



Kajian Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Karakteristik Batubara Formasi Pulau Balang

Fungky Suhayadi, Sriyanti*

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

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 4/4/2022

Revised : 25/6/2022

Published : 6/7/2022



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 2

No. : 1

Halaman : 1 - 8

Terbitan : Juli 2022

ABSTRAK

Batubara memiliki sifat fisik dan kimia tertentu, dari sifat tersebut batubara dapat dijadikan parameter untuk menentukan klasifikasi batubara berdasarkan peringkat. Pulau balang merupakan formasi pembawa batubara yang berada pada cekungan kutai. Untuk menentukan lingkungan pengendapannya, dilakukan pengambilan sampel pada batubara. Dari sampel tersebut dihasilkan karakteristik batubara seperti kadar air, volatile matter, nilai kalor, komposisi maseral dan mineral. Dari karakteristik tersebut dapat ditentukannya peringkat batubara. Penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan diagram Diessel 1986 (dalam Lamberson, 1991) dan berdasarkan Klasifikasi Horne 1978. Batubara berdasarkan nilai reflektansi vitrinit termasuk peringkat Sub-bituminous C dan Lignite A, dengan rata-rata nilai 0,372%, berdasarkan nilai kalor termasuk kedalam Bituminous High Volatile C. dengan nilai rata-rata sebesar 11.902 Btu/lb-12.447 Btu/lb dalam basis daf. Fuel ratio dengan nilai 0,90-0,98 termasuk kedalam peringkat batubara Bituminous. Lokasi pengendapan batubara didominasi oleh tumbuhan perdu 48,8% dan tumbuhan kayu 26,32%, Sehingga lokasi pengendapan kemungkinan terendapkan lokasi fen yang merupakan lokasi rawa didominasi oleh tanaman perdu dan sedikit pohon. Dari nilai Tissue Preservation Index 0,424-1,074 dan Gelification Index 3,481-14,815, batubara terendapkan pada lingkungan pengendapan lower dan upper delta plain.

Kata Kunci : Batubara; Karakteristik Batubara; Lingkungan Pengendapan

ABSTRACT

Coal has certain physical and chemical properties from these properties coal can be used as a parameter to determine coal classification based on rank. Balang Island is a coal-bearing formation in the Kutai Basin. To determine the depositional environment, coal samples were taken. From the sample, coal characteristics such as water content, volatile matter, calorific value, maceral and mineral composition were produced. From these characteristics, coal rank can be determined. Determination of the depositional environment based on the 1986 Diesel diagram (in Lamberson, 1991) and based on the 1978 Horne Classification. Coal based on the reflectance value of vitrinite includes the rank of Sub-bituminous C and Lignite A, with an average value of 0.372%, based on the calorific value included in the Bituminous High Volatile C. with an average value of 11,902 Btu/lb-12,447 Btu/lb on a daf basis. The fuel ratio with a value of 0.90-0.98 is included in the Bituminous coal rank. The location of coal deposition is dominated by shrubs 48.8% and woody plants 26.32%, so that the deposition location is likely to be deposited in the fen location which is a swamp location dominated by shrubs and few trees. From the Tissue Preservation Index values of 0.424-1.074 and Gelification Index 3.481-14.815, the coal was deposited in the lower and upper delta plain depositional environments.

Keywords : Coal; Coal Characteristics; Depositional Environment

@ 2022 Jurnal Riset Teknik Pertambangan Unisba Press. All rights reserved.

A. Pendahuluan

Batubara merupakan salah satu sumber daya alam berupa batuan organik yang terbentuk secara alami. Proses pembentukannya dipengaruhi oleh suhu dan tekanan, serta mengandung berbagai unsur, seperti karbon, hidrogen, sulfur dan unsur lainnya. Menurut Rizky Yulmansyah [1], batubara adalah salah satu sumber energi. Batubara adalah suatu batuan sedimen (Padatan) yang dapat terbakar, berasal dari tumbuhan, serta berwarna coklat sampai hitam, yang sejak pengendapan terkena proses fisika dan kimia yang menjadikan kaya dengan kandungan karbon. Sedangkan menurut Irwandy Arif [2], batubara berasal dari tumbuhan yang telah mati dan tertimbun dalam cekungan yang berisi air dalam waktu sangat lama, mencapai jutaan tahun. Selain itu batubara juga digunakan sebagai sumber energi, akan tetapi tidak dapat dijelaskan dalam penggunaan batubara, karena setiap jenis batubara mempunyai karakteristik yang berbeda pada sifat fisik dan kandungan kimianya. Apabila batubara menghasilkan panas atau memiliki nilai kalor yang tinggi maka dapat dikatakan kualitas batubara tersebut sangat tinggi, yang bergantung pada komposisi atau kandungan batubara itu sendiri, seperti kadar air total, abu, partikel yang beterbangan dan karbon terikat.

Batubara terbentuk melalui proses pengendapan yang terjadi di lokasi tertentu yang disebut lingkungan pengendapan. Lingkungan sedimen ini dapat berupa rawa, delta, sungai, danau, atau lokasi seperti cekungan tempat bahan tanaman menumpuk dan mengendap. Berdasarkan kualitasnya, batubara terbagi dalam beberapa *rank*, yaitu *lignit*, *sub-bituminus*, *bituminus*, dan *antrasit* kualitas tertinggi. Sebagian besar kualitas batubara di Indonesia diklasifikasikan dari batubara *lignit* hingga batubara *bituminus*. Kualitas batubara sangat dipengaruhi oleh suhu, tekanan dan proses pembentukannya, yaitu pada saat bahan organik mengalami proses sedimentasi maka bahan organik tersebut akan mendapat tekanan dari lapisan di atasnya. Dengan kata lain pembentukan batubara akan dipengaruhi oleh faktor geologi seperti umur geologi, struktur geologi dan lingkungan pengendapannya.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka pokok permasalahan yang ada yaitu perbedaan kualitas batubara yang dipengaruhi oleh cara pengendapan dan kondisi lingkungan pada batubara, sehingga kondisi lingkungan pengendapan akan mempengaruhi karakteristik dari batubara. Tujuan-tujuan dalam penelitian ini yaitu: (1) Mengetahui karakteristik batubara pada Formasi Pulau Balang berdasarkan hasil analisis laboratorium berupa *proksimat*, *ultimat*, nilai kalor dan *petrografi*; (2) Mengetahui *rank* batubara, tipe, dan *grade* batubara; Menentukan lingkungan pengendapan batubara berdasarkan nilai *Tissue Preservation Index* (TPI) dan *Gelification Index* (GI) dari kandungan maseral batubara; (3) Menentukan hubungan antara lingkungan pengendapan dengan karakteristik batubara.

B. Metode Penelitian

Batubara merupakan batuan sedimen berwarna coklat tua yang merupakan bahan bakar hidrokarbon, dihasilkan oleh sisa-sisa tumbuhan mati yang menumpuk dan terkubur selama usia geografis yang di transmisikan oleh panas dan tekanan. Secara garis besarnya batubara terdiri dari kandungan seperti karbon, dengan sedikit hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur. Sedangkan secara fisik batubara memiliki kandungan seperti air, abu, zat terbang, dan karbon tertambat. Pembentukan batubara membutuhkan proses yang panjang, dan dipengaruhi oleh banyak faktor selama pembentukannya. Faktor tersebut memiliki perannya masing-masing, pembentukan batubara erat kaitannya dengan keseimbangan sistem. Pembentukan batubara dibagi menjadi dua tahap, yaitu penggabutan dan pembatubaraan.

Tahap Penggabutan, tahap dimana sisa-sisa tumbuhan yang terakumulasi tersimpan dalam kondisi bebas oksigen (*anaerobik*) di daerah rawa dengan sistem pengeringan yang buruk dan selalu tergenang air pada kedalaman 0,5 - 10 meter. Material tumbuhan yang busuk ini melepaskan unsur H, N, O, dan C dalam bentuk senyawa CO₂, H₂O, dan NH₃ untuk menjadi humus. Selanjutnya oleh bakteri *anaerobik* dan *fungi* diubah menjadi gambut. Pembatubaraan atau *Coalification* terdiri dari dua tahapan, yaitu tahap biokimia dan tahap geokimia. Tahap biokimia, dimana tumbuhan yang telah mati mengalami pembusukan dan menjadi humus, yang kemudian diubah menjadi gambut oleh bakteri anaerob dan fungi, sedangkan tahap geokimia merupakan tahap dimana gambut akan mengalami perubahan secara fisika dan kimia hingga akhirnya menjadi batubara yang sesungguhnya. Proses *coalification* tersebut dimulai dari *Lignite* sampai *Anthracite*. Pada tahap ini persentase karbon akan meningkat, sedangkan persentase hidrogen dan oksigen akan berkurang. Proses ini akan

menghasilkan batubara dalam berbagai tingkat kematangan material organiknya mulai dari *lignit*, *sub bituminus*, *bituminus*, *semi antrasit*, *antrasit*, hingga *meta antrasit*.

Menurut Sukandarrumidi [3] menjelaskan teori tempat terbentuknya batubara yaitu teori insitu dan teori drift, dimana dalam penjelasannya teori insitu terbentuk ditempat dimana tumbuhan asal berada, maka setelah tumbuhan tersebut mati, belum mengalami proses transportasi segera tertutup oleh lapisan sedimen dan mengalami proses pembatubaraan. Jenis batubara yang berbentuk dengan cara ini mempunyai penyebaran luas dan merata, kualitasnya lebih baik karena kadar abunya relatif kecil. Sedangkan teori *drift* pembentuk lapisan batubara terjadi di tempat yang berbeda dengan tempat tumbuhan semula hidup dan berkembang. Tumbuhan yang telah mati diangkut oleh media air dan berakumulasi disuatu tempat, tertutup oleh batuan sedimen dan mengalami proses *coalification*. Jenis batubara yang terbentuk dengan cara ini mempunyai penyebaran tidak luas, tetapi dijumpai di beberapa tempat, kualitas kurang baik karena banyak pengangkutan dari tempat asal tanaman ke tempat sedimentasi.

Batubara umumnya dibagi kedalam lima kelas berdasarkan standar ASTM [4] yaitu: (1) Gambut, berpori dan memiliki kadar air di atas 75% serta nilai kalori yang paling rendah; Lignit mengandung air 35-75% dari beratnya. (2) *Lignit* merupakan batubara peringkat rendah dimana kedudukan lignit dalam tingkat klasifikasi batubara berada pada daerah transisi dari jenis gambut ke batubara; (3) *Sub-Bituminus* merupakan jenis batubara peralihan antara jenis *lignit* dan *bituminus*. mempunyai kandungan air, zat terbang, dan oksigen yang tinggi serta memiliki kandungan karbon yang rendah; (4) *Bituminus* mengandung 69 - 86% unsur karbon (C) dan kadar VM 14% -54%; (5) *Antrasit* mempunyai kandungan karbon lebih dari 93% dan kandungan zat terbang kurang dari 10%.

Selain dari parameter diatas, terdapat pula parameter yang dapat menentukan klasifikasi batubara yaitu *fuel ratio*. Menurut Frazer [5] Klasifikasi peringkat batubara berdasarkan *fuel ratio* dibagi menjadi empat jenis, lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Peringkat Batubara Berdasarkan *Fuel Ratio*

No	Jenis Batubara	<i>Fuel Ratio</i>
1	<i>Antrasit</i>	12-100
2	<i>Semi-Antrasit</i>	9-12
3	<i>Semi Bituminous</i>	5-8
4	<i>Bituminous</i>	0-5

Sumber : Frazer, 1987 [5]

Menurut Diessel [6] lingkungan pengendapan terbagi menjadi beberapa jenis yaitu: (1) *Braid Plain*, dataran *aluvial intramontana* yang terendapkan material sedimen kasar (>2mm). yaitu dataran *aluvial* yang berada di antara pegunungan. Pada lingkungan ini terendapkan material sedimen kasar diagenesa gambut ombrogenik yang mencapai 1,5 meter, yaitu gambut yang hanya terbentuk karena pengaruh hujan; (2) *Alluvial Valleyand Upper Delta Plain*, terbentuk dari daerah peralihan lembah dan dataran *aluvial* ke delta yang memotong tahap sungai dewasa dengan banyak *meander*. Sedimennya adalah batupasir dan batulanau yang berselang-seling. Gambut dikumpulkan dari rawa, dataran banjir dan sungai. Memiliki nilai TPI dan GI yang tinggi, didominasi oleh karies fosil lunak, serta memiliki kadar abu dan sulfur yang rendah; (3) *Lower Delta Plain*, memiliki nilai pasang surut air laut yang lebih tinggi. Pasang air laut tersebut membawa nutrisi kedalam rawa sehingga meningkatkan pertumbuhan yang lebih baik, namun material sedimen klastik halus ikut terendapkan di lingkungan ini yang berpengaruh terhadap kenaikan pengotor selama proses penggabutan hingga pembatubaraan; (4) *Backbarrier Strand Plain*, dalam lingkungan ini, gambut yang terbentuk dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Sedimentasi sangat dipengaruhi oleh regresi dan invasi air laut, delta akan terbentuk jika tingkat sedimentasi tinggi, sedangkan tingkat sedimentasi rendah, maka material sedimen akan terdistribusi sepanjang garis pantai. Hasil regresi batubara memiliki nilai GI dan TPI yang rendah serta bentuk sulfur yang rendah. Pada saat yang sama, hasil ilegal akan memiliki nilai yang berlawanan; (5) *Estuary*, terbentuk karena tingkat sedimentasi dan energi pantai sangat rendah, sehingga tidak terbentuk delta. Batubara yang terbentuk

dilingkungan ini sangat tipis dan persebarannya tidak luas. Sedimentasi pada lingkungan ini berupa batulanau dan batupasir halus. Sebaran dari lingkungan ini tidak menerus dan memiliki ketebalan yang tipis.

Menurut Home 1978 [7] lingkungan pengendapan terbagi menjadi beberapa jenis yaitu: (1) *Upper Delta Plain Fluvial*, didominasi oleh tubuh linier batupasir *lentikuler*, serpih, batulanau, dan batubara. Lapisan batubara pada lingkungan *upper delta plain* ini cukup tebal dapat mencapai 10 meter, sebarannya meluas dan memanjang sesuai jurus akan tetapi kemenerusannya terpotong secara lateral, bentuk batubaranya ditandai adanya *splitting* akibat *channel* dan kadar sulfurnya rendah. Sedangkan lapisan batubara pada endapan *fluvial plain* cenderung lebih tipis dibandingkan dengan endapan *upper delta plain*, ketebalannya bertambah apabila mendekati *channel* dan sebaliknya akan semakin tipis apabila menjauh dari *channel*; (2) *Transitional Lower Delta Plain*, zona yang berada diantara *upper* dan *lower delta plain*. sering ditemukannya batupasir tipis yang lebih banyak dibandingkan *lower delta plain* tetapi lebih sedikit dari *upper delta plain*. Tebal lapisan batubara mencapai lebih dari 10 meter. sebarannya meluas dan memanjang searah dengan jurus pengendapan. Kemenerusan lapisan secara lateral sering terpotong oleh *channel*, bentuk dari lapisan batubaranya ditandai oleh adanya *splitting* yang diakibatkan oleh *channel* kontemporer dan *washout* oleh *channel subsekuen*, serta memiliki kadar sulfur yang agak rendah; (3) *Lower Delta Plain*, didominasi oleh endapan serpih dan batulanau dibagian atas, bagian bawah diisi oleh lempung-serpih, terkadang ditemukan *mudstone siderit*. Lapisan batubara cenderung tipis dengan pola penyebaran yang sepanjang *channel* atau jurus pengendapan. Bentuk lapisannya ditandai oleh adanya *splitting* oleh endapan *crevasse splay* dan memiliki kandungan sulfur yang agak tinggi; (4) *Back Barrier*, lapisan utama berupa serpih yang kaya bahan organik dan batulanau diikuti oleh batubara yang penyebaran secara lateralnya tidak menerus serta memiliki zona *siderit* yang berlubang. Lapisan batubara cenderung tipis dengan penyebaran yang memanjang sejajar jurus perlapisan. Bentuk dari lapisannya melembar dikarenakan adanya pengaruh pasang surut air laut pada saat proses pengendapan ataupun setelah pengendapan dan juga memiliki kadar sulfur yang tinggi; (5) *Barrier*, semakin kearah laut maka butirannya akan semakin halus dan berselingan dengan serpih gampingan. Sedangkan batupasir pada lingkungan pengendapan ini akan lebih bersih dikarenakan adanya pengaruh dari gelombang dan pasang surut air laut.

C. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik batubara berdasarkan analisis laboratorium berupa analisis *proksimat*, *ultimat*, nilai kalor dan *petrografi* didapatkan kandungan yang berbeda yaitu; Pada analisis *Proksimat* sampel memiliki nilai rata rata IM sebesar 12%, VM 43,4%, Ash 3,4%, FC 41,2%, dan total sulfur sebesar 1%. Pada analisis *Ultimat* sampel memiliki nilai rata rata C sebesar 73,31%, H 5,19%, N 1,36%, O 18,95% dan S 1,18%. Pada analisis Nilai Kalor sampel memiliki nilai sebesar 6.617 kal/gr - 6.920 kal/gr atau 11.902 Btu/lb - 12.447 Btu/lb dalam basis daf. Sampel yang telah dianalisis memiliki nilai reflektansi *vitritin* antara 0,34 - 0,4. Pada sampel yang telah dianalisis memiliki kandungan *vitritin* 69,25%, *liptinit* 7,2% dan *inertinit* 13,8 %. Komposisi *maseral* yang lebih dominan yaitu *maseral densinite* yaitu 22,4% - 55,8% dengan nilai rata-rata sebesar 42,7% pada *sub-grup Detrohuminite*, sedangkan untuk *maseral Ulminite* memiliki nilai antara 8,8% - 30% dengan nilai rata-rata sebesar 19,1% pada *sub-grup Telohuminite*. Pada kelompok *maseral Liptinite* di dominasi oleh *maseral Cutinite* dengan nilai antara 1,2% - 7,4% dengan nilai rata-rata sebesar 4,1 % dan *maseral Resinite* dengan nilai 0,8% - 2,2% dengan nilai rata-rata sebesar 1,3 %. Pada kelompok *maseral Inertinite* di dominasi oleh *maseral Semifusinite* dengan nilai antara 2% - 11,2% dengan nilai rata-rata sebesar 5,6 %, dan *maseral Funginite* dengan nilai antara 2,6% - 6,8% dengan nilai rata-rata sebesar 4,8%. Pada batubara tersebut terdapat komposisi mineral *matter* yaitu *pyrite* dan *clay* dengan nilai *pyrite* antara 0,2 % - 6,8% sedangkan untuk nilai *clay* sebesar 0,8% - 7,6%. Pada penentuan *rank* batubara, berdasarkan tabel ASTM [4], peringkat batubara berdasarkan nilai Rv sampel termasuk kedalam peringkat *Sub-bituminous C* dan *Lignite A*, berdasarkan nilai kalor sampel termasuk kedalam *Bituminous High Volatile C*.

Tabel 2. Hasil Analisis Reflektansi *Vitritin*

PIT	Kode Sampel	Rv, r (Mean random reflectance of vitritinite in oil)				Peringkat
		Rata-Rata (%)	Max (%)	Min (%)	Standar Deviasi	
1	S1	0.38	0.429	0.322	0.029	Sub-Bituminous C

Lanjutan Tabel 2. Hasil Analisis Reflektansi *Vitrinit*

10	S8	0.37	0.425	0.329	0.030	Sub-Bituminous C
10	S11U	0.4	0.462	0.330	0.031	Sub-Bituminous C
10	S11LU	0.37	0.427	0.318	0.027	Sub-Bituminous C
10	S11LL	0.34	0.413	0.276	0.030	Lignite A

Berdasarkan nilai fuel ratio sampel termasuk kedalam peringkat *bituminous* dan berdasarkan kadar air sampel termasuk kedalam peringkat *sub-bituminous*.

Tabel 3. Hasil Analisis *Fuel Ratio*

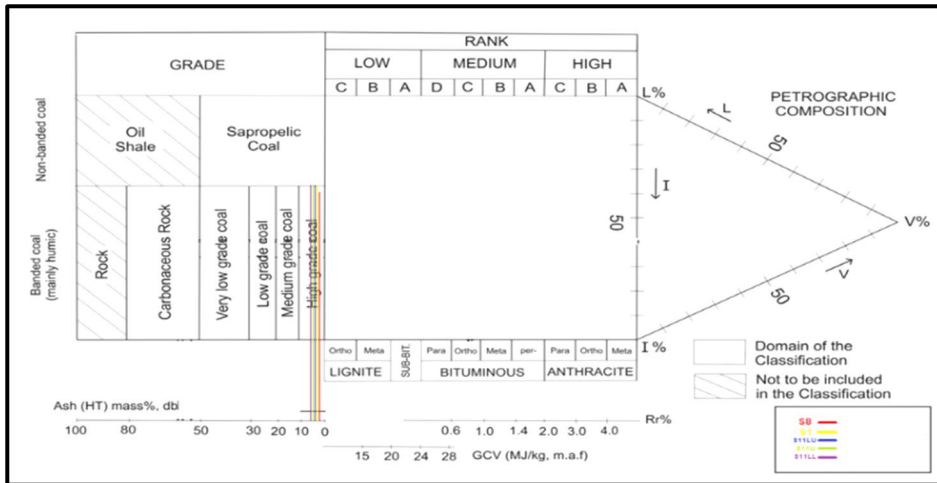
PIT	Kode Sampel	Kadar Zat Terbang (VM)	Karbon Tertambat (FC)	Fuel Ratio	Peringkat
	Satuan	%	%		
	Basis	adb	adb		
1	S1	45.34	41.03	0.90	Bituminous
10	S8	41.88	41.5	0.99	Bituminous
10	S11U	44.2	40.59	0.92	Bituminous
10	S11LU	42.76	41.19	0.96	Bituminous
10	S11LL	42.68	41.92	0.98	Bituminous

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa sampel batubara didominasi oleh tumbuhan perdu dengan presentase rata-rata yaitu 48,8% sedangkan tumbuhan *Lignin* 26,32%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa lokasi pengendapan kemungkinan terendapkan pada lokasi *fen* yang merupakan lokasi rawa yang didominasi oleh tanaman perdu dan sedikit pohon.

Tabel 4. Perbandingan Jenis Tumbuhan pada Batubara

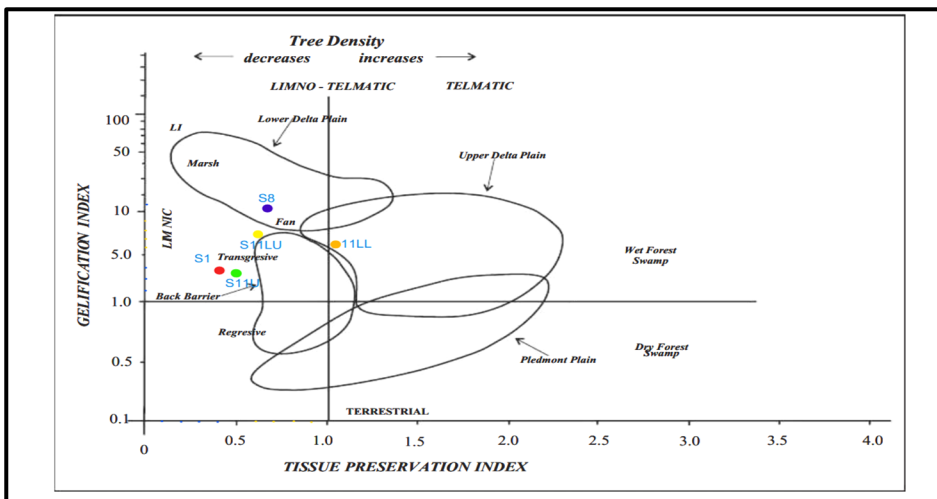
PIT	Kode Sampel	Jenis Tumbuhan	
		Kayu (Lignin) (%)	Perdu (Selulose) (%)
10	S8	33	51.2
10	S11 U	21.6	60
10	S11LU	25	51
10	S11LL	30	26.8
1	S 1	22	55
	Total	131.6	244
	Rata-Rata	26.32	48.8

Berdasarkan United Nations [8] penentuan *grade* batubara didasarkan pada kandungan abu dalam basih db dan terbagi menjadi 4 grade yaitu *very low-grade coal*, *low grade coal*, *medium grade coal*, dan *high grade coal*.



Sumber : International Classification of in Seam Coal [8]

Gambar 1. Penentuan Grade Batubara

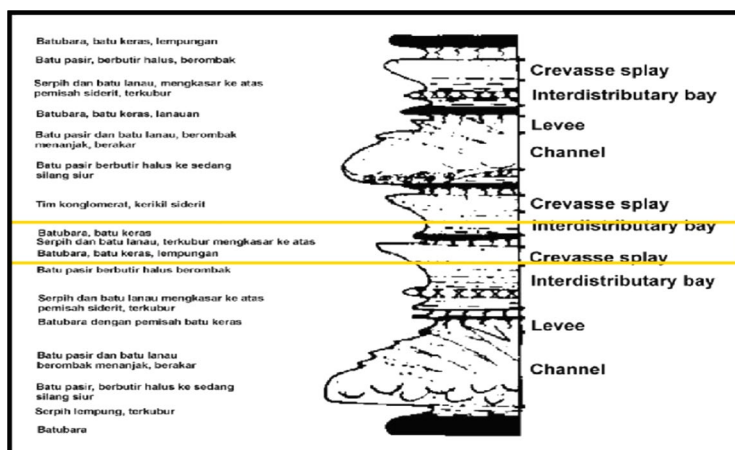


Sumber : Lamberson et al, 1991 [6]

Gambar 2. Diagram Lamberson

Pada diagram Lamberson diatas, sampel batubara yang terendapkan berada pada zona *limno-telmatic*. Zona *limno-telmatic* merupakan zona rawa yang digenangi oleh tumbuhan perdu. Berdasarkan diagram diatas, zona batubara yang ditunjukkan sesuai dengan kandungan maseral pada sampel batubara yang lebih didominasi oleh tumbuhan perdu dengan persentase sebesar 48,8%. Lingkungan pengendapan sangat berkaitan dengan lokasi yang berinteraksi dengan air pasang surut, semakin menuju *upper delta plain* maka kemungkinan untuk terkena air pasang lebih kecil atau tidak ada. Sehingga walaupun satu formasi tetapi jika lokasi sampel berbeda maka lingkungan pengendapannya pun akan berbeda. Berdasarkan lokasi daerah yang menunjukkan bahwa delta berada di arah Timur sampai Tenggara maka pada Formasi Pulau Balang berada lebih dekat dengan delta sehingga memiliki lingkungan pengendapan *lower delta plain*.

Dari karakteristik *litofasies*-nya dapat dilihat bahwa batuan yang mendominasi pada kedua bagian atas dan bawah berupa batulumpur dengan sisipan batupasir, batulanau dan batubara. Selain itu dapat diketahui juga bahwa lapisan batubara pada Lokasi *logbor* tersebut cenderung tipis dengan pola penyebarannya yang sepanjang *channel* atau menjurus pengendapan. Selain itu, terdapat pula pemisahan atau *splitting* pada lapisan batubara. Sehingga dari ciri-ciri yang dimiliki pada lokasi, lokasi ini memiliki lingkungan pengendapan *Transitional Lower Delta Plain* [7].



Gambar 3. Penampang Pada Zona *Transitional Lower Delta Plain*

Berdasarkan hasil analisis proksimat berupa kadar air, sampel batubara 11LL memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan sampel lainnya. Semakin sedikit kandungan air yang dimiliki pada batubara, maka akan meningkatkan kualitas dari batubara tersebut. Berdasarkan lokasi lingkungan pengendapan, semakin mendekati zona *upper delta plain* maka kandungan air semakin sedikit. Begitu pula dengan zat terbang yang menunjukkan semakin menuju *upper delta plain* maka kandungan zat terbang semakin sedikit.

Batubara yang telah teridentifikasi yaitu *upper delta plain* dan *lower delta plain* ini memiliki perbedaan karakteristik pada setiap formasi. Pada sampel Batubara 11LL termasuk lingkungan pengendapan *upper delta plain*, sedangkan untuk sampel lainnya berupa *lower delta plain*. Sehingga jika secara umum kemungkinan kualitas sampel 11LL lebih baik dibandingkan sampel yang lainnya.

Kandungan karbon yang dimiliki pada sampel berbeda beda, tetapi pada sampel 11LL yang berada pada zona *upper delta plain* memiliki nilai sebesar 41,9% sedangkan pada zona *lower delta plain* memiliki besar nilai rata-rata sebesar 41,1%. Akan tetapi pada kandungan abu dan total sulfur, sampel batubara 11LL memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan sampel lainnya. Hal tersebut dapat dikarenakan mineral matter yang tinggi. Batuan samping pun akan berpengaruh pada kadar abu sebab salah satu senyawa pembentuk abu yaitu CaO yang berasal dari batugamping. Sehingga dengan adanya batugamping tersebut akan meningkatkan kadar abunya.

Berdasarkan hasil analisis, semakin mendekati zona *upper delta plain* maka nilai karbon akan semakin meningkat dan nilai oksigen akan menurun. Faktor menurunnya nilai oksigen tersebut dikarenakan pengendapan batubara tidak terkena air sehingga pengendapan dalam keadaan *anaerob* atau tidak membutuhkan oksigen. Lingkungan pengendapan *upper delta plain* yang memiliki lokasi lebih dekat dengan daratan dan tidak terkontaminasi oleh air laut ini memungkinkan batubara terendapkan dalam suasana *anaerob*. Hal ini ditunjukkan dengan kandungan oksigen yang kecil pada sampel batubara.

Sedangkan pada kandungan karbon, batubara dengan lingkungan pengendapan *upper delta plain* memiliki nilai karbon yang lebih tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa batubara pada lingkungan pengendapan *upper delta plain* memiliki kualitas yang lebih baik. Hal tersebut juga di dukung dengan batuan samping pada Formasi Pulau Balang yang termasuk lingkungan pengendapan *upper delta plain* berupa batuan karbonatan yang kaya akan senyawa karbon.

Jika dihubungkan dengan keadaan geologinya, Formasi Pulau Balang merupakan formasi yang terbentuk lebih dulu dibandingkan dengan Formasi Kampungbaru, dimana semakin lama lapisan batubara mengalami proses pembatubaraan maka kualitasnya akan semakin bagus. Jika lapisan batubara terbentuk lebih dulu maka lapisan tersebut akan menerima tekanan dan suhu yang lebih tinggi dari lapisan di atasnya, sehingga pada sampel batubara memiliki kualitas yang lebih bagus, kata Supriatna [9].

Nilai kalor berhubungan dengan karakteristik dari batubara, sehingga dengan nilai tersebut dapat diketahui bahwa sampel batubara dengan lingkungan pengendapan *lower delta plain* memiliki nilai kalor yang lebih kecil jika dibandingkan dengan sampel batubara yang memiliki lingkungan pengendapan *upper delta plain*. Selain dikarenakan dari karakteristik yang menunjng, lamanya proses keterbentukan sampel batubara sangat berpengaruh, hal tersebut dapat dilihat dari waktu dari formasinya terbentuk.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan karakteristik batubara berdasarkan analisis laboratorium berupa analisis *proksimat*, *ultimat*, nilai kalor dan *petrografi* didapatkan kandungan yang berbeda yaitu pada analisis *Proksimat* sampel memiliki nilai rata-rata IM sebesar 12%, VM 43,4%, Ash 3,4%, FC 41,2%, dan total sulfur sebesar 1%. Pada analisis *Ultimat* sampel memiliki nilai rata-rata C sebesar 73,31%, H 5,19%, N 1,36%, O 18,95% dan S 1,18%. Pada analisis Nilai Kalor sampel memiliki nilai sebesar 6.617 kal/gr – 6.920 kal/gr atau 11.902 Btu/lb – 12.447 Btu/lb dalam basis daf. Sampel yang telah dianalisis memiliki nilai reflektansi *vitrinit* antara 0,34-0,4. Pada sampel yang telah dianalisis memiliki kandungan *vitrinit* 69,25%, *liptinit* 7,2% dan *inertinit* 13,8 %.

Pada penentuan *rank*, tipe dan *grade* batubara dapat disimpulkan berdasarkan tabel menurut ASTM [4], peringkat batubara berdasarkan nilai Rv sampel tersebut termasuk kedalam peringkat *Sub-bituminous C* dan *Lignite A*, berdasarkan nilai kalor sampel termasuk kedalam *Bituminous High Volatile C*, berdasarkan nilai *fuel ratio* sampel termasuk kedalam peringkat *bituminous* dan berdasarkan kadar air sampel termasuk kedalam peringkat *sub-bituminous*. Tipe batubara pada sampel didominasi oleh tumbuhan perdu dengan presentase 48,8% dan tumbuhan kayu 26,32%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa lokasi pengendapan kemungkinan terendapkan pada lokasi *fen* yang merupakan lokasi rawa yang didominasi oleh tanaman perdu dan sedikit pohon. *Grade* sampel batubara berdasarkan mineral *matter*, sampel memiliki nilai rata-rata sebesar 6,60% sehingga sampel masuk kedalam kategori *high grade coal* [8]. Tetapi pada sampel Seam 11LL, sampel memiliki nilai mineral *matter* sebesar 14,4% dimana jika diklasifikasikan pada diagram termasuk kedalam kategori *medium grade coal*. Perbedaan nilai tersebut dapat terjadi dikarenakan semakin tinggi kandungan mineral *matter* maka akan menambah kadar abu pada batubara, sehingga semakin banyak kandungan abu dalam batubara maka akan menurunkan nilai kalor pada batubara. Berdasarkan diagram Diessel 1986 (dalam Lamberson 1991) [6], sampel batubara terendapkan pada lingkungan pengendapan *lower delta plain* dan *upper delta plain*. Penentuan tersebut juga didukung dengan lapisan batuan lain pada formasinya. Berdasarkan Horne 1978 [7], sampel batubara pada lokasi termasuk kedalam lingkungan pengendapan *transitional lower delta plain*. Penentuan tersebut didasarkan pada karakteristik dan pola penyebaran dari lapisan batuan pada *logbor* dan penampang *stratigrafi*. Hubungan antara lingkungan pengendapan dengan karakteristik batubara, sampel batubara mulai dari *lower delta plain* sampai *upper delta plain* kandungan air makin sedikit. Lalu pada kadar zat terbang, semakin menuju *upper delta plain* nilainya semakin besar pada setiap formasinya. Berdasarkan analisis *ultimat* menunjukkan bahwa semakin ke arah *upper delta plain* nilai karbon semakin meningkat sedangkan oksigen semakin menurun. Sehingga dapat dikatakan semakin menuju *upper delta plain* kualitas dari batubara semakin bagus.

Daftar Pustaka

- [1] R. Yulmansyah, E. Moralista, and N. F. Isniarno, "Kajian Korosi Struktur Conveyor B Pada Tambang Batubara PT XYZ Di Kabupaten Merangin Provinsi Jambi.," *J. Ris. Tek. Pertamb.*, vol. 1, no. 1, pp. 54–61, 2021, doi: 10.29313/jrtp.v1i1.143.
- [2] I. Arif, *Batubara Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2014.
- [3] Sukandarrumidi, *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1995.
- [4] ASTM, "ASTM D388: Standard Classification of Coal by Rank," USA, 1993.
- [5] Frazer, "The Classification of Coals," 1987.
- [6] C. F. K. Diessel, *Coal-Bearing Depositional Systems*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1992.
- [7] J. C. Horne, "Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalanchian Region," vol. 62, pp. 2379–2411, 1978.
- [8] U. Nations, *International Classification of In-Seam Coal*. 1998.
- [9] Supriatna, *Peta Geologi Lembar Muaratewe, Kalimantan, Skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1995.