

POTENSI SUMBERDAYA BATUBARA DAERAH MANGSANG DAN SEKITARNYA, KECAMATAN BAYUNG LENCIR, KABUPATEN MUSI BANYUASIN, PROVINSI SUMATERA SELATAN

Naba Urrikaz¹⁾, Mohammad Syaiful¹⁾, Iit Adhithia¹⁾

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan¹⁾
nabrikaz1@gmail.com

ABSTRAK

Daerah penelitian berada pada daerah Mangsang dan sekitarnya, Kecamatan Bayung Lencir, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi arah persebaran batubara serta melakukan perhitungan sumberdaya batubara, penentuan peringkat (*rank*) batubara, dan kualitas batubara di daerah penelitian. Arah persebaran batubara dianalisis melalui metode pemetaan geologi permukaan dan analisis kualitas batubara berdasarkan hasil analisis ultimat dan analisis proksimat, sedangkan estimasi sumberdaya batubara dihitung menggunakan metode *circular*. Arah persebaran batubara pada daerah penelitian memiliki arah persebaran dominan berarah barat - timur. Lapisan batubara di daerah penelitian terbagi menjadi dua *seam*, yaitu *seam up* dengan ketebalan 1,4 meter sebagai *seam* termuda, dan *seam low* dengan ketebalan 1,6 meter sebagai *seam* tertua. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *circular*, sumber daya batubara pada *seam up* terdiri atas 8,7 juta ton (tereka), 4,5 juta ton (tertunjuk), dan 1,5 juta ton (terukur). Sementara itu, pada *seam low* diperoleh estimasi sebesar 10 juta ton (tereka), 5,2 juta ton (tertunjuk), dan 1,7 juta ton (terukur). Batubara pada daerah penelitian merupakan *Sub Bituminous Rank B*. Hasil analisis proksimat dan ultimat menunjukkan bahwa batubara pada kedua *seam* memiliki kadar air yang relatif rendah, kandungan abu dan total sulfur dalam kategori sedang, serta karbon padat yang tergolong rendah. Dengan demikian, batubara ini memiliki potensi yang baik sebagai bahan bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Berdasarkan Harga Batubara Acuan (HBA) Kategori II, estimasi keuntungan kotor dari *seam up* adalah sebesar Rp7.133.791.315.158 (tereka), Rp3.696.986.545.200 (tertunjuk), dan Rp1.231.277.889.114 (terukur). Sementara itu, pada *seam low* diperoleh estimasi keuntungan kotor sebesar Rp8.222.843.346.444 (tereka), Rp4.261.372.771.266 (tertunjuk), dan Rp1.419.246.026.604 (terukur).

Kata kunci : Potensi sumberdaya batubara, Muara Enim

ABSTRACT

The research area is located in Mangsang and its surroundings, Bayung Lencir Sub-district, Musi Banyuasin Regency, South Sumatra Province. The main objective of this research is to identify the direction of coal distribution and to calculate coal resources, determine the coal rank, and assess the coal quality in the research area. The direction of coal distribution is analyzed through surface geological mapping methods, and coal quality analysis is based on the results of ultimate and proximate analyses. Meanwhile, the estimation of coal resources is calculated using the circular method. The coal distribution in the research area has a dominant west-east orientation. The coal layers in the study area are divided into two seams, namely seam up with a thickness of 1.4 meters as the youngest seam, and seam low with a thickness of 1.6 meters as the oldest seam. Based on calculations using the circular method, coal resources in seam up consist of 8.7 million tons (inferred), 4.5 million tons (indicated), and 1.5 million tons (measured). Meanwhile, the estimated resources in seam low amount to 10 million tons (inferred), 5.2 million tons (indicated), and 1.7 million tons (measured). The coal in the research area is classified as Sub Bituminous Rank B. The results of proximate and ultimate analyses show that the coal in both seams has a relatively low moisture content, moderate ash and total sulfur content, and low fixed carbon. Thus, this coal has good potential to be used as fuel for Steam Power Plants (PLTU). Based on the Indonesian Coal Price Reference (HBA) Category II, the estimated gross profit from seam up is Rp7,133,791,315,158 (inferred), Rp3,696,986,545,200 (indicated), and Rp1,231,277,889,114 (measured). Meanwhile, for seam low, the estimated gross profit is Rp8,222,843,346,444 (inferred), Rp4,261,372,771,266 (indicated), and Rp1,419,246,026,604 (measured).

Keywords : Coal Resource Potential, Muara Enim

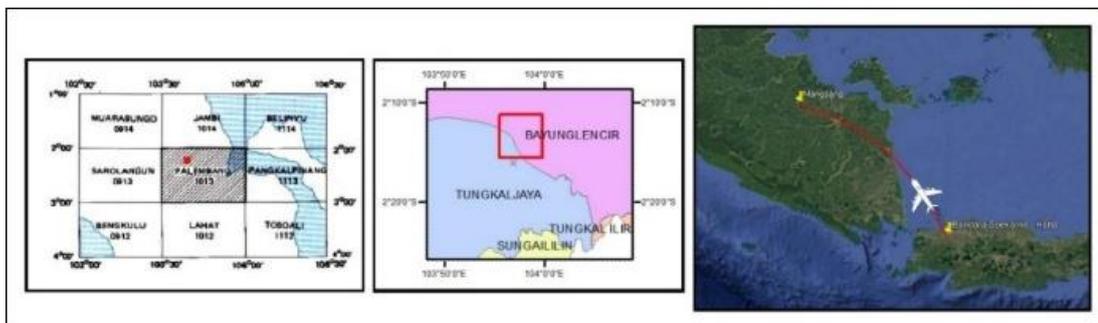
I. PENDAHULUAN

Batubara masuk ke dalam kategori sumber daya alam yang tidak terbarukan, sehingga pemanfaatan dan pengelolaannya perlu dilakukan secara optimal dan efisien (Tilton, 1996 ; World Energy Council, 2016). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan batubara dalam berbagai sektor industri, aktivitas eksplorasi terus dilakukan untuk mengidentifikasi letak, kualitas, serta jumlah cadangan batubara yang tersedia (Hasler, 2010 ; Speight, 2012).

Menurut kajian geologi regional Pulau Sumatera, lokasi penelitian termasuk dalam Cekungan Sumatera Selatan yang dikenal memiliki potensi cadangan batubara yang signifikan. Hal ini terkait dengan komposisi litologi cekungan tersebut yang terdiri atas batupasir, batulanau, batulempung, serta

batubara dari Formasi Muara Enim, yang terbentuk di lingkungan transisi antara laut dangkal dan daratan (Hendrarto & Sidi, 1999; Muliawan & Welhan, 2005). Penemuan foraminifera air tawar dan fosil kayu yang melimpah juga memperkuat interpretasi deposisi tersebut. Berdasarkan data paleontologi, Formasi Muara Enim diperkirakan berumur antara Miosen Akhir hingga Pliosen Awal (Suroño & Tjia, 1985; Nawawi & Sungkono, 2007).

Secara administratif, wilayah penelitian termasuk dalam Daerah Mangsang, Kecamatan Bayung Lencir, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Sedangkan secara geografis, lokasi penelitian berada pada koordinat antara 103° 55' 30" hingga 103° 59' 30" BT dan 2° 11' 30" hingga 2° 15' 30" LS.



Gambar 1. Lokasi dan Wilayah Administrasi Daerah Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas serta melakukan perhitungan sumberdaya batubara pada daerah penelitian. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan peta estimasi sumber daya batubara skala 1 : 12.500. Peta tersebut mencakup hasil perhitungan estimasi sumberdaya batubara yang diklasifikasikan ke dalam kategori terukur, tertunjuk, dan tereka.

II. TINJUAN PUSTAKA

2.1. Kualitas Batubara

Evaluasi kualitas batubara dilakukan melalui dua jenis analisis utama, yaitu analisis proksimat dan ultimat. Analisis proksimat bertujuan untuk menentukan karakteristik fisik dan kualitas batubara dengan mengukur parameter seperti kadar air (*moisture content*), zat terbang (*volatile matter/VM*), kandungan abu (*ash*), dan karbon tetap (*fixed carbon/FC*) yang terkandung dalam batubara. Sedangkan analisis ultimat digunakan

untuk mengidentifikasi komposisi unsur kimia utama dalam batubara, meliputi karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S).

Klasifikasi tingkat atau rank batubara dapat dilakukan berdasarkan data dari kedua analisis tersebut. Namun, untuk memperoleh klasifikasi rank yang akurat, data hasil analisis pada kondisi *air dried basis* (adb) harus terlebih dahulu dikonversi ke dalam bentuk *dry mineral matter free* (dmmf). Konversi ini penting agar data tersebut memenuhi persyaratan klasifikasi ranking menurut standar ASTM D-3888, 2004. Analisis dalam bentuk *dry mineral matter free* memberikan gambaran komposisi organik murni dari batubara. Konversi dari nilai *air dried basis* (adb) ke *dry mineral matter free* (dmmf) dilakukan dengan menggunakan rumus yang dikenal sebagai *Parr Formula*.

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

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

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

Keterangan parameter analisis proksimat dan ultimat (adb) :

- FC** = Presentase Karbon Padat (*Fixed Carbon*)
VM = Presentase Zat Terbang (*Volatile Matter*)
M = Presentase Kadar Air (*Moisture*)
A = Presentase Abu (*ash*)
S = Presentase Sulfur

Data hasil konversi analisis batubara yang diperoleh melalui penerapan *Parr Formula* pada setiap sampel batubara memungkinkan penentuan kelas atau tingkatan rank batubara. Proses pengklasifikasian ini dilakukan dengan mengacu pada sejumlah sistem klasifikasi yang telah ada, di mana klasifikasi yang paling umum digunakan adalah standar ASTM D-3888, 2004.

Tabel 1. Klasifikasi ASTM D-3888,2004

Kelas Batubara	Nilai Kalor (mmf)	Fixed Carbon (dmmf)	Volatile Matter (dmmf)
<i>Anthracite</i>	> 14.000 Btu/lb	≥ 86%	< 14%
<i>Bituminous (Low Volatile)</i>	13.000 - 14.000 Btu/lb	78 - 86%	14 - 22%
<i>Bituminous (Medium Volatile)</i>	11.500 - 13.000 Btu/lb	69 - 78%	22 - 31%
<i>Bituminous (High Volatile)</i>	10.500 - 11.500 Btu/lb	45 - 69%	31 - 45%
<i>Sub-bituminous A</i>	9.500 - 10.500 Btu/lb	< 45%	> 45%
<i>Sub-bituminous B</i>	8.300 - 9.500 Btu/lb	< 45%	> 45%
<i>Sub-bituminous C</i>	6.300 - 8.300 Btu/lb	< 45%	> 45%
<i>Lignite</i>	< 6.300 Btu/lb	Sangat rendah	Sangat tinggi

2.2. Perhitungan Metode *Circular*

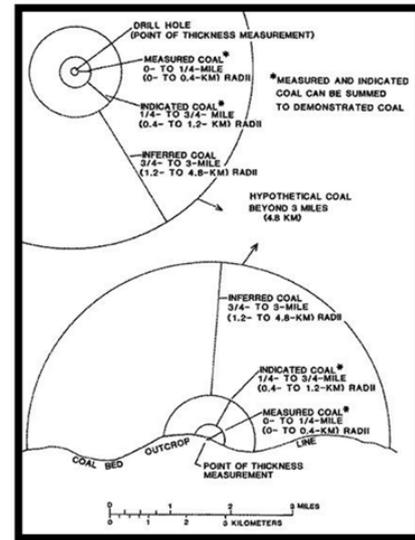
Metode *Circular* merupakan teknik perhitungan yang umumnya digunakan dalam estimasi sumber daya batubara. Teknik ini dikembangkan oleh *United States Geological Survey (USGS)* dan disesuaikan dengan klasifikasi sumber daya yang berlaku. Dalam aplikasi metode ini, wilayah dengan radius 0 hingga 500 meter digunakan untuk estimasi sumber daya terukur, radius 500 hingga 1000 meter untuk sumber daya tertunjuk, dan radius 1000 hingga 1500 meter untuk sumber daya terka. Metode *Circular* hanya dapat diterapkan pada lapisan batubara dengan kemiringan kurang dari 30 derajat. Apabila kemiringan lapisan batubara melebihi 30 derajat, maka perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu memproyeksikan radius lingkaran tersebut ke permukaan.

Perhitungan sumber daya batubara mengacu pada rumus yang kembangkan oleh USGS, yaitu :

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

Dengan keterangan sebagai berikut:

- T** = Tonase batubara (ton)
A = Ketebalan rata-rata lapisan batubara (m)
B = Luas area sumber daya batubara (m²)
C = Berat jenis batubara (kg/m³)
α = Sudut kemiringan lapisan batubara



Gambar 2. Jarak Radius dan Kelas Sumber Daya Batubara Metode *Circular* USGS (Sumber : Wood dkk, 1983)

Kemiringan lapisan batubara juga berperan penting dalam menentukan akurasi perhitungan estimasi sumber daya batubara. Jika lapisan batubara menunjukkan variasi kemiringan yang beragam, maka perhitungan estimasi sumber daya harus dilakukan secara terpisah atau individual sesuai dengan setiap variasi kemiringan tersebut :

1. Untuk lapisan batubara dengan kemiringan antara 0° hingga 30°, perhitungan tonase dapat dilakukan dengan menggunakan rumus dasar tonase yang melibatkan perkalian luas area sebaran batubara, ketebalan lapisan batubara, dan nilai densitas batubara. Pendekatan ini dianggap representatif karena dalam rentang sudut tersebut, pengaruh kemiringan terhadap volume batubara tidak signifikan.
2. Pada lapisan batubara memiliki kemiringan lebih dari 30°, maka perhitungan tonase perlu disesuaikan dengan mempertimbangkan sudut kemiringan tersebut. Dalam hal ini, luas area sebaran batubara dikoreksi dengan mengalikan nilai luas tersebut dengan nilai kosinus dari sudut kemiringan lapisan batubara. Koreksi ini bertujuan untuk mendapatkan estimasi volume yang lebih akurat sesuai dengan kondisi geometri lapisan di lapangan.

2.3. Parameter Aspek Geologi

Berdasarkan parameter aspek kondisi geologi SNI (1999), ada beberapa klasifikasi aspek kondisi geologi yang digunakan untuk menentukan kondisi geologinya seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter Aspek Kondisi Geologi (SNI,199)

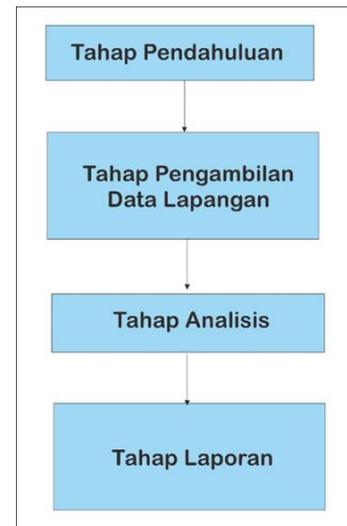
Parameter	Kondisi Geologi		
	Sederhana	Moderat	Kompleks
Aspek Sedimentasi			
Variasi Ketebalan	Sedikit bervariasi	Bervariasi	Sangat bervariasi
Kesinambungan	Ribuan Meter	Ratusan meter	Puluhan meter
Percabangan	Hampir tidak ada	Beberapa	Banyak
Aspek Tektonik			
Sesar	Hampir tidak ada	Jarang	Rapat
Lipatan	Hampir tidak terlipat	Terlipat sedang	Terlipat kuat
Intrusi	Tidak berpengaruh	Berpengaruh	Sangat berpengaruh
Kemiringan	Landai	Sedang	Curam
Aspek Kualitas			
Variasi Kualitas	Sedikit bervariasi	Bervariasi	Sangat bervariasi

Dalam kondisi geologi yang tergolong sederhana, aktivitas tektonik seperti sesar, lipatan, maupun intrusi tidak berpengaruh signifikan terhadap keberadaan dan penyebaran endapan batubara. Lapisan batubara pada kondisi ini biasanya memiliki kemiringan yang relatif landai, bersambung secara lateral hingga mencapai ribuan meter, dan sangat jarang mengalami percabangan. Selain itu, ketebalan dan kualitas lapisan batubara di sepanjang lateral cenderung homogen dengan variasi ketebalan yang minim.

Sementara itu, dalam kondisi geologi dengan tingkat moderat, deformasi tektonik mulai memberikan pengaruh terbatas pada endapan batubara. Adanya intrusi batuan beku pada beberapa lokasi turut mengubah struktur lapisan dan memengaruhi mutu batubara. Ciri-ciri geologi ini meliputi kemiringan lapisan yang sedang, variasi ketebalan lateral yang lebih nyata, dan terbentuknya percabangan pada lapisan batubara. Meski demikian, penyebaran lapisan batubara masih dapat dilacak hingga mencapai ratusan meter secara lateral.

Pada kondisi geologi yang tergolong kompleks, umumnya telah terjadi deformasi tektonik yang signifikan. Aktivitas tektonik seperti pergeseran dan pelipatan mengakibatkan lapisan batubara sukar dikorelasikan. Kehadiran lipatan yang kuat menghasilkan kemiringan lapisan yang curam. Akibatnya, sebaran lateral lapisan batubara menjadi terbatas dan umumnya hanya dapat ditelusuri dalam jarak pendek, yaitu hingga puluhan meter dari titik lokasi pengamatan tertentu.

III. METODE PENELITIAN



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

A. Tahap Pendahuluan

Tahap awal dalam pelaksanaan penelitian ini diawali dengan kegiatan studi literatur yang bertujuan untuk memahami berbagai materi yang relevan dengan wilayah studi. Berdasarkan hasil kajian peta geologi, lokasi penelitian termasuk dalam cakupan Peta Geologi Lembar Palembang dengan skala 1:250.000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. Selain itu, kajian pustaka juga meliputi berbagai teori yang mendukung pelaksanaan serta analisis dalam penelitian ini.

B. Tahap Pengambilan Data Lapangan

Tahapan pengambilan data dilapangan dilakukan dengan mendeskripsikan sampel batuan yang tersingkap, kemudian menentukan lokasi kordinat singkapan batubara menggunakan GPS, dan selanjutnya menyusun data deskripsi batuan dalam bentuk database menggunakan program excel.

C. Tahap Analisis

Perhitungan potensi sumberdaya dilakukan dengan menggunakan metode *Circular*, pada tahap ini didasarkan oleh data lapisan batubara yang diperoleh dari lokasi singkapan batubara. Hasil dari analisis ini berupa peta potensi sumber daya batubara, yang menjadi salah satu dasar dalam melakukan estimasi jumlah sumber daya batubara yang tersedia.

D. Tahap Laporan

Hasil analisis dari seluruh data yang telah dikumpulkan disusun secara sistematis dan dituangkan dalam bentuk laporan penelitian

yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Lapangan

Berdasarkan data lapangan yang telah dikumpulkan, terdapat empat lokasi pengamatan singkapan batuan dengan ketebalan rata – rata lapisan batubara *seam up* sebesar 1,4 meter dan *seam low* sebesar 1,6 meter.

Tabel 3. Hasil Analisis Ultimat dan Proksimat

NO	Nomor Lab. Number	Tanda Contoh Sample Marks	Air Lembab Moisture in air dried sample % acb	Ash % acb	Zat Terbang Volatile Matter % acb	Karbon Padat Fixed Carbon % acb	Balasan Total Total Sulfur % acb	Nilai Kalori Caloric Value calg.acb
1	619224	Lp 1 Up	13,84	5,88	41,56	38,72	1,15	4,902
2	619324	Lp 1 Low	14,42	3,82	42,39	39,37	0,76	5,046
3	619424	Composite Lp 1 Up + Lp 1 Low	15,30	5,00	40,57	39,13	0,97	4,939
4	715724	Lp 5 Up	13,64	6,12	42,22	38,02	1,41	4,994
5	715824	Lp 5 Low	13,82	4,78	41,96	38,44	0,93	4,924
6	715824	Composite Lp 5 Up + Lp 5 Low	13,96	5,24	41,76	38,04	1,08	5,036
STANDAR METHODS			ASTM D.3173	ASTM D.3174	ASTM D.3174	ASTM D.3172	ASTM D.4239	ASTM D.5865

Dari data kualitas batubara daerah penelitian dengan empat lokasi pengambilan sampel litologi kualitas batubara didapati rata - rata kalori batubara pada *seam up* sebesar 4948 kgc/kg dan untuk *seam low* sebesar 4985 kgc/kg.

4.2. Analisis Kualitas Batubara

Berdasarkan data kualitas batubara yang disajikan pada Tabel 6.5, telah dilakukan konversi dengan menggunakan rumus *parr formula*. Hasil konversi tersebut menunjukan bahwa peringkat batubara pada setiap *seam* tergolong ke dalam *Sub-Bituminous Coal B* menurut klasifikasi ASTM D-3888,2004.

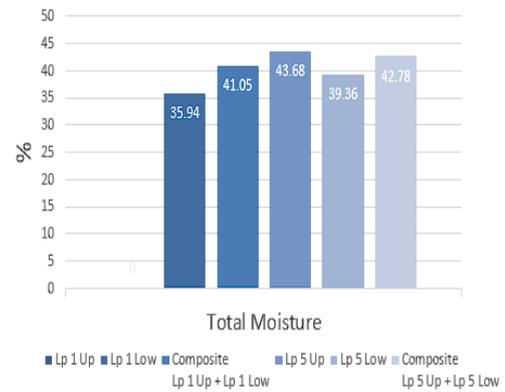
Tabel 4. Rank batubara

Sample	FC % (dmmf)	VM % (dmmf)	CV Btu/lb (mmtf)	Rank
Lp 1 Up	48,68%	51,31%	8.824 Btu/lb	Sub - Bituminous Coal B
Lp 1 Low	48,44%	51,56%	9.083 Btu/lb	Sub - Bituminous Coal B
Composite Lp 1 Up + Lp 1 Low	49,49%	50,51%	8.890 Btu/lb	Sub - Bituminous Coal B
Lp 5 Up	47,87%	52,13%	8.989 Btu/lb	Sub - Bituminous Coal B
Lp 5 Low	48,82%	51,18%	8.863 Btu/lb	Sub - Bituminous Coal B
Composite Lp 5 Up + Lp 5 Low	48,82%	51,18%	9.065 Btu/lb	Sub - Bituminous Coal B

A. Total Moisture

Berdasarkan hasil analisis proksimat, kadar total kelembaban (*moisture*) batubara di wilayah penelitian berada dalam rentang 33,42% hingga 43,68%. Rentang nilai

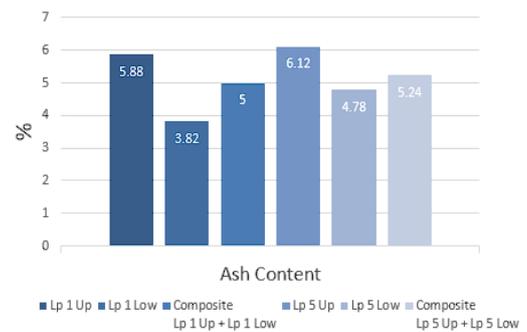
tersebut mengindikasikan bahwa kandungan air pada batubara tergolong cukup tinggi.



Gambar 4. Diagram Hasil Total Moisture

B. Ash Content

Berdasarkan hasil uji proksimat, diperoleh nilai kadar abu pada Lp 1 up sebesar 5,88% (kategori sedang), Lp 1 low 3,82% (kategori rendah), *Composite* Lp 1 up + Lp 1 low 5% (kategori sedang), Lp 5 up 6,12 % (Sedang), Lp 5 low 4,78% (kategori sedang), dan *Composite* Lp 5 up + Lp 5 low 5,24% (kategori sedang). Klasifikasi ini mengacu dengan Graese (1992). Nilai tersebut menunjukan adanya indikasi residu mineral yang tidak terbakar saat batubara digunakan. Kandungan abu dalam kategori sedang sehingga menunjukkan kualitas batubara yang cukup baik, namun perlu pengelolaan abu saat proses pembakaran.

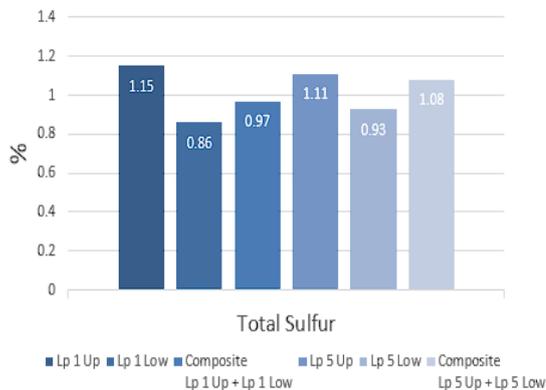


Gambar 5. Diagram Hasil Ash Content

C. Total Sulfur

Berdasarkan hasil analisis proksimat, diperoleh nilai total sulfur, Lp 1 up sebesar 1,15% (kategori sedang), Lp 1 low sebesar 0,86% (kategori sedang), *Composite* Lp 1 up + Lp 1 low sebesar 0,97% (kategori sedang), Lp 5 up sebesar 1,11 % (kategori sedang), Lp 5 low sebesar 0,93% (kategori sedang), dan *Composite* Lp 5 up + Lp 5 low sebesar 1,08% (kategori sedang). Klasifikasi kadar total sulfur ini mengacu pada standar yang dikemukakan oleh Hunt (1984). Nilai

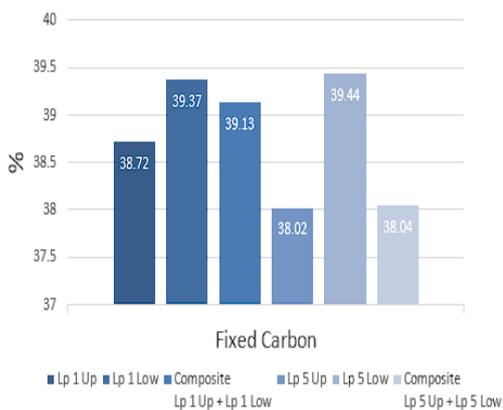
tersebut menunjukkan adanya potensi emisi saat pembakaran batubara sehingga diperlukan pengendalian emisi agar ramah lingkungan.



Gambar 6. Diagram Hasil Total Sulfur

D. Fixed Carbon

Berdasarkan dari hasil analisis proksimat didapatkan nilai *fixed carbon*, Lp 1 up sebesar 38,72% (kategori rendah), Lp 1 low sebesar 39,37% (kategori rendah), *Composite* Lp 1 up + Lp 1 low sebesar 39,13% (kategori rendah), Lp 5 up sebesar 38,02 % (kategori rendah), Lp 5 low sebesar 39,44% (kategori rendah), dan *Composite* Lp 5 up + Lp 5 low sebesar 38,04% (kategori rendah); dimana klasifikasi nilai sulfur tersebut berdasarkan klasifikasi ASTM D388. Semakin tinggi *fixed carbon* maka 1. semakin tinggi energi yang dapat dihasilkan. Nilai >35% cukup baik dan konsisten.



Gambar 7. Diagram Hasil Fixed Carbon

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa *seam up* dan *seam low* menunjukkan kadar abu yang berkisar antara rendah hingga sedang, serta kandungan total sulfur pada kategori sedang. Nilai ini mengindikasikan bahwa proses pembentukan batubara pada *seam up* dan *seam low* dipengaruhi oleh pengaruh air laut atau

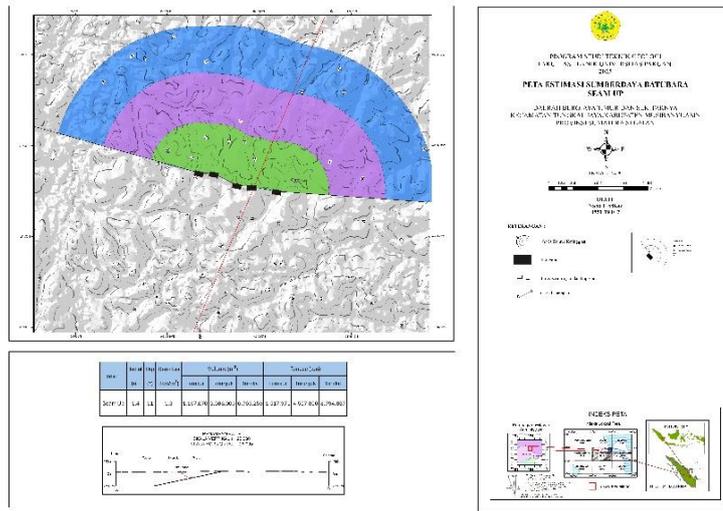
payau ringan. Mengacu pada Casagrande, (1987) batubara dengan kandungan abu serta sulfur yang tergolong rendah hingga sedang umumnya berasosiasi dengan sedimen yang terendapkan dalam lingkungan transisi, seperti rawa - rawa yang berada di lingkungan darat - laut. Oleh karena itu, dapat diinterpretasikan bahwa batubara *seam up* dan *seam low* terendapkan pada lingkungan transisi seperti rawa yang berada di lingkungan darat - laut

Berdasarkan karakteristiknya, batubara dengan peringkat *Sub-Bituminous B*, kadar kelembaban *total moisture* dan kandungan *fixed carbon* yang relatif rendah menunjukkan potensi yang baik untuk digunakan sebagai bahan bakar pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Namun, kandungan abu dan sulfur yang berada pada tingkat sedang perlu mendapat perhatian khusus, terutama terkait pada pengelolaan emisi gas buang dan penanganan residu padat, guna memastikan kesesuaian dengan standar lingkungan yang berlaku.

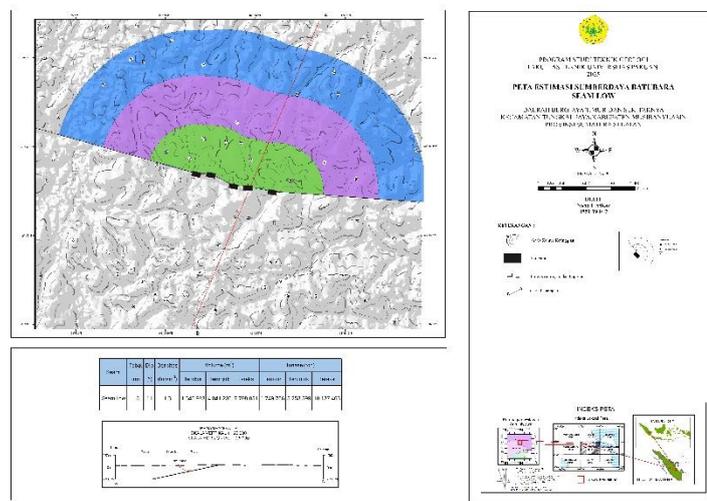
4.3. Perhitungan Sumberdaya Batubara

Pada daerah penelitian, penulis melakukan perhitungan estimasi jumlah sumberdaya batubara dengan menggunakan metode perhitungan *circular* dengan menggunakan rumus;

1. Estimasi volume batubara di daerah penelitian dilakukan menggunakan variabel luas area (L) yang dikalikan dengan ketebalan rata - rata lapisan batubara. Adapun ketebalan rata - rata masing - masing *seam* adalah *Seam up* sebesar 1,4 m dan *Seam low* = 1,6 m. Perhitungan volume mengikuti rumus : $\text{Volume} = \text{Luas} \times \text{ketebalan rata - rata}$.
2. Estimasi tonase sumberdaya batubara pada daerah penelitian diperoleh dengan mengkalikan volume batubara yang telah dihitung sebelumnya dengan densitas batubara, yaitu sebesar 1,3 ton/m³. Rumus yang digunakan adalah $\text{Tonase} = \text{Volume} \times \text{densitas batubara}$ (1,3 ton/ m³).



Gambar 8. Peta Estimasi Sumberdaya Batubara *Seam up*



Gambar 9. Peta Estimasi Sumberdaya Batubara *Seam low*

Hasil dari perhitungan estimasi sumberdaya batubara menggunakan metode *circullar* terukur, tertunjuk, tereka yaitu; didapati hasil tonase sumber daya batubara

Tabel 5. Hasil Perhitungan Sumberdaya Metode *Circular*

Seam	Tebal (m)	Dip (°)	Densitas (ton/m ³)	Luas Terkoreksi (L) (m ²)			Volume (m ³)			Tonase (ton)		
				Terukur	Teranjuk	Tereka	Terukur	Teranjuk	Tereka	Terukur	Teranjuk	Tereka
Seam Up	1.4	11	1.3	800.995	2.405.036	4.640.813	1.167.670	3.506.000	6.765.259	1.517.971	4.557.800	8.794.837
Seam Low	1.6	11	1.3	800.995	2.405.037	4.640.814	1.345.928	4.041.230	7.798.051	1.749.706	5.253.599	10.137.466

Dari hasil perhitungan sumberdaya batubara dapat diketahui keuntungan kotornya. Harga Batubara Acuan (HBA) kategori II dengan kesetaraan nilai kalori >4.100 kcal/kg GAR, *total moisture* 38,1 %, sulfur 1,1% dan *ash* 5,15% periode Mei 2025 yakni 50,07 USD/ton atau Rp. 811.134 per ton. Sehingga didapati perhitungan sebagai berikut :

Tonase Batubara x harga jual

1. *Seam up* tereka 8.794.837ton x Rp.811.134 =

- Rp.7.133.791.315.158
- 2. *Seam up* tertunjuk 4.557.800ton x Rp.811.134 = Rp.3.696.986.545.200
- 3. *Seam up* terukur 1.517.971ton x Rp.811.134 = Rp.1.231.277.889.114
- 4. *Seam low* tereka 10.137.466ton x Rp.811.134 = Rp.8.222.843.346.444
- 5. *Seam low* tertunjuk 5.253.599ton x Rp.811.134 = Rp.4.261.372.771.266
- 6. *Seam low* terukur 1.749.706ton x Rp.811.134 = Rp.1.419.246.026.604

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian penelitian Kualitas dan Kuantitas Batubara di daerah penelitian, diketahui bahwa endapan batubara terbagi menjadi dua lapisan (*seam*). Lapisan batubara yang termuda diidentifikasi sebagai *seam up* dengan ketebalan sekitar 1,4 meter, sedangkan *seam* yang tertua adalah *seam low* yang memiliki ketebalan 1,6 meter. Kedua lapisan tersebut memperlihatkan pola sebaran batubara yang berarah barat – timur. Estimasi sumberdaya batubara dihitung menggunakan metode *Circular.s* hasil menunjukkan bahwa batubara *seam up*, sumberdaya terukur mencapai 1.5 juta ton, tertunjuk sebesar 4.5 juta ton, dan tereka sebesar 8.7 juta ton. Sementara itu, *seam low* memiliki sumberdaya terukur sebesar 1.7 juta ton, tertunjuk sebesar 5.2 juta ton, dan tereka sebesar 10.1 juta ton. Batubara pada daerah penelitian merupakan *Sub Bituminous Rank B*. Berdasarkan data proksimat dan ultimat pada *seam up* dan *seam low*, diketahui bahwa batubara memiliki kadar air yang relatif rendah, kandungan abu dan total sulfur dalam kategori sedang, serta nilai karbon padat yang tergolong rendah. Karakteristik ini mengidentifikasi bahwa batubara di daerah penelitian memiliki potensi yang baik sebagai bahan bakar untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Berdasarkan Harga Batubara Acuan (HBA) Kategori II estimasi keuntungan kotor pada batubara *seam up* tereka sebesar Rp.7.133.791.315.158 , tertunjuk sebesar Rp.3.696.986.545.200 , dan terukur sebesar Rp.1.231.277.889.114. keuntungan kotor batubara *seam low* tereka sebesar Rp.8.222.843.346.444, tertunjuk sebesar Rp.4.261.372.771.266, dan terukur Rp.1.419.246.026.604.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Standardisasi Nasional. (1999). *SNi*

- 13-5015-1998/Amd 1:1999 – *Klasifikasi Sumber Daya dan Cadangan Batubara*. Jakarta: BSN.
- [2] Budiman, Agus, Ardianto. Estimasi Sumberdaya Batubara dengan Metode Circular USGS pada PT. Tuah Globe Mining Kalimantan Tengah. UMI: Makassar.
- [3] Hasler, P. (2010). Energy Policies and Coal Mining. *International Journal of Coal Geology*, 82(1).
- [4] Hendarto, B., & Sidi, F. (1999). *Geologi Sumatera: Dari Aceh Sampai Lampung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [5] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2025). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 169.K/MB.01/MEM.B/2025 tentang Harga Mineral Logam Acuan dan Harga Batubara Acuan untuk Periode Pertama Bulan Mei Tahun 2025*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- [6] Muliawan, E., & Welhan, J. A. (2005). Coal Potential and Geological Setting in South Sumatra Basin. *Journal of Geological Society of Indonesia*, 7(3), 115-124.
- [7] Nawawi, M. D., & Sungkono, K. (2007). Stratigraphy and Coal-bearing Formations in South Sumatra Basin. *Journal of Earth Sciences*, 32(2), 101-115.
- [8] Speight, J. G. (2012). *The Chemistry and Technology of Coal*. CRC Press.
- [9] Surono, A., & Tjia, H. D. (1985). Paleoenvironment and Depositional Systems of Muara Enim Formation, Sumatra. *Indonesian Journal of Geosciences*.
- [10] Tilton, J. E. (1996). Exhaustible Resources and Sustainable Development. *Resources for the Future*.
- [11] World Energy Council. (2016). *Coal Information: Overview and Statistics*. London: World Energy Council.