

Hubungan Kualitas Batubara dengan Lingkungan Pengendapan di PT Bhadra Pinggala Sejahtera Desa Separi Kecamatan Tenggara Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur

Alwi Nurul Alim^{*}, Sriyanti, Noor Fauzi Isniarno

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*alwinurul63@gmail.com

Abstract. Coal is an alternative energy source of the main energy namely oil and gas formed from the deposition of organic/plant materials that have undergone the process of flogging and burning. Coal can be used as an energy source, but in coal utilization cannot be equalized because each coal has different qualities. This quality is assessed based on physical character and also chemistry, the higher the carbon content in coal then the higher the quality. The physical and chemical characteristics of coal are strongly influenced by geological factors such as age, geological structure and also the environment of precipitation during the development process. The research was conducted at two locations namely Location A with the number of 10 samples of seam coal and Location B with a sample count of 10 seam of coal. From the sample, research was conducted by determining the quality of coal in the form of ratings based on calorific value and coal grade based on ash content. In addition, the determination of the deposition environment using classification according to Horne, 1978 by determining the lithofasies of the drill hole stratigraphy. Location A has coal with a high volatile bituminous rating of C to high volatile bituminous B, while Location B has a Sub-bituminous rating of B to Sub-bituminous A (American Society For Testing and Material, 1993). Then for coal grade at Location A and B in the form of high grade coal (European Economic Community, 1998). In this study, Location A was located in the Pamaluan Formation with the age of the Late Oligocene - Early Miocene while Location B on balang island formation aged Central Miocene - Late Miocene. Geological conditions in this area are also heavily influenced by the structure of the folds, the base rises, and the flat base. As for the deposition environment in this area in the form of transitional lower delta plain at Location A, and upper delta plain fluvial at Location B.

Keywords: Coal Quality, Precipitation Environment, Sulfur, Ash Content, Coal Rank and Lithofasies.

Abstrak. Batubara merupakan sumberdaya energi alternatif dari energi utama yaitu minyak dan gas bumi yang terbentuk dari pengendapan material organik/tumbuhan yang telah mengalami proses penggabungan dan pembatubaraan. Batubara dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi, akan tetapi dalam pemanfaatan batubara tidak dapat disamaratakan karena setiap batubara memiliki kualitas yang berbeda-beda. Kualitas ini dinilai berdasarkan

karakteristik fisik dan juga kimianya, semakin tinggi kadar karbon pada batubara maka kualitasnya pun akan semakin tinggi. Karakteristik fisik dan kimia pada batubara sangat dipengaruhi oleh faktor geologi berupa umur, struktur geologi dan juga lingkungan pengendapan pada saat proses keterbentukannya. Penelitian dilakukan pada dua lokasi yaitu Lokasi A dengan jumlah 10 sampel seam batubara dan Lokasi B dengan jumlah sampel 10 seam batubara. Dari sampel tersebut dilakukan penelitian dengan menentukan kualitas dari batubara berupa peringkat berdasarkan nilai kalor dan *grade* batubara berdasarkan kandungan abu. Selain itu dilakukan penentuan lingkungan pengendapan menggunakan klasifikasi menurut Horne, 1978 dengan cara menentukan litofasies dari stratigrafi lubang bor. Lokasi A memiliki batubara dengan peringkat *high volatile bituminous C* sampai *high volatile bituminous B*, sedangkan Lokasi B memiliki peringkat *Sub-bituminous B* sampai *Sub-bituminous A* (American Society For Testing and Material, 1993). Lalu untuk *grade* batubara pada Lokasi A dan B berupa *high grade coal* (*European Economic Community*, 1998). Pada penelitian ini, Lokasi A terletak pada Formasi Pamaluan dengan umur Oligosen Akhir - Miosen Awal sedangkan Lokasi B pada Formasi Pulau Balang berumur Miosen Tengah - Miosen Akhir. Kondisi geologi pada daerah ini juga sangat dipengaruhi oleh struktur lipatan, sesar naik, dan sesar mendatar. Sedangkan untuk lingkungan pengendapan pada daerah ini berupa *transitional lower delta plain* pada Lokasi A, dan *upper delta plain fluvial* pada Lokasi B.

Kata Kunci: Kualitas Batubara, Lingkungan Pengendapan, Sulfur, Kadar Abu, Peringkat Batubara dan Litofasies.

1. Pendahuluan

Batubara merupakan sumberdaya energi alternatif dari energi utama berupa minyak dan gas bumi yang terbentuk dari pengendapan material organik/tumbuhan berkambium yang mengalami proses penggabungan dan pembatubaraan. Potensi batubara di Indonesia yang tergolong besar serta memiliki nilai ekonomis yang tinggi ini memberikan peluang yang terbuka khususnya dalam industri pertambangan. Selain itu juga batubara dimanfaatkan sebagai sumber energi akan tetapi dalam pemanfaatan batubara tidak dapat di samaratakan, karena setiap batubara memiliki karakteristik yang berbeda baik dari karakteristik fisik maupun dengan kandungan kimianya. Karakteristik tersebut akan mempengaruhi kualitas dan nilai ekonomi dari batubara tersebut. Kualitas batubara dapat dikatakan tinggi apabila menghasilkan panas atau nilai kalor yang tinggi, hal ini ditentukan dari komponen atau kandungan dari batubara itu sendiri seperti kadar air total, kadar abu, zat terbang dan juga karbon tertambat.

Berdasarkan kualitasnya, batubara dibagi menjadi beberapa peringkat yaitu lignit, sub-bituminus, bituminus, dan peringkat tertinggi antrasit. Sebagian besar peringkat batubara di Indonesia termasuk kedalam peringkat lignit sampai bituminus. Kualitas batubara ini sangat dipengaruhi oleh suhu, tekanan dan proses keterbentukannya yaitu pada saat material organik mengalami proses sedimentasi maka material organik tersebut akan mendapatkan tekanan dari lapisan di atasnya. Atau dapat dikatakan bahwa pada saat batubara terbentuk akan dipengaruhi faktor geologi berupa umur geologi, struktur geologi, dan lingkungan pengendapannya. Lingkungan pengendapan ini akan memberikan pengaruh yang berbeda dengan umur dan struktur geologi, dimana pada umur dan struktur geologi akan dipengaruhi suhu dan tekanan sedangkan pada lingkungan pengendapan akan dipengaruhi oleh kondisi susunan batuan dan air pada saat proses pengendapan serta tumbuhan pembentuk dari batubaranya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “Bagaimana lingkungan pengendapan akan mempengaruhi kualitas batubara baik dari

karakteristik fisik maupun kiminya?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini dapat diuraikan dengan pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui karakteristik batubara berdasarkan hasil analisis proksimat dan nilai kalor.
2. Mengetahui kualitas batubara berdasarkan peringkat dan grade batubara.
3. Mengetahui lingkungan pengendapan batubara pada lokasi penelitian.
4. Mengetahui hubungan antara kualitas batubara dengan lingkungan pengendapan.

2. Landasan Teori

Batubara merupakan bahan bakar fosil dari batuan sedimen yang terbakar dengan unsur utamanya yaitu karbon, hidrogen, dan oksigen. Batubara terbentuk dari endapan organik berupa sisa-sisa tumbuhan yang telah melalui proses penggabutan dan juga pembatubaraan yang berlangsung selama puluhan juta tahun lamanya. Sedangkan menurut Sukandarrumidi, 1995 batubara merupakan bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari proses penggabutan dan pembatubaraan di dalam suatu cekungan dalam jangka waktu geologis yang meliputi aktivitas bio-geokimia terhadap akumulasi flora di alam yang mengandung selulosa dan lignin. Jadi batubara dapat didefinisikan sebagai batuan sedimen yang terdiri dari bahan organik yang telah mengalami proses penggabutan dan juga pembatubaraan. Proses tersebut memiliki jangka waktu geologis tertentu yang dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.

Proses pembentukan batubara dipengaruhi oleh adanya faktor fisika dan kimia dari alam akan mengubah kandungan selulosa menjadi lignit, sub-bituminus, bituminus dan antrasit. Terdapat dua tahap proses pembentukan batubara yaitu yang pertama tahap biokimia (penggabutan), tahap ini merupakan suatu tahapan dimana sisa tumbuhan terkumpul dan terendapkan dalam kondisi bebas oksigen (*anaerobic*) seperti daerah rawa yang selalu tergenang oleh air. Dalam kondisi tersebut material tumbuhan yang telah mengendap akan mengalami pembusukan dan melepaskan beberapa unsur yaitu H, N, O dan C dalam bentuk senyawa CO₂, H₂O dan NH₃. Selanjutnya tahap pembatubaraan (*coalification*), pada tahap pembatubaraan ini merupakan proses diagenesis pada komponen organik, proses perubahan gambut ke lignit menyebabkan kenaikan suhu dan tekanan sebagai proses biokimia, kimia dan fisika yang terjadi karena adanya pembebanan berupa lapisan sedimen yang menutupi endapan dengan waktu yang lama.

Terdapat dua teori yang menjelaskan terjadinya batubara yaitu teori *In-situ*, dalam teori ini dijelaskan bahwa material pembentuk batubara merupakan tumbuhan atau pohon yang tumbuh dimana batubara tersebut terendapkan. Material tersebut tidak mengalami transportasi, sehingga saat tumbuhan tersebut mati dan roboh akan langsung terakumulasi dengan sisa tumbuhan lain. Biasanya batubara pada teori ini berada pada lingkungan rawa. Jenis batubara pada teori ini memiliki ciri berupa sebarannya luas, merata, lapisan luas dan kualitas baik karena sedikitnya pengotor atau abu. Contoh batubara menurut teori insitu berada di Muara Enim, Sumatera Selatan.

Kemudian teori *Drift*, dalam teori ini dijelaskan bahwa material pembentuk batubara bukan berasal dari tempat pengendapannya, melainkan tumbuhan yang mati dan terbawa oleh arus air sehingga terakumulasi dengan material lainnya pada suatu lingkungan pengendapan dan tertimbun lapisan sedimen hingga mengalami pembatubaraan. Biasanya terbentuk pada delta sungai dengan ciri lapisan tipis, tidak menerus, penyebaran sempit dan banyak pengotor atau kandungan abu yang tinggi. Contoh batubara menurut teori drift ini berada di Mahakam Purba, Kalimantan Timur.

Batubara merupakan batuan yang terbentuk dari material organik dan terendapkan pada kondisi lingkungan pengendapan tertentu. Lingkungan pengendapan pada batubara dapat mempengaruhi penyebaran secara lateral, ketebalan, komposisi dan juga kualitas dari batubara itu sendiri. Dalam proses pembentukan endapan batubara, terjadi penimbunan atau pengendapan material organik secara terus-menerus dan memiliki kondisi reduksi tinggi karena adanya sirkulasi air yang cepat sehingga material organik tersebut tidak berhubungan dengan oksigen dan akhirnya terawetkan. Kondisi pengendapan tersebut dapat terjadi pada lingkungan pantai (*paralic*) dan juga rawa-rawa (*limnik*) dimana semakin kearah laut maka batubaranya akan memiliki kandungan sulfur yang tinggi akibat adanya garam sulfida pada daerah laut.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Agar Analisis dilakukan pada 10 sampel pada Formasi Pamaluan yang menghasilkan nilai rata-rata dari *total moisture* sebesar 19,18%, *Inherent moisture* 14,13%, *ash* 4,55%, *volatile matter* 38,59%, *total sulfur* 0,3%, dan *fixed carbon* 42,72%. Sedangkan analisis pada 10 sampel di Formasi Pulau Balang menghasilkan nilai rata-rata dari *total moisture* sebesar 27,6%, *inherent moisture* 16,38%, *ash* 5,73%, *volatile matter* 39,49%, *total sulfur* 0,56%, *fixed carbon* 38,2%.

Pengujian dilakukan pada 10 sampel pada Formasi Pamaluan yang menghasilkan nilai kalor dari 7171,15 - 7430,41 kal/gr atau 12899,5 - 13365,8 Btu/lb dalam basis daf. Sedangkan analisis pada 10 sampel Formasi Pulau Balang menghasilkan nilai kalor dari 5648,38 - 6230 kal/gr atau 10160,3 - 11207,4 Btu/lb dalam basis daf.

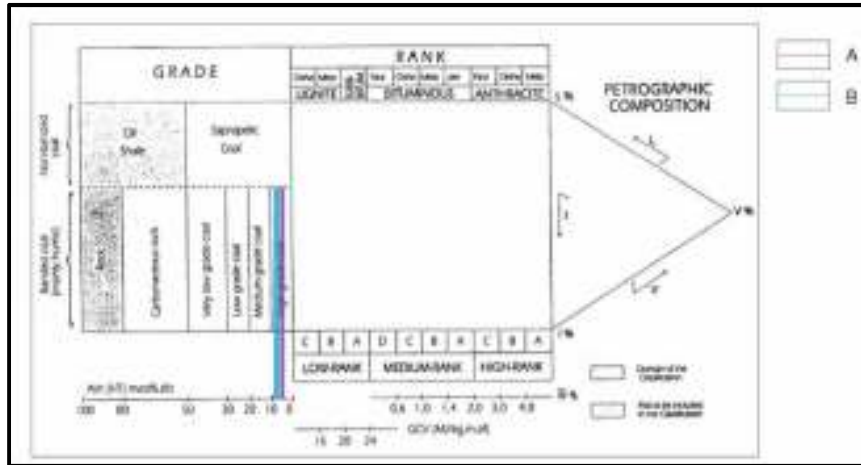
Dalam penentuan peringkat batubara dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya dengan nilai kalori dan *fuel ratio*. Penentuan peringkat batubara berdasarkan nilai kalori mengacu pada klasifikasi menurut ASTM dimana basis yang digunakan yaitu *dry ash free*.

Approximate Rank	Volatile Matter (VM) (%)	Heating Value (Btu/lb (dry ash free))	Moisture Content (MC) (%) (dry ash free)
Peat	0.23		
Lignite	B	8,300	(60)
	A	8,300	
Sub-bituminous	C	9,500	50
	B	10,500	
	A	11,500	
	C	13,000	
High Volatile Bituminous	B	14,000	40
	A	14,250	
	A	(15,000)	

Gambar 1 Peringkat Batubara Berdasarkan Nilai Kalori

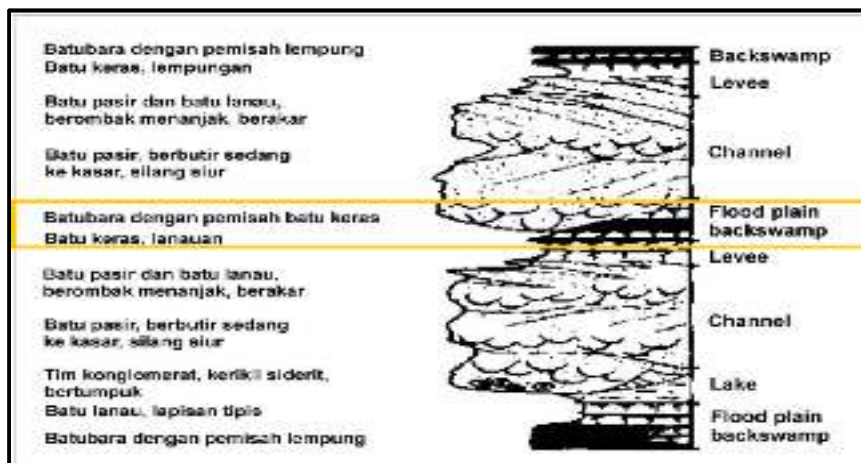
Gambar 1 menunjukkan bahwa sampel A yang memiliki nilai kalori yang berkisar dari 12899,5 - 13365,8 Btu/lb termasuk kedalam peringkat batubara *High Volatile Bituminous C* dan *High Volatile Bituminous B*. Sedangkan pada sampel B yang memiliki nilai kalori yang berkisar dari 10160,3 - 11207,4 Btu/lb termasuk kedalam peringkat batubara *Sub-Bituminous B* dan *Sub-Bituminous A*. Sehingga jika dibandingkan antara Formasi Pamaluan dengan Formasi Pulau Balang yang memiliki peringkat lebih baik yaitu Formasi Pamaluan pada sampel A.

Sedangkan peringkat batubara menggunakan perhitungan nilai *fuel ratio* pada sampel A memiliki nilai antara 0,99 - 1,19 dengan rata-rata 1,11 sehingga termasuk kedalam peringkat *Bituminous High Volatile*. Sedangkan pada sampel B memiliki nilai antara 0,87-1,19 dengan rata-rata 0,97 sehingga termasuk kedalam peringkat *Bituminous High Volatile*. Sehingga jika dibandingkan antara Formasi Pamaluan dengan Pulau Balang keduanya memiliki peringkat yang sama, akan tetapi sampel A memiliki nilai *fuel ratio* yang relatif lebih tinggi.

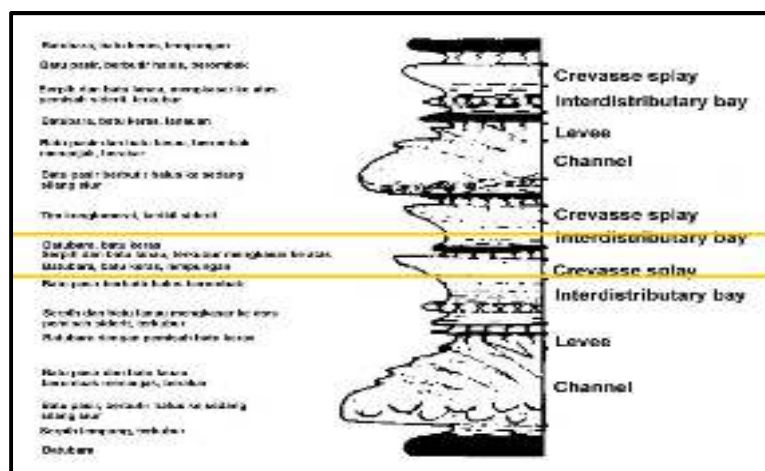


Gambar 2 Grade Batubara

Grade batubara pada sampel A dan B termasuk kedalam *high grade coal* dikarenakan kadar abu yang dimiliki $>10\%$ sehingga batubara ini termasuk kedalam *grade* yang baik dalam pemanfaatan batubara.



Gambar 3 Lingkungan Pengendapan Lokasi A



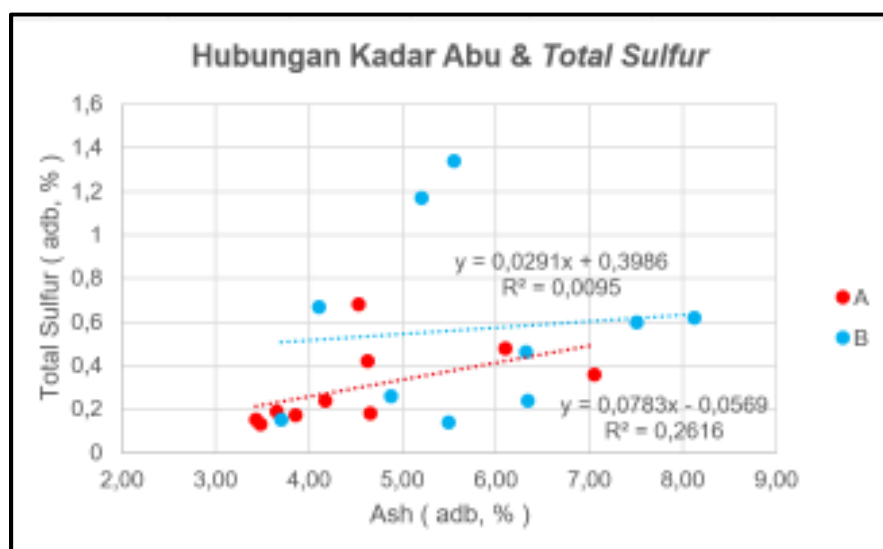
Gambar 4 Lingkungan Pengendapan Lokasi B

Dari kedua lokasi tersebut dapat diketahui bahwa susunan batumannya relatif sama yang

didominasi oleh batupasir, batulanau, pada bagian bawahnya. Sedangkan bagian atasnya didominasi oleh batuan halus yaitu batulempung. Dari ciri fisik pada satuan batuan dari kedua lokasi tersebut dapat diketahui lingkungan pengendapannya.

Hal yang membedakan dari kedua lokasi tersebut yaitu dari ukuran butir pada batupasir dan kekerasan pada lapisan batuan. Lokasi A yang memiliki batupasir berbutir halus dan kekerasan lapisan batuan cukup keras sehingga lingkungan pengendapan pada Lokasi A ini termasuk kedalam *Transitional Lower Delta Plain* (Horne, 1978). Sedangkan pada Lokasi B yang memiliki batupasir berbutir sedang dan kekerasan lapisan sangat keras, sehingga lingkungan pengendapan pada Lokasi B ini termasuk kedalam *Upper Delta Plain Fluvial* (Horne, 1978).

Sehingga dapat diindikasikan bahwa Lokasi A memiliki zona *Transitional Lower Delta Plain* yang lebih dipengaruhi oleh zona *Upper Delta Plain Fluvial*. Hal ini didukung oleh susunan satuan batuan yang sama dengan Lokasi B dimana Lokasi B ini memiliki zona *Upper Delta Plain*.



Gambar 5 Hubungan Kadar Abu dan Total Sulfur

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada Lokasi A dan Lokasi B memiliki persamaan dimana terdapat pengaruh positif antara hubungan Kadar Abu dengan Total Sulfur yang berarti bahwa semakin tinggi kadar sulfur maka kadar abu pada suatu batubara akan semakin tinggi.

Selain itu pada grafik juga menunjukkan bahwa pada Lokasi A memiliki nilai *total sulfur* berkisar dari 0,13% sampai 0,68% dengan rata-rata sebesar 0,3%. Sedangkan kadar abunya berkisar dari 3,43% sampai 7,05% dengan rata-rata 4,56%. Selain itu pada Lokasi B memiliki total sulfur yang berkisar dari 0,14% sampai 1,34% dengan rata-rata 0,57%, dan kadar abunya berkisar dari 3,7% sampai 8,12% dengan rata-rata 5,72% dalam basis *air dried*.

Pada grafik juga dapat diketahui bahwa pada Lokasi A dan Lokasi B memiliki arah *trendline* yang naik dimana total sulfur dengan kadar abu memiliki hubungan yang positif dan dapat dibuktikan dengan nilai y dan juga R^2 . Pada Lokasi A diketahui memiliki nilai $y = 0,0783x - 0,0569$ dengan nilai $R^2 = 0,2616$ dan pada Lokasi B memiliki nilai $y = 0,0291x + 0,3986$ dengan nilai $R^2 = 0,0095$.

Jika dibandingkan di antara Lokasi A dan Lokasi B menunjukkan bahwa kedua lokasi tersebut memiliki total sulfur dan kadar abu yang relatif sama, hal tersebut dapat dilihat pada grafik dimana penyebaran titik pada kedua lokasi tersebut tidak jauh berbeda. Akan tetapi terdapat anomali pada Lokasi B yang menunjukkan bahwa kadar abu dan sulfurnya tinggi. Tingginya nilai total sulfur ini dapat disebabkan karena adanya pengaruh dari pasang surut air laut yang menghasilkan reaksi dengan garam laut dimana terjadi pelapukan atau oksidasi terhadap bagian atas (*roof*) maupun bawah (*floor*) dari lapisan batubara.

Sehingga dapat diindikasikan bahwa Lokasi B ini memiliki lingkungan pengendapan *upper delta plain* dengan fasies *flood plain* atau *backswamp*, yang lokasinya mendekati zona *transitional lower delta plain*, dimana pada saat terjadi pasang surut air laut yang besar kemungkinan mempengaruhi endapan batubara dan meningkatkan kadar sulfurnya.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengolahan data yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Dari analisis proksimat dan nilai kalor, Lokasi A memiliki total moisture dengan rata-rata 19,188%, inherent moisture 13%, ash 4,55%, volatile matter 38,59%, fixed carbon 42,72%, total sulfur 0,3%, dan nilai kalor 5920,1 cal/gr. Dan pada Lokasi B memiliki total moisture dengan rata-rata 27,6%, inherent moisture 16,38%, ash 5,72%, volatile matter 39,49%, fixed carbon 38,2%, total sulfur 0,56%, dan nilai kalor 4585,9 cal/gr.
2. Kualitas batubara berdasarkan peringkat pada Lokasi A yaitu High Volatile Bituminous C hingga High Volatile Bituminous B, sedangkan kualitas batubara berdasarkan grade pada Lokasi A yaitu High Grade Coal. Pada Lokasi B memiliki peringkat Sub-Bituminous B hingga Sub-Bituminous A, sedangkan berdasarkan grade pada lokasi B yaitu High Grade Coal.
3. Lingkungan pengendapan pada Lokasi A yaitu Transitional Lower Delta Plain yang letaknya dekat dengan Upper Delta Plain Fluvial dimana pengaruh dari air laut tidak terjadi, ditandai dengan batuan utama batupasir dibagian bawah, berbutir halus, dan kondisi batuanya yang cukup keras.
4. Lingkungan pengendapan pada Lokasi B yaitu Upper Delta Plain yang letaknya dekat dengan Transitional Lower Delta Plain ditandai dengan adanya dua seam batubara yang memiliki kadar sulfur tinggi, batuan utama dibagian bawah berupa batupasir, berbutir sedang, dan kondisi batuanya yang keras sampai sangat keras.
5. Lingkungan pengendapan memiliki hubungan dengan kualitas dari suatu batubara, dimana lingkungan pengendapan ini mempengaruhi karakteristik dari batubara yang berupa kadar abu dan juga kadar sulfurnya. Semakin kearah laut maka kandungan sulfur meningkat akibat adanya pasang surut air laut yang membawa mineral oksida besi dan mengandung sulfur, hal tersebut menyebabkan adanya perbedaan kualitas batubara yang berbeda pada setiap lingkungan pengendapan. Akan tetapi meskipun begitu, pengaruh dari lingkungan pengendapan tidak sebesar umur geologi, suhu, dan tekanan yang merupakan faktor utama untuk mempengaruhi kualitas batubara.

5. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Pendeskripsian dilakukan lebih detail yang meliputi struktur yang ada pada batuan sehingga akan memudahkan dalam menentukan klasifikasi Horne, 1978.
2. Melakukan pengamatan kandungan maseral pada lapisan batubara sehingga dapat diketahui jenis tumbuhan pembentuk batubara.

Daftar Pustaka

- [1] Allen, G.p. Chambers, J.L.C. 1998. Sedimentation In The Modern and Miocene Mahakam Delta. Indonesian Petroleum Association pg 236.
- [2] Anonim. 1998. International Classification of in-Seam Coals. Geneva: Economic Commission for Europe Committee on Sustainable Energy.
- [3] Anonim. 2017. Coal Basin Analysis Series-Model Pengendapan Delta: Horne dkk (1978) vs Allen (1976). <http://asbut.blogspot.com>. Diakses Pada Tanggal 2 Agustus 2020.
- [4] Horne, J.C., Ferm, J.C., Caruccio, F.T., Baganz, B.P., 1978. Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalanchian Region. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin 62, pp. 2379-2411.
- [5] Sukandarrumidi. 1995. Batubara dan Gambut. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.