

Studi Korelasi Antara Fixed Carbon Batubara dengan Nilai Kalori Pada Batubara Produksi

Febbywanto¹⁾, M. Tang²⁾, Hermawati³⁾

^{1,2,3}Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bowa
email: febbywanto07@gmail.com

Abstrak

Fix Carbon dan Kalori Batubara adalah salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas Batubara. Karena ini menyangkut kelancaran proses produksi, sebagai contoh batubara dengan Nilai Fix Carbon Tinggi dan Nilai Kalori yang tinggi akan menghasilkan pembakaran yang jauh lebih baik pada tungku atau Furnace dibanding menggunakan Batubara dengan Nilai Fix Carbon dan Nilai Kalori yang rendah. Sehingga jelas akan mempengaruhi jalannya Proses Produksi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Studi perbandingan Nilai Fix Carbon dan Kalori pada sampel Batubara dari Rusia, Indonesia dan Tiongkok yang digunakan di tungku smelter nikel PT Indonesia Morowali Industrial Park dan mengetahui jenis batubara yang paling baik dan stabil digunakan sebagai bahan bakar pada tungku smelter nikel PT Indonesia Morowali Industrial Park. Pada penelitian ini Sampel Batubara di timbang sebanyak 200 gram kemudian di oven pada suhu 105° C selama 5 jam untuk mengetahui nilai TM (Total Moisture) batubara. Sampel dengan kode yang sama di timbang lagi sebanyak 100 gram kemudian di oven pada suhu 40⁰ C selama 6 jam. Setelah di oven selama 6 jam pada suhu 40⁰ C, sampel kemudian di Dish Mill sampai diperoleh Batubara yang lolos saringan 200 Mesh atau 0.075 mm. Sampel kemudian di masukan kedalam Fortis (tempat penyimpanan sampel yang siap analisa) kemudian diberi Label Barcode Kode sampel. Sampel yang telah diberi kode tersebut di uji dengan Mesin GA (General Analysis) 5E- MAG6700 untuk memperoleh nilai IM (Inherent Moisture), VM (Volatile Matter), ASH (Abu) dan Fixed Carbon. Untuk memperoleh nilai Kalori Sampel di analisa dengan Mesin Kalori 5E- AC500. Sampel di timbang sebanyak 1 gram ke dalam cawan kalori kemudian di hubungkan dengan kawat api, dan di masukan pada Bomb kalori. Bomb Kalori di isi dengan Gas Oxygen dengan tekanan 2 atm lalu dimasukan kemudian dianalisa dengan Mesin Kalori Meter. Kemudian data Analisa akan dilakukan perbandingan untuk mengetahui jenis batubara dari negara manakah yang memiliki nilai Kalori dan fix Carbon yang paling sesuai digunakan pada tungku smelter nikel PT Indonesia Morowali Industrial Park.

Kata kunci: batubara, fix carbon, nilai kalori, kualitas batubara, proses produksi, tungku smelter

Abstract

Fixed Carbon and Coal Calorific Value are among the important parameters in determining coal quality, as they are directly related to the smoothness of the production process. For example, coal with high Fixed Carbon and high Calorific Value will produce much better combustion in a furnace compared to coal with low Fixed Carbon and low Calorific Value. Therefore, these parameters clearly affect the production process.

This study aims to conduct a comparative analysis of Fixed Carbon and Calorific Value in coal samples from Russia, Indonesia, and China used in the nickel smelter furnace of PT Indonesia Morowali Industrial Park, and to determine the type of coal that is the best and most stable to be used as fuel in the nickel smelter furnace of PT Indonesia Morowali Industrial Park.

In this study, coal samples were weighed at 200 grams and then oven-dried at a temperature of 105°C for 5 hours to determine the Total Moisture (TM) value of the coal. Samples with the same code were then weighed again at 100 grams and oven-dried at a temperature of 400°C for 6 hours. After being oven-dried for 6 hours at 400°C, the samples were milled using a Dish Mill until coal particles passed through a 200-mesh or 0.075 mm sieve. The samples were then placed into Fortis (a storage container for samples ready for analysis) and labeled with a barcode sample code.

The coded samples were analyzed using a GA (General Analysis) Machine 5E-MAG6700 to obtain values of Inherent Moisture (IM), Volatile Matter (VM), Ash, and Fixed Carbon. To obtain the

Calorific Value, the samples were analyzed using a 5E-AC500 Calorimeter. One gram of the sample was weighed into a calorimeter crucible, connected with an ignition wire, and placed into the bomb calorimeter. The bomb calorimeter was filled with oxygen gas at a pressure of 2 atm and then analyzed using the calorimeter machine.

The analytical data were then compared to determine which country's coal has the most suitable Calorific Value and Fixed Carbon for use in the nickel smelter furnace of PT Indonesia Morowali Industrial Park.

Keywords: coal, fixed carbon, calorific value, coal quality, production process, smelter furnace

1. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber energi utama yang digunakan di seluruh dunia, berperan penting dalam menghasilkan listrik dan bahan baku industri. Menurut Badan Energi Internasional (IEA), batubara menyuplai sekitar 37% dari total konsumsi energi global pada tahun 2020. Kualitas batubara sangat ditentukan oleh nilai kalori, yang menggambarkan kemampuan batubara untuk menghasilkan energi saat dibakar. Nilai kalori yang tinggi menunjukkan efisiensi yang lebih baik dalam proses pembakaran, sehingga menjadi faktor penting dalam pemilihan batubara untuk berbagai aplikasi industri.

Fixed carbon adalah salah satu komponen utama dalam batubara yang berkontribusi terhadap nilai kalori. Fixed carbon adalah bagian dari batubara yang tetap setelah penguapan volatile matter dan pembakaran, mencerminkan potensi energi yang dapat dihasilkan. Dalam konteks ini, analisis fixed carbon menjadi relevan untuk memahami seberapa baik batubara dapat digunakan sebagai sumber energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan antara fixed carbon dan nilai kalori pada batubara, yang diharapkan dapat memberikan wawasan lebih dalam mengenai kualitas batubara yang diproduksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Definisi Batubara

Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Batubara terbentuk dari endapan (batuan sedimen organik) yang mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen sebagai unsur utama dan belerang

serta nitrogen sebagai unsur tambahan. Batubara terbentuk dari tumbuhan yang telah terkonsolidasi antara strata batuan lainnya dan diubah oleh kombinasi pengaruh tekanan dan panas selama jutaan tahun sehingga membentuk lapisan batubara. Proses Pembentukan batubara itu sendiri dimulai sejak zaman batubara pertama (Carboniferous Period / Periode Pembentukan Karbon atau Batubara), yang berlangsung antara 290 juta sampai 360 juta tahun yang lalu. Batubara memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Batubara merupakan deposit berkarbon berwarna coklat atau hitam, berasal dari akumulasi dan perubahan vegetasi purba, yang terutama berasal dari rawa atau lingkungan yang lembab. Jika vegetasi terurai, mula-mula terbentuk gambut yang kemudian terkubur (misalnya oleh sedimen laut akibat meningkatnya permukaan laut atau tenggelamnya daratan. Analisis unsur memberikan rumus formula empiris seperti $C_{137}H_{97}O_9NS$ untuk bituminus dan $C_{240}H_{90}O_4NS$ untuk antrasit. Ada beberapa definisi mengenai batubara antara lain :

1. Kamus besar bahasa Indonesia dalam edisi kedua pada tahun 1995, "Batubara adalah arang yang diambil dari dalam tanah yang berasal dari tumbuhan darat, tumbuhan air dan sebagainya yang telah menjadi batu".

2. The International Hard Book of Petrographic (1963), mengatakan bahwa batubara adalah sedimen yang mudah terbakar, terbentuk dari sisa tanaman dalam tingkat variasi pengawetan diikuti oleh proses kompaksi yang mudah dan proses metamorfosis, terutama tekanan dan temperatur.

3.Thiessen (1947), mengatakan bahwa batubara adalah suatu benda padat kompleks yang terdiri dari bermacam – macam unsur yang mewakili banyak komponen kimia yang berupa benda padat dan berasal dari sisa – sisa tanaman.

4.Specman (1958), mengemukakan konsep

maseral mendefinisikan batubara dari dua sudut pandang yaitu dari ahli geologi dan pandangan ahli botani, "Batubara adalah suatu benda padat karbonan berkomposisi meseral yang diawali dari gambut, lignit, sub-bituminus, semi antarasit dan antrasit" **5.Ahmad Priyono, dkk** (1992), mengatakan bahwa batubara adalah suatu bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari sisa tanaman dalam lingkungan yang bebas oksigen dan terkena panas serta tekanan dalam waktu yang sangat lama. Dari kelima definisi yang telah diuraikan di atas, maka diambil suatu kesimpulan bahwa batubara adalah batuan sedimen karbonan berkomposisi maseral yang mudah terbakar, terbentuk oleh akumulasi sisa-sisa tanaman bersama hasil dekomposisinya yang terawetkan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh suhu serta tekanan yang berlangsung sangat lama dan menjadi kaya akan unsur karbon dengan adanya proses diagenesis.

b. Pembentukan Batubara

Sebelum membahas mengenai proses pembentukan batubara perlu kiranya dipahami dahulu proses pembentukan batuan, yakni :

1. Prinsip Sedimentasi Pada dasarnya batubara termasuk dalam batuan sedimen yang terbentuk dari material atau partikel yang terendapkan di dalam suatu cekungan dalam kondisi tertentu, dan mengalami kompaksi serta transformasi baik secara fisis, kimia maupun biokimia. Pada saat pengendapannya, material ini selalu membentuk pelapisan yang horizontal.

2. Skala Waktu Geologi Proses sedimentasi kompaksi maupun transformasi yang dialami oleh material dasar pembentuk sedimen sehingga menjadi batuan sediment berjalan selama jutaan tahun. Untuk dapat memahami lamanya kisaran waktu dari pembentukan batuan sedimen tersebut, maka dikenal suatu skala yang disebut dengan Skala Waktu Geologi. Kedua konsep diatas merupakan bagian dari proses pembentukan batubara (coalification). Proses pembentukan batubara mencakup proses sebagai berikut :
Pembusukan, yakni dimana tumbuhan mengalami proses pembusukan yang terjadi akibat adanya aktifitas dari bakteri anaerob (degradasi anaerob). Bakteri ini bekerja dalam suasana tanpa oksigen dengan menghancurkan bagian yang lunak dari tumbuhan seperti

selulosa, protoplasma, dan pati. Aktifitas mikrobiologi dalam pembentukan batubara tergantung pada jumlah dan sirkulasi air, temperatur air, supplay oksigen, dan perkembangan racun (hasil samping dari aktifitas mikrobiologi). Bila salah satu dari faktor tersebut tidak berimbang, maka aktifitas mikrobiologi tidak akan terjadi. Aktifitas mikrobiologi terutama jenis bakteri cenderung di permukaan, sedangkan fungi tidak dapat lagi lebih dalam dari 40 cm. Bila tanaman tertutupi oleh air dengan cepat, maka ia akan terhindar dari proses pembusukan. Disini yang terjadi adalah penguraian mikrobiologi. Bila tanaman cukup lama berada di daerah terbuka maka kecepatan pembentukan gambut akan berkurang.

Pengendapan, yakni proses dimana material halus hasil pembusukan terakumulasi

Dekomposisi, yakni proses dimana lapisan gambut tersebut diatas akan mengalamidimandan mengendap membentuk lapisan gambut. Proses ini biasanya terjadi di lingkungan berair, misalnya rawa-rawa. Perubahan berdasarkan proses biokimia yang berakibat keluarnya air dan sebagian akan menghilang dalam bentuk karbon dioksida, karbon monoksida, metan. Proses inilah yang menyebabkan perubahan gambut menjadi batubara dalam berbagai derajat. Selama proses ini, terjadi penguraian air lembab, oksigen, dan zat terbang serta bertambahnya persentase karbon padat, sulfur, dan kandungan abunya dan kemudian pada fase selanjutnya akan mengalami pelipatan dan patahan. Selain itu gaya tektonik aktif dapat menimbulkan adanya intrusi/terobosan dari magma, yang akan mengubah batubara low grade menjadi high grade. Dengan adanya tektonik setting tertentu, maka zona batubara yang terbentuk dapat berubah dari lingkungan air ke lingkungan darat.

Geoteknik, yakni proses dimana lapisan gambut yang ada akan terkompaksi oleh gaya tektonik.

Erosi, dimana lapisan batubara yang telah mengalami gaya tektonik berupa pengangkatan kemudian dierosi sehingga permukaan batubara yang ada menjadi terkelupas pada permukaannya, pelapisan batubara inilah yang dieksploitasi saat ini

c. Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Batubara

1. Material Dasar, yakni flora atau tumbuhan yang tumbuh beberapa juta tahun yang lalu, yang kemudian terakumulasi pada suatu lingkungan dan zona fisiografi dan iklim dan topografi tertentu. Jenis flora sangat berpengaruh terhadap tipe dari batubara yang terbentuk.

2. Lingkungan Pengendapan, yakni lingkungan pada saat sedimentasi dari material dasar menjadi material sedimen. Lingkungan pengendapan ini sendiri dapat ditinjau dari beberapa aspek sebagai berikut : *Struktur Cekungan Batubara*, yakni posisi dimana material dasar diendapkan. Struktur cekungan batubara ini sangat berpengaruh pada kondisi dan posisi geoteknik. *Topografi dan Morfologi*, yakni bentuk dan kenampakan dari tempat cekungan pengendapan material dasar. Topografi dan morfologi cekungan pada saat pengendapan sangat penting karena menentukan penyebaran rawa-rawa dimana batubara terbentuk. Topografi dan morfologi dapat dipengaruhi oleh proses geoteknik. *Iklim, temperatur dan tekanan* memegang peranan penting dalam proses terbentuknya batubara, dimana berkaitan dengan proses kecepatan pertumbuhan tanaman, jenis kehidupan tanaman dan kecepatan pembusukan. Batubara yang diendapkan pada tempat-tempat yang beriklim sedang dan tropis, umumnya dicirikan dengan ditemukannya lapisan-lapisan tipis cemerlang (vitrit) yang berasal dari bahan kayu. Sedangkan lapisan batubara yang terbentuk dalam iklim dingin, umumnya lapisan batubaranya tipis dan berfrgmen. Iklim panas dan basah merupakan kondisi yang paling cocok dalam pembentukan gambut, tetapi iklim sedang dengan kelembaban tetap juga merupakan kondisi yang baik dalam proses pembentukan batubara. *Kelembaban*, juga mempunyai peranan yang sama penting dengan temperatur didalam pembentukan batubara karena batubara umumnya terbentuk pada kondisi rawa-rawa.

3. Proses Dekomposisi, yakni proses transformasi biokimia dari material dasar pembentukan batubara menjadi batubara. Dalam proses ini, sisa tumbuhan yang terendapkan mengalami perubahan baik secara fisis maupun kimiawi.

4. Umur Geologi, yakni skala waktu (dalam jutaan tahun) yang menyatakan berapa lama

material dasar yang diendapkan mengalami transformasi. Untuk material yang diendapkan dalam skala waktu geologi yang panjang, maka proses dekomposisi yang terjadi adalah fase lanjut yang menghasilkan batubara dengan kandungan karbon yang tinggi.

5. Posisi Geoteknik, faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembentukan batubara adalah : *Tekanan*, yang dihasilkan oleh proses geoteknik, dan menekan lapisan batubara yang terbentuk. *Struktur dari lapisan batubara tersebut*, yakni bentuk cekungan stabil, lipatan dan patahan. *Intrusi magma*, yang akan mempengaruhi dan atau mengubah grade dari lapisan batubara yang dihasilkan.

6. Evolusi Tanaman, berhubungan erat dengan jenis gambut yang dihasilkan. Perkembangan evolusi tanaman terasa penting pengaruhnya pada formasi batubara. Jenis tanaman pada umur karbon tua lebih sedikit jika dibandingkan dengan jenis tanaman yang lebih muda, begitu juga dengan komposisi kimianya sehingga akan menghasilkan batubara yang berbeda pula, misalnya tanaman bumbu yang berumur tersier lebih peka terhadap proses pembusukan sehingga batubara yang dihasilkan akan lebih kaya akan komponen berminyak dan resin. Batubara yang berumur tersier akan berbeda dengan batubara yang berumur paleosoik, karena jenis tanaman pembentuknya berbeda.

d. Materi Pembentuk Batubara

Hampir seluruh pembentuk batubara berasal dari tumbuhan. Jenis- jenis tumbuhan pembentuk batubara dan umurnya menurut Diessel (1981) adalah sebagai berikut:

1. Alga, dari Zaman Pre-kambrium hingga Ordovisium dan bersel tunggal. Sangat sedikit endapan batubara dari periode ini.

2. Silofita, dari Zaman Silur hingga Devon Tengah, merupakan turunan dari alga. Sedikit endapan batubara dari perioda ini.

3. Pteridofita, umur Devon Atas hingga karbon atas. Materi utama pembentuk batubara berumur Karbon di Eropa dan Amerika Utara. Tumbuhan tanpa bunga dan biji, berkembang biak dengan spora dan tumbuh di iklim hangat.

4. Gimnospermae, kurun waktu mulai dari Zaman Permian hingga Kapur Tengah. Tumbuhan heteroseksual, biji terbungkus dalam buah, semisalpinus, mengandung kadar

getah (resin) tinggi. Jenis Pteridospermae seperti gangamopteris dan glossopteris adalah penyusun utama batubara Permian seperti di Australia, India dan Afrika.

5. Angiospermae, dari Zaman Kapur Atas hingga kini. Jenis tumbuhan modern, buah yang menutupi biji, jantan dan betina dalam satu bunga, kurang bergetah dibanding gimnospermae sehingga, secara umum, kurang dapat terawetkan.

e. Basis dalam perhitungan Batubara

Basis dalam perhitungan hasil analisa batubara adalah dasar yang dipakai untuk menyatakan nilai dari suatu parameter dan menginterpretasikan nilai tersebut pada kondisi tertentu batubara. Interpretasi dari basis tersebut sesuai dengan istilah basis tersebut, misalkan seperti basis-basis di bawah ini :

a. As received basis (ar) : Perhitungan data analisa yang menggambarkan pada saat sample diterima di laboratorium, Sebelum dilakukan proses apapun pada sample. Dengan demikian, analisis pada basis ini juga mengikutsertakan air yang menempel pada batubara yang diakibatkan oleh hujan, proses pencucian batubara (coal washing), atau penyemprotan (spraying) ketika di stock pile maupun saat loading. Air yang menempel di batubara karena adanya perlakuan eksternal ini dikenal sebagai free moisture (FM).

b. Air dried basis (Adb) : Perhitungan data analisa yang dilakukan dengan menggunakan sampel uji yang telah dikeringkan pada udara terbuka (Air dried).

c. Dry basis (Db) : Suatu perhitungan data analisa yang menggambarkan kondisi sampel batubara dalam keadaan kering tidak memiliki nilai moisture.

d. Dried ash free (Daf) : Merupakan suatu perhitungan data analisa dimana kondisi batubara diasumsikan sama sekali tidak mengandung air maupun abu.

e. Dried mineral matter free (Dmmf) : Basis Dmmf dapat diartikan pula sebagai pure coal basis, yang berarti perhitungan data analisa dimana kondisi batubara diasumsikan dalam keadaan murni dan tidak mengandung air, abu, serta zat mineral lainnya. Basis- basis di atas merupakan basis-basis yang umum atau biasanya dipakai dalam menyatakan nilai dari suatu parameter kualitas dari suatu batubara.

Selain basis-basis tersebut di atas masih ada beberapa basis lainnya yang hanya untuk keperluan tertentu saja digunakan seperti misalnya ; Sulfat free, SO₃ free, Ash free, dan lain-lain.

3. METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Testing Center PT Indonesia Morowali Industrial Park (PT IMIP). Penelitian ini dilakukan selama lebih kurang 3 bulan.

b. Alat dan Bahan

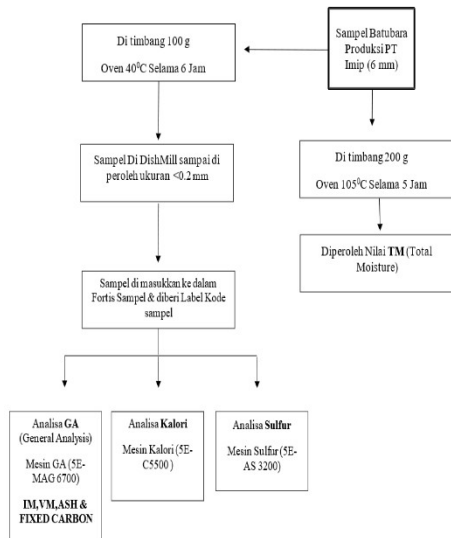
Alat yang digunakan : Sekop sampel, Talang stainless, Digital Balance (Max 30 Kg), Sendok Spatula GA, Oven Kecil (5E-DHG6310), Oven Besar (5E-DHG6320), Mesin GA (5E-MAG 6700) Mesin Kalori (5E-AC 5500) , Buku Record Analisa TM, Fortis Sampel, Kertas Label, Sarung tangan kain, Masker 3M, Respirator, Mesin DishMill, Neraca Analitik (Mettler Toledo, Max 120 gram).

Bahan yang digunakan : Sampel Batubara Produksi, Kawat Api (Ignition Wire).

c. Prosedur Penelitian

Sampel Batubara produksi di timbang sebanyak 200 gram pada Talang pertama dan 100 gram pada talang yang lainnya. Sampel BB di oven pada suhu 105⁰C selama 2 jam. Kemudian sampel di dishmill sampai diperoleh ukuran <0.2 mm. Sampel dimasukkan kedalam fortis sampel dan diberi label atau kode sampel. Sampel di Analisa menggunakan mesin GA(5E-MAG6700) , Mesin Kalori (5E-C5500) dan mesin sulfur(5E-AS3200).

d. Diagram Alir



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses penelitian sampel batubara produksi, diketahui bahwa korelasi antara nilai fix karbon dan kalori batubara adalah korelasi positif. Dimana semakin tinggi nilai fix karbon maka semakin tinggi juga nilai kalori suatu sampel batubara. Namun apa yang menyebabkan nilai fix karbon tinggi dan rendah. Hal ini dipengaruhi oleh proses pembentukan batubara atau coalification dan beberapa faktor geologis serta lingkungan selama jutaan tahun. Sama halnya dengan tinggi dan rendah nilai kalori pada batubara dipengaruhi oleh komposisi kimia dan faktor-faktor geologis serta proses yang terjadi selama pembentukan batubara. Nilai kalori batubara juga berkaitan langsung dengan kandungan energi yang dapat dilepaskan selama proses pembakaranyang dipengaruhi oleh kandungan karbon, hydrogen, air, abu dan komponen lainnya. Sampel batubara dalam penelitian ini dilakukan serah terima dan diberi label atau kode sampel. Sampel kemudian di oven pada suhu 105⁰C selama 5 jam untuk mendapatkan nilai Total Moisture (TM). Sampel juga di oven pada suhu 40⁰C selama 6 jam kemudian diperkecil ukurannya sampai <0.2 mm menggunakan mesin dishmill. Setelah itu sampel dianalisa pada mesin GA 5E-MAG6700 dan diperoleh nilai IM, VM, ASH dan Fix Karbon. Sampel juga dianalisa pada mesin Kalori 5E-C5500 dan diperoleh nilai kalori. Kemudian sampel dianalisa pada mesin Sulfur 5E-AS3200 dan

diperoleh kadar sulfur.

a. Hasil Pengujian Sampel Batubara

Pengujian sampel batubara produksi bertujuan untuk mengetahui korelasi antara fix carbon dan nilai kalori batubara. Dari hasil pengujian diketahui bahwa hasil Analisa sampel batubara produksi menunjukkan korelasi positif, dimana semakin tinggi nilai fix carbon semakin tinggi pula nilai kalornya. Dan hal ini sejalan dengan teori umum. Kandungan fixed carbon (FC) dalam batubara memiliki peranan penting sebagai penentu kualitas energi, di mana peningkatan persentase FC umumnya akan diikuti dengan peningkatan nilai kalor. Korelasi positif antara kedua parameter tersebut telah ditunjukkan melalui berbagai studi. Lukman dkk. (2021) melaporkan bahwa batubara Formasi Mallawa di Sulawesi Selatan, baik di wilayah Pujananting maupun Massenrengpulu, menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara kandungan FC dan nilai kalor, dengan koefisien determinasi regresi linier masing-masing sebesar 0,9994 dan 0,9998. Hasil yang sejalan juga diperoleh pada penelitian di Sumatera Selatan, di mana FC terbukti berhubungan positif dengan nilai kalor, sementara parameter lain seperti total moisture, abu, dan sulfur menunjukkan korelasi negatif (Kurniawan dkk., 2020). Temuan ini menegaskan bahwa kandungan fixed carbon dapat dijadikan sebagai indikator utama dalam evaluasi mutu energi batubara serta klasifikasinya pada berbagai keperluan industri.

Tabel 4.1 Hasil Analisa Batubara

No	Kode Sampel	Nama Material	Tgl Analisa	Perubahan sampel	Kondisi	Hasil Analisa %						
						TM	IM	ASH	Va	FC	S	Qnet (Kal) / g
1	320704-PTCS0004-001	Batubara Produksi PT Imip	06/06/25	0000000	Kelembapan (air)	7,25	1,12	11,89	7,4	73,36	0,94	6000,1
					Asap (air)	/	1,66	12,79	7,89	74,26	0,38	6002,0
					energi-mata	7,25	1,09	12,39	7,465	73,61	0,36	6003,3
2	320704-PTCS0004-001	Batubara Produksi PT Imip	06/06/25	0011 0000000	Kelembapan (air)	16,88	6,39	5,78	38,86	37,47	0,39	6073,4
					Asap (air)	/	6,78	6,58	41,98	42,88	0,44	5363,3
					energi-mata	16,88	6,475	6,18	39,42	41,88	0,415	5314,5
3	320704-PTCS0004-001	Batubara Produksi PT Imip	06/06/25	0011 0000000	Kelembapan (air)	6,93	2,37	6,78	2,67	66,71	0,86	6067,2
					Asap (air)	/	3,04	6,58	3,06	68,32	0,89	6000,0
					energi-mata	6,93	2,138	6,485	3,015	67,02	0,87	6024,0
4	320704-PTCS0004-001	Batubara Produksi PT Imip	06/06/25	0000000	Kelembapan (air)	7,78	1,65	11,45	6,88	73,9	0,97	6007,4
					Asap (air)	/	0,92	12,31	7,37	74,4	0,72	6063,9
					energi-mata	7,78	0,885	11,865	7,115	74,65	0,895	6075,7
5	320704-PTCS0004-001	Batubara Produksi PT Imip	06/06/25	0000000	Kelembapan (air)	7,85	1,27	11,51	7,22	73,22	0,86	6045,0
					Asap (air)	/	1,13	12,36	7,38	74,75	0,7	6004,0
					energi-mata	7,85	1,2	11,835	7,49	74,04	0,89	6004,0

Pada tabel diatas batubara jenis ELSWYM memiliki nilai kalori dan fix carbon tertinggi yaitu 6723,9 cal/ g dan 87,02 %. Batubara jenis DMXKL memiliki nilai kalori dan fix karbon terendah yaitu 5118,5 cal/g dan 40,08 %.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Hasil Analisa batubara produksi jenis ZGWYM, ELSWYM dan DMXKL parameter fix carbon dan nilai kalori menunjukkan korelasi positif.
- Batubara jenis ELSWYM memiliki kualitas terbaik yaitu kadar FC =87,02 % dan nilai kalori 6723,9 cal/gram.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aladin, A. Dan Mahfud, 2010. *Sumber Daya Alam BATUBARA*, CV. LUBUK AGUNG, Bandung.
- Anonim.2016.*Batubara*.http://id.wikipedia.org/wiki/Batu_bara.(diakses tanggal 01 september 2019)
- Dewantoro, R. (n.d.). Materi Pembentuk Batubara. Retrieved Desember 29, 2017, from id.scribd.com: <https://id.scribd.com/document/76050119/Materi-Pembentuk-Batubara>
- Geankoplis.Transport Process and Separation Process Principles . New Jersey: Prentice Hall, 2003Desi Ramadani, Hermawati Harun, R. (2023).
- Gozian.2009.ProsesPembentukanBatubara. <http://geofact.blogspot.co.id/2009/04/proses-pembentukan-batubara.html>. (diakses tanggal 01 september 2019)
- Krevelen, Van. Coal. 3rd Edition. Amsterdam: Elsevier Science Publisher, 1993.
- Muchjidin, 2006, *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- PT. IOL Indonesia Banjarbaru *Coal laboratory*. 2018. *SOP (Standart Operation Prosedur)*. Banjarbaru
- Sheila. 2009. "Emas Hitam" Borneo. <http://sheiladefirays.blogspot.com/2009/12/>, (diakses tanggal 01 september 2019)
- Sukandarrumidi. 2004. *Batubara dan Gambut*.Gadja Mada University Press, Yogyakarta
- Wihendra.2008.LikaLikuBelerang. <https://wihendra.wordpress.com/2008/10/08/liku-liku-belerang-so2/>.(diakses tanggal 01 september 2019)
- Dougall,J.M.1994.Pemrosesan Batubara.<http://www.forums.apakabar.ws/viewtopic.php?f=1&t=48511&start=0>. (diakses tanggal 01 6september 2019)
- Yakub, Arbie. 2011. *Edisi Ke 2*. Bandung