

# Karakteristik Pasokan Batu Bara di PLTU “Damar” Periode 2019-2021 Berdasarkan Analisis Proksimat dan Nilai Kalor

Qori Fajar Hermawan<sup>1</sup>, Wasono<sup>2</sup>, Nanda Khoirunisa<sup>3</sup>, Muhammad Riza<sup>3</sup>, Zetsaona  
Sihotang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Geofisika, Program Studi Geofisika, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Laboratorium Matematika Komputasi, Program Studi Matematika, Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>Laboratorium Oseanografi, Program Studi Geofisika, Universitas Mulawarman

Email: [qorifajarhermawan@fmipa.unmul.ac.id](mailto:qorifajarhermawan@fmipa.unmul.ac.id)

Received 25 Juli 2023 | Revised 3 Agustus 2023 | Accepted 8 Agustus 2023

## ABSTRAK

Batu bara adalah bahan bakar utama dalam proses pembangkitan listrik di sebuah pembangkit listrik tenaga uap, termasuk di PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) “Damar” ini. PLTU “Damar” mendapatkan batu bara dari beberapa pemasok dari dua wilayah yaitu Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Sumatra Selatan. Pasokan batu bara yang diterima oleh PLTU “Damar” pada tahun 2019, 2020, dan 2021 secara berurutan adalah 529.458,451 ton, 489.450,817 ton, dan 527.923,208 ton. Karakteristik pasokan batu bara yang diterima dilakukan berdasarkan hasil analisis proksimat dan nilai kalor terhadap sampel batu bara yang diambil pada proses pembongkaran. Analisis proksimat dan nilai kalor batu bara dilakukan oleh laboratorium berstandar nasional Indonesia dan telah terakreditasi Komite Akreditasi Nasional. Hasil analisis proksimat dan nilai kalor batu bara kemudian dirata-ratakan berdasarkan weighted mean. Berdasarkan analisis proksimat dan nilai kalor batu bara yang dipasok ke PLTU “Damar” memiliki nilai rata-rata untuk parameter kelembaban, zat terbang, karbon, abu dan nilai kalor sebesar 29,79%, 34,12%, 32,91%, 3,11% dan 4.657,12 kkal/kg pada periode 2019-2021. Berdasarkan nilai fuel ratio pada batu bara yang dipasok sebesar 0,964 menunjukkan bahwa batu bara tersebut tergolong batu bara golongan bituminus dengan zat terbang menengah-tinggi dan semua golongan sub-bituminus.

**Kata kunci:** analisis proksimat, nilai kalor, fuel ratio, karakteristik batu bara

## ABSTRACT

Coal is the main fuel in the process of generating electricity in a steam power plant, including at PLTU “Damar”. PLTU “Damar” obtains coal from several suppliers from two regions, East Kalimantan Province and South Sumatra Province. The total coal supply received by PLTU “Damar” in 2019, 2020 and 2021 are 529,450.451 tons, 489,450.817 tons and 527,923.208 tons respectively. The characteristics of the coal supply received are studied by the proximate analysis and the caloric value. The coal sample had been taken when the unloading the coal from vessel to coal yard then carried out by a national accredited laboratory in Indonesia. The results of the proximate analysis and the caloric value of the coal supplied to the PLTU “Damar”, has mean value for the parameter of moisture, volatile matter, Carbon fixed, ash content and caloric value of 29.79%, 34.12%, 32.91%, 3.11% and 4,657.12 kcal/kg in the 2019-2021 period. Based on the fuel ratio value of the supplied coal as 0.964, indicated the supplied coal is classified as bituminous coal with medium-high volatile matter and all sub-bituminous groups.

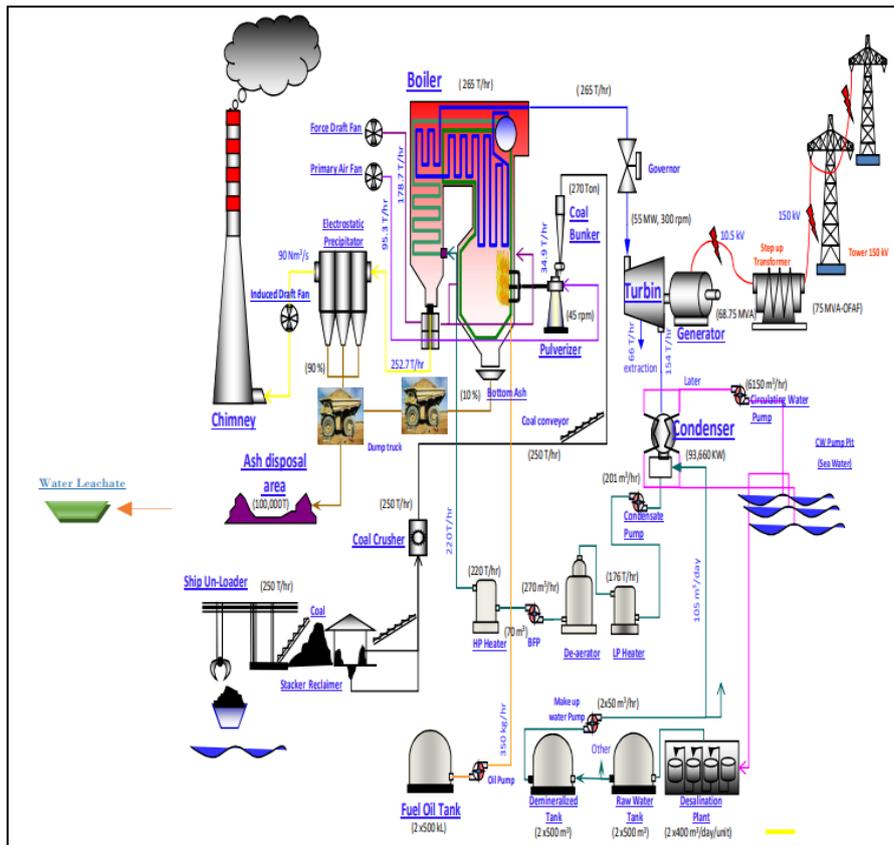
**Keywords:** proximate analysis, caloric value, fuel ratio, coal characteristic

## 1. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga uap atau PLTU merupakan salah satu jenis pembangkit listrik di Indonesia. Dalam proses produksinya, PLTU memanfaatkan pergerakan fluida uap air di dalam sirkulasi tertutup. Prinsip kerja dari PLTU adalah air akan dipanaskan di dalam tungku pemanas (*boiler*) dan akan menghasilkan uap bertekanan tinggi. Uap air yang dihasilkan akan diarahkan ke ruang generator untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik. Uap yang telah melewati turbin akan diarahkan ke tabung kondensor untuk didinginkan. Uap air akan berubah ke fase cair setelah melalui proses kondensasi. Setelah proses perubahan fase tersebut, air akan diarahkan kembali ke tungku pemanas dan begitu seterusnya [1]. Berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan PLTU dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu PLTU Batu Bara, PLTU Minyak, PLTU Panas Bumi dan PLTU Nuklir [2]. PLTU Batu Bara dapat dibedakan berdasarkan teknologi tungku pemanas (*boiler*) yang digunakan, seperti *fluidized bed combustion* [3], *pulverized coal* [4], *chain grate* [5] dan teknologi lainnya. Namun, teknologi tungku pemanas berjenis *pulverized coal* merupakan teknologi yang sering digunakan pada PLTU dengan kapasitas yang cukup besar [6].

PLTU “Damar” merupakan PLTU Batu Bara dengan batu bara sebagai bahan bakar utama. PLTU “Damar” memiliki dua buah turbin dengan kapasitas pembangkitan hingga 55 MW. Sistem pembangkitan listrik pada PLTU “Damar” menggunakan teknologi tungku pemanas berjenis *pulverized coal* sehingga sebelum dibakar, batu bara yang akan digunakan harus dihaluskan terlebih dahulu. Batu bara yang digunakan oleh PLTU “Damar” adalah batu bara berjenis sub-bituminus dengan kalori yang rendah berkisar 4.450-4.900 kkal/kg. Kegiatan produksi listrik di PLTU ini tiap harinya membutuhkan 1.200-1500 ton batu bara. Batu bara yang dipasok merupakan batu bara dari Provinsi Kalimantan Timur dan Provinsi Sumatera Selatan. Pada 2019 hingga 2021 PLTU “Damar” menerima pasokan batu bara dengan jumlah 529.458,451 ton, 489.450,817 ton, dan 527.923,208 ton secara berurutan. Pasokan batu bara dikirimkan melalui jalur laut menggunakan *speed propeller barge* dan kapal tongkang dengan kapasitas pasokan 12.000 ton dan 7.500 ton secara berurutan. Pasokan batu bara yang masuk akan dibongkar dan diletakkan di *coal yard* yang tersedia menggunakan teknologi *static pedestal crane* dan *coal conveyor*. Proses pembongkaran pasokan batu bara tersebut akan membutuhkan waktu 1-2 hari. Pada proses pembongkaran tersebut akan dilakukan pengambilan sampel batu bara untuk diuji kualitasnya. Pengambilan sampel ini dilakukan secara acak, dengan waktu pengambilan sampel setiap satu jamnya. Sampel tersebut akan diuji melalui analisis proksimat dan penentuan nilai kalor sebelum digunakan [7]. Analisis proksimat dan penentuan nilai kalor dilakukan oleh laboratorium dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Proses kerja PLTU “Damar” dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis proksimat adalah analisis kimia di laboratorium yang dilakukan untuk mengetahui kualitas batu bara. Analisis ini akan menguji kandungan kelembaban (*moisture*), kandungan abu, kandungan zat terbang dan kadar karbon. Analisis ini dilakukan dengan mengukur massa sampel batu bara, kemudian akan dipanaskan hingga suhu 100° C untuk menghilangkan zat terbang dan selanjutnya ditimbang massa setelah dipanaskan. Berdasarkan pemanasan tersebut akan menghasilkan kandungan karbon pada sampel batu bara. Selanjutnya akan dipanaskan hingga suhu yang paling tinggi untuk menentukan nilai kandungan abu [8].



Gambar 1. Skema Produksi PLTU “Damar” [7]

Kelembaban (*moisture*) merupakan kandungan air pada batu bara. Parameter ini terdiri atas dua yaitu kelembaban di permukaan batu bara (*free moisture*) dan kelembaban di dalam pori batu bara (*inherent moisture*) [9]. Pengukuran kelembaban ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode ASTM D3302 dan ASTM D3173 [10]. Kandungan zat terbang adalah zat yang akan menguap dan terbakar jika dipanaskan. Sebagian besar zat terbang yang terkandung dalam batu bara adalah gas, seperti hidrogen, karbon monoksida, dan metan [9]. Kandungan karbon pada batu bara juga dapat diukur dalam analisis proksimat ini. Kandungan karbon adalah banyaknya karbon yang dapat dibakar dan sebagai zat terpenting dalam batu bara [11]. Nilai kandungan karbon ini merupakan hasil perhitungan dengan mengurangkan 100% dengan nilai kelembaban, kandungan abu, dan zat terbang [12]. Di laboratorium, nilai kandungan karbon dan zat terbang dilakukan dengan menggunakan ASTM D372-13 dan ASTM D375-17 [10]. Dalam penentuan kualitas bahan bakar khususnya batu bara, dapat dilakukan berdasarkan nilai perbandingan kandungan karbon dan zat terbang yang disebut *fuel ratio*. *Fuel ratio* dapat dihitung berdasarkan Persamaan 1 berikut [13].

$$Fuel\ Ratio = \frac{Kandungan\ Karbon\ (\%)}{Kandungan\ Zat\ Terbang\ (\%)} \quad (1)$$

Kandungan abu di batu bara pada analisis proksimat ini didapatkan berdasarkan massa dari sisa pembakaran batu bara. Kandungan abu ini berasal dari proses transportasi, sedimentasi dan pematubaraan [14]. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode ASTM D3174-12 [10].

Nilai kalor adalah nilai energi panas yang dapat diterima atau dilepaskan oleh suatu benda [9]. Nilai kalor pada batu bara merupakan parameter yang penting khususnya dalam membuat desain PLTU dan efisiensi pembangkitan energi listrik dari panas yang dihasilkan batu bara. Energi panas yang dihasilkan merupakan hasil dari reaksi eksotermis senyawa hidrokarbon dengan oksigen. Penentuan nilai kalor pada batu bara dapat dilakukan dengan menerapkan metode ASTM D5865-13 [10].

Berdasarkan penjelasan mengenai sistem kerja PLTU, penanganan batu bara di PLTU “Damar” dan parameter kualitas batu bara dalam analisis proksimat, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pasokan batu bara periode 2019-2021 di PLTU “Damar” berdasarkan nilai kelembaban, kandungan zat terbang, kandungan karbon, kandungan abu dan nilai kalor dalam analisis proksimat.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menguji seluruh sampel batu bara yang diterima oleh PLTU “Damar” periode 2019-2021. Pengujian ini dilakukan di laboratorium dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN). Seluruh laporan hasil pengujian dikumpulkan dan data mengenai hasil analisis proksimat (kelembaban, kandungan zat terbang, karbon, dan abu) dan nilai kalor batu bara dianalisis menggunakan metode statistik. Analisis proksimat dan penentuan nilai kalor batu bara dilakukan menggunakan metode yang tertera pada Tabel 1.

**Tabel 1. Metode pada Analisis Proksimat dan Penentuan Nilai Kalor Batu Bara [10]**

No.	Parameter	Metode
1	Kelembaban ( <i>total moisture</i> )	ASTM D3302
2	Kandungan zat terbang	ASTM D3175-17
3	Kandungan karbon	ASTM D3172-13
4	Kandungan abu	ASTM D3174-12
5	Nilai kalor ( <i>gross calorific value</i> )	ASTM D5865-13

\*ASTM adalah American Society for Testing Materials

Berdasarkan nilai kandungan karbon dan kandungan zat terbang dari analisis proksimat, dilakukan penentuan nilai *fuel ratio* berdasarkan Persamaan 1. Nilai kelembaban, kandungan zat terbang, karbon, abu dan nilai kalor adalah nilai yang didapatkan sesaat diterima tanpa perlakuan apapun. Kondisi ini biasanya disebut dengan kondisi *as received*. Hasil analisis proksimat dan nilai kalor kemudian ditampilkan ke dalam bentuk grafik untuk memudahkan analisis data yang dilakukan dalam penentuan karakteristik batu bara yang diterima oleh PLTU “Damar” periode 2019-2021.

Penentuan nilai rata-rata setiap parameter hasil analisis proksimat dan nilai kalor batu bara dilakukan dengan persamaan *weighted mean*. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan Persamaan 2 [15]. Pada persamaan tersebut, parameter *weight* ditentukan sebagai jumlah pasokan batu bara teruji yang masuk.

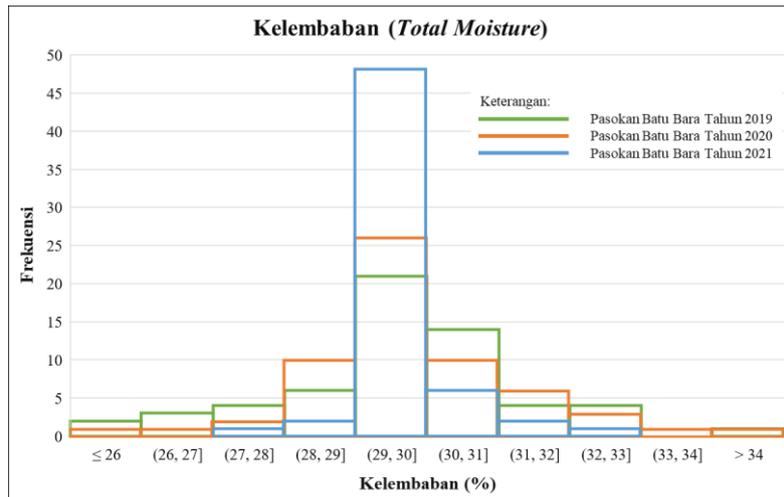
$$WM = \frac{\sum_{i=1}^n w_i Z_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

dengan keterangan *WM* adalah *weighted mean*, *w* adalah nilai *weight* yang berupa jumlah pasokan batu bara teruji yang masuk, dan *Z* adalah nilai parameter hasil analisis proksimat dan nilai kalor batu bara.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

PLTU “Damar” menerima pasokan batu bara sebanyak 59 kali pada 2019 dengan massa total 529.458,451 ton. Selanjutnya, pada 2020 PLTU “Damar” menerima 61 pasokan batu bara dengan berat massa total sebanyak 489.450,817 ton. Pada 2021 sebanyak 527.923,208 ton batu bara diterima oleh PLTU “Damar” dalam 60 penerimaan. Berdasarkan informasi tersebut, maka total batu bara yang diterima adalah sebanyak 1.546.832,476 ton.

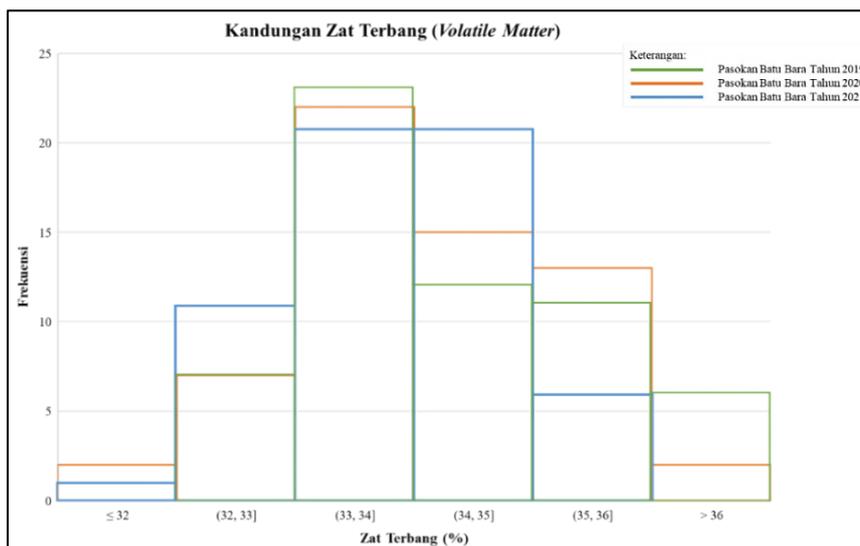
Analisis proksimat dan nilai kalor batu bara telah dilakukan dan menunjukkan hasil sesuai dengan parameter analisis proksimat dan nilai kalor. Parameter kelembaban (*total moisture*) batu bara didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Grafik Histogram Frekuensi Penerimaan Batu Bara Berdasarkan Nilai Kelembaban (Total Moisture) Periode 2019-2021 di PLTU “Damar”

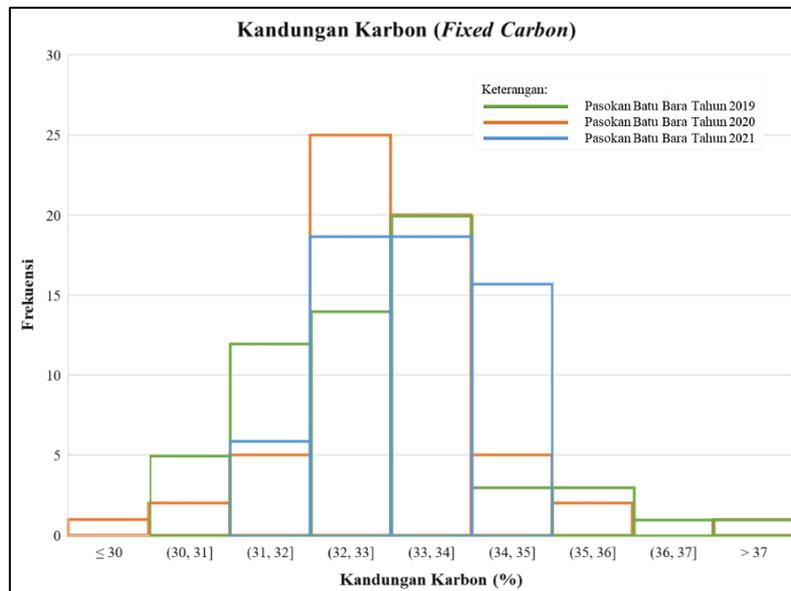
Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa pada tahun 2019 PLTU “Damar” menerima pasokan batu bara sebanyak 59 kali. 21 dari 59 pasokan batu bara tersebut memiliki nilai kelembaban sebesar 29%-30%. Pasokan batu bara sebanyak 14 kali pada 2019 memiliki nilai kelembaban sebesar 30%-31%. Selain itu, PLTU “Damar” menerima pasokan batu bara sebanyak 61 kali pada 2020. PLTU “Damar” menerima batu bara dengan kelembaban 28%-29% sebanyak 10 kali. Batu bara dengan kelembaban 29%-30% telah diterima sebanyak 26 kali pada 2020. Selanjutnya, 10 kali penerimaan batu bara dilakukan dengan parameter kelembaban sebesar 30%-31%. Pada 2021, PLTU “Damar” kembali menerima pasokan batu bara sebanyak 60 kali. Pasokan batu bara dengan nilai kelembaban sebesar 29%-30% diterima sebanyak 48 kali atau 80% dari penerimaan tahun 2021.

Parameter kandungan zat terbang diukur melalui analisis proksimat. Nilai kandungan zat terbang dilakukan menggunakan ASTM D3175-17. Hasil menunjukkan bahwa nilai kandungan zat terbang yang dominan adalah 33%-36%. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini. Berdasarkan gambar tersebut, pada tahun 2019 PLTU “Damar” menerima batu bara sebanyak 23 kali (39,98% dari 61 penerimaan) dengan kandungan zat terbang sebesar 33%-34%. Selanjutnya, PLTU “Damar” menerima batu bara dengan nilai kandungan zat terbang sebesar 33%-34% sebanyak 22 kali (36,07% dari 59 penerimaan) pada 2020. Batu bara dengan nilai kandungan zat terbang sebesar 33%-34% dan 34%-35% diterima sebanyak 21 kali dan 21 kali pada tahun 2021 oleh PLTU “Damar”.



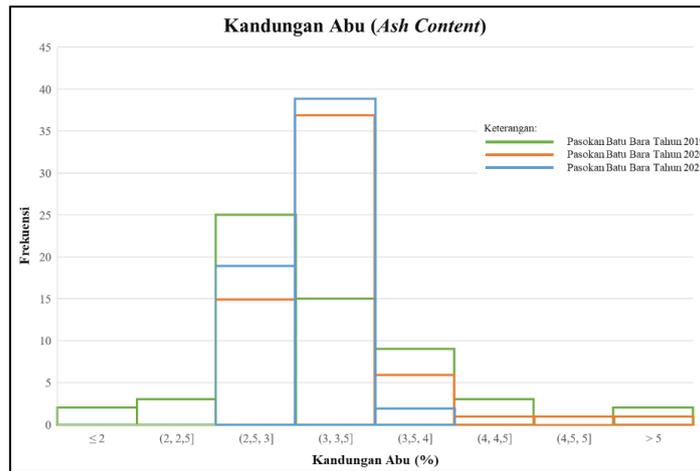
Gambar 3. Grafik Histogram Frekuensi Penerimaan Batu Bara Berdasarkan Nilai Kandungan Zat Terbang (Volatile Matter) Periode 2019-2021 di PLTU “Damar”

Berdasarkan analisis proksimat yang dilakukan berdasarkan metode ASTM D3172-13, maka akan mendapat nilai kandungan karbon pada batu bara seperti yang ditunjukkan Gambar 4. PLTU “Damar” telah menerima batu bara dengan kandungan karbon sebesar 33%-34% sebanyak 20 kali (33,90% dari 61 penerimaan). Selanjutnya, 40,98% dari total penerimaan batu bara pada 2020 memiliki kandungan karbon sebanyak 32%-33%. Pada tahun yang sama, sebanyak 20 kali (32,79% dari total penerimaan) batu bara yang diterima memiliki kandungan karbon sebanyak 33%-34%. PLTU “Damar” menerima sebanyak 19 kali batu bara dengan kandungan karbon 33%-34% dan sebanyak 19 kali juga dengan kandungan karbon sebesar 34%-35%.



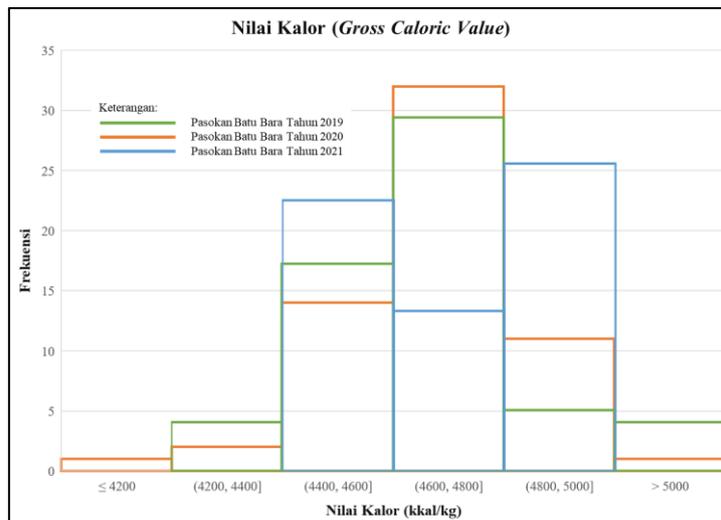
**Gambar 4. Grafik Histogram Frekuensi Penerimaan Batu Bara Berdasarkan Nilai Kandungan Karbon (Fixed Carbon) periode 2019-2021 di PLTU “Damar”**

Gambar 5 menunjukkan frekuensi kandungan abu pada pasokan batu bara yang di terima oleh PLTU “Damar” periode 2019-2021. Pada tahun 2019, PLTU “Damar” menerima pasokan batu bara dengan kandungan 2,5%-3,0% sebanyak 25 kali. Selanjutnya, pasokan batu bara dengan kandungan 3,0%-3,5% diterima oleh PLTU “Damar” sebanyak 37 kali (60,66% dari total penerimaan) pada 2020. Pada tahun 2021, 65,00% dari total penerimaan pasokan batu bara memiliki kandungan abu sebesar 3,0%-3,5%. Berdasarkan perubahan frekuensi kandungan abu pada pasokan batu bara ini dapat diketahui bahwa kandungan abu pada batu bara yang dipasok tetap terjaga. Hal ini berkaitan dengan abu batu bara hasil pembakaran yang berupa *fly ash* dan *bottom ash*. Pemerintah Indonesia [16] telah menerbitkan peraturan untuk mengatur tata laksana pengelolaan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun dari proses produksi PLTU. Peningkatan produksi limbah *fly ash* dan *bottom ash* dapat meningkatkan biaya produksi yang dari PLTU “Damar”.



Gambar 5. Grafik Histogram Frekuensi Penerimaan Batu Bara Berdasarkan Nilai Kandungan Abu (Ash Content) Periode 2019-2021 di PLTU “Damar”

Pada penelitian ini juga dilakukan penentuan nilai kalor dari pasokan batu bara yang diterima oleh PLTU “Damar”. Nilai kalor yang ditentukan adalah nilai kalor kotor atau *gross caloric value*. Metode dalam penentuan nilai kalor ini adalah ASTM D5865-13. Gambar 6 menunjukkan grafik histogram frekuensi nilai kalor batu bara yang diterima oleh PLTU “Damar” periode 2019-2021. Berdasarkan Gambar 6 tersebut, PLTU “Damar” menerima batu bara dengan nilai kalor 4.600-4.800 kkal/kg sebanyak 29 kali (49,15% dari total penerimaan) pada tahun 2019. Selanjutnya, batu bara dengan nilai kalor 4.600-4.800 kkal/kg juga diterima sebanyak 52,46% dari total penerimaan batu bara atau 32 kali pada tahun 2020. PLTU “Damar” pada tahun 2021 menerima batu bara dengan nilai kalor 4.800-5.000 kkal/kg sebanyak 25 kali (41,67% dari total penerimaan).



Gambar 6. Grafik Histogram Frekuensi Penerimaan Batu Bara Berdasarkan Nilai Kalor Batu Bara (Gross Caloric Value) Periode 2019-2021 di PLTU “Damar”

Parameter hasil dari analisis proksimat dan nilai kalor batu bara dapat dihitung rata-rata setiap tahunnya dan selama periode 2019-2021. Perhitungan nilai rata-rata dari parameter hasil analisis proksimat dan nilai kalor batu bara menggunakan Persamaan 2. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 2. Pada 2019 hingga 2021, PLTU “Damar” menerima batu bara dengan nilai kelembaban rata-rata (*weighted mean*) secara berurutan adalah 29,70%, 29,89% dan 29,81%. Parameter kandungan zat terbang (*volatile matter*) dalam batu bara yang diterima oleh PLTU “Damar” pada 2019 hingga 2021 memiliki nilai rata-rata secara berurutan adalah 34,41%, 34,05% dan 33,88%. PLTU “Damar” menerima batu bara dengan kandungan karbon dengan rata-rata sebesar 32,73%, 32,83%, dan 33,15% pada tahun 2019 hingga 2021. Parameter kandungan abu dalam batu bara yang dipasok ke PLTU “Damar” pada 2019 hingga 2021 memiliki nilai rata-rata secara berurutan sebesar

3,05%, 3,20%, dan 3,09%. Nilai kalor batu bara yang merupakan parameter penting terhadap kualitas batu bara yang digunakan dalam produksi di PLTU “Damar” memiliki nilai rata-rata sebesar 4.647,71 kkal/kg, 4.651,28 kkal/kg, dan 4.671,97 kkal/kg pada tahun 2019 hingga 2021. Periode 2019-2021 memiliki nilai rata-rata untuk parameter kelembaban, zat terbang, karbon, abu dan nilai kalor secara berurutan adalah sebesar 29,79%, 34,12%, 32,91%, 3,11% dan 4.657,12 kkal/kg.

**Tabel 2. Nilai Rata-Rata (*Weighted Mean*) dari Hasil Analisis Proksimat dan Nilai Kalor Batu Bara**

Tahun	Total Pasokan Batu Bara ton	Nilai Rata-Rata ( <i>Weighted Mean</i> )				Nilai Kalor ( <i>Gross Caloric Value</i> ) kkal/kg
		Kelembaban ( <i>Total Moisture</i> )	Zat Terbang ( <i>Volatile Matter</i> ) %	Karbon ( <i>Fixed Carbon</i> )	Abu ( <i>Ash Content</i> )	
2019	529.458,451	29,70	34,41	32,73	3,05	4.647,71
2020	489.450,817	29,89	34,05	32,83	3,20	4.651,28
2021	527.923,208	29,81	33,88	33,15	3,09	4.671,97
<b>Rata-rata periode (2019-2021)</b>	515.610,825	29,79	34,12	32,91	3,11	4.657,12

Dalam penentuan jenis batu bara yang digunakan oleh PLTU “Damar” dapat dilakukan dengan mengetahui nilai *fuel ratio*. Nilai *fuel ratio* dapat dilakukan dengan Persamaan 1 dan menggunakan data pada Tabel 2. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil bahwa pada tahun 2019 hingga 2021, *fuel ratio* dari batu bara yang dipasok bernilai 0,951; 0,964; dan 0,978 secara berurutan. Berdasarkan nilai rata-rata periode, maka nilai *fuel ratio* pada periode 2019-2021 sebesar 0,964. Frazer [17] memberikan klasifikasi batu bara berdasarkan nilai *fuel ratio* yang ditunjukkan pada Tabel 3. Berdasarkan informasi pada Tabel 3, batu bara yang dipasok ke PLTU “Damar” merupakan golongan bituminus dengan nilai zat terbang menengah-tinggi dan sub-bituminus. Hal tersebut membuktikan bahwa batu bara yang dipasok ke PLTU “Damar” masih mengikuti rancangan pembangunan PLTU tersebut.

**Tabel 3. Klasifikasi Batu Bara Berdasarkan Nilai *Fuel Ratio* [17]**

No	Jenis Batu Bara	<i>Fuel Ratio</i>
1	Antrasit	12-100
2	Semi Antrasit	9-12
3	Bituminus dengan zat terbang rendah	5-8
4	Bituminus dengan zat terbang menengah-tinggi dan semua golongan sub-bituminus	0-5

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian mengenai karakteristik pasokan batu bara ke PLTU “Damar” periode 2019-2021 berdasarkan analisis proksimat dan nilai kalor batu bara telah dilakukan dengan simpulan yang menunjukkan bahwa pasokan batu bara yang diterima oleh PLTU “Damar” pada periode 2019-2021 memiliki nilai rata-rata untuk parameter kelembaban, zat terbang, karbon, abu dan nilai kalor adalah sebesar 29,79%, 34,12%, 32,91%, 3,11% dan 4.657,12% secara berurutan. Berdasarkan nilai *fuel ratio*, batu bara yang dipasok ke PLTU “Damar” merupakan golongan bituminus dengan zat terbang menengah-tinggi dan semua sub-bituminus.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menganalisis karakter batu bara berdasarkan analisis ultimat serta dapat menentukan jenis batu bara berdasarkan klasifikasi ASTM.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada PLTU "Damar" yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian ini. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Matematika Komputasi, Program Studi Matematika, Universitas Mulawarman yang telah menyediakan sarana dan prasarana dalam penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prawoto, & Rahman, R., A., (2021). *Mesin Konversi Energi*, Jakarta: Universitas Pancasila.
- [2] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2004). *Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1708K/30/MEM/2004 tentang Penetapan Standar Kompetensi Tenaga Teknik Ketenagalistrikan Bidang Pembangkit Tenaga Listrik, Sub Bidang Perencanaan, Sub Bidang Konstruksi, Sub Bidang Inspeksi*, Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [3] Yuliyani, I., Maridjo, & M, M., A., (2019). "Analisis Sistem Ruang Bakar Boiler Jenis Fluidized Bed Combustion untuk PLTU Kapasitas 8 MW", *Jurnal Teknik Energi*, 9(1), pp. 1-8.
- [4] Gunawan, W., & G., B., A., (2020). "Studi Efisiensi Boiler Terhadap Nilai Kalor Batubara pada Boiler Jenis Pulverizer Coal Kapasitas 300 T/H (Studi Kasus PT XYZ)", *Jurnal InTent*, 3(2), pp. 122-130.
- [5] Idris, M., Wibisono, A. P., Hermawan, I., Iswandi, & Harahap, U. N. (2022). "Analisis Pengaruh Ukuran Batubara terhadap Performa PLTU dengan Jenis Boiler Tipe Chain Grate", *Jurnal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy*, 6(1), pp. 104.
- [6] Napitupulu, C. F., & Mahardika, M., (2020). *Pemodelan dan Simulasi Pulverized Coal Boiler dengan Menggunakan Computational Fluid Dynamic*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [7] PLTU "Damar". (2022). *Laporan Izin Lingkungan Semester II Tahun 2021 PLTU "Damar"*, Indonesia: PLTU "Damar".
- [8] Speight, J., G., (2005). *Handbook of Coal Analysis*, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Muchjidin. (2006). *Pengendalian Mutu dalam Industri Batu Bara*, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [10] PT Surveyor Indonesia. (2021). *Sertifikat Pengambilan Sampel dan Analisa*, Indonesia: PT Surveyor Indonesia.
- [11] Hamdani, & Oktarini, Y. (2014). "Karakteristik Batubara pada Cekungan Meulaboh di Kabupaten Aceh Barat dan Nagan Raya, Provinsi Aceh", *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 1(1), pp. 78-84.
- [12] Rahayu, T. E., Nurhilal, M., & Dwityaningsih, R., (2022). "Analisis Proksimat dan Bilangan Yodium sebagai Kajian Awal Arang Tempurung Nipah sebagai Bahan Intermediate Karbon Keras", *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 6(3), pp. 248-260.
- [13] Komariyah, W. E. (2012). *Peningkatan Kualitas Batubara Indonesia Peringkat Rendah melalui Penghilangan Moisture dengan Pemanasan Gelombang Mikro*, Depok: Universitas Indonesia.
- [14] Sidiq, N., (2011). *Geologi dan Studi Kualitas Batubara pada Seam A, Daerah Binai dan Sekitarnya, Kecamatan Tanjung Palas Timur, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Timur*, Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".
- [15] Hu, S.-P., (2010). *Simple Mean, Weighted Mean or Geometric Mean? 2010 ISPA/SCEA Joint Annual Conference and Training Workshop*, San Diego.
- [16] Pemerintah Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*, Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- [17] Frazer, P., (1987). *The Classification of Coals*, Trans., Amer., Inst., Min., 6, pp. 430-451.