

Pemodelan Endapan dan Estimasi Sumberdaya Batubara dengan *Block Model* di PT Batubara Jambi Lestari Kecamatan Mestong Kabupaten Muaro Jambi

Yulian Aliffano, Yudi Arista Yulanda , Muhammad El Hakim 

Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Jambi, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: January 07, 2025

Accepted: July 30, 2025

Published: September 15, 2025

Keywords:

estimasi
sumberdaya
batubara
block model
NNP

Corresponding author:

Yudi Arista Yulanda

Email: yudiarista@unja.ac.id

Read online:



Scan this QR code
with your smart
phone or mobile
device to read online.

Copyright © 2025 Authors



This work is
licensed under
a Creative Commons

Attribution-ShareAlike 4.0 International
License.

ABSTRAK

Provinsi Jambi memiliki potensi energi dan sumber daya mineral, khususnya batubara, yang sebagian telah diusahakan dan sebagian lainnya masih dalam tahap eksplorasi. PT Batubara Jambi Lestari berencana mengembangkan tambang terbuka (*surface mining*) di wilayah IUP-OP blok utara, sehingga diperlukan pemodelan endapan dan estimasi sumber daya batubara sebagai dasar perencanaan. Selama ini pemodelan batubara umumnya menggunakan *stratmodel* dalam interpretasi geologi, sementara penerapan *block model* untuk endapan batubara masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengisi gap tersebut dengan mengkaji penerapan *block model* pada pemodelan batubara. Estimasi sumber daya dilakukan menggunakan metode *Nearest Neighbour Point* (NNP), yang dipilih karena sesuai dengan karakter endapan batubara yang relatif homogen, relatif cepat serta tidak menimbulkan bias signifikan terhadap variasi lokal. Lokasi penelitian difokuskan pada blok utara Formasi Muara Enim sebagai formasi pembawa batubara, dengan pemodelan dilakukan melalui korelasi antar lubang bor. Hasil pemodelan menunjukkan bentuk endapan menyerupai *horse back*, ditandai lapisan batubara dan sedimen yang melengkung ke atas akibat gaya kompresi, dengan kemiringan rata-rata (*dip*) 12°. Penerapan *block model* membutuhkan penyesuaian manual melalui pendekatan *trial and error* agar konsisten dengan basis data geologi, namun mampu menggambarkan kondisi geologi secara representatif. Hasil estimasi menunjukkan sumber daya batubara terukur sebesar 2.013.750 ton, yang dapat menjadi acuan penting dalam perencanaan penambangan di PT Batubara Jambi Lestari.

ABSTRACT

Jambi Province holds significant potential in energy and mineral resources, particularly coal, part of which has been exploited while others are still under exploration. PT Batubara Jambi Lestari plans to develop an open-pit mine in the northern block of its IUP-OP area, necessitating deposit modelling and coal resource estimation as the basis for mine planning. Thus far, coal modelling has generally relied on stratigraphic models for geological interpretation, whereas the application of block models to coal deposits remains limited. This study seeks to address this gap by examining the use of block models in coal deposit modelling. Resource estimation was conducted using the Nearest Neighbour Point (NNP) method, selected due to its suitability for relatively homogeneous coal deposits, computational efficiency, and minimal bias against local variability. The research focused on the northern block of the Muara Enim Formation, the main coal-bearing formation, with modelling carried out through correlation between drill holes. The resulting model illustrates a deposit shaped like a horse back, characterized by coal seams and sediments arching upward due to compressional forces, with an average dip of 12°. The application of the block model required manual adjustments through a trial-and-error approach to ensure consistency with the geological database, but it successfully represented the geological conditions. The estimation results indicate a measured coal resource of 2,013,750 tons, which provides an important reference for mine planning at PT Batubara Jambi Lestari.

How to cite: Aliffano, Y., dan Yulanda, Y. A. (2025). Pemodelan Endapan dan Estimasi Sumberdaya Batubara dengan Block Model di PT Batubara Jambi Lestari Kecamatan Mestong Kabupaten Muaro Jambi. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan*, 7(2), pp. 67-74. <https://doi.org/10.56099/ophi.v7i2.p67-74>

1 Pendahuluan

Provinsi Jambi memiliki potensi besar di bidang energi dan sumberdaya mineral. Sebagian potensi tersebut telah dimanfaatkan melalui kegiatan penambangan, sementara sebagian lainnya masih berada dalam tahap eksplorasi. Sebagian besar usaha pertambangan di provinsi ini bergerak di sektor pertambangan batubara (Dinas ESDM Jambi, 2020). Jumlah produksi batubara Jambi sejak Januari hingga November 2022 hanya mencapai 17,3 juta ton, jauh di bawah kuota yang diberikan Kementerian ESDM sebesar 42 juta ton untuk tahun 2022 (Jambiexpress, 2023). Kementerian ESDM mencatat bahwa Provinsi Jambi memiliki cadangan batubara sebesar 1,9 miliar ton, yang masih berpotensi bertambah jika ditemukan cadangan baru. Kabupaten penghasil batubara terbesar di Jambi adalah Sarolangun, diikuti oleh Bungo, Tebo, Batang Hari, Muaro Jambi, dan Tanjung Jabung Barat (CNN Indonesia, 2022).

Batubara merupakan bahan galian yang tidak dapat diperbaharui, artinya sumber daya batubara yang diambil dari alam membutuhkan jutaan tahun untuk terbentuk kembali. Oleh karena itu, jika penambangan dilakukan secara terus-menerus, sumber daya ini akan habis. Hal ini menuntut dilakukannya eksplorasi secara berkelanjutan untuk menemukan lokasi-lokasi baru yang potensial.

PT Batubara Jambi Lestari merupakan salah satu perusahaan batubara di Provinsi Jambi yang berencana melakukan penambangan terbuka (*surface mining*) di wilayah IUP-OP pada bagian blok utara yang memiliki indikasi prospek. Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri terhadap batubara, permintaan pasar pun terus bertambah. Untuk itu, diperlukan pemodelan endapan batubara dan estimasi sumber daya yang akurat agar kegiatan penambangan dapat berjalan secara efisien.

Dalam praktiknya, pemodelan endapan batubara sering dilakukan menggunakan *stratmodel* yang menampilkan susunan lapisan batubara berdasarkan penampang geologi (Kawalo dkk., 2019). Metode ini efektif untuk menggambarkan hubungan antar lapisan secara stratigrafi, namun kurang fleksibel dalam perhitungan volumetrik yang kompleks. Sebaliknya, *block model* membagi tubuh batubara ke dalam unit blok tiga dimensi yang teratur, sehingga memungkinkan integrasi data geologi, kualitas, dan perhitungan tonase secara lebih presisi (Burhanudin dkk., 2023). Keunggulan *block model* terletak pada kemampuannya mengakomodasi variasi data spasial secara detail serta penerapannya yang lebih serbaguna pada sistem penambangan berbasis perangkat lunak tambang.

Metode *Nearest Neighbour Point* (NNP) merupakan salah satu teknik estimasi dalam *block*

model yang mengasumsikan bahwa nilai suatu blok dapat diwakili oleh data titik terdekat (Pakudewa dkk., 2020). Pada kasus batubara yang cenderung memiliki sebaran kualitas relatif homogen dalam satu lapisan, metode ini menjadi efektif karena menghasilkan estimasi yang cepat dengan tingkat bias yang rendah terhadap variasi lokal (Yulanda dkk., 2022). Walaupun metode interpolasi seperti *kriging* sering digunakan untuk komoditas mineral logam, penerapan NNP pada batubara memberikan alternatif yang sederhana namun andal, terutama dalam tahap awal evaluasi sumber daya.

Lokasi penelitian berada di wilayah IUP-OP PT Batubara Jambi Lestari, tepatnya di bagian blok utara. Secara administratif, daerah ini termasuk dalam Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Kondisi topografi wilayah penelitian umumnya berupa lahan bergelombang rendah hingga datar, dengan aksesibilitas yang memadai melalui jalan tambang yang terhubung ke jalur transportasi utama. Secara geologi, daerah ini tersusun oleh formasi batuan sedimen berumur Miosen yang menjadi batuan induk utama lapisan batubara di Jambi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan endapan batubara dan menghitung estimasi tonase sumber daya menggunakan metode *Nearest Neighbour Point* berbasis *block model*, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih detail dan akurat bagi perencanaan tambang PT Batubara Jambi Lestari.

2 Geologi Regional

Pulunggono (1992) menyebutkan bahwa daerah Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan busur belakang berumur Tersier yang terbentuk sebagai akibat adanya interaksi antara Paparan Sunda (sebagai bagian dari lempeng kontinen Asia) dan lempeng Samudera India. Daerah cekungan ini pada sebelah barat daya dibatasi oleh singkapan Pra-Tersier Bukit Barisan, di sebelah timur oleh Paparan Sunda (*Sunda Shield*), sebelah barat dibatasi oleh Pegunungan Tigapuluh dan ke arah tenggara dibatasi oleh Tinggian Lampung.

Secara regional Cekungan Sumatera Selatan dibagi menjadi empat sub-cekungan yaitu Sub-cekungan Jambi, Palembang Tengah, Palembang Utara, dan Palembang Selatan. Sub-Cekungan Jambi merupakan bagian dari Cekungan Sumatra Selatan yang terletak di bagian utara dari Cekungan Sumatra Selatan, dibatasi pada bagian utara oleh Pegunungan Dua Belas dan Tinggian Bangko, di bagian selatan dan timur dibatasi oleh Tinggian Ketaling, dan di bagian barat dibatasi oleh Bukit Barisan.

Lokasi penelitian berada di wilayah IUP-OP PT Batubara Jambi Lestari, tepatnya di bagian blok utara. Secara geologi regional, wilayah ini berada pada

Cekungan Sumatera Selatan bagian utara yang memanjang dari Provinsi Sumatera Selatan hingga Jambi. Cekungan ini merupakan cekungan busur belakang (*back-arc basin*) yang terbentuk pada kala Tersier akibat interaksi tektonik antara Lempeng Indo-Australia dan Eurasia (Ramadhana dkk., 2022).

Lapisan pembawa batubara di daerah ini umumnya berasal dari Formasi Muara Enim berumur Miosen Akhir–Pliosen. Formasi ini terdiri dari perselingan batupasir, batulempung, batulanau, dan lapisan batubara dengan ketebalan bervariasi (Rizal, 2021). Sedimentasi Formasi Muara Enim terjadi pada lingkungan *delta plain* hingga *lower delta plain* yang dipengaruhi oleh sistem fluvial dan rawa (*peat swamp*). Kondisi sedimentasi tersebut memungkinkan terakumulasinya bahan organik dalam jumlah besar di lingkungan rawa yang tergenang, sehingga terbentuk lapisan gambut tebal yang kemudian mengalami proses penggabutan (*peatification*) dan pematangan batubara (*coalification*) seiring waktu.

Proses sedimentasi yang relatif tenang pada lingkungan rawa delta juga berimplikasi pada sifat lapisan batubara yang cenderung kontinu dan memiliki variasi kualitas yang rendah dalam satu lapisan (*seam*). Faktor ini menjadi salah satu alasan metode estimasi seperti *Nearest Neighbour Point* relevan untuk digunakan pada pemodelan *block model* di daerah ini, karena distribusi kualitas batubara cenderung homogen secara lateral.

3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder yang dibutuhkan dalam proses analisis data. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan berupa singkapan batubara. Data sekunder, yaitu berupa data referensi yang terdapat pada perusahaan seperti tinjauan umum perusahaan, tinjauan pustaka, mencakup data topografi, data pengeboran berjumlah 83 titik dengan spasi rata-rata <250m, data IUP, dan data litologi.

Metode estimasi yang digunakan dalam penelitian ini yakni *Nearest Neighbour Point* atau NNP. Metode ini tergolong sederhana, untuk endapan yang secara umum homogen hanya diperlukan luas dan ketebalan lapisan maka didapatkanlah estimasi tonase sumberdaya yang cukup representatif apabila tidak terdapat struktur geologi yang kompleks di daerah yang di estimasi (Kurnianto dkk., 2019).

Adapun pengolahan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yakni pemodelan endapan batubara dan estimasi tonase sumberdaya batubara. Langkah-langkah dalam proses penentuan estimasi sumberdaya batubara dengan menggunakan *block model* diawali dengan analisis topografi daerah

penelitian. Analisis ini bertujuan untuk mengkaji dan memahami bentuk permukaan wilayah yang akan diestimasi, sehingga data topografi dapat dijadikan dasar awal dalam mempertimbangkan aspek teknis penambangan yang akan dilakukan.

Tahap berikutnya adalah pemodelan endapan batubara yang memanfaatkan berbagai jenis data, seperti data geologi, data survei, data topografi, dan data *collar*. Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk mengetahui pola penyebaran lapisan batubara, meliputi geometri umum, letak atau posisi lapisan, kedalaman, kemiringan, serta distribusi tanah penutup (*overburden*). Data pemboran yang digunakan terbagi menjadi dua, yaitu data pemboran survei dan data pemboran geologi. Data pemboran geologi meliputi informasi nama titik bor, batas kedalaman lapisan atas (*roof*), batas kedalaman lapisan bawah (*floor*), dan kode litologi. Dari data bor tersebut dilakukan korelasi antar titik bor untuk menghasilkan model endapan tiga dimensi yang dapat divisualisasikan dalam bentuk kontur struktur batubara, sehingga letak dan bentuk sebaran batubara dapat diketahui secara detail (Sari dkk., 2017).

Setelah model struktur terbentuk, dilakukan pembuatan garis sayatan (*cross section*) pada peta topografi daerah penelitian dengan jarak antar sayatan sekitar 100 meter untuk memperoleh gambaran penampang lapisan batubara. Tahap akhir adalah estimasi sumberdaya batubara yang memanfaatkan data topografi dan data litologi dari pengeboran bawah permukaan. Seluruh pengolahan data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak tambang, dan hasil akhirnya berupa estimasi tonase sumberdaya batubara berdasarkan pendekatan *block model*.

4 Hasil dan Pembahasan

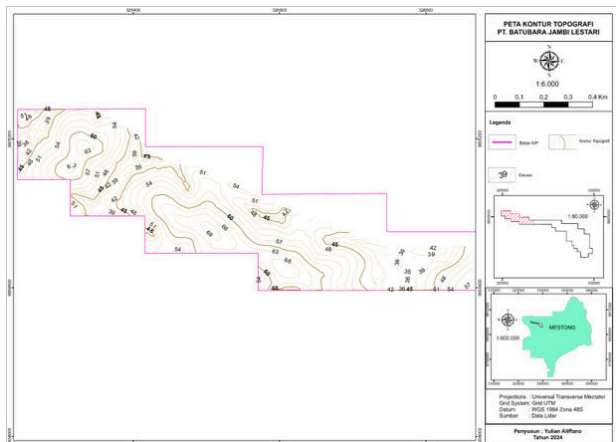
4.1 Analisis Topografi

Topografi menjadi salah satu parameter penting dalam menentukan metode penambangan secara terbuka dimana metode penambangan yang diterapkan pada daerah dengan topografi perbukitan akan berbeda dengan metode yang diterapkan untuk daerah dengan kondisi topografi yang relatif datar.

Topografi daerah penelitian bersumber dari data lidar dengan tingkat presisi yang tinggi dengan jumlah 10.284 titik. Dari data lidar ini dibuat kontur topografi yang berada didalam wilayah IUP seperti pada Gambar 1.

Untuk estimasi perhitungan sumberdaya dan cadangan batubara dilakukan pembatasan daerah pengaruh estimasi berdasarkan batas IUP. Keadaan lokasi saat penelitian dilakukan masih berupa vegetasi hutan alami dengan sebagian perkebunan sawit milik warga setempat dengan tidak ditemukannya aliran

sungai besar. Hanya terdapat beberapa daerah landai yang tergenang air pada musim penghujan yang umumnya memiliki topografi yang bergelombang ini dibuktikan pada peta kontur daerah penelitian.



Gambar 1 Peta kontur topografi PT. Batubara Jambi Lestari

4.2 Pemodelan Endapan Batubara

Dalam membuat pemodelan endapan batubara perlu dilakukan pengamatan secara umum dari peta geologi lokal daerah penelitian. Dimana pada daerah penelitian yang dilakukan pengamatan terdapat formasi-formasi batuan pembawa endapan batubara.

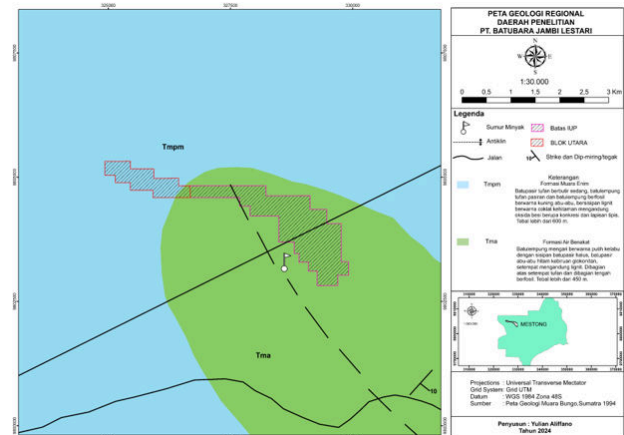
Formasi Pembawa Endapan Batubara

Pada area IUP-OP PT Batubara Jambi Lestari berada di antara dua formasi batuan pembawa endapan batubara yaitu Formasi Air Benakat dan Formasi Muara Enim, berdasarkan pengamatan dari peta geologi lokal daerah penelitian dengan sumber data yakni peta geologi Lembar Muara Bungo. Penelitian ini berfokus pada daerah blok utara IUP-OP PT Batubara Jambi Lestari yang mana pada lokasi tersebut hanya ada Formasi Muara Enim sebagai formasi pembawa endapan batubara. Formasi ini merupakan formasi yang menyimpan endapan batubara dalam jumlah besar sehingga dikenal sebagai formasi pembawa batubara yang tersusun atas lapisan sedimen dengan tebal 150 m hingga 750 m yang meliputi batulempung, lempung pasir, pasir dan lapisan tebal batubara. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 2** agar lebih jelas mengenai cakupan Formasi Muara Enim di lokasi blok utara IUP-OP PT Batubara Jambi Lestari.

Bentuk Endapan Batubara

Berdasarkan hasil analisis data geologi dan topografi, kondisi elevasi titik bor pada daerah penelitian telah memenuhi ketentuan validasi sesuai [SNI 2019](#). Hasil pengecekan menunjukkan bahwa selisih rata-rata elevasi antara data *collar* dan topografi hanya sebesar -0,12 meter, dengan deviasi maksimum

1,696 meter. Nilai ini berada dalam batas toleransi, sehingga data dianggap layak digunakan untuk pemodelan geologi.



Gambar 2 Peta geologi lokal PT Batubara Jambi Lestari

Validasi juga dilakukan pada data litologi, khususnya untuk mengidentifikasi keberadaan *parting*(PT) dan *interburden*(IB) pada *seam* batubara. Dari 13 titik awal (**Tabel 1**) yang menunjukkan adanya lapisan tipis ini, setelah penyesuaian dan klasifikasi ulang sesuai kriteria, jumlahnya berkurang menjadi 3 titik (**Tabel 2**). Pengurangan ini mempertimbangkan batas ketebalan minimal yang relevan secara teknis dalam proses penambangan, khususnya untuk batubara jenis *brown coal*.

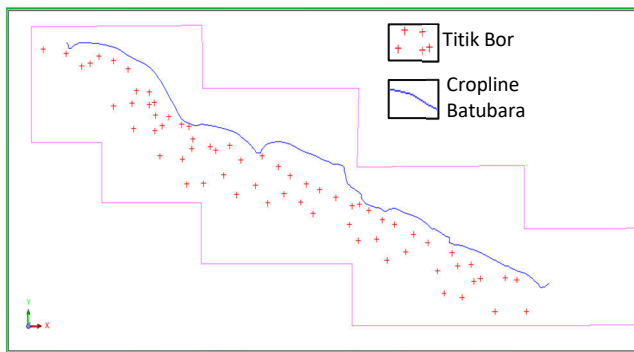
Berdasarkan validasi yang telah dilakukan maka data-data tersebut dapat digunakan untuk pemodelan endapan batubara yang diproses pada model geologi. Dari model geologi ini diperoleh peta sebaran titik bor yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Tabel 1 Data litologi sebelum validasi

No	Hole Id	Litho	Top	Base	Ketebalan
1	TP_150	PT	10,55	10,58	0,03
2	TP_150	IB	12,48	13,18	0,7
3	TP_244	IB	20,46	20,81	0,35
4	TP_270	PT	25,02	25,06	0,04
5	TP_275	PT	4,41	4,43	0,02
6	TP_276	PT	10,26	10,28	0,02
7	TP_276	PT	11,63	11,65	0,02
8	TP_276	PT	12,38	12,41	0,03
9	TP_277	PT	14,44	14,47	0,03
10	TP_432	PT	6,93	7,01	0,08
11	TP_433	PT	32,95	33	0,05
12	TP_437	PT	21,78	21,84	0,06
13	TP_438	PT	31,22	31,39	0,17

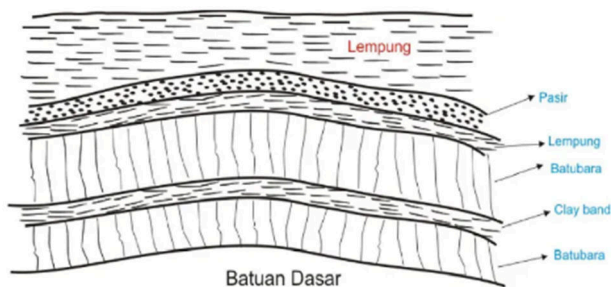
Tabel 2 Data Litologi setelah Validasi

No	Hole Id	Litho	Top	Base	Ketebalan
1	TP_150	IB	12,48	13,18	0,7
2	TP_244	IB	20,46	20,81	0,35
3	TP_438	PT	31,22	31,39	0,17



Gambar 3 Peta sebaran titik bor

Dengan data yang telah tervalidasi, model geologi batubara kemudian dibangun untuk memetakan persebaran dan geometri *seam*. Analisis menunjukkan bahwa lapisan batubara di daerah penelitian memiliki kemiringan (*dip*) sekitar 12° dan membentuk pola yang khas. Hasil penampang 3D dari model memperlihatkan konfigurasi lapisan yang melengkung ke arah atas, diapit oleh lapisan batuan sedimen penutup. Pola ini menyerupai bentuk *horse back* (**Gambar 4**), yang umumnya terbentuk akibat gaya kompresi tektonik. Tingkat kelengkungan lapisan menunjukkan bahwa pengaruh kompresi di daerah ini cukup signifikan, menciptakan struktur geologi yang menonjol pada *seam* batubara. Bentuk *horse back* ini menjadi ciri penting dalam interpretasi geologi setempat, karena selain mempengaruhi geometri cadangan, juga berdampak pada strategi penambangan yang akan diterapkan di blok utara.



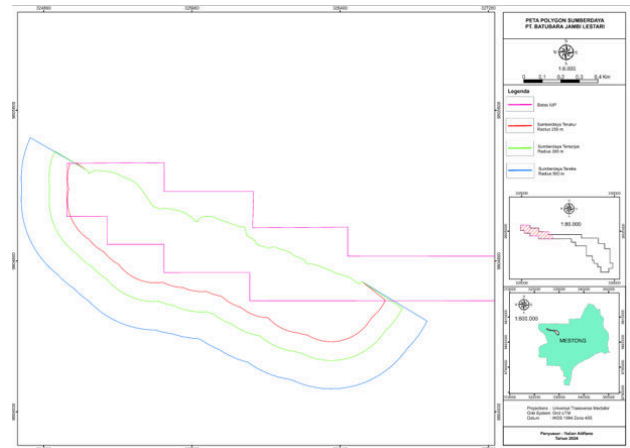
Gambar 4 Bentuk lapisan batubara *horse back* (Sundoyo, 2014)

4.3 Estimasi Sumberdaya Batubara

Hasil pengamatan geologi pada blok utara menunjukkan bahwa daerah penelitian termasuk dalam kategori kondisi geologi sederhana. Hal ini dibuktikan dari jarak antar titik bor yang relatif rapat, $<250\text{m}$, serta hampir tidak ditemui struktur tektonik besar seperti sesar atau percabangan lapisan. Kondisi ini memungkinkan lapisan batubara memiliki kemenerusan yang baik hingga ribuan meter.

Sesuai dengan ketentuan kondisi geologi pada **SNI 2019** maka estimasi sumberdaya batubara menggunakan setengah jarak dari titik bor terluar.

Gambar 5 menunjukkan kriteria untuk sumberdaya terukur 250 m (warna merah), sumberdaya tertunjuk 350 m (warna hijau) dan sumberdaya tereka 500 m (warna biru) serta batas daerah pengaruh dibuat dengan polygon donat sesuai radius tiap sumberdaya serta dibatasi oleh IUP-OP (warna magenta) PT Batubara Jambi Lestari.

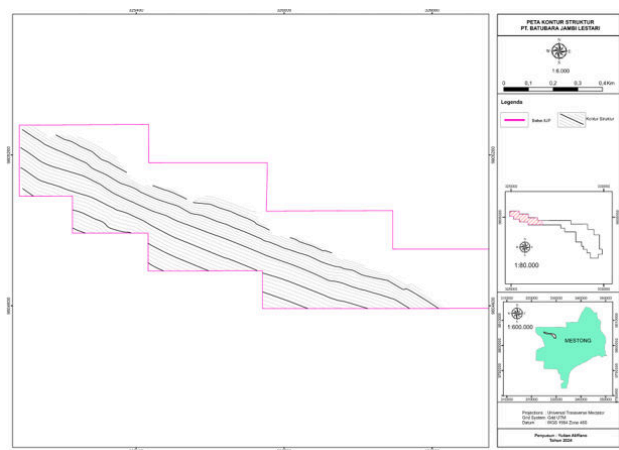


Gambar 5 Peta radius sumberdaya

Berdasarkan peta tersebut, hanya sumber daya terukur yang berada di dalam wilayah IUP, sehingga estimasi sumber daya dalam penelitian ini difokuskan pada kategori terukur saja. Hal ini disebabkan oleh poligon donat sumber daya lainnya yang berada di luar batas IUP. Selain itu, keterbatasan perangkat lunak yang digunakan menyebabkan pembuatan kontur struktur harus menyesuaikan dengan radius antar titik bor, yaitu 250 m, sehingga proses ekstrapolasi dilakukan secara manual dengan pendekatan *trial and error*.

Hasil pemodelan *roof* dan *floor* batubara yang telah diekstrapolasi menghasilkan model permukaan DTM yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk kontur struktur (**Gambar 6**). Validasi model dilakukan untuk memastikan bahwa bentuk geometri lapisan sesuai dengan batas kontur struktur, sehingga interpretasi geometri endapan tetap akurat. Peta kontur struktur yang dihasilkan menunjukkan pola kelurusan lapisan (*strike*) mengikuti arah baratlaut – Tenggara (kontur warna abu-abu dan hitam), arah *down dip* mengarah ke baratdaya 90° dari *strike* dan terpotong oleh batas IUP (warna magenta).

Berdasarkan sayatan model (**Gambar 9**), bentuk endapan batubara di daerah penelitian memperlihatkan konfigurasi *horse back* yang khas, yakni lapisan melengkung ke atas akibat pengaruh gaya kompresi, namun tetap mempertahankan kemenerusan yang baik. Kondisi geologi yang relatif sederhana dan jarak titik bor yang rapat memperkuat keyakinan bahwa bentuk ini mewakili geometri lapisan secara menyeluruh.



Gambar 6 Peta kontur struktur

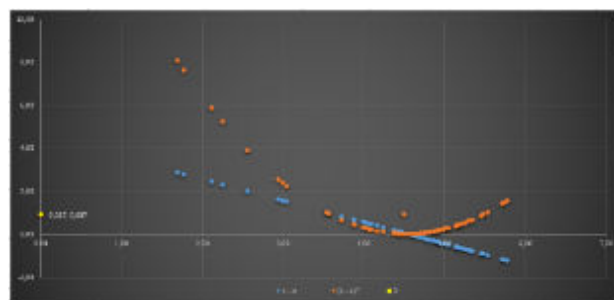
Dalam estimasi sumberdaya terukur, ketebalan batubara yang digunakan telah dikoreksi dari ketebalan semu menjadi ketebalan asli berdasarkan sudut kemiringan lapisan. Hasil koreksi ini menunjukkan bahwa ketebalan asli rata-rata cukup seragam, sehingga memberikan dasar yang kuat untuk perhitungan sumberdaya dengan metode *Nearest Neighbour Point* (NNP).

Tebal rata-rata pada ketebalan semu yakni 4,54 meter dengan ketebalan asli yakni 3,83 meter. Untuk membuktikan ketebalan asli tersebut maka perlu dicari simpangan baku berdasarkan ketebalan semu. Simpangan baku ini merupakan jarak rata-rata penyimpangan antara nilai hasil pengukuran dengan nilai rata-rata.

Jenis data ketebalan semu merupakan data tunggal sehingga untuk mencari simpangan baku rata-rata digunakan tipe simpangan baku data tunggal dengan hasil yakni 0,581. Menurut [Supranto \(2000\)](#) nilai simpangan baku pada kumpulan data bisa bernilai nol atau lebih kecil dari nol. Jika nilainya nol, maka seluruh nilai yang terdapat dalam himpunan itu sama. Sedangkan jika nilainya lebih besar atau lebih kecil dari nol, maka titik data dari individu itu jauh dari nilai rata-rata. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data ketebalan asli cukup representatif.

Gambar 7 memperlihatkan hubungan antara rata-rata ketebalan semu (ditunjukkan oleh titik berwarna jingga) dengan nilai residual, yaitu selisih antara rata-rata ketebalan semu dan ketebalan semu individual (ditunjukkan oleh titik berwarna biru). Titik penanda berwarna kuning pada nilai 0,587 berfungsi sebagai referensi ambang (*cut-off*) untuk menilai konsistensi data. Pola sebaran data menunjukkan bahwa sebagian besar titik jingga berimpitan dengan titik biru di sekitar nilai tersebut, yang mengindikasikan bahwa variasi ketebalan semu relatif kecil dan cenderung homogen. Kondisi ini memperkuat validitas penggunaan metode estimasi *Nearest Neighbour Point* (NNP), karena perbedaan

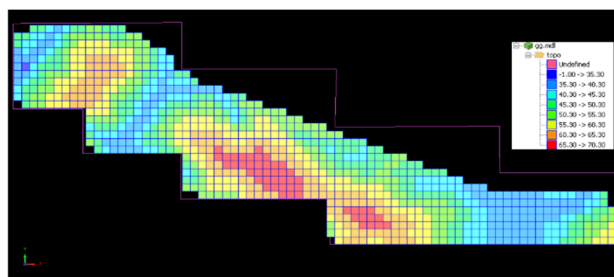
antara nilai rata-rata dan nilai individual tidak menimbulkan bias signifikan. Hasil verifikasi kemudian digunakan untuk menghitung estimasi sumber daya terukur dengan luas area 412.664,11 m².



Gambar 7 Diagram scatter

Sesuai dengan metode *nearest neighbour point* maka untuk mendapatkan estimasi volume batubara hanya perlu mengkalikan luas dengan ketebalan batubara. Namun perlu diingat bahwa pada daerah penelitian terdapat data litologi yang berisi *parting* dan *interburden* sehingga volume dari data tersebut harus dimasukkan kedalam estimasi sumberdaya terukur.

Pembuatan *block model* berdasarkan koordinat maksimum dan minimum x, y, dan z yang diperoleh dari basis data geologi. Namun pada penelitian ini untuk mendapatkan estimasi tonase sumberdaya batubara terukur, elevasi kontur struktur terendah akan dijadikan sebagai acuan minimum untuk koordinat z. Jika menggunakan Z minimum dari data topografi maka hasil dari estimasi *block model* yang ada tidak dapat menampilkan endapan batubara yang ada di dalam titik bor. Oleh karena itu digunakan Z minimum berdasarkan elevasi kontur struktur terendah.



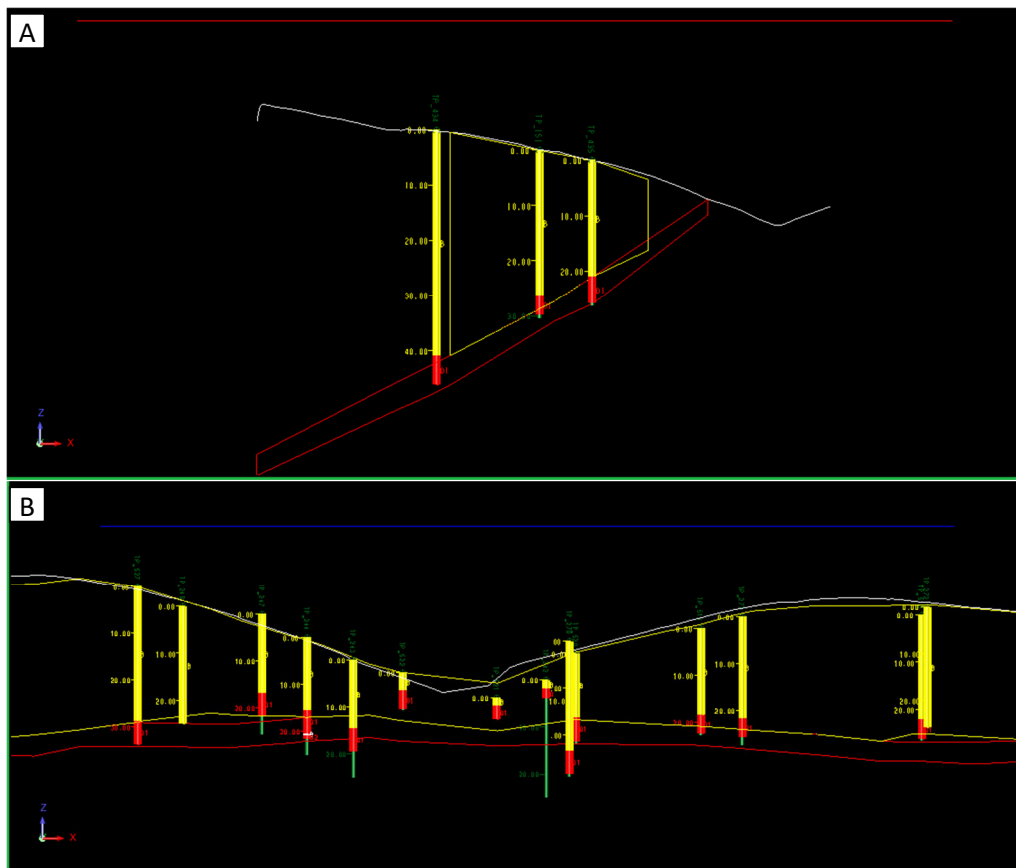
Gambar 8 Hasil *block model* batubara pada Blok Utara

Ketentuan ukuran blok yang digunakan berdasarkan luasan area sesuai dengan dimensi alat gali yang digunakan oleh perusahaan serta berdasarkan setengah dari jarak rata-rata antar titik bor yang ada yaitu 25 m. Ukuran pada setiap blok yang akan di estimasi adalah 25 m x 25 m dengan kedalaman perbloknya 1 m. Berdasarkan itu terbentuk 101.836 blok dengan tampilan seperti **Gambar 8**.

Hasil analisis *block model* menunjukkan bahwa batas estimasi sumberdaya batubara telah ditentukan berdasarkan *boundary* yang merepresentasikan bentuk lapisan aktual di lapangan. *Boundary* tersebut dibangun dari model *solid* yang menggabungkan data DTM *coal roof* dan DTM *coal floor*, sehingga konfigurasi endapan dapat tergambarkan secara utuh. Penyesuaian bentuk dilakukan hingga mendekati geometri batubara sebenarnya, memastikan estimasi hanya mencakup area yang relevan dengan sebaran batubara pada blok utara.

Dari pemodelan tersebut, diperoleh volume batubara dengan densitas rata-rata 1,2 g/cm³.

Perhitungan tonase dilakukan dengan mengurangi volume *interburden* yang telah terintegrasi dengan *parting* di dalam lapisan batubara, sehingga hanya tersisa material batubara bersih yang termasuk kategori sumberdaya terukur. Berdasarkan perhitungan ini, tonase batubara terukur pada blok utara mencapai 2.013.750 ton, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 3**. Temuan ini memberikan gambaran kuantitatif yang akurat terhadap potensi sumberdaya di wilayah penelitian, serta menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan teknis penambangan selanjutnya.



Gambar 9 Sayatan searah *dip* lapisan batubara (a) dan sayatan searah *strike* lapisan batubara (b)

Tabel 3 Rekapitulasi estimasi sumberdaya terukur

No	Estimasi sumberdaya terukur	
1	Volume OB (m ³)	14.564.375
2	Volume IB (m ³)	19.375
3	Volume Coal (m ³)	1.697.500
4	Densitas (ton/m ³)	1,2
5	Volume Coal Asli	1.678.125
6	Tonase (Ton)	2.013.750

5 Kesimpulan

Endapan batubara pada blok utara memiliki bentuk menyerupai *horse back*, yang dicirikan oleh lapisan batubara dan lapisan batuan sedimen penutup

yang melengkung ke arah atas akibat pengaruh gaya kompresi. Bentuk geologi ini menunjukkan adanya proses tektonik yang berperan dalam pembentukan struktur lapisan, sehingga mempengaruhi geometri serta penyebaran batubara di area tersebut.

Proses pemodelan endapan batubara dilakukan menggunakan *block model* dengan penyesuaian manual melalui metode *trial and error*, agar bentuk model mendekati kondisi geologi sebenarnya yang terdapat pada basis data geologi. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa endapan batubara memiliki kemiringan (*dip*) sekitar 12° dan rata-rata ketebalan 3,83 meter.

Berdasarkan hasil estimasi sumberdaya, diperoleh tonase sumberdaya terukur pada blok utara sebesar 2.013.750 ton. Nilai ini dihitung dengan mempertimbangkan densitas batubara serta

pengurangan volume *interburden* yang telah terkompositkan dengan *parting* di dalam lapisan. Temuan ini memberikan gambaran yang jelas mengenai potensi sumberdaya.

Referensi

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya, dan Cadangan Batubara, SNI 5015.
- Burhanudin, B., Husain, J. R., & Bakri, H. (2023). Pembuatan Blok Model Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Dengan Metode Inverse Distance di Wilayah Blok "X" Pada PT. Vale Indonesia Tbk. *Journal of Mining Insight*, 1(1), pp. 26-33.
- CNN Indonesia. 2022. Jambi Miliki Cadangan Batu Bara Yang Baru Akan Habis 100 Tahun Lagi. Diakses 6 Oktober 2022 pada <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20221024072742-85-864388/jambi-miliki-cadangan-batu-bara-yang-baru-akan-habis-100-tahun-lagi>
- Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Jambi. 2020. (<https://esdm.jambiprov.go.id/gambaranprovinsi> diakses 26 Oktober 2022)
- Jambiexpres. 2023. Harusnya Rp 163 Triliun tapi Nilai Produksi Batu Bara Jambi Hanya Tercapai Rp 70 Triliun, Semua Negara Ini. (<https://jambiexpres.disway.id/read/656971/harusnya-rp-163-triliun-tapi-nilai-produksi-batu-bara-jambi-hanya-tecapai-rp-70-triliun-semua-negara-ini> diakses 6 Juli 2023)
- Kawalo, G. A. Y., Saismana, U., & Melati, S. (2019). Pemodelan endapan batubara dan perancangan life of mine Pit F pada PT. Borneo Indobara (BIB) Kecamatan Angsana. *Jurnal Himasapta*, 4(2). pp. 1-5.
- Kurnianto, A., Setiahiwibowo, A. P., & Giamboro, W. S. (2019). Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Nearest Neighbour Point, Inverse Distance Weighting, Dan Kriging Pada Daerah Muara Bungo, Sumatera Selatan. *Jurnal Geoelebes*, 3(2), pp. 75-82.
- Pakudewa, R. P., Tobing, R. F. L., & Putri, R. H. K. (2020). Perbandingan Metode Nearest Neighbour Point (NNP) dan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) dalam mengestimasi ketebalan batubara di Kec. Tanah Grogot, Kab. Paser, Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan (SEMITAN)*. 2(1), pp. 227-231.
- Pulunggono A. 1974. Recent Knowledge of Hydrocarbon Potentials in Sedimentary Basins of Indonesia. *AAPG Bulletin*, 58(7), pp. 1454. <https://doi.org/10.1306/83D91867-16C7-11D7-8645000102C1865D>
- Ramadhana, I., Mardiana, U., Muljana, B., & Irvan, H. M. (2022). Fasies Pengendapan Batubara Formasi Muara Enim di Tambang Air Laya, Cekungan Sumatra Selatan. *Geoscience Journal*, 6(4), pp. 994-1005.
- Rizal, Y. (2021). Geologi Batubara Daerah Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. *Bulletin of Geology*, 5(2), pp. 589-611.
- Sari, A. S., Basuki, M., & Iriawan, S. A. (2017). Pemodelan Perhitungan Cadangan Batubara Dengan Perangkat Lunak Pada PT. Mitra Abadi Mahakam Provinsi Kalimantan Selatan. *Journal of Information Technology*, 2(2). pp. 11-20.
- Supranto J. 2000. *Statistik Teori dan Aplikasi* (6th ed) Jilid 1. Jakarta. Erlangga
- Sundoyo. 2014. Perhitungan sumberdaya batubara berdasarkan USGS circular No. 891 Tahun 1983 pada CV. Amindo Pratama. *JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)*, 1(14), pp. 36-50.
- Yulanda, Y. A., Hakim, M. E., & Arafat, R. (2022). Analisis variasi penaksiran sumberdaya batubara menggunakan Metode Inverse Distance Weight dan Ordinary Kriging. *Jurnal Pertambangan*, 6(2), pp. 71-76.