



EVALUASI PENYEBARAN KUALITAS BATUBARA MENGGUNAKAN KRIGING DAN ANALISIS VARIANSI; STUDI KASUS MUARA WAHAU, KALIMANTAN TIMUR

Fatima Riesma Khansa^{1*}, Nurdrajat¹, Muhammad Kurniawan Alfadli¹, Reza Moh. Ganjar Gani¹,

¹Faculty of Geology, Padjadjaran University

Corresponding author: fatima20001@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Kualitas batubara merupakan parameter utama dalam pengolahan dan pemanfaatan bahan galian. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sebaran kualitas batubara dan memberikan informasi keberadaan lapisan batubara. Keberadaan batubara yang berpotensi di Indonesia salah satunya berada di Provinsi Kalimantan Timur. Daerah penelitian secara regional berada pada Cekungan Kutai, Formasi Muara Wahau, Kabupaten Kutai Timur. Terbentuk pada kala Oligosen Akhir – Miosen Awal. Pada penelitian ini batubara terdapat dua lapisan yakni Lapisan A dan Lapisan B, dengan ketebalan berkisar 0,03 m - 24,37 m. Hasil pengamatan formasi ini menunjukkan pembawa batubara terletak pada satuan batupasir dan batulempung Wahau. Berdasarkan data bawah permukaan dan data laboratorium untuk menentukan sebaran kualitas batubara daerah penelitian ini menggunakan peta *isoquality* dan parameter kualitas batubara. Hasil analisis sebaran kualitas relatif merata dengan sebaran pada setiap lapisan batubara yang memiliki kecenderungan meningkat ke arah bagian Utara daerah penelitian dengan nilai 3438 - 5425 Cal/g menjadi 3692 - 5343 Cal/g dengan diikuti penurunan kadar abu 3,94% menjadi 3,84 %. Pada Rank Batubara berdasarkan panduan ASTM (1993) jenis batubara pada Lapisan A dan Lapisan B adalah Lignite pada bagian Selatan dan Sub-bituminus pada bagian Utara daerah penelitian. Pada lingkungan pengendapannya, semakin ke arah timur semakin tinggi, termasuk kepada lingkungan darat dan tidak dipengaruhi oleh air laut, karena memiliki nilai total sulfur <1% Lapisan A (0,15 adb) dan Lapisan B (0,14 adb). Estimasi sumberdaya dilihat berdasarkan hasil analisis struktural, estimasi dengan metode kriging pada SGeMS Batubara di daerah penelitian berperingkat sub-bituminus C dengan densitas relatif 1,3 ton/ m³. Estimasi total sumber daya adalah 2.98 juta m³ dalam volume dan 3.88 juta ton dalam tonase. Pada batubara peringkat lignite estimasi total sumberdaya batubara di daerah penelitian adalah 1.28 juta m³ dalam volume dan 1.65 juta ton dalam tonase.

Kata Kunci: Batubara, Persebaran Kualitas, Sumber daya, Geostatistik, SGeMS

ABSTRACT

Coal quality is the main parameter in the processing and utilization of minerals. This research was conducted to determine the distribution of coal quality and provide information on the existence of coal seams. The existence of potential coal in Indonesia is one of them, in East Kalimantan Province. The research area is regionally located in the Kutai Basin, Muara Wahau Formation, East Kutai Regency. Formed in the late Oligocene–early Miocene. In this study, there are two layers, namely Layer A and Layer B, with thicknesses ranging from 0.03 m to 24.37 m. The observation results of this formation show that the coal carrier is located in the Wahau sandstone and mudstone unit. Based on subsurface data and laboratory data, we determined the distribution of coal quality in this study area using isoquality maps and coal quality parameters. The results of the quality distribution analysis are relatively evenly distributed in each coal layer, which has an increasing trend towards the northern part of the study area with a value of 3438–5425 Cal/g to 3692–5343 Cal/g, followed by a decrease in ash content from 3.94% to 3.84%. In the coal rank based on ASTM (1993) guidelines, the type of coal in layers A and B is lignite in the southern part and sub-bituminous in the northern part of the study area. In the depositional environment, the higher it is towards the east, it belongs to the terrestrial environment and is not influenced by seawater because it has a total sulfur value of <1% in Layer A (0.15 adb) and Layer B (0.14 adb). Resource estimation is based on the results of structural analysis, estimation by kriging method on SGeMS Coal in the study area is graded sub-bituminous C with a relative density of 1.3 tons/m³. The total resource estimate is 2.98 million m³ in volume and 3.88 million tons in tonnage. In lignite rank coal, the total estimated coal resources in the study area are 1.28 million m³ in volume and 1.65 million tons in tonnage.

Keywords: Coal, Quality Distribution, Resources, Geostatistics, SgeMS

PENDAHULUAN

Kualitas batubara merupakan parameter utama dalam pengolahan dan pemanfaatan bahan galian. Kualitas batubara dapat ditentukan dengan menganalisa parameter kualitas baik secara fisika maupun secara kimia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sebaran kualitas batubara dan memberikan informasi keberadaan lapisan batubara serta penyebaran kualitas batubara. Keberadaan batubara yang berpotensi di Indonesia salah satunya berada di Provinsi Kalimantan Timur. Daerah penelitian secara regional berada pada Cekungan Kutai, tepatnya berada di Formasi Muara Wahau, Kabupaten Kutai Timur. Batubara masih menjadi sumber energi yang memiliki peran penting untuk kebutuhan PLTU dan Industri. Sekitar 122,5 juta ton batubara telah dialokasikan untuk memenuhi kebutuhan batubara untuk kelistrikan 144,1 juta ton batubara dan telah dipenuhi sebesar 72,9 juta ton. Sementara itu, kebutuhan batubara untuk kebutuhan non-kelistrikan sebesar 69,9 juta ton telah dipenuhi sebesar 30,94 juta ton (Kementerian ESDM, 2022). Dalam evaluasi kualitas dan sumberdaya batubara melalui penggunaan analisis geostatistik, memungkinkan untuk menghasilkan pemahaman kuantitatif tentang kondisi geologi yang akan lebih mudah diterapkan di lapangan. Untuk menentukan klasifikasi sumber daya batubara, pendekatan kuantitatif yang digunakan adalah metoda geostatistik. Dalam pendekatan ini, kedua parameter geometri dan kualitas batubara dipertimbangkan secara bersamaan. Untuk mengestimasi sumberdaya batubara, pendekatan geostatistik dengan menggunakan analisis kriging dan variogram untuk beberapa faktor: ketebalan sebagai faktor geometri, nilai kalori, kadar abu, dan kadar sulfur. Per unit blok, kriging dilakukan, lalu nilai estimasi dan standar deviasi estimasi dihasilkan, yang digunakan untuk menentukan nilai error relatif. Dengan metode geostatistik ini, ada kemungkinan bahwa setiap cekungan batubara dalam tatanan geologi tertentu mungkin memiliki parameter klasifikasi sumberdaya tertentu.

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan letak geografis, daerah penelitian masuk kepada Zona Cekungan Kutai letaknya Berada di sebelah selatan dari Tinggian Kuching dan masuk kepada Formasi Wahau. Secara regional, Muara Wahau bagian dari Cekungan Kutai, yang merupakan salah satu cekungan sedimen Tersier terbesar di Indonesia. Menurut (Allen dan Chambers, 1998; Ott, 1987; dan Calvert, 1999) Secara regional daerah Muara Wahau termasuk pada Cekungan Kutai Bagian Atas.

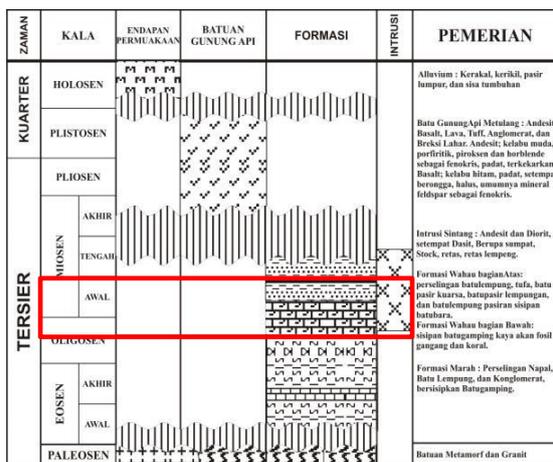


Gambar 1. Fisiografi Pulau Kalimantan (Bachtiar, 2005)

Tektonik yang mengontrol pada Cekungan Kutai diawali dengan tektoknik ekstensional pada periode Eosen Tengah menyebabkan *syn rift hal graben* (Cloke dkk., 1999). Pada periode Eosen Akhir hingga Oligosen Awal, rifting berhenti. Pada saat yang sama, tahap pelenturan cekungan, yang dikenal sebagai *fase sag*, dimulai, dan proses genang laut mengikuti pengendapan setelah *rift* (Moss & Chambers, 1999). Lalu periode Oligosen Akhir ketidakselarasan terjadi karena tinggi Kuching meningkat Lalu rektifitas sesar-sesar bergerak ke arah *North West – South East*. Sesar-sesar, seperti sesar Adang yang berada di selatan dan Mangkalihat di utara, sesar ini memisahkan Cekungan Kutai dari Cekungan Barito dan Cekungan Tarakan (Moss & Chambers, 1999). Miosen Awal mengangkat pusat cekungan yang terbentuk selama Eosen dan Oligosen. Pengendapan delta yang sangat besar dengan pola progradasi ke arah timur

disebabkan oleh limpahan sumber sedimen akibat pengangkatan cekungan (Moss & Chambers, 1999). Pada pembentukan Antiklinorium Samarinda terangkatnya Tinggian Kuching pada Oligi-Miosen di sebelah barat Cekungan Kutai, yang kemudian dikompensasi secara gravitasi dan volume oleh penurunan Cekungan Kutai ke sebelah timur, merupakan faktor utama dalam kinematika pembentukan Antiklinorium Samarinda. Di bagian timur Cekungan Kutai, Antiklinorium Samarinda adalah jalur antiklin – sinklin yang sejajar dari daratan hingga lepas pantai dan berarah Selatan Baratdaya – Utara timurlaut. Inversi berlanjut dan berdampak pada cekungan dari Miosen Tengah hingga Pliosen.

(Supriatna dan Abidin, 1995) mengatakan bahwa Formasi pembawa batubara di daerah Muara Wahau adalah Formasi Wahau yang berumur Oligosen Akhir - Miosen Awal. Berdasarkan hasil pengamatan data formasi ini merupakan formasi pembawa batubara pada satuan batupasir Wahau dan satuan batulempung Wahau. Pengendapan rawa di daerah tersebut menyebabkan formasi pembawa batubara yang berukuran halus, yang dikenal sebagai batulempung Wahau. Formasi ini dilapisi dengan lapisan batubara yang mengandung kadar sulfur tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketika pengendapan dimulai, pengaruh arus berkurang atau bahkan hampir tenang.



Gambar 2. Stratigrafi Regional Muara Wahau, Kalimantan Timur (Supriatna dan Abidin, 1995)

Menurut (Thomas, 1994) kualitas batubara berperan penting dalam menentukan kelas batubara. Parameter yang ditentukan dari suatu analisa batubara tergantung tujuan batubara tersebut dimanfaatkan. Parameter kualitas seperti *TM* (*Total Moisture*), *VM* (*Volatile Matter*), *FC* (*Fixed Carbon*), *ASH* (*Kandungan Abu*), *TS* (*Total Sulfur*), *CV* (*Calorific Value*).

Class	Group		Fixed Carbon	Volatile matter	Heating values
	Name	Symbol	Dry (%)	Dry (%)	Drybasis (kkal/kg)
Anthracite	meta-anthracite	Ma	>98	>2	7740
	Anthracite	An	92-98	2.0-8.0	8000
	semianthracite	Sa	86-92	8.0-15	8300
Bituminous	low-volatile	Lvb	78-86	14-22	8741
	medium volatile	mvb	89-78	22-31	8640
	high-volatile A	hvAb	<69	>31	8160
	high-volatile B	hvBb	57	57	6750-8160
	high-volatile C	hvCb	54	54	7410-8375 6765-7410
Subbituminous	subbituminous A	subA	55	55	6880-7540
	subbituminous B	subB	56	56	6540-7230
	subbituminous C	subC	53	53	5990-6860
Lignite	lignite A	ligA	52	52	4830-6360
	lignite B	ligB	52	52	<5250

Gambar 3. Klasifikasi Batubara (Thomas, 1994)

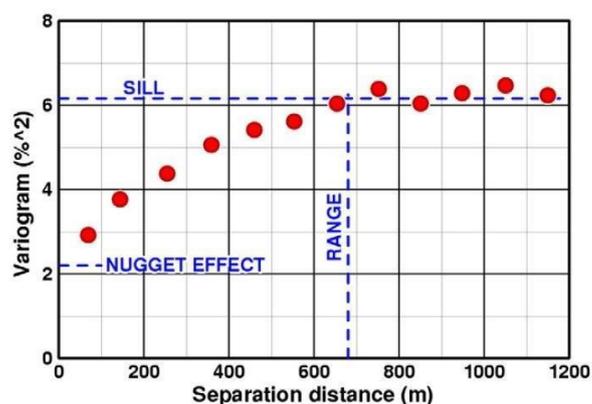
1. Kadar air (*moisture*), merupakan kandungan air pada batubara. Tingkat tinggi atau rendahnya *total moisture* bergantung pada peringkat batubara, kondisi saat sampling, dan ukuran distribusi. Kadar air total (*Total Moisture*) terdiri dari kadar air bebas (*free surface moisture*) dan kadar air bawaan (*inherent moisture*). Semakin kecil kandungan air pada massa batubara, semakin baik kualitas batubara. Kandungan air bebas jumlah air yang terbentuk pada permukaan batubara oleh pengaruh luar; kandungan air intrinsik adalah kandungan air pada massa batubara yang terikat secara kimiawi dengan batubara; dan kandungan air total adalah kandungan air total batubara yang dipengaruhi oleh faktor luar.
2. Karbon tertambat (*fixed carbon*), jumlah karbon yang tertambat pada batubara setelah kandungan pada *moisture*, *ash*, dan *volatile matter* dikeluarkan.
3. Kadar abu (*ash content*), merupakan kandungan bahan anorganik yang tersisa atau tidak terbakar saat batubara dibakar pada suhu 815°C. Dalam pembakaran batubara, abu dapat berasal dari pengotor penambangan atau pengotor bawaan. Nilai kalori batubara

- yang sama berkorelasi negatif dengan kadar abunya.
4. **Total Sulfur (TS)** Sulfur merupakan salah satu parameter penting yang diukur dalam kualitas batubara karena kandungan sulfur sangat berdampak dalam pemanfaatan dan emisi SO₂ pada saat pembakaran, serta fouling pada tabung ketel. (Thomas, 2013). Oleh karena itu, nilai kandungan sulfur harus dipastikan jumlahnya masih berada pada ambang batas yang ditetapkan.
 5. **Zat terbang (volatile matter)**, merupakan komponen pada batubara yang dapat lepas atau menguap pada saat dipanaskan di ruang hampa udara pada suhu 900°C. Hasil ini tidak diperoleh langsung dari batubara, tetapi melalui hasil pemanasan pembusukan yang diikuti oleh proses penyulingan saat kondisi batubara dalam keadaan tidak bergerak dipanaskan. Proses ini, yang sering disebut sebagai pembusukan berbahaya, menghasilkan zat berbahaya pada batubara yang ditemukan melalui analisis. Proses ini menghasilkan air dan gas dari karbon dari penguapan, yang merupakan hasil dari pembusukan yang kompleks dari karbon, hidrogen, dan oksigen. Ada dua jenis zat terbang yaitu, volatile mineral matter dan volatile organic matter. Peringkat batubara menentukan kadar volatile matter. Peringkat batubara yang lebih tinggi menunjukkan kadar volatile matter yang lebih rendah.
 6. **Calorific value** adalah jumlah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran batubara per satuan massa. Total kalor terbagi menjadi dua jenis, yaitu gross calorific value (nilai kalor pembakaran yang ditunjukkan pada kondisi semua air dihitung dalam wujud cair) dan net calorific value air (nilai pembakaran batubara pada keadaan total moisture telah dihilangkan sehingga nilai yang dihasilkan menunjukkan nilai efektif pembakaran batubara).

Sumberdaya batubara adalah komponen endapan batubara yang memiliki prospek untuk ditambang secara ekonomis. Beberapa bukti geologi digunakan untuk menginterpretasikan lokasi, kuantitas, kualitas, karakteristik geologi, dan persebaran lapisan batubara yang diketahui. Kompleksitas geologi, persebaran, dan

ketebalan batubara adalah beberapa faktor yang digunakan untuk menghitung estimasi sumberdaya batubara.

Metode Kriging dimana memperkirakan nilai data yang belum terukur berdasarkan data pemboran yang tersedia. Srivastava (2013) menyatakan bahwa berbagai pendekatan estimasi tersebut menginterpolasi data sampel saat ini dengan cara yang sama, yaitu dengan melihat data sampel saat ini di sekitar titik yang akan diestimasi, kemudian memberikan nilai khusus untuk setiap data.



Gambar 4. Variogram Eksperimental (Srivastava, 2013)

Munadi (2005) menyebutkan bahwa Variogram adalah alat geostatistik dasar yang digunakan untuk menunjukkan, memodelkan, dan mengeksploitasi auto korelasi spasial variabel terregionalisasi. Secara sederhana, variogram adalah representasi dari perbedaan atau variasi nilai data sampel sebagai fungsi jarak dan arah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data. Studi literatur mengenai kondisi geologi regional dan proses pembatubaraan pada lokasi penelitian. Pengumpulan data dilakukan berupa data hasil bor, data kualitas, dan data wireline log dalam rangka mengumpulkan informasi mengenai lokasi, topografi, dan keadaan lapisan batubara, karakteristik batubara dan penyebarannya berupa data kualitas, dan data kedudukan lapisan batubara yang tersingkap

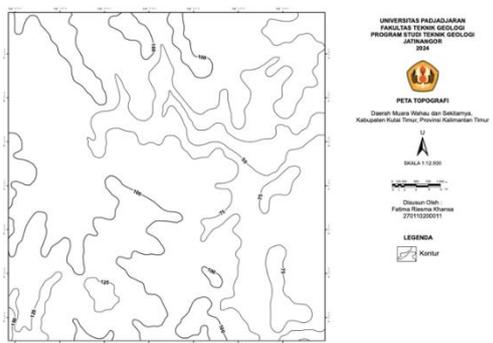
melalui analisis data *logging*. Analisis data dalam interpretasi kualitas batubara memberikan pemahaman lebih lanjut tentang kualitas dan peringkat batubara yang ada di daerah penelitian dan menggambarkan penyebaran pada daerah penelitian. Untuk menentukan klasifikasi batubara dapat dinilai dengan menggunakan Klasifikasi ASTM 1933. Nilai kualitas dapat dikorelasikan dengan lingkungan pengendapan menggunakan parameter kualitas total sulfur.

Perhitungan sumberdaya guna menentukan estimasi dengan menggunakan metode ordinary kriging dimana nilai dari masing-masing elemen variogram model akan dimasukkan ke dalam perangkat lunak SGeMS. Langkah selanjutnya data hasil pemodelan estimasi kriging dari SGeMS diolah dalam Microsoft Excel. Dengan melihat jumlah blok yang dihasilkan dari estimasi kriging, kita dapat menghitung volume dan tonase batubara di daerah penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Topografi Daerah Penelitian

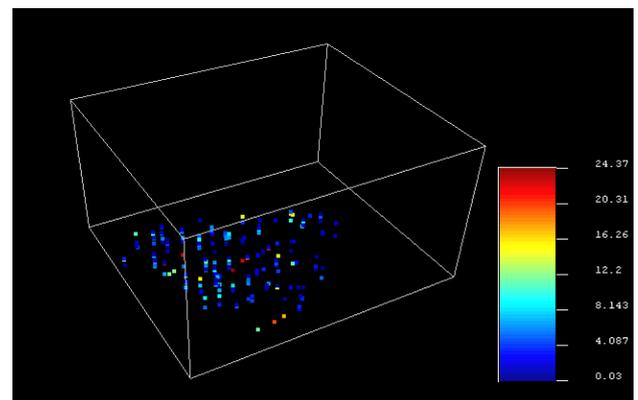
Peta topografi merupakan Peta topografi menunjukkan bentuk permukaan Bumi melalui garis-garis ketinggian atau garis kontur. Elevasi suatu daerah dapat dijelaskan kondisi topografi dimana bentang alam daerah penelitian ini merupakan datar dengan kemiringan yang landai dan memiliki elevasi tertinggi 150 m terletak pada daerah selatan dan terendah 50 m terletak pada daerah utara.



Gambar 5. Peta Topografi Daerah Penelitian Analisis Struktural

Analisis statistik univariat ini sangat berguna untuk mendapatkan gambaran tentang

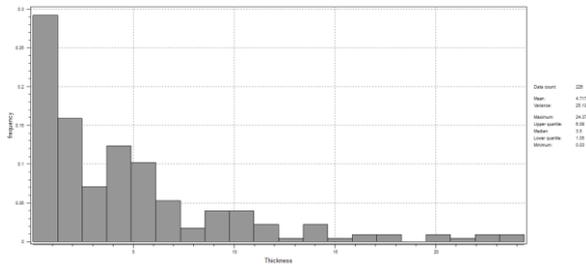
variasi ketebalan batubara. Hasil analisis statistik univariat menunjukkan ketebalan batubara yang bervariasi dengan lapisan batubara paling tipis 0.03 meter dan yang paling tebal 24,37 meter. Rata – rata ketebalan yaitu 4.72 meter dan nilai distribusi taksimetri atau skewness yang menunjukkan nilai positif menandakan ketebalan batubara ketebalan batubara cenderung mengelompok ke arah minimum atau ketebalan batubara yang lebih tipis. Nilai Variansi berada pada angka 25.133 yang dapat membantu menentukan sill dalam interpretasi variogram eksperimental.



Gambar 6. Sebaran Titik Bor dan Ketebalan Lapisan Batubara dalam tiga dimensi

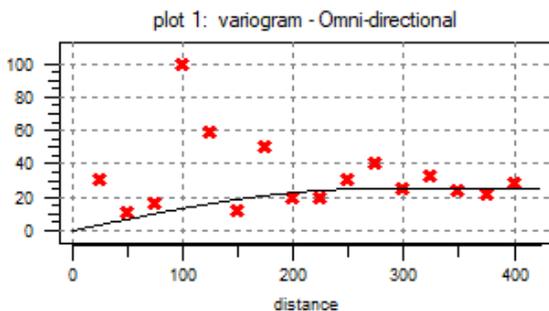
Parameter variogram eksperimental akan ditentukan dengan menimbang kondisi data di lapangan. Untuk estimasi dengan metode *kriging* secara 3 dimensi diperlukan minimal 6 variogram dengan rincian empat variogram arah horizontal yang dinyatakan dengan azimuth, 1 variogram arah vertikal dinyatakan dengan dip, dan 1 variogram *omnidirectional*, yaitu variogram ke segala arah. Untuk empat variogram pertama, diperlukan variogram dengan arah horizontal utama yaitu arah azimuth 0° , 45° , 90° , dan 135° , sedangkan pada variogram arah vertikal nilai dip yaitu 90° . Untuk mendapatkan variogram segala arah atau variogram *omnidirectional*, Parameter yang diperlukan adalah nilai – nilai angle *tolerance* yang lebih dari 90° (Caers dan Zhang, 2004). Model variogram dapat diinterpretasikan yaitu model ekponensial dengan adanya kenaikan data yang signifikan dari *nugget effect* hingga *sill*. Nilai *sill* diinterpretasikan dari hasil analisis statistik univariat yaitu nilai variansi

keseluruhan data (Caers dan Zhang, 2004). Nilai variansi keseluruhan data adalah 25.133 maka nilai sill pada variogram model adalah 25. Nilai *nugget effect* dilihat dari permulaan titik data pada variogram eksperimental.



Gambar 7. Histogram Ketebalan

Parameter model variogram model yang telah diinterpretasikan akan menjadi parameter dalam melakukan estimasi kriging pada SGeMs. Estimasi dilakukan di dalam grid kriging yang telah dibuat, untuk estimasi pada SGeMS digunakan blok dengan ukuran masing-masing blok di dalam grid adalah 125 m x 125 m x 1 m. SGeMS akan mengestimasi nilai ketebalan dari ketebalan batubara yang ada dan juga mengestimasi nilai ketebalan batubara di sekitar titik-titik data.



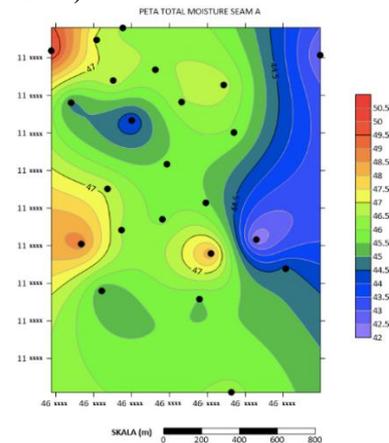
Gambar 8. Variogram Omni-Directional Ketebalan Batubara

Kualitas Batubara Daerah Penelitian

Analisis menentukan penyebaran variasi kualitas dilakukan pada peta *isoquality* tiap-tiap parameter kualitas dan seam batubara bagian interpretasi peta *isoquality* dilakukan dengan melihat variasi pada tiap sisi peta dan selanjutnya membandingkan satu sisi pada peta dengan sisi lainnya.

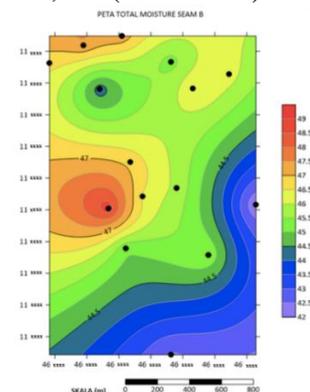
• TOTAL MOISTURE

Pada seam A, Kandungan TM (*Total Moisture*) relatif semakin meningkat dari arah tenggara ke barat peta. Daerah terendah kandungannya terletak di bagian tenggara peta dan daerah tertinggi terletak pada bagian barat laut peta. Rentang nilai TM (*Total Moisture*) yaitu, 42,03 - 50,27 ar (as received). Pada peta lokasi penelitian, nilai kandungan TM (*Total Moisture*) tidak terlalu bervariasi dengan rata-rata nilai kandungan sekitar 46,02 ar (as received).



Gambar 9. Peta *Isoquality* Total Moisture Lapisan A

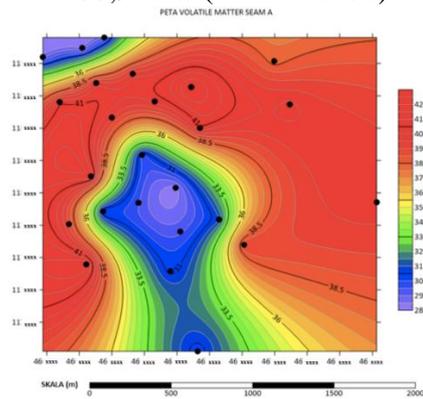
Pada seam B, Kandungan TM (*Total Moisture*) relatif semakin meningkat dari arah tenggara ke barat laut peta. Daerah terendah kandungannya terletak di bagian tenggara peta dan daerah tertinggi terletak pada bagian barat sampai barat laut peta. Rentang nilai TM (*Total Moisture*) yaitu, 42,03 - 48,82 ar (as received). Pada peta lokasi penelitian, nilai kandungan TM (*Total Moisture*) tidak terlalu bervariasi dengan rata-rata nilai kandungan sekitar 45,8 ar (as received).



Gambar 10. Peta *Isoquality* Total Moisture Lapisan B

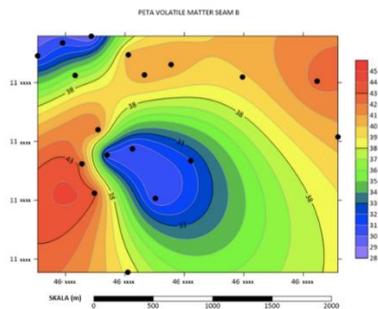
- **VOLATILE MATTER**

Pada seam A, Kandungan VM (*Volatile matter*) relatif semakin meninggi dari arah selatan ke utara peta. Daerah terendah kandungannya terletak di bagian selatan peta dan daerah tertinggi terletak pada bagian utara menuju tenggara peta. Rentang nilai VM (*Volatile matter*) yaitu, 28,89 - 42,58 adb (air dried basis). Pada peta lokasi penelitian, nilai kandungan VM (*Volatile matter*) tidak terlalu bervariasi dengan rata-rata nilai kandungan sekitar 35,94 adb (air dried basis).



Gambar 11. Peta Isoquality Volatile Matter Lapisan A

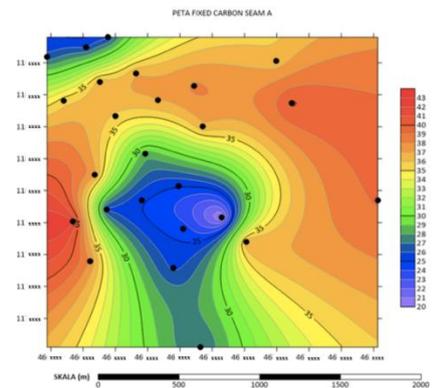
Pada Seam B, Kandungan VM (*Volatile matter*) relatif semakin meninggi dari bagian selatan ke arah utara peta. Daerah terendah kandungannya terletak di bagian selatan peta dan daerah tertinggi terletak pada bagian utara menuju tenggara peta. Rentang nilai VM (*Volatile matter*) yaitu, 28,80 - 43,42 adb (air dried basis). Pada peta lokasi penelitian, nilai kandungan VM (*Volatile matter*) tidak terlalu bervariasi dengan rata-rata nilai kandungan sekitar 36,68 adb (air dried basis).



Gambar 12. Peta Isoquality Volatile Matter Lapisan B

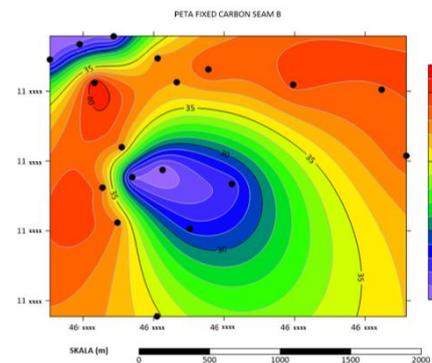
- **FIXED CARBON**

Pada seam A, Kandungan FC (*Fixed Carbon*) relatif semakin meninggi dari arah selatan ke utara peta. Daerah terendah kandungannya terletak di bagian selatan peta dan daerah tertinggi terletak pada bagian utara menuju tenggara peta. Rentang nilai FC (*Fixed Carbon*) yaitu, 20,00 - 42,16 adb (air dried basis). Pada peta lokasi penelitian, nilai kandungan FC (*Fixed Carbon*) tidak terlalu bervariasi dengan rata-rata nilai kandungan sekitar 32,26 adb (air dried basis).



Gambar 13. Peta Isoquality Fixed Carbon Lapisan A

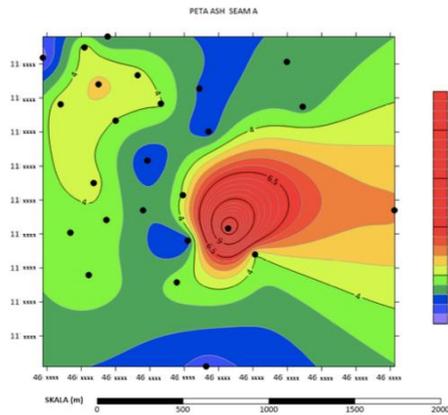
Pada Seam B, Kandungan FC (*Fixed Carbon*) relatif semakin meninggi dari arah selatan ke utara peta. Daerah terendah kandungannya terletak di bagian selatan peta dan daerah tertinggi terletak pada bagian utara menuju tenggara peta. Rentang nilai FC (*Fixed Carbon*) yaitu, 25,5 - 41,08 adb (air dried basis). Pada peta lokasi penelitian, nilai kandungan FC (*Fixed Carbon*) tidak terlalu bervariasi dengan rata-rata nilai kandungan sekitar 33,61 adb (air dried basis).



Gambar 14. Peta Isoquality Fixed Carbon Lapisan B

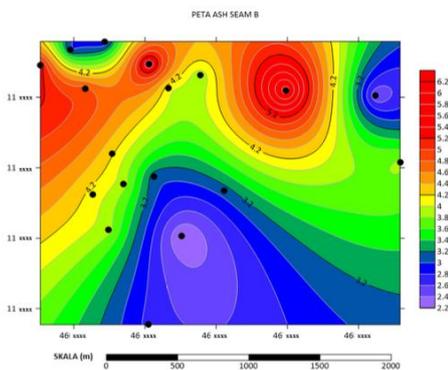
- **ASH CONTENT**

Pada seam A, Kandungan abu relatif semakin tinggi dari arah barat ke timur peta. Daerah terendah kandungan abunya berada di bagian antara barat peta dan daerah tertinggi berada di bagian agak tengah pada timur peta. Rentang nilai kandungan abu yaitu, 1,8 - 13,4 % adb (air dried basis). Nilai kandungan abu rata – rata sekitar 3,94% adb (air dried basis).



Gambar 15. Peta Isoquality Ash Content Lapisan A

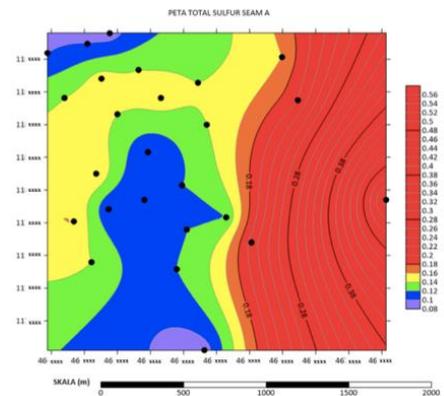
Pada Seam B, Kandungan abu relatif semakin tinggi dari arah selatan ke utara peta. Daerah terendah kandungan abunya berada di bagian selatan peta dan daerah tertinggi berada di bagian agak tengah pada utara peta. Rentang nilai kandungan abu yaitu, 2,2 – 6,14 % adb (air dried basis). Pada peta lokasi penelitian, nilai kandungan abu sedikit bervariasi, dengan beberapa titik pada sisi selatan peta, yang diketahui rendah, nilainya sedang berdasarkan parameter warna pada peta Nilai kandungan abu rata – rata sekitar 3,84 % adb (air dried basis).



Gambar 16. Peta Isoquality Ash Content Lapisan B

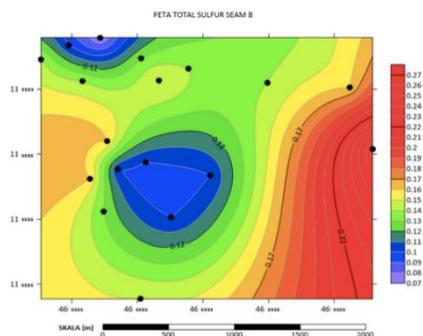
- **TOTAL SULFUR**

Pada seam A, Kandungan total sulfur relatif semakin tinggi dari arah barat ke timur peta. Daerah terendah kandungan total sulfurnya berada di bagian tengah pada barat peta dan daerah tertinggi berada di bagian timur peta. Rentang nilai total sulfur yaitu, 0,10 - 0,55 adb (air dried basis). Kandungan total sulfur pada peta tidak terlalu bervariasi dengan peningkatan yang menerus dari timur ke barat. Nilai rata-rata sekitar 0,15 adb (air dried basis).



Gambar 17. Peta Isoquality Total Sulfur Lapisan A

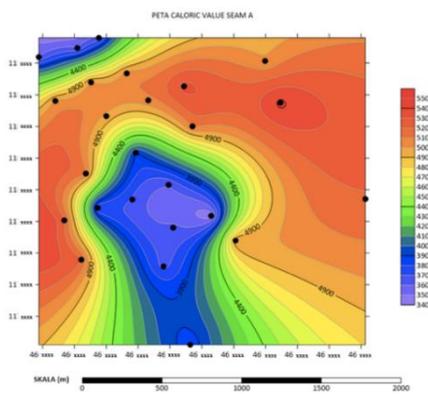
Pada Seam B, Kandungan total sulfur relatif semakin tinggi dari bagian tengah arah barat ke timur peta. Daerah terendah kandungan total sulfurnya berada di bagian tengah pada barat peta dan daerah tertinggi berada di bagian timur peta. Rentang nilai total sulfur yaitu, 0,07 – 0,27 adb (air dried basis). Kandungan total sulfur pada peta tidak terlalu bervariasi dengan peningkatan yang menerus dari timur ke barat. Nilai rata-rata sekitar 0,14 adb (air dried basis).



Gambar 18. Peta Isoquality Total Sulfur Lapisan A

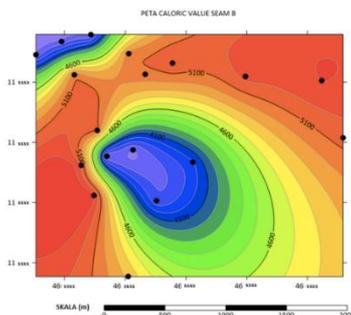
• **CALORIFIC VALUE**

Pada seam A, Kandungan kalori relatif semakin meninggi dari arah selatan ke utara peta. Daerah terendah kandungan kalori relatif berada di bagian selatan peta dan daerah tertinggi berada di bagian utara peta. Rentang nilai kandungan kalori yaitu, 3438 - 5425 cal/gr. Nilai kandungan kalori pada peta lapisan batubara ini tidak terlalu bervariasi, dengan peningkatan kandungan kalori yang berangsur dari arah selatan ke utara. Nilai rata-rata kandungan kalori sekitar 8069,328 cal/gr.



Gambar 19. Peta Isoquality Calorific Value Lapisan A

Pada Seam B, Kandungan kalori relatif semakin meninggi dari arah selatan ke utara peta. Daerah terendah kandungan kalori relatif berada di bagian selatan peta dan daerah tertinggi berada di bagian utara peta. Rentang nilai kandungan kalori yaitu, 3692 - 5343 cal/gr. Nilai kandungan kalori pada peta lapisan batubara ini tidak terlalu bervariasi, dengan peningkatan kandungan kalori yang berangsur dari arah selatan ke utara. Nilai rata-rata kandungan kalori sekitar 4610,611 cal/gr.



Gambar 20. Peta Isoquality Calorific Value Lapisan A

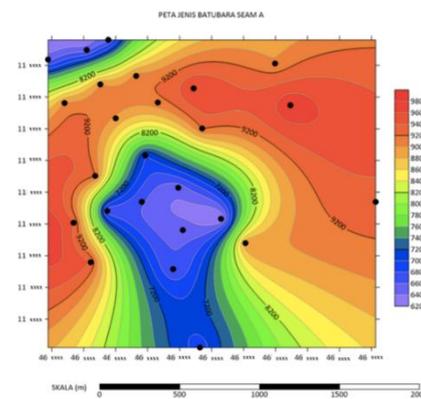
Klasifikasi Berdasarkan ASTM 1933

Dari hasil analisis proksimat dan nilai kalori, dapat diketahui peringkat batubara berdasarkan Klasifikasi ASTM Standart (1993). Pada klasifikasi ini, dibutuhkan data karbon tertambat, zat terbang, dan nilai kalori dalam basis dry (db).

Tabel 1. Hasil Konversia Nilai Fixed Carbon, Volatile Matter, dan Calorific Value

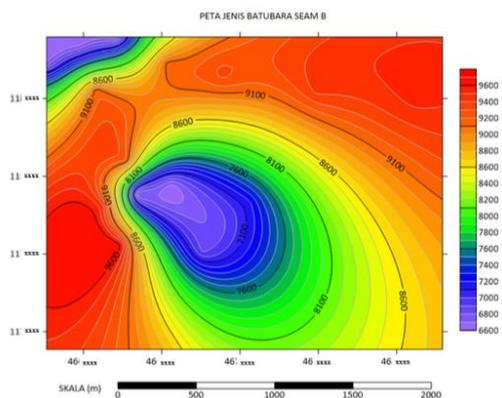
Seam	Fixed Carbon (%) (db)	Volatile Matter (%) (db)	Calorific Value		Peringkat Batubara (Coal Rank)
			Btu/lb	Mj/Kg	
Seam A	69,4	74,9	9223	21,4	Sub-Bituminous C
	47,4	55,9	6600	15,3	Lignite
Seam B	70,3	74,9	9268	21,6	Sub-Bituminous C
	48,8	56,1	6776	15,8	Lignite

Pada lapisan seam A dimana nilai > 8400 yang masuk kedalam peringkat sub-bituminous C berada pada bagian utara yang menerus dari arah barat ke timur. Pada peringkat lignite berada pada selatan dan sebgain di barat laut pada peta yang dimana memiliki nilai < 8000.



Gambar 21. Peta Penyebaran Peringkat Batubara Lapisan A

Pada lapisan seam B persebarannya sama seperti pada seam A dimana nilai > 8400 yang masuk kedalam peringkat sub-bituminous C berada pada bagian utara yang menerus dari arah barat ke timur. Pada peringkat lignite memiliki bagian yanbesar berada pada selatan dan sebgain di barat laut pada peta (Gambar 4.20) yang dimana memiliki nilai < 8200.



Gambar 22. Peta Penyebaran Peringkat Batubara Lapisan B

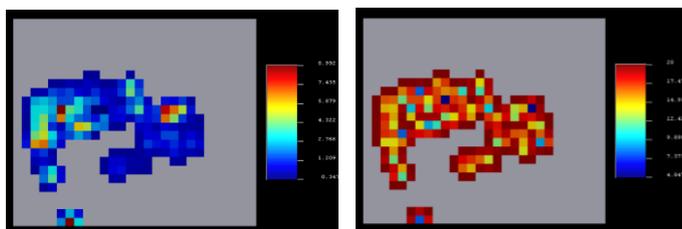
Korelasi Nilai Kualitas Batubara Total Sulfur terhadap Lingkungan Pengendapan

Korelasi nilai sulfur pada batubara *seam A* terhadap lingkungan pengendapan yaitu, semakin ke arah timur semakin tinggi, Lingkungan pengendapan memiliki nilai total sulfur <1% yang dimana termasuk kepada lingkungan darat dan tidak dipengaruhi oleh air laut.

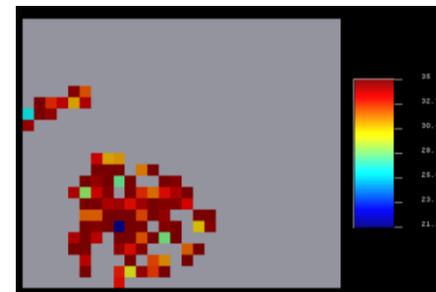
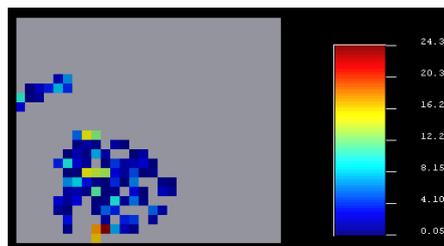
Korelasi nilai sulfur pada batubara *seam A* terhadap lingkungan pengendapan yaitu, semakin ke arah timur semakin tinggi, Lingkungan pengendapan memiliki nilai total sulfur <1% yang dimana termasuk kepada lingkungan darat dan tidak dipengaruhi oleh air laut.

Estimasi Sumberdaya

Pada penelitian ini perhitungan ketebalan dan luas daerah menggunakan perangkat lunak SGeMS dengan metode kriging.



Gambar 23. Blok Model Estimasi Kriging Pada Ketebalan (Subbituminous C)



Gambar 24. Blok Model Estimasi Kriging Pada Ketebalan (Lignite)

untuk perhitungan tonase berdasarkan analisis kualitas dan peringkat batubara yaitu peringkat sub-bituminus estimasi total sumberdaya batubara di daerah penelitian adalah 2.98 juta m³ dalam volume dan 3.88 juta ton dalam tonase. Pada batubara peringkat lignite estimasi total sumberdaya batubara di daerah penelitian adalah 1.28 juta m³ dalam volume dan 1.65 juta ton dalam tonase.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulannya, sebagai berikut:

1. Penelitian pada daerah ini terdapat 2 Lapisan Batubara, memiliki ketebalan berkisar 0,03 m sampai 24,37 m.
2. Hasil analisis sebaran kualitas relatif merata dengan sebaran setiap lapisan batubara memiliki kecenderungan meningkat ke arah bagian Utara daerah penelitian dengan nilai 3438 - 5425 Cal/g menjadi 3692 - 5343 Cal/g dengan diikuti penurunan kadar abu 3,94% menjadi 3,84 %. Pada Rank Batubara berdasarkan panduan ASTM (1993) jenis batubara pada lapisan A dan lapisan B adalah Lignite pada bagian Selatan sampai Sub-bituminus bagian Utara daerah penelitian. Lingkungan pengendapan memiliki nilai total sulfur <1% yang dimana termasuk kepada

lingkungan darat dan tidak dipengaruhi oleh air laut.

3. Total estimasi sumberdaya batubara Subbituminus di daerah penelitian adalah 2.98 juta m³ dalam volume dan 3.88 juta ton dalam tonase. Pada batubara lignite 1.28 juta m³ dalam volume dan 1.65 juta ton dalam tonase.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM D388. 2005. *Standard Classification of Coal by Rank*. West Conshohocken: ASTM International.

Bachtiar, A., Purnama, Y.S., Suandhi, P.A., Krisyuniyanto, A., Rozalli, M., Nugroho, D.H.H. and Suleiman, A., 2013. The Tertiary paleogeography of the Kutai Basin and its unexplored hydrocarbon plays.

Cressendo, H. and Gusman, M., 2020. Pemodelan Dan Perhitungan Volume Akuifer Dengan Menggunakan Metode Indikator Kriging Di Kec. Koto Tangah Dan Kec. Pauh Kota Padang. *Bina Tambang*, 5(1), pp.131-142.

Ikhsan, D.N. and Octova, A., 2019. Estimasi Sumberdaya Batubara Dengan Menggunakan

Metode Ordinary Kriging Pada Pit X Di PT Selamat Jaya Job Site Puteri Hijau Kecamatan Puteri Hijau Kabupaten Bengkulu Utara Provinsi Bengkulu. *Bina Tambang*, 4(3), pp.119-132.

Marwanza, I., Pendekatan Geologi dan Geostatistik dalam Klasifikasi dan Estimasi Endapan Batubara.

Munadi, S., 2005. Pengantar geostatistik. *Jakarta: Universitas Indonesia*.

Pamekas, S.F. and Nurdrajat, R.M.G.G., 2019. Kerangka Sekuen Pengendapan Batubara Berdasarkan Analisis Nilai Sulfur dan Kadar Abu Daerah Bentarsari, Kecamatan Salem, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah. *Geoscience Journal*, 3(4), pp.281-286.

Supriatna S, dkk. 1995. *Peta Geologi Lembar Muarawahau, Kalimantan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.

Sukandarrumidi. 1995. *Batubara dan gambut*. Gadjah Mada University Press.