dapat disimpulkan bahwa pada bentuk *section* 2D hanya terdapat satu lapisan batubara pada seam A dengan ketebalan berkisar antara 3,50 meter hingga 6,17 meter, memiliki kemiringan (dip) sebesar 50°, dan berada pada elevasi 69 mdpl. Pada daerah pengaruh sumberdaya terukur (*measured*) dengan radius 250 meter diperoleh total sumberdaya sebesar 122.211,11 ton dengan luas area 15,31 Ha. Sementara itu, pada daerah pengaruh sumberdaya tertunjuk (*indicated*) dengan radius 500 meter ditemukan total sumberdaya sebesar 180.600,65 ton dengan luas area 46,11 Ha. Adapun pada daerah pengaruh sumberdaya tereka (*inferred*) dengan radius 750 meter diperoleh total sumberdaya sebesar 220.933,63 ton dengan luas area 63,47 Ha.

REFERENSI

- Adrian, D., & Mulyatno, B. S. (2018). Identifikasi Dan Estimasi Sumber Daya Batubara Menggunakan Metode Poligon Berdasarkan Interpretasi Data Logging Pada Lapangan Ada, Sumatera Selatan. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 4(1), 73-87.
- Buana, S., Nurhakim, N., & Hakim, R. N. (2020). Perhitungan Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Polygon Dan Metode Isoline Pada Wilayah Iup Pt Usaha Baratama Jesindo. *Jurnal Himasapta*, 5(1).
- Dzulfikar, T., Nahumury, B., Indrajati, R., & Tandy, L. M. (2024). Estimasi Sumber Daya Batubara Menggunakan Metode Poligon Pada PT. Jhonlin Baratama Kecamatan Sebanban, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknologi Mineral FT Unmul*, 12(1), 27-34.
- Inaner, H. Ü. L. Y. A., Nakoman, E., & Karayigit, A. I. (2008). Coal resource estimation in the Bayir field, Yatagan-Mugla, SW Turkey. *Energy Sources, Part A*, 30(11), 1005-1015.
- Kurnia, M. A., Saismana, U., Riswan, E. S., & Yunizar, G. (2015). Evaluasi penambangan di pit 3 berdasarkan pengukuran survey kemajuan tambang terhadap ritase alat angkut (truck account) pada pt tanjung alam jaya kecamatan pengaron, kabupaten banjar, kalimantan selatan. *Jurnal GEOSAPTA Vol, 1*(1), 5.
- Kopacz, M., Kulpa, J., Galica, D., Dyczko, A., & Jarosz, J. (2019). Economic valuation of coal deposits—The value of geological information in the resource recognition process. *Resources Policy*, 63, 101450.
- Sirait, J., Tanggara, D. N., Putrawiyanta, I. P., Noveriady, N., & Ganang, N. M. A. (2024). Estimasi Sumber Daya Batubara PT Lautan Hutan Lestari Blok D Site Lemo Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(6), 6007-6021.
- Syahrani, P. R., & Idarwati, I. (2024). Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Poligon dan Metode Circular USGS pada daerah Pit 3 Timur, Banko Tengah, PT. Bukit Asam Tbk. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(1), 77-84.
- Tirtadiwangsa, F., & Widagdo, A. (2022). Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Poligon Pada Seam D Daerah Lahat, Sumatera Selatan: Coal Resources Estimation Using the Polygon Method on Seam D Lahat Area, South Sumatera. *Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral*, 3(1), 11-17.