

ANALISA KUALITAS DAN SUMBERDAYA BATUBARA LAPANGAN X, PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK., TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

Dian Agus Widiarso ¹, Faiq Nirmala ¹

¹ Universitas Diponegoro, Semarang
email: dianagus@lecturer.undip.ac.id

Naskah Diterima: Juni 2022/Revisi: Juni 2022 /Disetujui: Juni 2022

ABSTRAK

Kegiatan eksplorasi diperlukan untuk mencari daerah yang memiliki potensial batubara. Daerah penelitian merupakan daerah yang belum dilakukan penambangan. Tujuan dari penelitian ini ialah mengetahui persebaran batubara serta melakukan analisis perhitungan sumberdaya, peringkat (*rank*) batubara, dan kualitas batubara pada daerah penelitian. Metode yang digunakan ialah melakukan pemetaan untuk mengetahui persebaran batubara, analisis kualitas batubara berdasarkan analisis proksimat, dan melakukan perhitungan sumberdaya batubara dengan menggunakan metode poligon. Sebaran batubara pada daerah penelitian memiliki arah barat-laut-tenggara. Perhitungan sumberdaya didapatkan batubara *seam* A1 memiliki sumberdaya terukur sebesar 28,6 juta ton, tertunjuk sebesar 27,8 juta ton, dan tereka sebesar 26,1 juta ton. Batubara *seam* A2 memiliki sumberdaya terukur sebesar 58,2 juta ton, tertunjuk sebesar 39,5 juta ton, dan tereka sebesar 33,5 juta ton. Batubara *seam* B1 memiliki sumberdaya terukur sebesar 62,5 juta ton, tertunjuk sebesar 36,2 juta ton, dan tereka sebesar 35,8 juta ton. Batubara *seam* B2 memiliki sumberdaya terukur sebesar 7,89 juta ton, tertunjuk sebesar 8,63 juta ton, dan tereka sebesar 9,50 juta ton. Batubara *seam* C memiliki sumberdaya terukur sebesar 67,8 juta ton, tertunjuk sebesar 33,1 juta ton, dan tereka sebesar 37,5 juta ton. Rank berdasar reflektansi vitrinit dari batubara ialah High Volatile C Bituminous Coal. Nilai total moisture pada daerah penelitian cenderung rendah. Hal tersebut dikarenakan pengaruh umur geologi dan kondisi batuan penutup batubara, dimana batubara daerah penelitian memiliki umur Miosen akhir dan batuan penutup batubara ialah batulempung. Nilai sulfur yang tinggi pada *seam* B1 dan C yang tinggi dipengaruhi oleh adanya pengaruh air laut. Nilai kalor paling tinggi pada daerah penelitian berada pada *seam* C dikarenakan *seam* C merupakan *seam* paling tua.

Kata kunci: batubara, Tanjung Enim, sumberdaya, kualitas

ABSTRACT

Exploration activities are needed to find areas that have coal potential. The research area is an area that has not been mined yet. The purpose of this study is to determine the distribution of the coal in the area of research and analysis resource calculation, rank coal, coal and quality in the research area. The method used is to do the mapping to determine the distribution of coal. coal quality analysis is based on the proximate analysis and calculation of coal resources by using software Minescape 4118. seam A1 has measured resources amounted to 28.6 million tons, designated amounted to 27.8 million tons and 26.1 million tons of inferred. seam A2 has measured resources amounted to 58.2 million tons, designated amounted to 39.6 million tons and 33.5 million tons of inferred. seam B1 has measured resources amounted to 62.5 million tons, designated amounted to 36.2 million tons and 35.8 million tons of inferred. seam B2 has measured resources amounted to 7.89 million tons, designated amounted to 8.63million tons and 9.50 million tons of inferred. seam C has measured resources amounted to 67.8 million tons, designated amounted to 33.1 million tons, and amounted to 37.5 million tonnes inferred. total moisture values obtained tend to be low. Sulfur high value on the seam B1 and C are high influenced by the presence of sea water. The calorific value of the highest in the area of research is on the seam of seam C because C is the oldest seam.

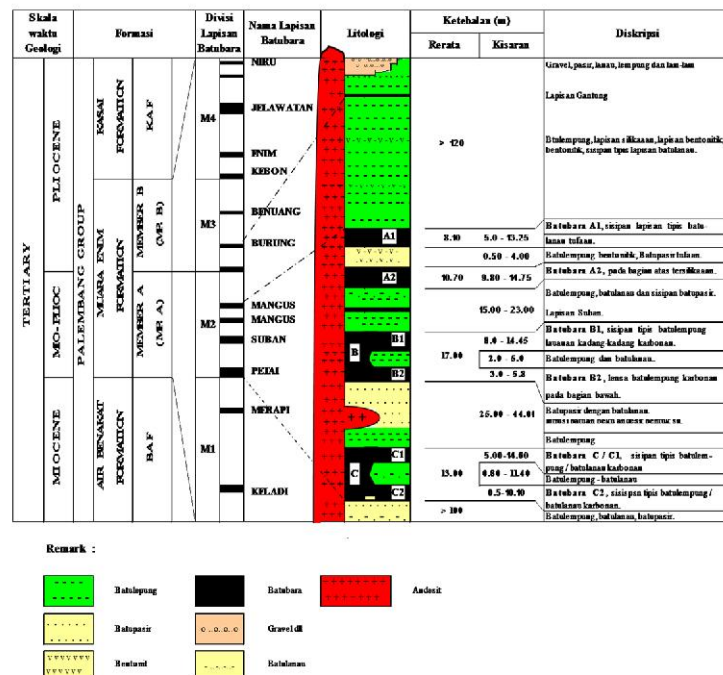
Keywords: coal, Tanjung Enim, resources, quality

1. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber energi konvensional masih memiliki peranan yang penting dalam bidang energi nasional, dimana hasil produksi batubara di Indonesia 75% dipasarkan ke luar negeri, dan 25 % dipasarkan di dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan energi nasional seperti pembangkit listrik dan industri. Batubara di Indonesia secara umum tersebar di Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera (ESDM,2020). Sumberdaya batubara di Kalimantan sebesar $51,9 \times 10^9$ ton dan di Sumatera sebesar $51,4 \times 10^9$ ton, sedangkan di total sumberdaya batubara di Indonesia adalah $105,2 \times 10^9$ ton (Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral/ESDM, 2011). Indonesia merupakan negara yang memiliki cadangan batubara yang cukup melimpah yakni hingga Desember 2018 mencapai 37,6 miliar ton (ESDM,2018) Penyusun batubara utama di Indonesia merupakan kelompok vitrinit, yaitu sebesar $>80\%$ (Simanullang, 2016). Lokasi penelitian ini terdapat di Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan konsesi pertambangan PT. Bukit Asam, Persero (Tbk), dimana pada daerah penelitian belum dilakukan eksploitasi, sehingga belum diketahui sumberdaya dan kualitas batubara pada daerah penelitian. Daerah penelitian memiliki 5 (lima) lapisan batubara utama yaitu *Seam* A1, A2, B1, B2, dan C. Berdasarkan hasil penemuan Clara dan Sutriyono, 2018 cadangan batubara yang terdapat di Cekungan Sumatera Selatan khususnya pada Formasi Muara Enim memiliki peringkat yang rendah hingga sedang berupa lignit hingga bituminus. Maksud penelitian ini adalah melakukan perhitungan sumberdaya batubara daerah penelitian dan analisis kualitas berdasarkan hasil analisis proksimat batubara. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik, peringkat (rank), dan kontrol geologi yang mempengaruhi kualitas batubara. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir kesalahan pada perhitungan sumberdaya serta dapat diketahui faktor yang mempengaruhi kualitas batubara dan peringkat batubara pada daerah penelitian berdasarkan kualitas pada batubara.

Pengendapan batubara di Cekungan Sumatera Selatan (Koesoemadinata, 2000) diawali dengan pengendapan batubara pada Formasi Talang Akar bagian atas (Oligosen Akhir – Miosen Awal) yang berhubungan dengan pengendapan batubara *paleogene post-rift transgression* yang menghasilkan batubara dengan nilai kalori tinggi (>6.000 kal/gr), kadar abu rendah ($<15\%$), dan kandungan sulfur tinggi ($>1\%$). Sedangkan pengendapan pada Formasi Muara Enim (Miosen – Pliosen) dan *neogene syn-orogenic regressive* yang menghasilkan lapisan batubara dengan ketebalan sekitar 20 meter yaitu Batubara Suban.

Lapisan batubara yang terdapat di daerah Tanjung Enim dan sekitarnya memiliki kisaran nilai kalori 5.504–5.347 kkal/kg (*as received*), air lembab keseluruhan 23,6% (*as received*), kandungan sulfur 0,5%, kadar abu 4%, zat terbang 32,1% dan karbon padat 40,3%. Pada beberapa lokasi terdapat batubara peringkat antrasit dengan nilai kalori mencapai 8.000 kkal/kg yang dipengaruhi oleh intrusi andesit di sekitarnya seperti pada Gambar 1



Gambar 1 Kolom Stratigrafi Daerah Tanjung Enim dan Sekitarnya (PT. Bukit Asam (Persero), Tbk., 1999)

Formasi Muara Enim seperti pada Gambar 2 yang berumur Miosen Akhir – Pliosen juga dikenal sebagai Formasi Palembang Tengah dimana terendapkan batupasir, batulempung, batulanau, dan batubara yang berasal dari lingkungan laut dangkal hingga darat. Pengangkatan dari Bukit Barisan berperan sebagai sumber sedimen klastik dari selatan dan baratdaya selama proses pengendapan Formasi Muara Enim tersebut.

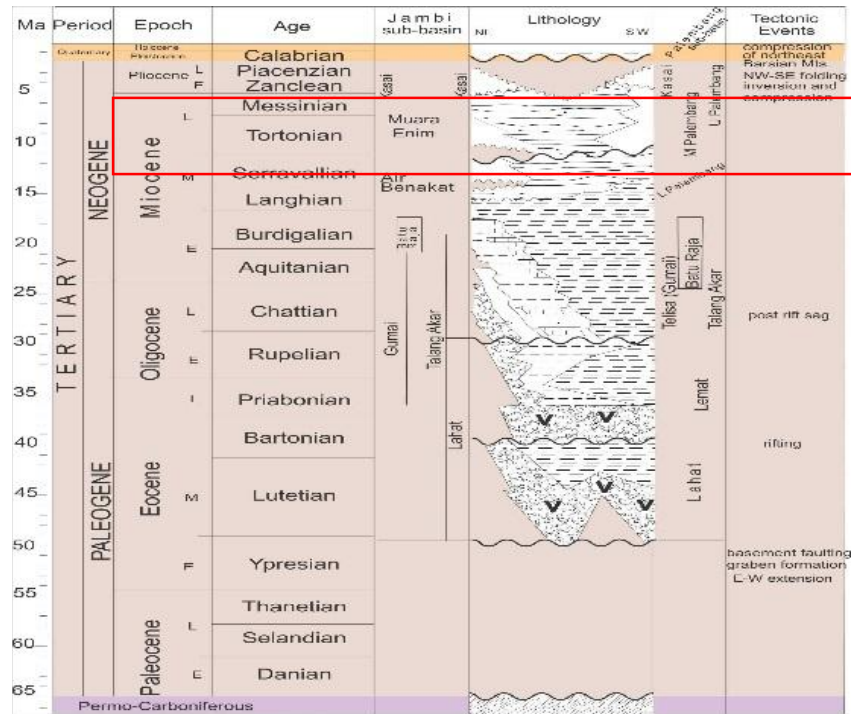
Lingkungan pengendapan formasi pembawa batubara merupakan tempat terbentuknya batubara, yang meliputi proses pengendapan sedimen dalam kondisi yang kompleks sebagai interaksinya faktor fisika, kimia dan biologi (Lestari, 2016). Lingkungan pengendapan formasi ini adalah delta-laguna, ketebalannya bervariasi antara 200-800 meter. Formasi Muara Enim sendiri terdiri dari dua anggota yaitu Anggota A yang berumur mio-pliocene dan Anggota B yang berumur pliocene.

1. Kualitas Batubara

Sukandarrumi (2018), menjelaskan bahwa batubara terbentuk dari sisa tumbuhan yang kemudian mengalami pembusukan, dengan komposisi berupa selulosa. Batubara memiliki sifat mudah terbakar, dengan susunan unsur berupa oksigen, hidrogen, karbon, sulfur, nitrogen, klorin, merkuri, serta arsenik, dimana unsur yang mendominasi berupa karbon, oksigen dan hidrogen, unsur-unsur tersebut berasal dari proses pembusukan material organik (Speight, 2015). Kualitas batubara ditentukan dengan analisis batubara di laboratorium, diantaranya adalah analisis proksimat dan analisis ultimat. Analisis proksimat dilakukan untuk menentukan jumlah air, karbon padat, dan kadar abu, sedangkan analisis ultimat dilakukan untuk menentukan kandungan unsur kimia pada batubara seperti : karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur. Pada batubara dapat dijumpai adanya mineral pirit serta maseral (Widodo dan Antika, 2012).

**ANALISA KUALITAS DAN SUMBERDAYA BATUBARA
LAPANGAN X, PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK., TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN**

Kualitas batubara ini diperlukan untuk menentukan apakah batubara tersebut menguntungkan untuk ditambang selain dilihat dari besarnya cadangan batubara di daerah penelitian. Parameter kualitas batubara berdasarkan analisis proksimat menurut Thomas (2013), meliputi analisis moisture content, ash content, volatile matter, serta fixed carbon



Gambar 2 Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (De Coster, 1974 dalam Bishop, 2001)

2. Total Moisture

Total moisture didefinisikan sebagai semua moisture yang terdapat dalam batubara yang tidak terikat secara kimia dalam substansi batubara atau kandungan mineralnya (mineral matter). *Total moisture* ditentukan dengan menggunakan prosedur dua tahap baik pada metode standard ASTM (American Society for Testing and Materials) D-3302, 2004 dan digunakan sebagai bagian untuk mengkalkulasi hasil analisis dalam *air dried basis* menjadi *as received basis*, pada saat batubara diperdagangkan.

3. Inherent Moisture

Inherent moisture adalah ketika batubara bisa bertahan ketika dalam kesetimbangan dengan suasana 100% kelembaban relatif. Pada prakteknya, kelembaban relatif biasa berada pada suasana 96% - 97% pada kondisi tertentu. *Inherent moisture* yang disimpan di dalam kapiler zat batubara dan berada dalam tekanan dari kelembaban kapiler air permukaan. Untuk itu banyak energi yang perlu dikeluarkan untuk mengeluarkan air di dalam permukaan partikel batubara sehingga menguap.

4. Kadar abu

Kadar abu (*Ash*), sebagaimana ditentukan dalam analisis batubara, dapat didefinisikan (Cook, 1982) sebagai residu yang tidak terbakar, saat batubara dibakar. Ini tidak terjadi dalam batubara, tetapi terbentuk sebagai hasil dari perubahan kimia yang terjadi dalam unsur mineral selama

proses penggambutan. Oleh karena itu, lebih tepat untuk menggunakan istilah abu hasil daripada kadar abu.

Abu sebagai material pembentuk batubara dibagi dalam dua jenis: *extraneous mineral* dan *inherent ash*. *Extraneous mineral* terdiri dari lempung atau unsur lanau, kalsit, pirit, atau marcasite dan komponen kecil seperti sulfat anorganik, klorida dan fluorida.

Tabel 1 Klasifikasi Kadar Abu (Graese, 1992)

Kadar Abu (%)	Kelas
15-20	Sangat Tinggi
10-15	Tinggi
5-10	Sedang
< 5	Rendah

Inherent ash mencakup unsur anorganik dikombinasikan dengan bagian organik dari batubara, asal-usul yang mungkin merupakan bahan tanaman dari batubara yang dibentuk. Biasanya perlu diperhatikan kuantitas yang signifikan sejauh menentukan abu. Klasifikasi kadar abu berdasarkan Graese, 1992 (Tabel 1)

5. Sulfur

Sulfur adalah salah satu komponen dalam batubara, yang terdapat sebagai sulfur organik maupun anorganik. Umumnya komponen sulfur dalam batubara dapat sebagai sulfur *syngenetic* yang erat hubungannya dengan proses kimia dan fisika selama proses penggambutan. Dan dapat juga sebagai sulfur *epigenetic* yang dapat diamati sebagai pirit pengisi *cleat* pada batuabara akibat proses presipitasi kimia pada akhir proses pembatubaraan.

Pada lingkungan pengendapan batubara yang dipengaruhi oleh endapan laut akan menghasilkan batubara dengan kadar sulfur tinggi serta pirit berbentuk framboidal dan Kristal euhedral (Casagrande, 1987). Sedangkan batubara yang terendapkan di lingkungan darat / air tawar umumnya didominasi oleh sulfur organik dengan persentase pirit yang rendah.

Dari hasil penelitian mengenai pengendapan dan keberadaan sulfur pada batubara dan gambut (Casagrande, 1987) terdapat beberapa kesimpulan, yakni :

1. Secara umum batubara bersulfur rendah mengandung lebih banyak sulfur organik daripada piritik. Sebaliknya batubara dengan sulfur yang tinggi mengandung lebih banyak sulfur piritik daripada organik
2. Batubara bersulfur tinggi biasanya berasosiasi dengan batuan penutup yang berasal dari lingkungan laut.
3. Kandungan sulfur pada batubara umumnya paling tinggi pada bagian *roof* dan pada bagian *floor* lapisan batubara.

Batubara dengan kandungan abu dan sulfur yang rendah biasanya terendapkan pada lingkungan darat pada saat penggambutan, dengan lapisan penutup dan lapisan bawahnya berupa sedimen klasistik yang terendapkan pada lingkungan darat juga. Sedangkan untuk batubara dengan

kandungan abu dan sulfur yang tinggi, berasosiasi dengan sedimen yang terendapkan pada lingkungan payau atau laut (Casagrande, 1987).

Total sulfur benar-benar bervariasi pada batubara Indonesia, mulai dari kurang dari 0.05% sampai lebih dari 2.0%. Hasil ini tergantung dari endapan dan lingkungan di endapan dalam rawa yang membentuk batubara. Nilai abu dan sulfur batubara yang rendah awalnya seperti gambut air tawar yang didasari oleh sedimen klastik air tawar yang tidak mengandung batugamping. Nilai abu dan sulfur yang tinggi berhubungan dengan sedimentasi dalam payau atau lingkungan laut. Ketika air laut masuk ke rawa sulphate ion dalam air laut bercampur menjadi sulphide ion yang masuk ke dalam molekul batubara sebagai organik sulfur. Gambut tak perlu secara langsung bercampur dengan air laut, pergerakannya pada strata yang berdekatan dapat mempengaruhi sulfur dalam gambut. Dengan kondisi ini penyebaran sulfur tidak akan sama pada lapisan batubara dengan lapisan sulfur tinggi yang ditemukan bersebelahan pada *roof* dan *floor* dari lapisan batubara. *Pyritic sulfur* yang tinggi banyak terdapat dalam gambut laut. Lingkungan endapan yang kaya kalsium dengan pH yang tinggi mendorong aktivitas dari sulfur yang mengurangi bakteri yang mendukung pembentukan *iron pyrite*. Keasaman tinggi, pH rendah, mendukung pembentukan abu yang rendah/batubara bersulfur rendah. Klasifikasi kadar sulfur berdasarkan Hunt, dkk (1984) (Tabel 2).

Tabel 2 Klasifikasi Kadar Sulfur (Hunt, 1984)

Nilai Sulfur (%)	Kelas Batubara
>1	Tinggi
0,55-1	Sedang
<0,55	Rendah

6. Calorific Value

Zat dari batubara yang dipilih, untuk pembakaran yang mana untuk menentukan angka dari kalori pada batubara adalah karbon dan hydrogen dari material organik dan yang kedua adalah sulfur pirit. Ketika *Gross Calorific Value* ditentukan, setiap uap air yang dihasilkan baik dari perkembangan air dalam contoh batubara atau yang terbentuk oleh pembakaran hidrogen, dikonversikan menjadi cairan *moisture* dan panas yang terpendam dari penguapan telah diperoleh kembali

Tabel 3 Kelas Batubara berdasarkan Nilai Kalori (Kementerian ESDM, 2011)

Nilai Kalor (cal/g)	Kelas Batubara
< 5100	Rendah
5100-6100	Sedang
6100-7100	Tinggi
>7100	Sangat tinggi

Dalam pembakaran batubara industri, air tetap sebagai uap dan panas dari penguapan hilang. Hasil penentuan kelas nilai batubara berdasarkan ketentuan Kementerian ESDM, 2011 dalam *Indonesian Coal Resources Development and Future Direction Of Coal Export* .

Berdasarkan data analisis proksimat dapat ditentukan tingkat (*rank*) dari batubara, namun untuk menentukan *rank* dari batubara diperlukan konversi dari hasil *air dried basis (adb)* ke dalam *dry mineral matter free (dmmf)* agar dapat dimasukkan dalam klasifikasi rank ASTM D-

3888, 2004. Analisis *dry mineral matter free* mampu memberikan komposisi organik murni, untuk mengkonversikan nilai *air dried basis* ke dalam nilai *dmmf* tersebut digunakan rumus berupa *Parr Formula*.

Parr Formulas :

$$FC (dmmf) = \frac{[100 (FC - 0,15S)]}{[100 - (M + 1,08A + 0,55S)]}$$

$$VM (dmmf) = 100 - FC(dmmf)$$

$$CV (dmmf) = \frac{[100 (Btu - 50S)]}{[100 - (1,08A + 0,55S)]}$$

Keterangan :

FC = % Karbon Padat (adb)

VM = % Zat Terbang (adb)

M = % Moisture (adb)

A = % Abu (adb)

S = % Sulfur (adb)

Btu = 1,8185.CV (adb)

Dari hasil konversi berdasarkan *Parr Formula* pada sampel batubara dapat digunakan untuk menentukan kelas atau tingkatan batubara dimana menggunakan beberapa klasifikasi. Salah satu klasifikasi yang biasa digunakan adalah klasifikasi ASTM D-3888, 2004.

7. Metode Perhitungan Circular

Metode perhitungan *circular* merupakan metode yang biasa digunakan dalam mefnafsirkan besarnya perhitungan sumberdaya batubara. Aturan dalam perhitungan dengan metode *Circular USGS* disesuaikan dari jenis sumberdaya yang digunakan.

Daerah dalam radius lingkaran 0-400 m adalah untuk perhitungan sumberdaya terukur dan daerah radius 400-1200 m adalah untuk perhitungan sumberdaya terunjuk. Teknik perhitungan tersebut hanya berlaku untuk kemiringan lapisan lebih kecil atau sama dengan 30°, sedangkan untuk batubara dengan kemiringan lapisan lebih besar dari 30° caranya dengan proyeksi radius lingkaran ke permukaan terlebih dahulu. Dasar perhitungan sumberdaya batubara berdasarkan metode *circular-USGS* dapat dilihat pada Gambar 3.

Penghitungan sumber daya batubara menurut USGS dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T = A \times B \times C \times \cos \alpha$$

Dimana:

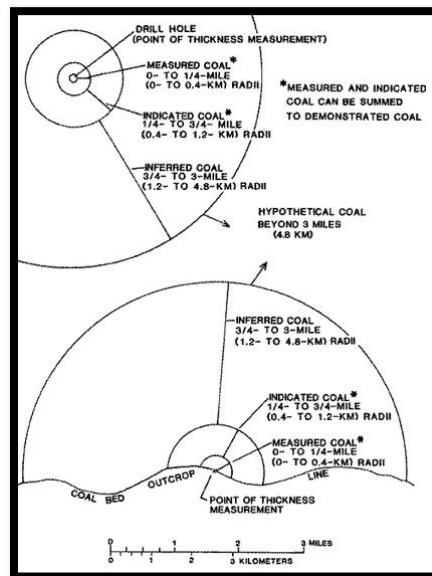
A = Bobot ketebalan rata-rata batubara (m)

B = Luas area batubara (m²)

T = Tonase Batubara (Ton)

C = Berat jenis batubara (kg/m³)

A = kemiringan batubara



Gambar 3 Perhitungan Sumberdaya Batubara Metode *Circular-USGS* (Wood dkk., 1983)

Kemiringan lapisan batubara juga memberikan pengaruh dalam perhitungan sumber daya batubara. Bila lapisan batubara memiliki kemiringan yang berbeda-beda, maka perhitungan dilakukan secara terpisah.

1. Kemiringan $0^\circ - 10^\circ$

Perhitungan Tonase dilakukan langsung dengan menggunakan rumus $\text{Tonnase} = \text{ketebalan batubara} \times \text{berat jenis batubara} \times \text{area batubara}$

2. Kemiringan $10^\circ - 30^\circ$

Untuk kemiringan $10^\circ - 30^\circ$, tonase batubara harus dibagi dengan nilai cosinus kemiringan lapisan batubara.

3. Kemiringan $> 30^\circ$

Untuk kemiringan $> 30^\circ$, tonase batubara dikali dengan nilai cosinus kemiringan lapisan batubara.

Pada penentuan kategori sumberdaya batubara dapat ditentukan berdasarkan tipe endapan batubara dan kondisi geologi dengan menggunakan klasifikasi SNI (Standard Nasional Indonesia) 13-6011-1999. Tabel 4.

Tabel 4 Jarak Titik Informasi menurut Kondisi Geologi (SNI 13-6011,1999)

Kondisi Geologi	Kriteria	Sumberdaya			
		Terukur	Tertunjuk	Tereka	Hipotetik
Sederhana	Jarak titik informasi	$x \leq 500$	500 $x \leq 1000$	1000 $x \leq 1500$	Tidak terbatas
Moderat	Jarak titik informasi	$x \leq 250$	250 $x \leq 500$	500 $x \leq 1000$	Tidak terbatas
Komplek	Jarak titik informasi	$x \leq 100$	100 $x \leq 200$	200 $x \leq 400$	Tidak terbatas

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan meliputi metode survei, metode deskriptif, dan metode analisis. Survei yang digunakan pada penelitian ini ialah pemetaan geologi untuk mengetahui kondisi geologi serta sebaran batubara pada daerah penelitian. Metode deskriptif yang dilakukan berupa deskripsi terhadap batubara yang terdapat pada singkapan yang didapatkan di lapangan dan mengidentifikasi karakteristik batubara berdasarkan hasil pemboran. Metode analisis dilakukan dengan menganalisis data ketebalan batubara yang didapat dari lapangan dan hasil analisis proksimat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Litologi daerah penelitian

Satuan Batulempung

Sebaran batulempung yang ditemukan merupakan litologi paling dominan pada daerah penelitian. Batulempung pada penelitian masuk pada Formasi Muara Enim yang memiliki umur miosen akhir. Kenampakan megaskopis di lapangan memiliki warna coklat, tekstur klastik dengan semen non karbonatan, ukuran butir pada litologi ini berukuran lempung, sortasi buruk, kemas tertutup, dan terdapat komposisi karbonan. Ketebalan dari batulempung yang dijumpai di lapangan pada satuan ini umumnya berkisar 1-2 meter. Batulempung yang dijumpai juga berasosiasi dengan batupasir.

2. Sebaran Batubara daerah Penelitian

Pada daerah penelitian sebaran batubara yang ada dibagi menjadi lima *seam* pada daerah penelitian yakni *seam* A1, A2, B1, B2, dan C, dimana kelima *seam* tersebut merupakan *seam* utama pada daerah penelitian. Arah pelampiran dari batubara yang terdapat di lapangan berarah baratlaut – tenggara dengan arah kemiringan ke timurlaut.

3. Perhitungan Sumberdaya Batubara

Perhitungan sumberdaya batubara yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode poligon. Perhitungan sumberdaya dilakukan berdasarkan hasil perhitungan yang telah dibuat dari data yang didapat dari lapangan. Data dari lapangan berupa ketebalan batubara yang digunakan sebagai data survey dan lithology.

Dilihat dari aspek tektonik daerah ini tidak terdapat sesar, hampir tidak terlipat, tidak terngaruh intrusi, dan kemiringan landai. Dari aspek tersebut, dapat diketahui bahwa daerah penelitian masuk dalam kondisi batubara sederhana, yang kemudian dapat dikategorikan pada aspek kondisi geologi yang dalam kategori sederhana berdasarkan SNI 5015:2011 sehingga dapat diketahui pula batasan area untuk perhitungan sumberdaya batubara berdasarkan klasifikasi kompleksitas geologi

4. Sumberdaya batubara A1

Perhitungan sumberdaya batubara A1 dilakukan dengan menggunakan metode poligon. Pada daerah penelitian dilakukan deliniasi sesuai dengan status sumberdaya pada batubara A1 yakni sumberdaya terukur, tertunjuk, dan tereka sehingga perhitungan sumberdaya juga dilakukan sesuai dengan status sumberdaya batubara.

Berdasarkan perhitungan dari metode poligon dapat diketahui sumberdaya batubara *seam* A1 yakni pada sumberdaya terukur sebesar $28,6 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $27,8 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $26,1 \times 10^6$ ton.

5. Sumberdaya Batubara A2

Perhitungan sumberdaya batubara A2 dilakukan dengan menggunakan metode poligon. Pada daerah penelitian dilakukan deliniasi sesuai dengan status sumberdaya yakni sumberdaya terukur, tertunjuk, dan tereka sehingga perhitungan sumberdaya juga dilakukan sesuai dengan status sumberdaya batubara.

Berdasarkan perhitungan dari metode poligon dapat diketahui sumberdaya batubara *seam* A2 yakni pada sumberdaya terukur sebesar $58,2 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $39,6 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $33,5 \times 10^6$ ton.

6. Sumberdaya Batubara B1

Perhitungan sumberdaya batubara B1 dilakukan dengan menggunakan metode poligon. Pada daerah penelitian dilakukan deliniasi sesuai dengan status sumberdaya yakni sumberdaya terukur, tertunjuk, dan tereka sehingga perhitungan sumberdaya juga dilakukan sesuai dengan status sumberdaya batubara.

Berdasarkan perhitungan dari metode poligon dapat diketahui sumberdaya batubara *seam* B1 pada daerah penelitian yakni pada sumberdaya terukur sebesar $62,5 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $36,2 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $35,8 \times 10^6$ ton.

7. Sumberdaya batubara B2

Perhitungan sumberdaya batubara B2 dilakukan dengan menggunakan metode poligon . Pada daerah penelitian dilakukan deliniasi sesuai dengan status sumberdaya yakni sumberdaya terukur, tertunjuk, dan tereka sehingga perhitungan sumberdaya juga dilakukan sesuai dengan status sumberdaya batubara.

Berdasarkan perhitungan dari metode poligon dapat diketahui sumberdaya batubara *seam* B2 pada daerah penelitian yakni sumberdaya terukur sebesar $7,89 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $8,62 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $9,50 \times 10^6$ ton.

8. Sumberdaya batubara C

Perhitungan sumberdaya batubara C dilakukan dengan menggunakan dengan metode poligon . Pada daerah penelitian dilakukan deliniasi sesuai dengan status sumberdaya yakni sumberdaya terukur, tertunjuk, dan tereka sehingga perhitungan sumberdaya juga dilakukan sesuai dengan status sumberdaya batubara.

Berdasarkan perhitungan dari metode poligon dapat diketahui sumberdaya batubara *seam* C pada daerah penelitian yakni sumberdaya terukur sebesar $67,8 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $33,1 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $37,5 \times 10^6$ ton.

9. Penentuan Rank (Peringkat) Batubara

Analisis proksimat pada batubara digunakan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas batubara. Sampel yang digunakan untuk analisis proksimat batubara diperoleh dari salah satu singkapan batubara yang mewakili satu *seam*. Selain digunakan untuk mengetahui kualitas dari batubara analisis proksimat juga dapat digunakan untuk mengetahui rank (peringkat) batubara.

Hasil dari analisis proksimat batubara didapatkan hasil *adb* (*air dried basis*) dan *arb* (*air received basis*). Pada *air dried basis*, sampel batubara yang dianalisis ditempatkan pada keadaan udara terbuka dimana kadar lengas secara perlahan akan mencapai keseimbangan dengan kelembaban udara, sedangkan pada *air received basis* sampel dihitung dengan memasukkan kadar lengas total dari sampel, dimana sampel batubara dalam keadaan sangat basah.

Dari hasil analisis batubara yang didapat dari 5 lokasi pengambilan sampel, dimana sampel tersebut mewakili *seam* A1, A2, B1, B2, C. Pada peta lintasan pengambilan sampel ditunjukkan dengan warna merah pada kode lokasi 3, 11, 12, 34, dan 3. Dari hasil uji proksimat serta konversi dengan menggunakan *parr formulas* dipadatkan peringkat dari batubara pada masing-masing *seam*, yang kemudian didapat kesimpulan bahwa batubara pada daerah penelitian merupakan *High Volatile C Bituminous Coal*.(Tabel 5)

Tabel 5. Rank Batubara Seam A1, A2, B1, B2, dan C

<i>Seam</i>	<i>FC %</i> (<i>dmmf</i>)	<i>VM %</i> (<i>dmmf</i>)	<i>CV Btu/lb</i> (<i>dmmf</i>)	<i>Rank</i>
A1	49.2	50.8	11035,88	<i>High Volatile C Bituminous Coal</i>
A2	49.67	50.33	10937.12	<i>High Volatile C Bituminous Coal</i>
B1	52.15	47.85	11383,60	<i>High Volatile C Bituminous Coal</i>
B2	51.07	48.93	11461.3	<i>High Volatile C Bituminous Coal</i>

C	51.53	48.47	12078.06	<i>High Volatile C Bituminous Coal</i>
---	-------	-------	----------	--

10. Pengaruh Geologi terhadap Kualitas Batubara

Batubara memiliki variasi kualitas yang berbeda beda, dimana hal tersebut dapat dikarenakan adanya pengaruh saat pembatubaraan. Variasi dari kualitas batubara dapat diketahui dari analisis kimia yakni analisis proksimat dan ultimat.

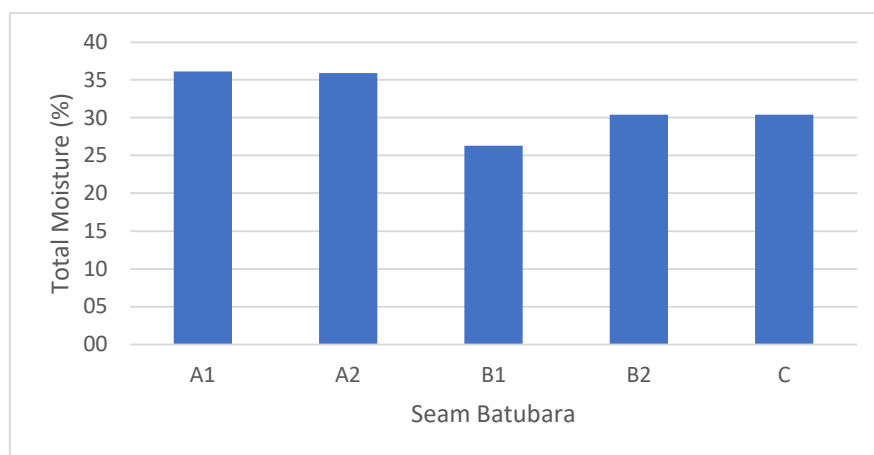
Pada penelitian ini penulis menggunakan hasil analisis uji proksimat dalam penentuan kualitas batubara.. Dari parameter tersebut didapatkan bahwa batubara pada daerah penelitian memiliki *rank High Volatile C Bituminous Coal*.

Selain rank dari batubara, dapat diketahui pula pengaruh geologi yang mempengaruhi kualitas dari batubara pada daerah penelitian. Berikut akan dibahas faktor geologi yang mempengaruhi kualitas dari batubara pada daerah penelitian.

11. Total Moisture

Total moisture (TM) merupakan kadar air yang terdapat pada batubara, dimana terdapat *free surface moisture* (kadar air bebas) dan *inherent moisture* (kadar air bawaan). *Free surface moisture* merupakan kadar air yang menempel pada permukaan batubara, sedangkan *inherent moisture* merupakan kadar air bawaan yang terikat secara kimiawi.

Berdasarkan hasil uji proksimat didapatkan nilai total moisture batubara pada daerah penelitian berkisar pada 20-30%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kadar air pada batubara cenderung rendah. Hal tersebut dikarenakan adanya faktor geologi yang mempengaruhi nilai kadar air pada batubara. Grafik total moisture batubara pada daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Nilai Total Moisture pada seam A1, A2, B1, B2, dan C

Umur geologi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya total moisture pada batubara. Batubara pada daerah penelitian ini masuk pada Formasi Muara Enim dimana Formasi ini memiliki umur Miosen Akhir. Umur geologi pada batubara memiliki kaitan terhadap faktor tekanan serta temperatur yang berperan saat pembentukan batubara, dimana

semakin tua umur batubara maka semakin tinggi pula tekanan serta temperatur yang didapat oleh batubara sehingga menyebabkan kelembaban pada batubara berkurang.

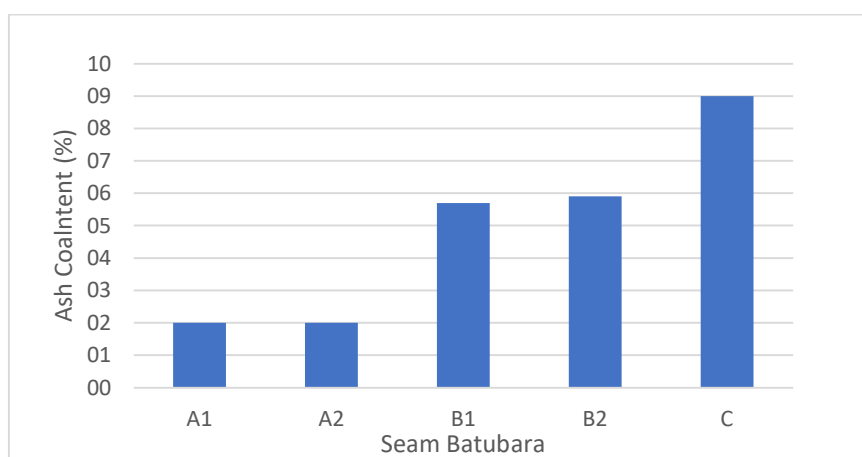
Selain adanya pengaruh dari umur geologi, nilai total moisture batubara juga dipengaruhi oleh kondisi *roof* dan *floor* batubara. *Roof* merupakan lapisan penutup atas batubara sedangkan *floor* merupakan lapisan penutup bawah batubara. Secara umum *seam* A1, A2, B1, B2, dan C memiliki *roof* dan *floor* batulempung. Kondisi ini sangat mempengaruhi nilai *total moisture* batubara, dimana batulempung memiliki sifat impermeable yaitu sifat yang tidak dapat meloloskan air. Hal tersebut yang merupakan penyebab rendahnya nilai total moisture batubara pada daerah penelitian.

12. Ash Content dan Total Sulfur

Ash Content (Kadar abu), sebagaimana ditentukan dalam analisis batubara, dapat didefinisikan (Cook, 1982) sebagai residu yang tidak terbakar, saat batubara dibakar. Ini tidak terjadi dalam batubara, tetapi terbentuk sebagai hasil dari perubahan kimia yang terjadi dalam unsur mineral selama proses pengabuan. Oleh karena itu, lebih tepat untuk menggunakan istilah abu hasil daripada kadar abu.

Abu pada material pembentuk batubara dibedakan menjadi dua, yakni *extraneous mineral* dan *inherent ash*. *Extraneous mineral* terdiri dari lempung atau unsur lanau, kalsit, pirit, atau marcasite dan komponen kecil seperti sulfat anorganik, klorida dan fluorida. *Inherent ash* mencakup unsur anorganik dikombinasikan dengan bagian organik dari batubara, asal-usul yang mungkin merupakan bahan tanaman dari batubara yang dibentuk.

Nilai *total sulfur* (sulfur) merupakan nilai/kadar sulfur yang terdapat pada batubara. Sulfur merupakan komponen yang sering ditemui pada endapan batubara. Pada lingkungan pengendapan batubara yang dipengaruhi oleh endapan laut akan menghasilkan batubara dengan kadar sulfur tinggi serta pirit berbentuk framboidal dan kristal euhedral (Casagrande, 1987). Sedangkan batubara yang terendapkan di lingkungan darat / air tawar umumnya didominasi oleh sulfur organik dengan persentase pirit yang rendah.

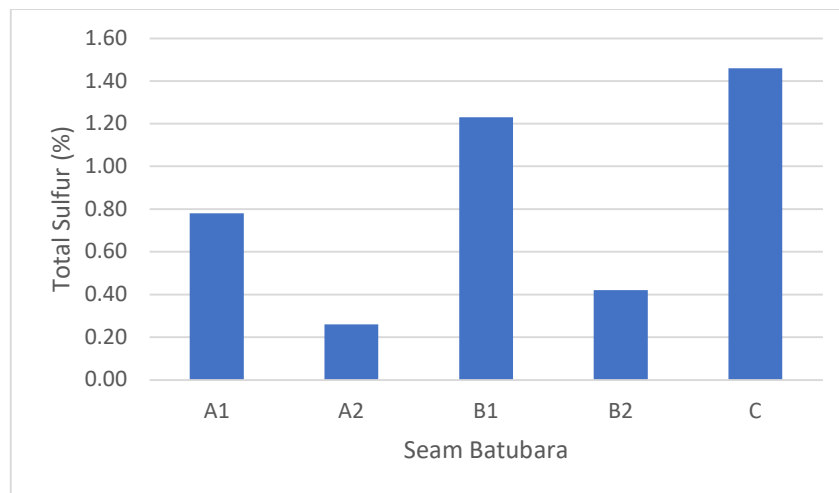


Gambar 5 Grafik Nilai *Ash Content* pada *seam* A1, A2, B1, B2, dan C

Batubara dengan kandungan abu dan sulfur yang rendah biasanya terendapkan pada lingkungan darat pada saat penggambutan, dengan lapisan penutup dan lapisan bawahnya berupa sedimen klasistik yang terendapkan pada lingkungan darat juga. Sedangkan untuk batubara dengan kandungan abu dan sulfur yang tinggi, berasosiasi dengan sedimen yang terendapkan pada lingkungan payau atau laut (Casagrande, 1987).

Berdasarkan hasil dari uji proksimat didapat hasil kadar abu dimana kadar abu pada *seam* A1 ialah 2 (rendah); A2 ialah 2 (rendah); B1 ialah 5,7 (sedang); B2 ialah 5,9 (sedang) dan C ialah 9 (sedang) dimana klasifikasi tersebut berdasarkan Graese (1992).

Berdasarkan data yang diperoleh dari analisis ultimat didapatkan nilai total sulfur, dimana pada *seam* A1 0,78 (sedang); A2 0,26 (rendah); B1 1,23 (tinggi); B2 0,42 (rendah); dan C 1,46 (tinggi); dimana klasifikasi nilai sulfur tersebut berdasarkan klasifikasi Hunt, 1984 (Gambar 6)



Gambar 6 Grafik Nilai *Total Sulfur* pada *seam* A1, A2, B1, B2, dan C

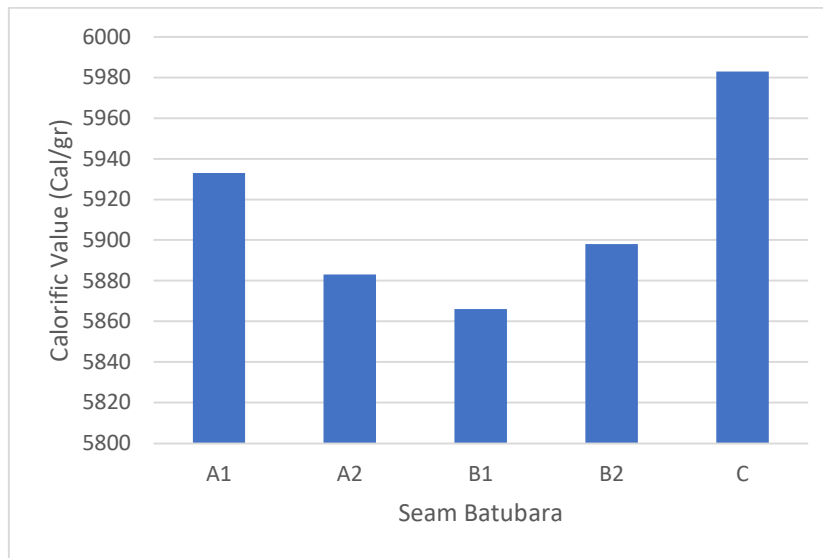
Dari data yang ada di atas dapat diketahui bahwa pada *seam* A1 dan A2 terdapat kadar abu rendah, B2 memiliki kadar abu sedang, serta kandungan total sulfur rendah sehingga menunjukkan bahwa pembentukan batubara pada A1, A2, dan B2 tidak dipengaruhi oleh pengaruh air laut. Sedangkan pada *seam* B1 dan C menunjukkan kadar abu sedang dan nilai total sulfur yang tinggi. Berdasarkan Casagrande, 1987 bahwa batubara dengan kandungan abu dan sulfur yang tinggi, berasosiasi dengan sedimen yang terendapkan pada lingkungan payau atau laut. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa pada *seam* B1 dan C pengendapan batubara dipengaruhi air laut.

13. *Calorific Value*

Calorific value (nilai kalor) merupakan panas yang ada dari dalam batubara yang mempengaruhi kualitas batubara. Adanya nilai kalor dikarenakan saat pembentukan batubara dari gambut hingga batubara dengan derajat paling tinggi mulai dari lignit, bituminus, sub bituminus dan antrasit. Pada proses pembentukannya batubara sangat dipengaruhi oleh faktor temperatur dan tekanan yang semakin lama semakin tinggi.

Berdasarkan nilai kalor yang didapat dari hasil analisis proksimat diketahui bahwa nilai kalor pada daerah penelitian berkisar pada 5866-5983 seperti ditunjukkan pada Gambar 7. *Seam* C

memiliki nilai kalor paling tinggi, hal tersebut dikarenakan *seam* merupakan *seam* dengan umur paling tua.



Gambar 7 Grafik Nilai *Caloric Value* pada *seam* A1, A2, B1, B2, dan C

4. KESIMPULAN

Batubara pada daerah penelitian dibagi menjadi 5 *seam* yakni dari yang paling muda *seam* A1 dengan ketebalan 5-9 meter, *seam* A2 dengan tebal 11-12 meter, *seam* B1 9-12 meter, *seam* B2 2-3 meter, dan *seam* C tebal 3-9 meter. Batubara *seam* A1, A2, B1, B2, dan C memiliki pola sebaran batubara dengan arah Barat laut –Tenggara.

Sumberdaya batubara *seam* A1 berdasarkan perhitungan dari metode poligon ialah sumberdaya terukur sebesar $28,6 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $27,8 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $26,1 \times 10^6$ ton. Sumberdaya batubara *seam* A2 berdasarkan perhitungan dari metode poligon ialah sumberdaya terukur sebesar $58,2 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $39,6 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $33,5 \times 10^6$ ton. Sumberdaya batubara *seam* B1 berdasarkan perhitungan dari metode poligon ialah sumberdaya terukur sebesar $62,5 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $36,2 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $35,8 \times 10^6$ ton. Sumberdaya batubara *seam* B2 berdasarkan perhitungan dari metode poligon ialah sumberdaya terukur sebesar $7,89 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $8,63 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $9,50 \times 10^6$ ton. Sumberdaya batubara *seam* C berdasarkan perhitungan dari metode poligon ialah sumberdaya terukur sebesar $67,8 \times 10^6$ ton, tertunjuk sebesar $33,1 \times 10^6$ ton, dan tereka sebesar $37,5 \times 10^6$ ton. batubara pada daerah penelitian merupakan High Volatile C Bituminous Coal. Total moisture pada daerah penelitian cenderung rendah. Data proksimat pada *seam* B1 dan C menunjukkan kadar abu sedang dan nilai total sulfur yang tinggi. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa pada *seam* B1 dan C pengendapan batubara dipengaruhi air laut. Nilai kalor yang didapat dari hasil analisis proksimat diketahui bahwa nilai kalor pada daerah penelitian berkisar pada 5866-5983. *Seam* C memiliki nilai kalor paling tinggi, hal tersebut dikarenakan *seam* merupakan *seam* dengan umur paling tua..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro dan PT. Bukit Asam (Persero) Tbk atas segala kesempatan dan bantuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S. (1984). *Sumatera, Geology Resources and tectonic Evaluation*, ITB, Bandung
- Bishop, M.G. (2001). *South Sumatera Basin Province, Indonesia*, USGS Open file report 99-50-S, Colorado
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 5015-2011 Pedoman Pelaporan, Sumberdaya dan Cadangan Batubara*. BSN, Jakarta
- Casagrande, D.J. (1987). *Sulphur in Peat and Coal*. In: Scott, AC (editor), *Coal and Coal-Bearing Strata: Recent Advance*. Geology Society, London.
- Clara., dan Sutriyono. (2018), *Kualitas Batubara Berdasarkan Calorific Value (Cv) Di Muara Tiga Besar Pt. Bukit Asam Daerah Sirah Pulau Dan Sekitarnya, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan*. Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-11. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya.
- Cook, A.C. (1982). *The Origin and Petrology of Organic Matter in Coals*. Oil Shales and Petroleum Source – Rocks, The University of Wollongong, New South Wales
- Diessel, C.F.K. (1992). *Coal-Bearing Depositional System*, Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg
- Graese, A.M., Baynard, D.N., Hower, J.C., Ferm, J.C., & Liu, Y. (1992). Stratigrafi and Regional Variation of the Petrographic and Chemical Properties of the Tradewater Formation Coal. *International Journal of Coal*, Vol 21, p. 237- 259.
- Horne, J.C. (1978), *Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region*, AAPG Convention SEPM Houston, Texas.
- Hunt, J.W., Brakel, A.T., & Smyth, M. (1984). Origin and Distribution of the Bayswater Seam and Correlatives in Permian Sydney and Gunnedah Basins. *Australian Coal Geology*, Vol 6, p. 59-75. Australia
- Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral. (2011). *Indonesian Coal Resources Development and Future Direction Of Coal Export*. Jakarta.
- Kementerian ESDM. (2020). “Formasi Muara Enim, Formasi Pembawa Batubara di Cekungan Sumatera Selatan”, esdm.go.id.

- Kementerian ESDM. (2018). “Cadangan Batubara Indonesia Sebesar 26 Miliar Ton”, esdm.go.id, 21 Maret 2018, <https://www.esdm.go.id/id/media-center/news-archives/cadangan-batubara-indonesia-sebesar-26-miliar-ton>.
- Koesoemadinata, R.P. (2000). *Tectono-stratigraphic framework of Tertiary coal deposits of Indonesia*, Proceedings of Southeast Coal Geology Conference. Directorate General of Geology and Mineral, Bandung
- Lestari, D.S., Asy'ari, M.A., dan Hidayatullah Rachmat, (2016), Geokimia Batubara untuk Beberapa Industri, Jurnal Poros Teknik, Vol.8, No.1
- PTBA (1999). *Geologi Regional Tanjung Enim*, PTBA, Tanjung Enim
- Simanullang, T.R., (2016), Peran Ahli Geologi dalam Penentuan Kualitas Batubara berdasarkan Uji Proksimat PT. Indomining, Kalimantan Timur, Kerja Praktik Program Sarjana Strata-1, Tidak diterbitkan, Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Sukandarrumidi. (1995). *Batubara dan Gambut*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Sukandarrumidi, (2018). *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, p. 151
- Speigth, J. G. (2015). *Hand Book of Coal Analysis*. New York : Wiley and Sons Inc.
- Thomas, L., (2013), *Coal Geology Second Edition*, USA : Wiley-Blackwell
- Widodo S., dan Antika R., (2012), Studi Fasies Pengendapan Berdasarkan Komposisi Maseral di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan, Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin, Vol 6, No.TG8.
- Wood G. H. J. R., Kehn, T. M. Carter M. D., Cubberston, W. C. (1983). *Coal Resource Clasification System of The US Geological Survey*. US Department of Interior, Denver.