



Karakteristik Seam Batubara Berdasarkan Analisa Proksimat pada Formasi Muara Enim di Pit Middle West PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal, Kabupaten Musi Banyuasin Sumatera Selatan

Rian Karyadi¹, Budhi Setiawan^{1✉}

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: August 18, 2023

Accepted: November 18, 2023

Published: November 25, 2023

Keywords:

batubara
Muara Enim
peringkat
persebaran

Corresponding author:

Budhi Setiawan

Email: budhi.setiawan@unsri.ac.id

Read online:



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

Copyright © 2023 Authors



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK

PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal merupakan perusahaan yang sangat memperhatikan pengendalian kualitas batubara agar sesuai dengan permintaan pasar. Kualitas batubara menjadi faktor kunci bagi konsumen saat memilih produk yang dihasilkan oleh produsen. Penelitian ini berfokus pada penentuan kualitas batubara melalui klasifikasi ASTM dengan menggunakan data analisis proksimat serta menentukan arah persebaran berdasarkan analisa proksimat dengan metode IDW (*Inverse Distance Weighting*). Penelitian ini dilakukan pada pit middle west. Formasi pembawa batubara pada daerah penelitian adalah Formasi Muara Enim tersusun atas batupasir, batulempung, dan lapisan batubara. Metode penelitian berupa studi literatur pengumpulan data dan pengolahan data. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai kalori rata-rata sebesar 5233 cal/gr adb. Berdasarkan klasifikasi ASTM kualitas batubara daerah penelitian berada pada peringkat lignit. Persebaran nilai kalori pada seam 4 dapat diinterpretasikan semakin rendah ke arah barat. Pada seam 5 nilai kalori yang rendah hampir menempati semua titik yang ada, hanya pada titik bor berarah utara, baratdaya, dan tenggara yang memiliki nilai kalori yang lebih tinggi. Pada seam 6 nilai kalori yang tinggi diinterpretasikan ke arah tenggara hingga utara. Batubara pada daerah telitian merupakan batubara dengan peringkat lignit berdasarkan klasifikasi ASTM. Persebaran nilai kalori menunjukkan bahwa penyebaran batubara berarah tenggara hingga utara menunjukkan peningkatan nilai kalori sehingga kualitas batubaranya juga semakin baik.

ABSTRACT

PT Bhumi Sriwijaya Perdana Coal is a company that places significant emphasis on coal quality control in order to satisfy market demands. Consumers place significant importance on the quality of coal when selecting goods manufactured by producers. The objective of this study is to ascertain the quality of coal by employing proximate analysis data to classify it according to ASTM standards and determining the direction of distribution based on proximate analysis using the IDW (*Inverse Distance Weighting*) method. The investigation was carried out in the middle western pit. The research area contains the Muara Enim Formation, which consists of coal seams, sandstones, and mudstones. A literature review constitutes the research methodology for data collection and processing. The analysis indicates that the mean calorific value is 5233 cal/gr adb. The lignite coal quality classification is applied to the study area in accordance with ASTM standards. It is possible to interpret the calorific value distribution in seam 4 as decreasing in direction towards the west. Seam 5 predominantly comprises low calorific value, with the exception of those oriented to the north, southwest, and southeast, which exhibit higher calorific values. Seam 6 exhibits a high calorific value in the northeastern direction. The study area is characterized by lignite-ranked coal, as classified by ASTM. The analysis of coal calorific value distribution reveals that there is an upward trend in calorific value from the southeast to the north, indicating an improvement in coal quality.

1 Pendahuluan

Lokasi penelitian dilakukan di PT. BSPC (Bhumi Sriwijaya Perdana Coal) tepatnya di pit Middle west, sebuah perusahaan pertambangan yang berfokus pada penambangan batubara dengan sistem penambangan *surface mining* dan metode tambang terbuka. Perusahaan ini menghasilkan batubara yang berasal tiga jenis seam yaitu seam 4, seam 5, dan seam 6. Dalam proses produksinya PT. BSPC sangat memperhatikan kualitas batubara untuk memenuhi permintaan pasar. Kualitas batubara merupakan faktor kunci bagi konsumen saat memilih produk dari produsen. Untuk mendapatkan informasi tentang kualitas yang diperoleh saat proses produksi, membutuhkan analisis kualitas dengan analisa proksimat. Penentuan kualitas batubara melibatkan penilaian banyak faktor yang ada dalam batubara. Kualitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah pengaruh kandungan kandungan air, abu, zat terbang, karbon padat yang dapat menurunkan kualitas pada batubara (Kadir dkk., 2017).

Batubara merupakan salah satu bahan bakar hidrokarbon dari hasil tumbuhan yang terbentuk (Stach, 1982), pada daerah tanpa oksigen dan dipengaruhi tekanan serta temperatur dengan rentang waktu sangat lama sehingga membentuk padatan. Pembentukan batubara dapat terjadi dalam dua tahap, yaitu tahap biokimia atau biasa disebut *peat stage* dan tahap karbonisasi. Tahap biokimia terjadi ketika tanaman menumpuk di daerah anoksik (anaerobik) dengan drainase yang buruk. Tumbuhan yang terurai dan melepaskan unsur H, N, O serta C berupa senyawa CO_2 , H_2O , H_2O , NO_3 dan berubah menjadi humus. Lalu, di bawah pengaruh jamur dan bakteri anaerob, bahan tanaman dapat berubah menjadi gambut. Selain itu, pengerasan merupakan proses diagenesis yang terjadi pada bahan organik gambut yang menyebabkan peningkatan suhu serta tekanan dalam jangka waktu yang lebih lama akibat pembebanan sedimen (Stach, 1982),

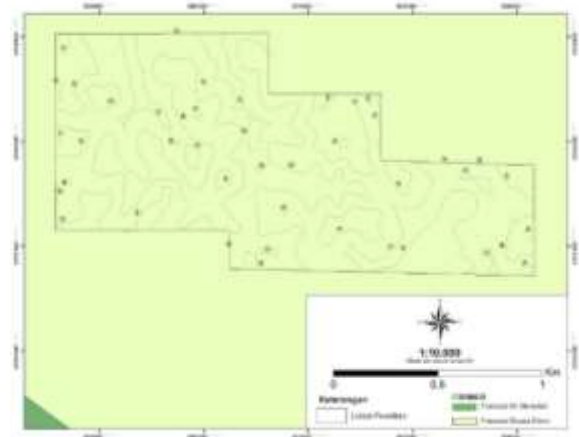
Berdasarkan kualitas, batubara dibagi menjadi beberapa tingkatan, yakni lignit, sub-bituminus, bituminus, serta antrasit. Di Indonesia, mayoritas batubara tergolong dalam peringkat lignit hingga bituminus (Soeswanto, 2011). Kualitas batubara terbentuk karena interaksi antara suhu, tekanan, dan proses pembentukan, saat bahan organik mengalami sedimentasi, terdapat tekanan dari lapisan di atasnya. Oleh karena itu, pembentukan batubara sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor geologis, seperti struktur geologi, usia batuan, aktivitas magma, dan kondisi lingkungan tempat pengendapan terjadi (Suhayadi dan Sriyanti, 2022).

Tujuan dilakukannya analisis proksimat ialah demi mengukur kadar air yang terkandung dalam batubara, baik air permukaan (*free moisture*) ataupun air inheren (*inherent moisture*), serta mengukur kadar abu (*ash*), volatil (*volatile*), karbon (karbon tetap).

Pada penelitian ini berfokus pada penentuan kualitas batubara melalui klasifikasi ASTM D33 dengan menggunakan data hasil analisis proksimat batubara daerah penelitian serta menentukan arah persebaran berdasarkan nilai kalori. Penelitian ini dilakukan pada lokasi PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan.

2 Geologi Regional

Secara regional pada Gambar 1, daerah penelitian terdiri dari satu formasi yaitu Formasi Muara Enim.



Gambar 1 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (Gafoer dkk., 1995)

2.1 Tatanan Tektonik

Dalam konteks tektonik, Pulau Sumatera terbentuk karena terjadinya tabrakan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia, dimana Lempeng Indo-Australia memberikan tekanan pada Lempeng Eurasia. Fenomena ini memiliki dampak terhadap struktur fisik Pulau Sumatera, menyebabkan bentuknya membentang dari arah Baratlaut ke Tenggara. Akibat dari tumbukan ini, terbentuklah busur magmatik yang menjadi cikal bakal Pegunungan Bukit Barisan. Dalam konteks busur magmatik tersebut, posisi busur menghasilkan zona-zona seperti zona akresi, zona busur muka, serta zona busur belakang. Pulau Sumatera memiliki 3 cekungan pokok, meliputi Cekungan Sumatera Utara, Cekungan Sumatera Tengah, dan Cekungan Sumatera Barat, ketiganya dibatasi oleh ketinggian yang terbentuk akibat proses tektonik pada era Kenozoikum. Menurut Bishop (2000), cekungan-cekungan ini muncul sebagai hasil dari gerakan ulang patahan besar dalam batuan-batuan Pra-Tersier, diikuti oleh aktivitas

vulkanik. Struktur geologi Cekungan Sumatera Selatan terdiri dari Paparan Sunda di timur dan rangkaian patahan Bukit Barisan di barat. Wilayah geografis yang dipertimbangkan dibatasi oleh Cekungan Jawa Barat di utara serta Tinggian Lampung di selatan.

2.2 Stratigrafi

Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan dapat dibagi 4 megasequence, yakni pre-rift, syn-rift serta syn-inversion. Menurut [Argakoesoemah dan Kamal \(2004\)](#), stratigrafi pembentukan cekungan ini berkerabat dengan Formasi Pulau Sumatera, antara lain Formasi Tarap dan Formasi Garba, serta intrusi granit seperti Granit Garba. Sekuen tersebut berlangsung mulai awal Eosen Awal hingga Miosen Awal, membentuk Formasi Kikim di dalam Grup Lahat dan Formasi Talangakar, Formasi Baturaja dan Formasi Gumain di dalam Grup Telisa. Dari Miosen Awal hingga Pliosen Awal, aktivitas tektonik relatif stabil, diakhiri dengan fase kompresi miring dari Pliosen hingga Pleistosen, yang diamati selama pengendapan formasi satuan vulkanik seperti Formasi Kasai dan Formasi Ranau.

Daerah penelitian meliputi Formasi Muara Enim yang merupakan formasi geologi yang mengandung endapan batubara. Formasi ini mencakup banyak litologi, di antaranya batulempung, batupasir, batulanau, serta batubara. Sedimen klastik formasi tersebut berasal dari Pegunungan Barisan yang umumnya ada di puncak formasi. Pada bagian selatan cekungan, batas bawah Formasi Muara Enim ditandai oleh lapisan batubara yang sering digunakan sebagai penanda. Lapisan dari formasi ini setebal 450-750 m dan persebaran umur formasi ini dari Miosen Akhir sampai Pliosen. Formasi ini terjadi di laut dangkal, beting, dan lingkungan non laut. Formasi Muara Enim diendapkan secara bersamaan di atas Formasi Air Benakat.

2.3 Struktur Geologi

Menurut [Barber dkk. \(2005\)](#), struktur geologi cekungan Sumatera Selatan umumnya banyak ditemukan pada batuan Pra-Tersier yang tersingkap sebagai akibat pengangkatan. Kemudian [Coster \(1974\)](#), menerangkan bahwa Cekungan Sumatera Selatan didominasi oleh 3 (tiga) antiklinori besar, yakni Antiklinorium Palembang yang memanjang dari Bukit Tigapuluh sampai Palembang dengan arah Baratlaut, kemudian Pendopo-Limaau- antiklinorium, yang berorientasi WNW-ESE, dipotong oleh Sesar Lematang di selatan, dan Antiklinorium Muara Enim di timur Pegunungan Gumai, yang menimbulkan peninggian Pegunungan Gumai sehingga tersingkap batuan pra-tersier di Pegunungan Gumai ([Pulunggono dan Cameron, 1984](#)). Berdasarkan, Antiklinorium Muara Enim dicirikan oleh sayap yang

berorientasi asimetris, lipatan yang cukup curam di bagian dasar dan arah tegangan utama adalah barat baratlaut-timur tenggara. Terbentuknya Antiklin Pegunungan Gumai dapat dikaitkan dengan serangkaian proses geologis. Awalnya, selama periode Jurassic-Cretaceous, terjadi pengangkatan yang diinduksi subduksi, menghasilkan pembentukan busur vulkanik. Selanjutnya pada periode Tersier diendapkan batuan sedimen dari Kelompok Woyla dan Kelompok Sedimen Tersier yang mengarah ke tahap pemampasan di Wilayah Tengah. Miosen-Neogen), membentuk antiklin Pegunungan Gumai. Kendali antiklinorik Cekungan Sumatera Selatan menghasilkan sebaran formasi batuan dengan nilai kemiringan yang berbeda dan kontras pada setiap daerah.

3 Tinjauan Pustaka

3.1 Analisis Proksimat

Berdasarkan [Yadav dan Yadav \(2017\)](#), analisis proksimat adalah kegiatan analisis batubara yang mencakup *ash content*, *moisture content*, *volatile matter*, serta *fixed carbon* dalam setiap sampel. Analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui nilai kuantitatif dari kandungan batubara dan digunakan sebagai penentu kualitas setiap sampel ([Sepfitrah, 2016](#)). Kandungan abu atau *ash content* dapat diartikan sebagai residu zat organik yang tersisa setelah batubara menjalani proses pembakaran dalam kondisi standar hingga mencapai berat yang konstan. Ketika batubara terbakar, mineral-mineral mengalami transformasi, sehingga umumnya jumlah abu cenderung lebih rendah daripada kandungan mineral awal dalam batubara. Faktor ini termasuk penguapan air dan lempung, pelepasan karbon dioksida dan karbonat, oksidasi pirit menjadi besi oksida, serta proses fiksasi belerang oksida ([Sukandarrumidi, 2006](#)).

Beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas batubara dengan analisis proksimat, yaitu:

Kandungan air (*moisture content*)

Kandungan air batubara berasal dari ruang pori, yang ditransfer melintasi struktur pipa kapiler. Kandungan air batubara dapat dibedakan menjadi air permukaan (*free moisture*) dan *inherent moisture*. Kelembapan bebas ialah air yang berasal dari luar dan mengalir melalui pori-pori karbon, sedangkan kelembapan bawaan adalah air yang terperangkap di dalam pori-pori mikro. Pada kondisi normal, tekanan kandungan air ini lebih rendah dari tekanan uap air. Adanya *moisture* pada batubara mempengaruhi klasifikasi batubara, karena kandungan air yang lebih tinggi akan menurunkan nilainya. Selanjutnya, *total*

moisture (TM) adalah hasil dari penggabungan kedua kadar air tersebut.

Kandungan abu (*ash content*)

Abu dalam batubara diartikan sebagai materi organik yang tersisa sesudah sampel batubara dijalani proses pembakaran pada kondisi standar hingga mencapai berat yang konstan. Komposisi abu mencakup berbagai oksida logam, seperti SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , dan CaO . Kandungan abu dalam batubara bisa diukur menggunakan metode pembakaran dalam tungku pada suhu sekitar 815°C . Saat proses pembakaran, kandungan abu yang lebih besar mengakibatkan rendahnya jumlah panas yang dihasilkan dari batubara. Kandungan abu mencakup senyawa-senyawa seperti Na_2O , CaO , dan Fe_2O_3 , yang merupakan komponen batubara yang tidak mudah terbakar. Pasca-pembakaran batubara, senyawa-senyawa ini mengendap dalam bentuk partikel abu yang sering disebut sebagai konten abu.

Kandungan karbon tetap (*fixed carbon*)

Karbon tetap adalah bentuk karbon yang hadir pada batubara dalam bentuk padat. Karbon adalah komponen yang paling melimpah di dalam batubara setelah kandungan zat terbang. Kehadiran karbon tetap digunakan sebagai indikator efisiensi kokas batubara setelah mengalami karbonisasi, atau sebagai ukuran padatan yang mudah terbakar dalam alat berbahan bakar batubara setelah bagian yang mudah menguap dihilangkan. Setelah penghilangan abu atau mineral lainnya, kandungan karbon tetap dapat digunakan untuk mengevaluasi kadar batubara dan sebagai parameter dalam klasifikasi batubara. Hal ini karena semakin tinggi kandungan karbonnya, semakin baik peringkat batubara tersebut.

Kandungan zat terbang (*volatile matter*)

Kandungan zat terbang mengacu pada materi yang akan menguap ketika sampel batubara berada dalam proses pemanasan pada suhu serta durasi yang sudah ditetapkan, yakni suhu sekitar 900°C dan waktu pemanasan selama 7 menit. Zat terbang merupakan substansi yang menghasilkan panas ketika terbakar. Komponen yang menguap termasuk hidrogen, karbon monoksida, dan metana, yang merupakan gas-gas yang mudah terbakar. Kandungan zat terbang dipergunakan sebagai parameter dalam menentukan peringkat batubara. Ini didasarkan pada tingkat pembakaran yang optimal serta intensitas api, dimana kedua faktor ini bergantung pada nilai karbon tetap.

Kandungan sulfur (*total sulfur*)

Sulfur adalah salah satu parameter yang penting untuk dipastikan kadarnya. Selain itu, analisis sulfur perlu dilakukan sebab sulfur dapat memberikan dampak terhadap lingkungan dalam bentuk emisi SO_2 , sehingga harus dipastikan jumlahnya dibawah nilai

yang ditetapkan (Zhu, 2014). Sulfur yang terkandung dalam batubara yaitu sulfur organik, mineral sulfida, mineral sulfat (Agung dkk., 2019).

Kandungan nilai kalori (*calorific value*)

Nilai kalori batubara mengacu pada total energi termal yang dihasilkan melalui pembakaran bahan bakar batubara, yang melibatkan elemen-elemen mudah terbakar seperti karbon, hidrogen, dan sulfur. Proses ini mencakup panas dekomposisi serta panas yang terkait dengan reaksi pembakaran eksotermik dan endotermik dari unsur-unsur pencemar yang ada dalam batubara.

3.2 Sebaran Kualitas Menggunakan IDW

Inverse Distance Weighting (IDW) merupakan metode interpolasi yang digunakan untuk menaksir suatu nilai pada lokasi yang tidak memiliki sampel berdasarkan data di sekitarnya. Metode ini dapat digunakan dalam kegiatan eksplorasi karena dalam proses perhitungannya lebih sederhana dan mudah dipahami (Purnomo, 2018). IDW adalah suatu metode interpolasi yang menampilkan suatu variabel pada lokasi yang tidak diketahui menggunakan rata-rata tertimbang dari data yang diketahui di sekitar lokasi yang tidak diketahui (Phachomphon dkk., 2010).

3.3 Klasifikasi Peringkat Batubara Menurut ASTM

Klasifikasi batubara mengacu pada jenjang dari lignit hingga antrasit. Dalam Tabel 1, klasifikasi batubara dilakukan berdasarkan kriteria yang ditetapkan *American Standard for Testing and Materials* (ASTM D338). Informasi yang dibutuhkan untuk klasifikasi ini melibatkan nilai kandungan karbon padat 'dmmf' (*dry mineral matter free*), nilai kandungan bahan volatil 'dmmf' (*dry mineral matter free*), serta nilai kalor 'mmf' (*moist yang paling melimpah di dalam batubara setelah volatile matter. mineral matter free*). Istilah *moist* mengacu pada keadaan di mana batubara masih ada dalam tanah dan mengandung kelembaban tanah. Data ini dihasilkan melalui penggunaan Rumus Parr. Batubara yang berada pada tingkat peringkat menengah sampai atas, data yang digunakan meliputi kadar karbon padat 'dmmf' dan kadar bahan volatil 'dmmf'. Di sisi lain, untuk batubara pada tingkat peringkat menengah sampai ke bawah, penggunaan data yang diambil adalah nilai kalori mmf. Sesuai dengan panduan dari ASTM D33, batubara dengan peringkat rendah ialah batubara yang memiliki kandungan karbon padat 'dmmf' $<69\%$ atau kandungan bahan volatil 'dmmf' $>31\%$, serta nilai kalor 'mmf' $<10,500$ Btu/lb atau $<8,333$ kcal/kg.

Tabel 1 Klasifikasi Batubara berdasarkan peringkat batubara menurut (ASTM D388-19a, 1994)

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
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

4 Metode

Metode penelitian terdapat beberapa tahapan, yaitu tahap pertama adalah studi literatur berupa materi geologi regional daerah penelitian, jenis-jenis batubara serta pengertian batubara menurut para ahli, selanjutnya adalah tahapan pengumpulan data. Data yang dipergunakan yakni data sekunder berupa data DEMNas serta RBI untuk pembuatan peta, sedangkan data primer yang digunakan berupa data bor serta analisa proksimat 17 sampel batubara dari 7 titik bor yang kemudian akan ditentukan karakteristik seam 4, 5, dan 6 serta kualitas atau *rank* batubara tersebut menggunakan klasifikasi ASTM D33. Selanjutnya persebaran berdasarkan nilai kalori menggunakan software ArcGis dengan metode Inverse Distance Weighting (IDW).

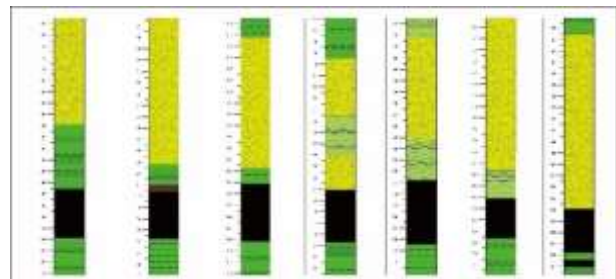
5 Hasil dan Pembahasan

5.1 Karakteristik seam batubara

Seam 4

Batubara seam 4 tersebar pada 7 titik bor yang mempunyai karakteristik lapisan batubara yang rata-rata lebih tebal dari lapisan batubara seam 5 dan 6 yakni 3,79 meter. Batubara seam 4 (**Gambar 2**) mempunyai litologi *overburden* lapisan litologi lempung dan juga batulanau yang diikuti litologi batupasir di atasnya. Lapisan batubara seam 4 juga mempunyai karakteristik relatif seam tunggal dengan hanya satu titik bor yang mempunyai 2 lapisan dengan *interburden* batulempung. Berdasarkan analisa proksimat dan ditampilkan dengan diagram boxplot (**Gambar 3**), pada batubara seam 4 didapatkan nilai rata-rata *total moisture* (TM) sebesar 46,9% dan median sebesar 46,47% *total moisture* paling rendah

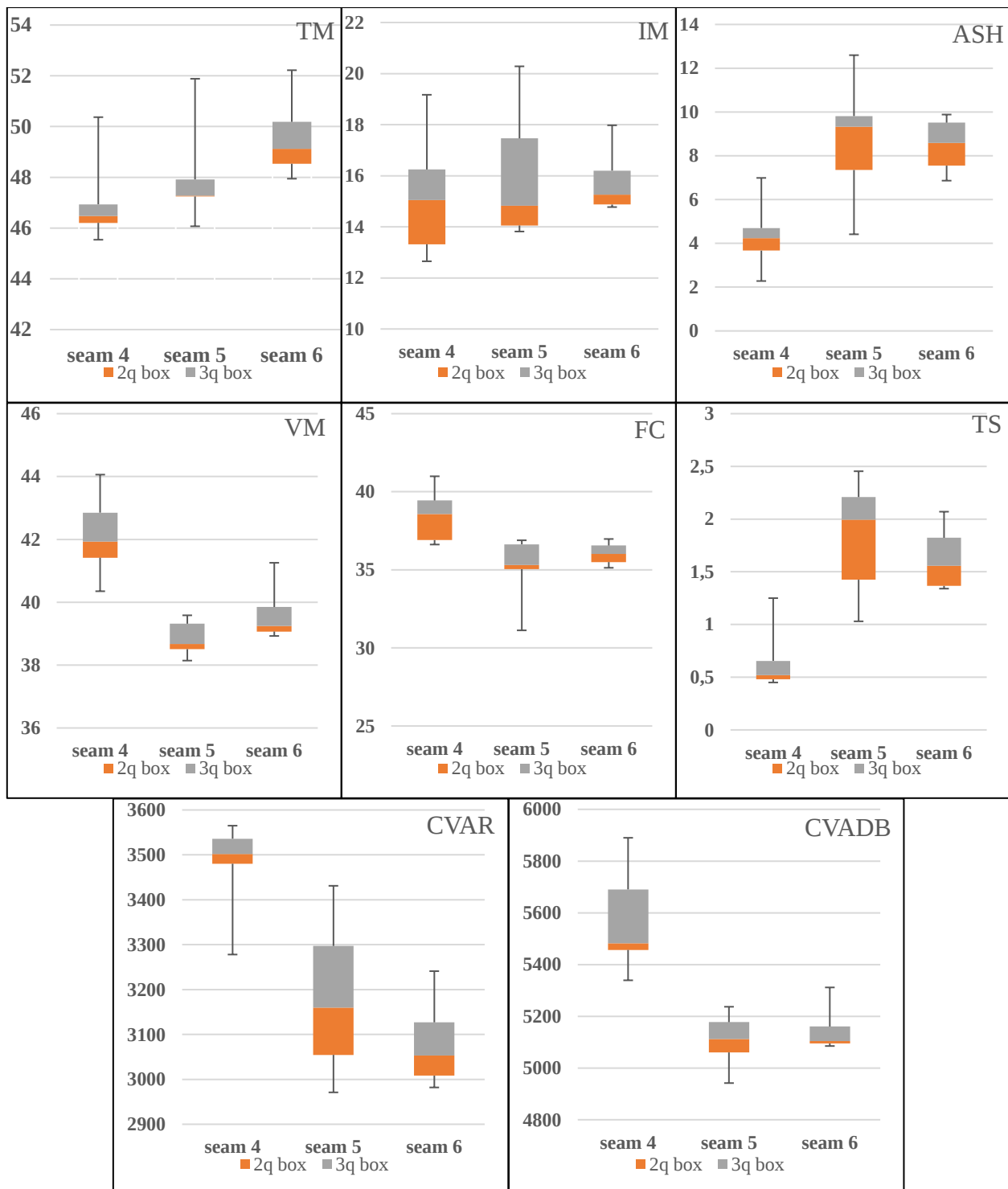
45,54% dan paling tinggi 50,37%, selanjutnya batubara seam 4 mempunyai rata-rata nilai kadar abu sebesar 4,32% dengan nilai minimum 2,28% serta median sebesar 4,24%. Nilai kandungan zat terbang mempunyai rata-rata 42,12% dengan nilai terendah 40,35% dengan median 41,93%. *Fixed carbon* seam 4 mempunyai nilai rata-rata 38,41% dengan nilai minimum sebesar 36,62% dan median 38,58%. Batubara seam 4 mempunyai nilai total sulfur paling rendah dari seam lainnya dengan nilai rata-rata sebesar 0,64% dan nilai terendah sebesar 0,45% serta median sebesar 0,52%. Batubara seam 4 mempunyai nilai kalori paling tinggi dari seam lainnya sebesar 5572 kkal/kg.



Gambar 2 Penampang stratigrafi kenampakan seam 4 pada 7 titik bor (tanpa skala)

Seam 5

Batubara seam 5 tersebar pada 7 titik bor pada daerah penelitian yang mempunyai karakteristik lapisan batubara yang rata-rata lebih tipis dari lapisan batubara seam 4 dan 6 yakni 1,63 meter. Batubara seam 5 pada (**Gambar 4**) mempunyai litologi *overburden* lapisan litologi lempung dan juga *carbonaceous mudstone*. Lapisan batubara seam 5 mempunyai karakteristik seam yang terpisah (*splitting seam*) dengan *interburden* batulempung. Berdasarkan analisis proksimat dan ditampilkan dengan (**Gambar 5**) *box-plot*, pada batubara seam 5 didapatkan nilai rata-rata *total moisture* (TM) sebesar 47,8% dan median sebesar 47,3% *total moisture* paling rendah 46,07% dan paling tinggi 51,69%, selanjutnya batubara seam 5 mempunyai rata-rata nilai kadar abu sebesar 8,86% dan menjadi nilai rata-rata terbesar dibandingkan dengan seam 4 dan 6 dengan nilai minimum 4,4% serta median sebesar 9,38%. Kandungan zat terbang mempunyai rata-rata 39,05% terkecil dari seam 4 dan 6 dengan nilai terendah 38,14% dengan median 38,62%. *Fixed carbon* seam 5 mempunyai nilai rata-rata 35,45% terkecil dari seam lainnya dengan nilai minimum sebesar 31,12% dan median 35,48%. Batubara seam 5 mempunyai nilai *total sulfur* paling tinggi dari seam lainnya dengan nilai rata-rata *total sulfur* sebesar 1,63% dan nilai terendah sebesar 1,03% serta median sebesar 1,96%. Batubara seam 5 mempunyai nilai kalori paling rendah dari seam lainnya sebesar 5117 kkal/kg.



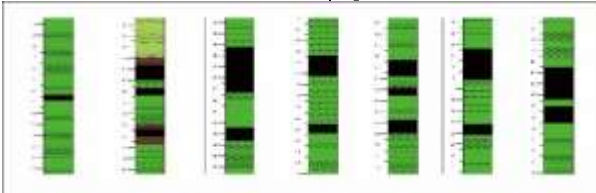
Gambar 3 Diagram blox-plot analisis proksimat batubara daerah penelitian. TM-IM (total dan inherent moisture); ASH (kadar abu); VM (kandungan zat terbang); FC (karbon tetap); TS (sulfur total); CV AR-ADB (nilai kalori)

Seam 6

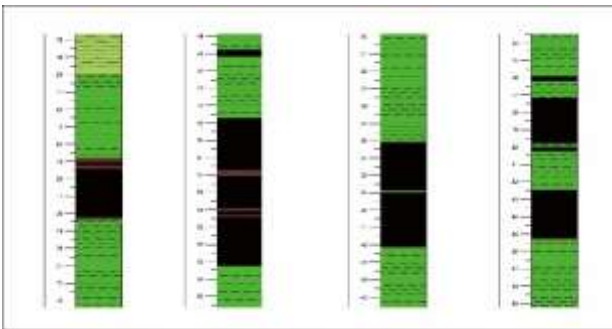
Batubara seam 6 tersebar pada 4 titik bor pada daerah penelitian yang mempunyai karakteristik lapisan batubara dengan rata-rata tebal sebesar 2,06 meter. Batubara seam 6 terdiri dari litologi overburden lapisan litologi lempung dan juga carbonaceous mudstone. (Gambar 5) Lapisan batubara seam 6 mempunyai karakteristik seam yang sama seperti

seam 5 dengan seam terpisah *splitting seam* dengan *interburden* batulempung. Berdasarkan analisa proksimat pada diagram box-plot (Gambar 3), pada batubara seam 6 didapatkan nilai rata-rata total moisture (TM) sebesar 49,6% paling besar dari seam lainnya dan median sebesar 49,11% total moisture paling rendah 47,94% dan paling tinggi 52,22%, Batubara seam 6 mempunyai rata-rata nilai kadar abu

sebesar 8,47% dengan nilai minimum 6,8% serta median sebesar 8,58%. Kandungan zat terbang dengan rata-rata 39,66% paling besar dari *seam* lainnya dengan nilai terendah 38,52% dengan median 39,24%. Kemudian *fixed carbon seam* 6 mempunyai nilai rata-rata 36,03% terkecil dengan nilai minimum sebesar 35,15% dan median 36,01%. Batubara *seam* 6 mempunyai nilai *total sulfur* dengan nilai rata-rata sebesar 1,63% dan nilai terendah sebesar 1,34% serta median sebesar 1,55%. Batubara *seam* 6 mempunyai nilai kalori sebesar 5151 kcal/kg.



Gambar 4 Penampang stratigrafi kenampakan *seam* 5 pada 7 titik bor (tanpa skala)



Gambar 5 Penampang stratigrafi kenampakan *seam* 6 pada 4 titik bor (tanpa skala)

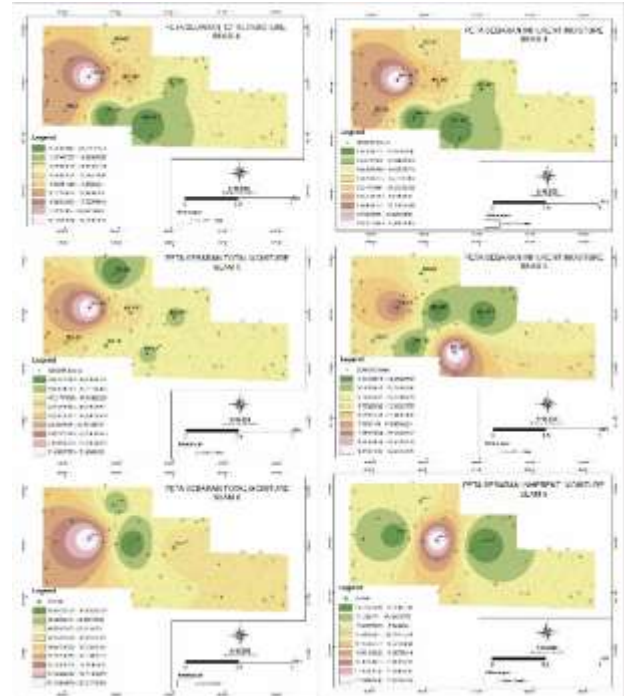
5.2 Persebaran Kualitas Seam Batubara

Total moisture (TM) dan *Inherent Moisture (IM)*

Persebaran *total moisture* batubara pada daerah penelitian mempunyai arah persebaran yang sama yakni ke arah barat yang berpusat pada titik bor BS-05. Secara umum, nilai *total moisture* pada batubara mempunyai hubungan atau menjadi salah satu faktor penentu kualitas batubara dengan kualitas batubara yaitu semakin rendah nilai *total moisture* pada batubara maka akan semakin tinggi kualitas batubara tersebut, sebaliknya jika semakin tinggi nilai *total moisture* pada batubara maka akan semakin buruk kualitas batubara. Semakin besar TM di dalam batubara maka semakin kecil nilai kalori, karena dibutuhkan kalori untuk penguapan air (Fadhili dan Ansosry, 2019).

Inherent moisture merupakan nilai kadar air pada batubara pada kondisi batubara yang sudah dikeringkan secara alami di udara. Sama seperti *total moisture*, nilai *inherent moisture* juga menjadi salah satu faktor yang sama seperti *total moisture*. Persebaran nilai *inherent moisture* pada setiap *seam* mempunyai arah persebaran yang berbeda pada

daerah penelitian, pada *seam* 4 nilai terbesar mempunyai arah relatif ke barat pada titik bor BS-05 sedangkan pada *seam* 5 nilai terbesar mempunyai arah relatif ke tenggara pada titik bor BS-03 kemudian pada *seam* 6 nilai *inherent moisture* berapa pada titik bor BS-06 (Gambar 6).

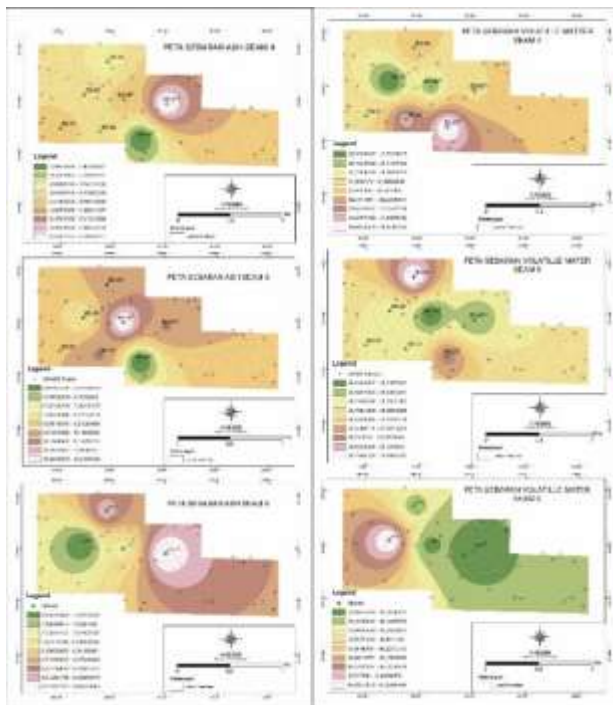


Gambar 6 Peta persebaran batubara berdasarkan nilai *total moisture* dan *inherent moisture seam* 4, 5, dan 6 daerah penelitian

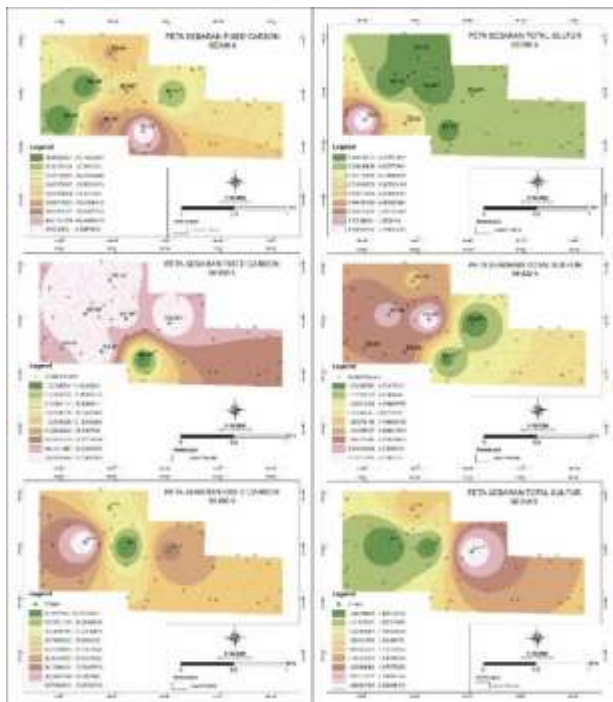
Kadar Abu (ASH) dan Zat Terbang (VM)

Semakin besar kadar abu, semakin kecil nilai kalori batubara, karena dibutuhkan kalori untuk membakar pengotor dalam batubara dan sebaliknya semakin besar kadar abu maka akan semakin turun juga nilai kalori batubara (Fadhili dan Ansosry, 2019). Persebaran kadar abu batubara pada daerah penelitian mempunyai arah persebaran yang berbeda tiap lapisannya, batubara *seam* 4 dan 6 mempunyai kadar abu yang paling besar relatif berarah timurlaut pada titik bor BS-07 sedangkan batubara *seam* 5 mempunyai nilai terbesar pada titik bor BS-06 (Gambar 7).

Persebaran kandungan zat terbang mempunyai arah persebaran yang sama seperti kadar abu yang mempunyai arah persebaran yang berbeda tiap lapisannya, batubara *seam* 4 dan 6 mempunyai kandungan zat terbang yang paling besar relatif berarah timurlaut pada titik bor BS-07 sedangkan batubara *seam* 5 mempunyai nilai terbesar pada titik bor BS-06.



Gambar 7 Peta persebaran kadar abu dan zat terbang seam 4, 5, dan 6 daerah penelitian



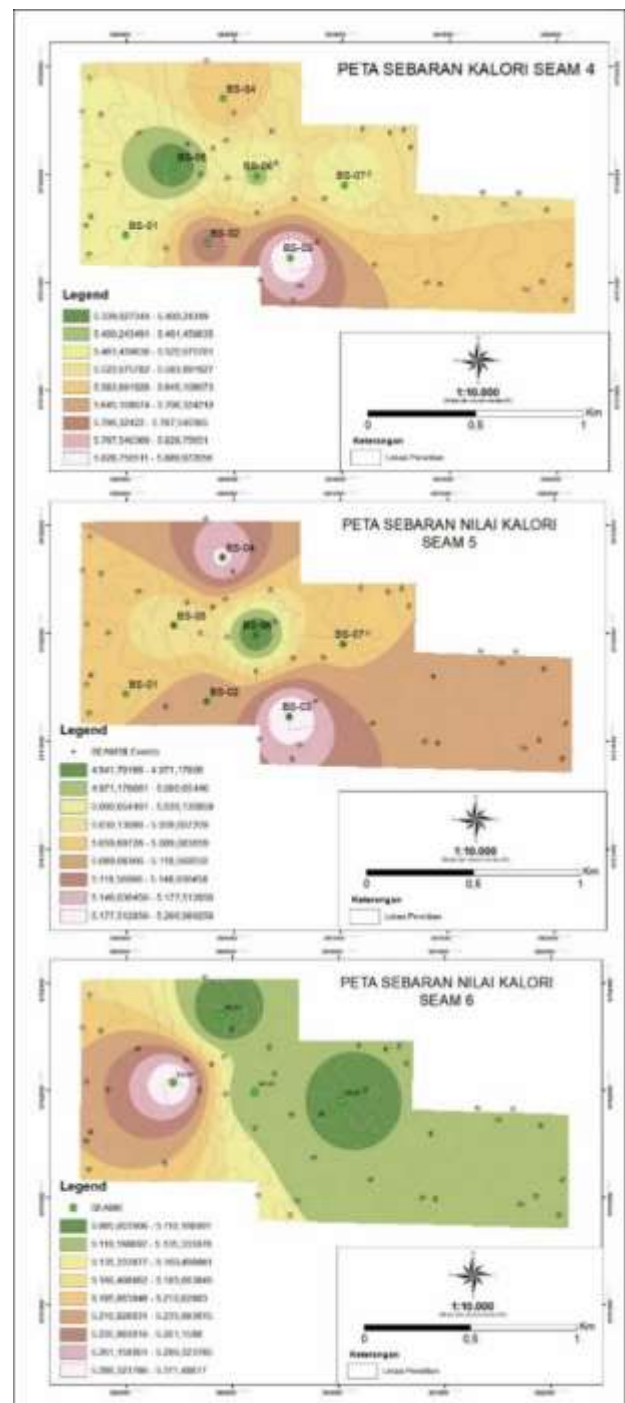
Gambar 8 Peta persebaran batubara berdasarkan kandungan karbon tetap dan sulfur total seam 4, 5, dan 6 daerah penelitian

Karbon Tetap (FC) dan Total Sulfur (TS)

Persebaran karbon tetap pada tiap lapisan mempunyai nilai persebaran yang berbeda. Pada seam 4 nilai terbesar relatif berarah baratdaya sedangkan pada seam 5 hanya berarah tenggara yang mempunyai nilai yang relatif rendah pada titik bor BS-02 dan pada seam 6 mempunyai nilai terbesar relatif berarah barat

di titik bor BS-05 (**Gambar 8**). semakin tinggi kandungan karbon maka nilai kalori semakin besar (**Kadir dkk., 2017**).

Persebaran nilai sulfur total pada batubara juga mempunyai arah persebaran yang berbeda pada tiap lapisannya, pada seam 4 persebaran akan semakin besar berarah baratdaya sedangkan seam 5 akan semakin besar berarah barat kemudian pada seam 6 mempunyai arah yang berlawanan dengan seam 5 yaitu relatif berarah timur.



Gambar 9 Peta persebaran batubara berdasarkan nilai kalori pada variasi seam 4, 5, dan 6

Nilai Kalori (CV)

Persebaran nilai kalori batubara pada daerah penelitian pada tiap *seam* mempunyai arah yang berbeda, pada *seam* 4 nilai kalori batubara akan semakin tinggi pada arah tenggara sedangkan pada *seam* 5 mengarah relatif berarah tenggara dan baratdaya (**Gambar 9**). Pada *seam* 6 nilai kalori batubara semakin besar relatif berarah barat.

5.3 Peringkat Batubara Daerah Penelitian

Mengacu pada hasil analisis proksimat yang dilakukan pada tujuh titik bor yang mewakili setiap *seam* batubara, penilaian peringkat batubara dilakukan dengan mempertimbangkan nilai tiap parameter yang ada. Temuan dari uji proksimat juga mengindikasikan bahwa semakin tinggi kandungan kelembapan dan kadar abu, maka nilai kalorinya cenderung lebih rendah. Sebaliknya, kandungan zat terbang yang lebih tinggi berkorelasi dengan nilai kalori yang lebih tinggi. Batubara dengan peringkat tinggi dan cocok untuk eksplorasi dicirikan oleh kadar air dan abu yang rendah, serta kandungan zat terbang dan nilai kalori yang tinggi. Penentuan klasifikasi berdasarkan standar ASTM D33 untuk batubara kategori peringkat rendah dilakukan hanya berdasarkan nilai kalori. Data yang diperoleh dari uji proksimat dan pada setiap *seam* batubara di daerah penelitian menunjukkan nilai rata-rata kalori pada *seam* 4 5572 cal/gr adb, pada *seam* 5 sebesar 5117 cal/gr adb, dan pada *seam* 6 sebesar 5151 cal/gr adb. Menurut klasifikasi ASTM D33, kualitas batubara di daerah penelitian termasuk dalam kategori Batubara lignit.

6 Kesimpulan

Penelitian ini telah menentukan karakteristik tiga *seam* batubara (*Seam* 4, *Seam* 5, dan *Seam* 6) berdasarkan karakteristik stratigrafi maupun analisis

proksimat. *Seam* 4 memiliki ketebalan rata-rata yang lebih besar daripada *Seam* 5 dan *Seam* 6, dengan kualitas batubara yang lebih baik. *Seam* 5 memiliki ketebalan yang lebih kecil daripada *Seam* 4 dan *Seam* 6, dengan kualitas batubara yang lebih rendah. Pada aspek kualitas batubara, *Seam* 4 memiliki nilai *total moisture* yang lebih rendah, kadar abu yang lebih rendah, dan nilai kalori yang lebih tinggi dibandingkan *Seam* 5 dan *Seam* 6. Sebaliknya, *Seam* 5 memiliki nilai kandungan sulfur yang lebih tinggi daripada dua *seam* lainnya. *Seam* 6 memiliki kandungan *total moisture* yang paling tinggi di antara ketiga *seam*, yang turut mempengaruhi nilai kalori batubara.

Persebaran *total* dan *inherent moisture*, *volatile matter*, *ash*, *total sulfur*, *fixed carbon*, dan kalori pada masing-masing *seam* ditentukan berdasarkan interpolasi IDW. menunjukkan variasi yang signifikan dalam karakteristik batubara di daerah penelitian. Dalam konteks peringkat batubara, kualitas batubara di daerah penelitian masuk dalam kategori lignit. Kualitas batubara dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kandungan air, abu, zat terbang, sulfur, dan nilai kalori. Semakin tinggi kandungan air dan abu, maka nilai kalorinya cenderung lebih rendah. Sebaliknya, kandungan zat terbang yang lebih tinggi berkorelasi dengan nilai kalori yang lebih tinggi. Oleh karena itu, untuk eksplorasi batubara, penting untuk memahami karakteristik proksimat dan nilai kalori batubara di daerah penelitian. Penelitian ini memberikan pemahaman yang penting tentang karakteristik batubara di daerah penelitian yang dapat digunakan sebagai dasar penentuan dan pengembangan arah penambangan batubara.

Data Pendukung

Data analisa proksimat pada ketujuh titik bor dapat diunduh pada tautan berikut: bit.ly/Proksimat.

Referensi

- Agung, N. M., Nugroho, W. & Hasan, H. 2019. Hubungan Kandungan Total Sulphur Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara Pt. Carsurin Samarinda. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, 7(1), pp. 1-8. <https://doi.org/10.30872/jtm.v7i1.2422>
- Argakoesoemah, I. & Kamal, A. 2004. Ancient Talang Akar deepwater sediments in South Sumatra Basin: A New Exploration Play IPA Deepwater and Frontier Exploration in Asia & Australasia Symposium, Jakarta. pp. DFE04-OR-009.
- ASTM D388-19a 1994. Standard Classification of Coals by Rank. PA USA, ASTM Volume 05.06, ICS Code: 75.160.10. <https://doi.org/10.1520/D0388-19A>
- Barber, A. J., Crow, M. J. & Milsom, J. S. 2005. Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution. Geological Society, London, Memoirs. <https://doi.org/10.1144/gsl.Mem.2005.031>
- Bishop, M. G. 2000. South Sumatra Basin Province, Indonesia; the Lahat/Talang Akar-Cenozoic total petroleum system. *Open-File Report*. Reston, VA.
- Coster, G. L. D. 1974. The Geology of the Central and South Sumatra Basins. 3rd Annual Convention Proceedings, Jakarta. Indonesian Petroleum Association. pp. 77-110.

- Fadhili, M. A. & Ansosry, A. 2019. Analisis pengaruh perubahan nilai *total moisture*, *ash content*, dan *total sulphur* terhadap nilai kalori batubara BB-50 di Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurnal Bina Tambang, 4(3), pp. 54-64. <https://doi.org/10.24036/bt.v4i3.105999>
- Gafoer, S., Burhan, G. & Purnomo, J. 1995. Peta Geologi Lembar Palembang, Sumatera Selatan. Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Kadir, A. R., Widodo, S. & Anshariah, A. 2017. Analisis Proksimat Terhadap Kualitas Batubara Di Kecamatan Tanah Grogot Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Geomine, 5(2), pp. 63-67. <https://doi.org/10.33536/jg.v5i2.128>
- Phachomphon, K., Dlamini, P. & Chaplot, V. 2010. Estimating carbon stocks at a regional level using soil information and easily accessible auxiliary variables. Geoderma, 155(3-4), pp. 372-380. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.12.020>
- Pulunggono, A. & Cameron, N. R. 1984. Sumatran Microplates, Their Characteristics and Their Role in the Evolution of the Central and South Sumatra Basins. 13th Annual Convention Proceedings (Volume 1), Jakarta. Indonesian Petroleum Association. pp. 121-143.
- Purnomo, H. 2018. Aplikasi Metode Interpolasi *Inverse Distance Weighting* dalam Penaksiran Sumberdaya Laterit Nikel (Studi Kasus di Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi Tenggara). Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi, 10(1), pp. 49-60. <https://doi.org/10.28989/angkasa.v10i1.221>
- Sepfitrah 2016. Analisis Proximate Hasil Tambang di Riau (Studi Kasus Logas, Selensen, dan Pangkalan Lesung). Jurnal Sainstek, 4(1), pp. 18-26.
- Soeswanto, B. 2011. Pengaruh Parameter Proses pada Pemungutan Kembali Silika dari Abu Batubara Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang, Universitas Diponegoro. pp. 1.12.1-1.12.6.
- Stach, E. M. 1982. Coal Petrology, Gebrude Borntraeger. Berlin, Stuttgart.
- Suhayadi, F. & Sriyanti 2022. Kajian Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Karakteristik Batubara Formasi Pulau Balang. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, 2(1), pp. 1-8. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.779>
- Sukandarrumidi 2006. Batubara dan Pemanfaatannya. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Yadav, S. & Yadav, P. S. 2017. Analysis of Performance of Coal Fired Boiler in Thermal Power Plant. Advance Physics Letter, 4(1-2), pp. 5-14.
- Zhu, Q. 2014. Coal sampling and analysis standards. IEA Clean Coal Centre.