

PENGARUH KUALITAS PASOKAN BATUBARA TERHADAP *HEAT RATE* DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) TANJUNG KASAM PLN BATAM

Kezia Narwastu S*, Irwanto Zarma Putra*

Politeknik Negeri Batam

*Email: kezianarwastu11@gmail.com dan irwanto@polibatam.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

21 June 2024

Received in revised form date:

25 November 2024

Accepted date

26 November 2024

Available online date

30 November 2024

Abstract

Society's demand for electrical power that continues to grow along with population growth continues to grow, requiring power plants that can produce electrical energy. One of the power plants to meet the needs is PLTU because it is considered to have a generally higher efficiency. Using coal as fuel will depend on the quality and main content of the coal used. This study aims to investigate the effect of coal supply quality on heat rate at Tanjung Kasam Steam Power Plant (PLTU) operated by PLN Batam. The quality of coal as the main fuel in PLTU can affect the efficiency of energy conversion into electricity which is reflected in the heat rate parameter. Meanwhile, the coal quality parameters evaluated include GAR (Gross Caloric Value) 4,450-4,900 kcal/kg, Ash Content (% ash content) 4%, total sulphur (%) 0.35%, and total moisture (%) 30%. In addition, operational data such as heat rate was also collected to determine the relationship between coal quality and plant efficiency. The research methodology involved surveying and analyzing data on the quality of coal used in the one-year operational period of PLTU Tanjung Kasam. The results showed that the higher the total moisture, total sulphur and ash content, the lower the calorific value of the coal. Also, the better the coal quality, the lower the heat rate.

Keywords: Main content, heat rate, coal quality.

Kata kunci:

Kandungan Utama

Heat Rate

Kualitas Batubara

Abstrak

Permintaan Masyarakat akan daya listrik yang terus bertambah seiring dengan pertumbuhan penduduk yang terus berkembang, dibutuhkan pembangkit listrik yang dapat menghasilkan energi listrik. Salah satu pembangkit untuk memenuhi kebutuhan adalah PLTU karena di nilai memiliki efisiensi yang secara umum lebih tinggi. Dengan menggunakan batubara sebagai bahan bakar akan sangat bergantung pada kualitas dan kandungan utama batubara yang di pakai. Pada penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh kualitas pasokan batubara terhadap *heat rate* di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tanjung Kasam yang dioperasikan oleh PLN Batam. Kualitas batubara sebagai bahan bakar utama di PLTU dapat memengaruhi efisiensi konversi energi menjadi listrik yang tercermin dalam parameter *heat rate*. Sementara, parameter kualitas batubara yang di evaluasi meliputi nilai kalor GAR (*Gross Caloric Value*) 4.450-4.900 kcal/kg, *Ash Content* (kandungan abu %) 4%, *total sulphur* (%) 0,35%, dan *total moisture* (%) 30%. Selain itu, data operasional seperti *heat rate* juga dikumpulkan untuk menentukan hubungan antara kualitas batubara dan efisiensi pembangkit. Metodologi penelitian melibatkan survei dan analisis data kualitas batubara yang digunakan dalam periode setahun operasional PLTU Tanjung Kasam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan *total moisture*, *total sulphur* dan *ash content* maka akan menyebabkan semakin rendah nilai kalori suatu batubara. Juga semakin baik kualitas batubara maka *heat rate* semakin rendah.

1. PENDAHULUAN

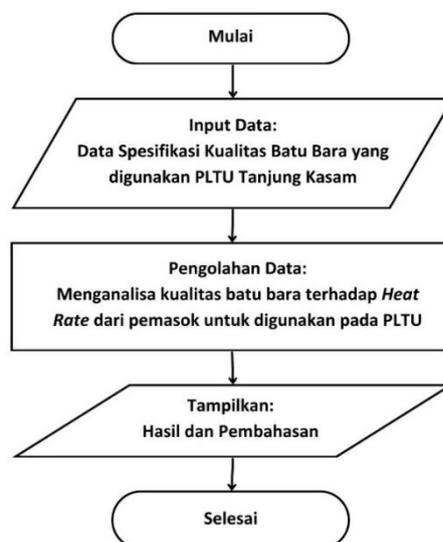
Pada era kemajuan teknologi saat ini, energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat yang tidak dapat dihindari sebagai konsekuensi dari peningkatan kualitas hidup masyarakat itu sendiri. Di Kota Batam, kebutuhan energi listrik sebagian besar dilayani oleh PT. PLN Batam. Untuk melaksanakan pelayanan penyediaan energi listrik tersebut, PT. PLN Batam mengoperasikan beberapa pembangkit dari berbagai jenis energi primer di antaranya batubara untuk Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) mulai dari kapasitas kecil sampai kapasitas besar yang tersebar di beberapa tempat di Indonesia. Salah satu pembangkit berbahan bakar batubara yaitu, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tanjung Kasam yang dikembangkan oleh PT. TJK Power [1]. PLTU Tanjung Kasam adalah bagian dari pembangkit IPP PT. PLN Batam dengan kapasitas 99 MW yang telah beroperasi sejak tahun 2012 di Sistem Tenaga Listrik Batam – Bintan. PT. PLN Batam berkewajiban untuk memasok batubara pembangkit yang memiliki beberapa jenis batubara yang akan dilakukan proses blending di mana setiap batubara memiliki kualitas berbeda berdasarkan karakteristiknya. Agar PLTU Tanjung Kasam dapat beroperasi dengan handal maka spesifikasi batubara harus sesuai dengan desain batubara PLTU atau boiler-nya. Dengan memiliki kandungan utama, seperti nilai kalor GAR (*Gross Calorific Value*), *Ash Content* (kandungan abu %), total sulphur (%), dan *total moisture* (%) pada kualitas batubara tersebut [2], [3]. Selain kualitas batubara, maka kecukupan stok batubara juga harus di jaga di mana konsumsi harian PLTU Tanjung Kasam adalah rata-rata sebesar 1.680 Mton atau setara dengan 620.000 Mton per tahun [4].

Setiap tipikal batubara yang disediakan oleh pemasok tambang pasti berbeda-beda jenisnya dan ketersediaannya, maka sangat berpengaruh terhadap kinerja daya mampu PLTU tersebut [3]. Dengan ketersediaan batubara yang di terima, yaitu sangat terbatas penyediaannya karena berpengaruh terhadap harga dan kualitas batubara tersebut. Pola pembebanan pembangkit salah satu faktor yang menentukan berapa banyak jumlah bahan bakar, dalam hal ini batubara yang dibutuhkan. Dari sisi produksi listrik, kinerja suatu PLTU batubara tidak hanya ditentukan oleh teknologi konversi energinya, akan tetapi ditentukan juga oleh kuantitas dan kualitas batubara sebagai sumber bahan bakar. Apabila kesemuanya telah sesuai dengan desain, akan tetapi sumber bahan bakarnya yaitu batubaranya tidak tersedia sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam konversi energinya maka tentunya kinerja suatu pembangkit batubara tidak dapat seperti yang diharapkan [5].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Perancangan penelitian ini menjelaskan seluruh kegiatan yang dilaksanakan selama penelitian berlangsung dari pertama proses penelitian sampai akhir penelitian. Berikut tahapan penelitian disampaikan pada diagram alir perancangan penelitian di bawah ini.



Gambar 1. Diagram alir perancangan penelitian

2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian. Dalam penyusunan penelitian ini penulis mengambil objek penelitian di tempat magang penulis yaitu PT. PLN Batam dengan pengambilan judul di PLTU Tanjung Kasam. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data primer yang di ambil dari tempat magang penulis.

2.2.1 Pengamatan Tidak Langsung. Penulis melakukan pengamatan teori berupa informasi dan keterangan yang di dapat dari buku maupun dari internet, serta mendapat penjelasan mengenai PLTU dan spesifikasi kualitas batu bara terhadap daya mampu pada PLTU tersebut. Baik secara umum ataupun khusus oleh dosen pembimbing sebelum melakukan penelitian.

2.2.2 Pengamatan Langsung (*Observation*). Penulis melakukan pengamatan dan penelitian secara langsung di PLTU Tanjung Kasam, seperti di lapangan dan bagian operasi dan pengolahan kualitas batubara tersebut.

2.3 Regulasi Harga Batubara

Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor 267.K/MB.01/MEM.B/2022, sertifikasi harga batubara di atur oleh regulasi Harga Batubara Acuan (HBA) yang dikeluarkan oleh ESDM perbulan [6]. Tujuan HBA yaitu dapat menentukan spesifikasi ketentuan yang digunakan dalam menghitung batubara tersebut. Dengan 8 acuan pada jenis batubara yang di susun pada tabel, sebagai berikut:

Tabel 1. Regulasi Harga Jenis Batubara

Merek Dagang/Brand	Kualitas <i>Typical</i>			
	CV (kcal/kg GAR)	TM (%)	TS (%, ar)	Ash (%, ar)
<i>Gunung Bayan I</i>	7.000	10,00	1,00	15,00
<i>Prima Coal</i>	6.700	12,00	0,60	5,00
<i>Pinang 6150</i>	6.200	14,50	0,60	5,50
<i>Indominco</i>	5.700	17,50	1,63	4,80
<i>IM_East</i>				
<i>Melawan Coal</i>	5.400	22,50	0,40	5,00
<i>Envirocoal</i>	5.000	26,00	0,10	1,20
<i>Jorong J-1</i>	4.400	32,00	0,25	4,15
<i>Ecocoal</i>	4.200	35,00	0,18	3,90

Harga Perolehan Batubara (HPB) mengatur ketentuan kualitas dari batubara yang telah di peroleh. Maka dapat regulasi harga perolehan batubara *marker* dengan menggunakan rumus berikut [6]:

$$HPB\ Marker_{(i)} = (USD70 \times K_{(i)} \times A_{(i)}) - (B_{(i)} - U_{(i)}) \quad (1)$$

Keterangan:

- HPB Marker (i) = Harga Patokan Batubara [USD/ton]
 K (i) = Nilai Kalor Batubara(i)/6.322 [fraksi]
 A (i) = (100-Kandungan Air Batubara(i))/100-8 [fraksi]
 B (i) = (Kandungan Belerang Batubara(i)-0,8) x 4 [USD/ton]
 U (i) = (Kandungan Abu Batubara(i)-15) x 0,4 [USD/ton].
 (i) = price marker 1-7

2.4 Pengujian Batubara

Pengujian pada bahan bakar dilakukan untuk dapat mengetahui kualitas dari batubara tersebut. Berikut pengujian yang dilakukan pada batubara, yaitu:

2.4.1 Pengujian *Quick Test*. Pengujian quick test dilakukan sebelum pelaksanaan pembongkaran batubara yang terdiri atas pemeriksaan fisik dan analisa di laboratorium PLTU Tanjung Kasam. Berikut tabel hasil quick test yang dilakukan melebihi batas tolak.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Quick Test*

Uraian	Spesifikasi	Batas Tolak
Gross Caloric Value (GAR) kcal/kg	4700	<4300
Total Moisture (% AR)	30	>33
Ash Content (% AR)	3,41	>7
Sulphur Content (% AR)	0,30	>0,7

2.4.2 Pengujian Akhir. Pada pengujian bahan bakar batubara terdapat beberapa pengujian akhir, sebagai berikut:

1. Pengujian akhir volume dan kualitas batubara dilakukan pada saat *unloading*. Perhitungan volume dan pengujian kualitas batubara *unloading* dilakukan untuk menentukan volume batubara dan kualitas batubara yang di pasok oleh penyedia dan yang telah di bongkar yang akan digunakan untuk menghitung nilai pembayaran batu bara.
2. Perhitungan volume batubara dilakukan dengan cara *draught survey* tongkang/kapal. Setiap tongkang/kapal yang digunakan oleh penyedia harus di lengkapi dengan *Hydrostatic Table* yang masih berlaku.
3. Pengujian kualitas batubara dilakukan dengan *standard* ASTM dari sampel yang diambil secara *mechanical sampler* di *Receiving Hopper* dermaga PLTU Tanjung Kasam sebanyak 6 (Enam) sampel dengan peruntukan, yaitu:
 - a. 1 (satu) sampel untuk analisa kualitas batubara.
 - b. 1 (satu) sampel untuk pihak PLTU Tanjung Kasam.
 - c. 1 (satu) sampel untuk pihak PT PLN Batam.
 - d. 3 (tiga) sampel untuk persiapan *Umpire*.

Setelah dilakukan pengujian akhir terhadap batubara di laboratorium, akan diperoleh sertifikat yang mencantumkan spesifikasi dan hasil analisis kualitas batubara tersebut.

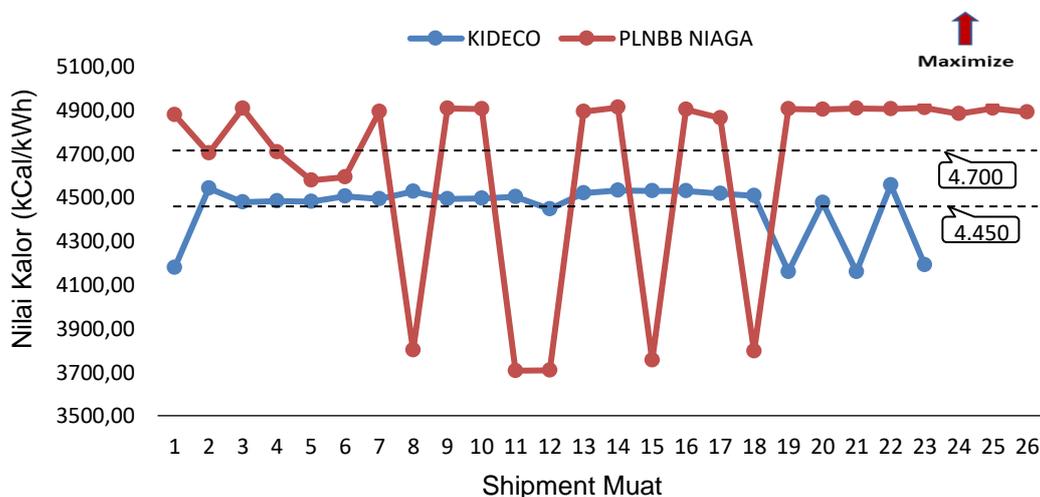
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Penelitian

Setelah melakukan penelitian serta pengamatan pada lapangan didapatkan data-data sebagai sumber analisa. Ada empat parameter yang di analisis pada penelitian ini, yaitu *Total Moisture* (TM), *Ash Content*, *Gross Caloric Value* (GAR), dan *Total Sulfur* (TS). Kualitas kandungan batubara pada tahun 2023, sebagai berikut:

3.1.1 Kualitas Kandungan Batubara

- a. Nilai Kalor GAR *Gross Caloric Value* (kCal/kWh)



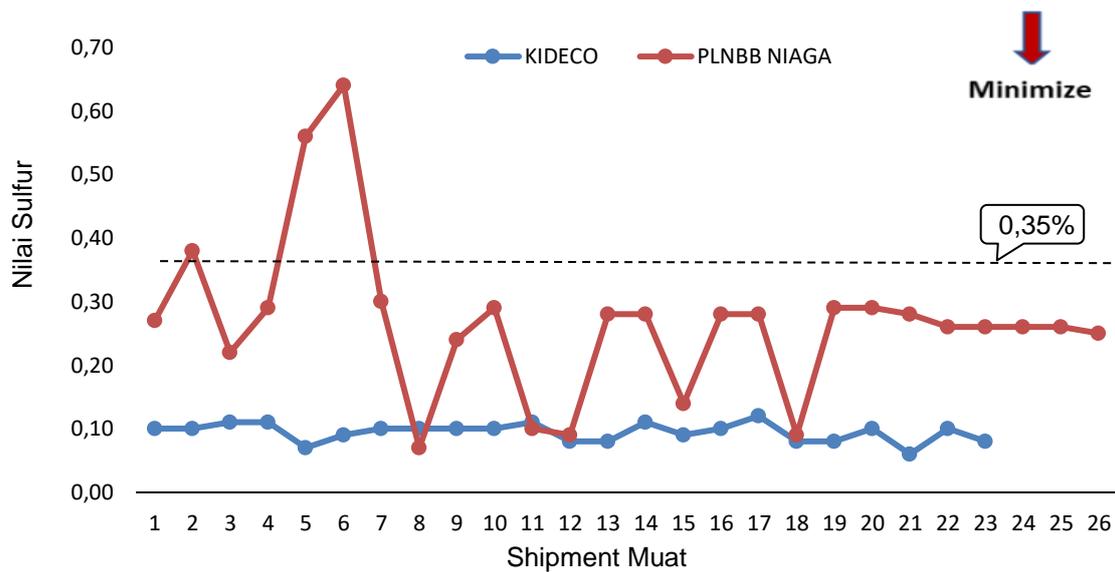
Gambar 2. Grafik Data Nilai Kalor GAR pada bulan Januari – November 2023

Nilai tipikal GAR (*Gross Caloric Value*) batu bara PLTU Tanjung Kasam adalah sebesar 4.700 kcal/kg (pada kondisi *As received* atau GAR) dengan batas tolak nilai GAR < 4.450 kCal/kg. Urutan dari yang terbaik untuk nilai kalor GAR tahun 2023 adalah, sebagai berikut:

Tabel 3. Penilaian nilai kalor GAR bulan Januari – November 2023

Pemasok	GAR rata-rata tertimbang	Frekuensi Pasokan	Keterangan
KIDECO	4436.76 kCal/kg	21	Memenuhi Spec
PLNBB Niaga	4647.33 kCal/kg	26	Memenuhi Spec

b. Kandungan Sulfur (%)



Gambar 3. Grafik Data Kandungan Sulfur AR bulan Januari – November 2023

Batas tolak kandungan Sulfur batubara PLTU Tanjung Kasam ditetapkan > 0,35% (ADB) atau setara dengan > 0,30% (AR). Urutan dari yang terbaik untuk kandungan Sulfur 2023 adalah, sebagai berikut:

Tabel 4. Penilaian kandungan Sulfur AR bulan Januari – November 2023

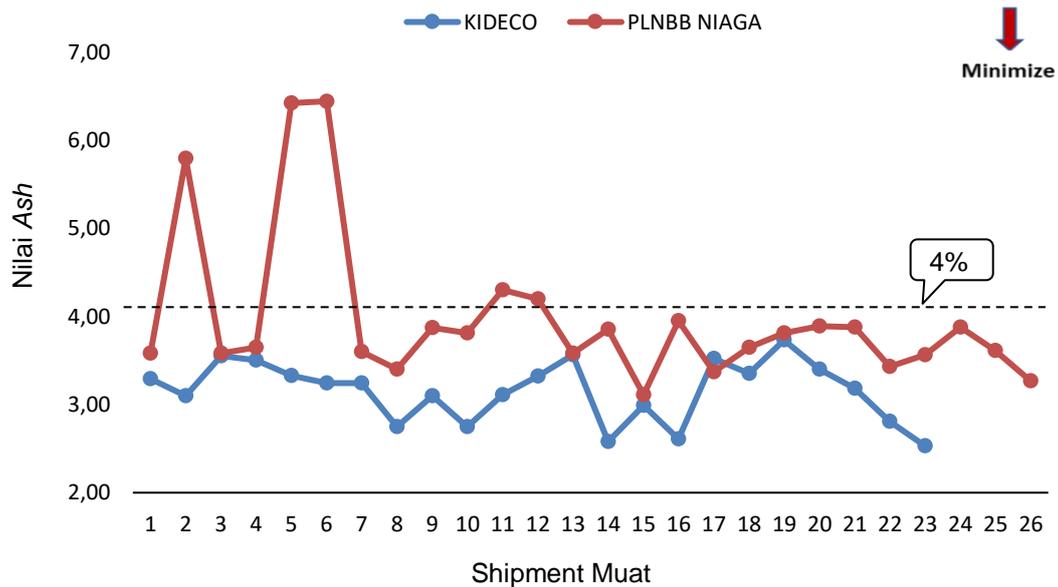
Pemasok	Sulfur rata-rata tertimbang	Frekuensi Pasokan	Keterangan
KIDECO	0,09%	21	Memenuhi spec
PLNBB Niaga	0,27%	26	1 kali OSF

c. Kandungan Ash (%)

Batas tolak kandungan Abu batubara PLTU Tanjung Kasam ditetapkan >4% (ADB) atau setara dengan > 3,41% (AR). Urutan dari yang terbaik untuk kandungan Ash periode 2023 adalah sebagai berikut:

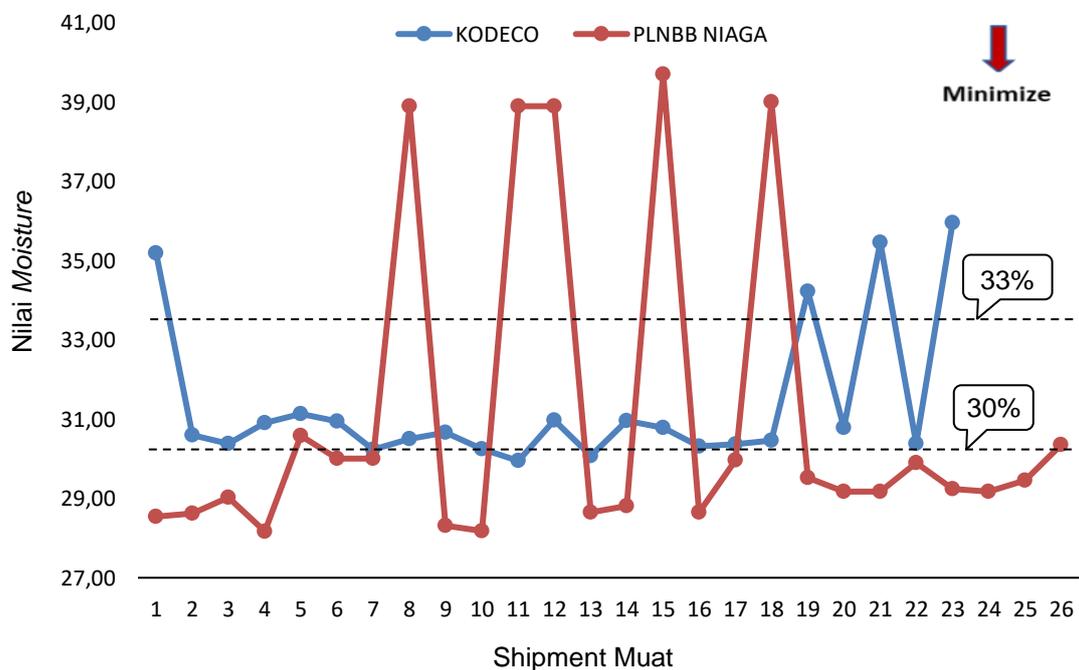
Tabel 5. Penilaian kandungan Ash AR bulan Januari – November 2023

Pemasok	Ash rata-rata tertimbang	Frekuensi Pasokan	Keterangan
KIDECO	3,14%	21	Memenuhi spec
PLNBB Niaga	3,97%	26	2 kali OSF



Gambar 4. Grafik Data Kandungan Ash AR bulan Januari – November 2023

d. Total Moisture (%)



Gambar 5. Grafik Data Total Moisture AR bulan Januari – November 2023

Batas tolak kandungan TM batubara PLTU Tanjung Kasam ditetapkan > 33% (*as Received*). Urutan dari yang terbaik untuk Total Moisture periode 2023 adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Penilaian total moisture AR bulan Januari – November 2023

Pemasok	TM rata-rata tertimbang	Frekuensi Pasokan	Keterangan
KIDECO	31,52%	21	Memenuhi spec
PLNBB Niaga	31,08%	26	Memenuhi spec

3.1.2 Perbandingan Konsumsi Batubara dan Realisasi *Heat Rate*

Tabel 7. Rekapitulasi *heat rate* bulan Januari – November 2023

Periode 2023	Pemakaian	kWh Produksi	SCC/SFC	Kg/Cal Tertimbang	<i>Heat Rate</i>
January	44,728.27	56,211,456	0.796	4,479.53	3,564.43
February	34,026.23	46,092,152	0.738	4,622.78	3,412.63
March	48,593.97	65,175,552	0.746	4,528.05	3,376.05
April	48,555.03	64,618,496	0.751	4,402.24	3,307.89
May	43,209.93	56,930,004	0.759	4,469.46	3,392.32
June	48,504.44	63,984,637	0.758	4,289.10	3,251.41
July	49,578.81	69,432,835	0.714	4,414.80	3,152.41
August	46,915.73	67,755,008	0.692	4,423.46	3,062.94
September	38,470.80	52,223,488	0.737	4,559.99	3,359.15
October	44,697.06	58,079,744	0.770	4,602.98	3,542.36
November	50,041.83	67,104,768	0.746	4,624.75	3,448.80

3.2 Pembahasan

Berdasarkan *Heat Rate* yaitu jumlah panas yang dibutuhkan untuk membangkitkan sejumlah energi listrik (KWh). Berdasarkan tabel 7. bahwa hasil SCC yaitu, 0,796%, 0,751%, 0,759%, 0,758%, dan 0,770% menghasilkan SCC/SFC yang tinggi. Di mana dengan SCC/SFC yang semakin besar atau tinggi maka kualitas batubara semakin menurun dikarenakan boros pemakaian batubara dengan target nilai SCC yaitu 0,75%. Hal tersebut dikarenakan energi yang digunakan untuk menghasilkan uap panas oleh bahan bakar (batubara) yaitu, semakin tinggi nilai kalori pada batubara (kCal/kWh) maka energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran batubara semakin tinggi. Oleh sebab itu, untuk menghasilkan energi panas yang sama batubara yang memiliki nilai kalori yang lebih tinggi (kCal/kWh) akan membutuhkan massa yang lebih sedikit sehingga nilai konsumsi bahan bakarnya (SFC) pun akan menurun [7], [8].

Selain itu SFC pun dipengaruhi oleh nilai *heat rate* pada tabel 7. bahwa hasil *heat rate* periode 2023 yaitu, 3,564.43 kCal/kWh, 3,412.63 kCal/kWh, 3,542.36 kCal/kWh, dan 3,448.80 kCal/kWh menghasilkan nilai *heat rate* yang tinggi. Di mana semakin tinggi maka semakin banyak pula panas yang dibutuhkan sehingga membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak yang menyebabkan nilai SFC meningkat.

Berdasarkan Tabel 7, dijelaskan bahwa semakin buruk kualitas batubara maka *heat rate* semakin rendah. Tetapi tidak semua nilai kualitas batubara yang buruk, *heat ratenya* juga buruk. Bahkan nilai kualitas batubara yang biasa memiliki *heat rate* juga buruk.

Dari Gambar 2, grafik nilai kalori GAR (*Gross Caloric Value*) pada setiap bulan dan SCC/SFC naik karena pasokan dari pemasok terdapat *auto spek* yaitu 4.179 kWh dengan min. 4.450 kWh. Naik SCC berpengaruh dengan kandungan *Ash* tinggi 4,2% dengan max. 4%, dan kandungan sulfur tinggi. Hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai kalori batubara maka jumlah *moisture* dan *ash* pada batubara akan menurun [9], dengan menurunnya nilai *moisture* dan *ash* tersebut maka proses pembakaran dapat berkurang dan panas yang dihasilkan batubara pada proses pembakaran dapat dimanfaatkan lebih maksimal, sehingga nilai *heat rate* dapat menurun. Pada beban tinggi panas yang dihasilkan bahan bakar akan diserap lebih optimum sehingga daya yang dihasilkan lebih besar dan relatif lebih rendah, sehingga kebutuhan nilai panas untuk menghasilkan energi listrik (*heat rate*) berkurang.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari Analisa Pengaruh Kualitas Pasokan Batubara terhadap *Heat Rate* di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tanjung Kasam PLN Batam di dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada tipikal batubara perlu mengetahui kandungan utama pada batubara tersebut. Dengan memiliki 4 parameter kandungan utama, yaitu nilai kalor GAR (*Gross Caloric Value*) 4.450-4.900 kcal/kg, *Ash Content* (kandungan abu %) 4%, *total sulphur* (%) 0,35%, dan *total moisture* (%) 30%.

2. Semakin baik kualitas batubara maka *heat rate* semakin rendah. Tetapi tidak semua nilai kualitas batubara yang buruk, *heat ratenya* juga buruk. Bahkan nilai kualitas batubara yang biasa memiliki *heat rate* juga buruk. Untuk itu harus mempertimbangkan berbagai parameter seperti SCC/SFC, *heat rate*, nilai kalor, kelembaban, dan lainnya secara bersama-sama untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap. Setiap industri atau wilayah mungkin memiliki standar sendiri untuk mengklasifikasikan nilai SCC dan menilai kualitas serta kinerja batubara. Kualitas *heat rate* yang buruk jika SFC melebihi yang telah ditentukan/target tahun ini dengan nilai *standard heat rate* yang digunakan pada kualitas batubara yaitu 0,72%.
3. Penyebab terjadinya penurunan maupun peningkatan pada kualitas batubara dan *heat rate* bahan bakar bukan hanya saat pengoperasian atau pembakaran tidak sempurna. Ada beberapa faktor lain di antaranya yaitu, *derating*, mesin trip atau gangguan pada sistem jaringan, dan kurangnya *maintenance* pada pembangkit

4.2. Saran

Adapun beberapa saran dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Diharapkan untuk melakukan pemeliharaan secara rutin dan pengoperasian pembangkit sesuai SOP, untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan sistem yang berpengaruh terhadap operasional unit pembangkit.
2. Setelah di buatnya program digitalisasi manajemen pemeliharaan pembangkit diharapkan program ini akan mencakup kebutuhan jadwal rutin pemeliharaan dan langkah perbaikan yang dilakukan untuk mengatasi terjadinya gangguan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. B. U. S. PT PLN, *Indikator Kinerja Pembangkit*. Indonesia, 2007.
- [2] A. Hilmi, A. M. Ulfa, and Sulaimansyah, "Analisis Proksimat , Kandungan Sulfur dan Nilai Kalor dalam Penentuan Kualitas Batubara," *Indones. J. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 85–94, 2021.
- [3] W. E. Komariah, "Peningkatan Kualitas Batubara Indonesia Peringkat Rendah Melalui Penghilangan Moisture Dengan Pemanasa Gelombang Mikro," Universitas Indonesia, 2012.
- [4] M. Rudi, *Batam Industrial Estate*. Batam: Badan Pengusaha Batam, 2022.
- [5] S. Kamar, "Analisa Pemakaian Dan Penyediaan Batubara Pada Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU)," in *Prosiding Semiloka Teknologi Logistik Batubara Untuk Mendukung Ketahanan Energi*, 2015, pp. 1–8.
- [6] Kepmen ESDM RI, *Keputusan Menteri ESDM Nomor 267.K/MB.01/MEM.B/2022 Tentang Pemenuhan Kebutuhan Batubara Dalam Negeri*. 2022, pp. 1–52.
- [7] S. Sepfitrah, "Analisis Proximate Hasil Tambang di Riau (Studi Kasus Logas, Selensen dan Pangkalan Lesung)," *J. Sainstek STT Pekanbaru*, vol. 4, no. 1, pp. 18–26, 2016.
- [8] S. O. Wijaya, "Analisis Laju Perpindahan Panas dan Efektivitas Kondensor Unit IV PLTU PT. PJB Up Gresik," Institut Teknologi Sepuluh November, 2019.
- [9] D. Angreini, S. Bahtiar, F. Widyawati, and S. Hidayat, "Analisis Hubungan Kandungan Total Moisture, Total Sulphur, dan Ash Content Terhadap Gross Calorific Value pada Batubara," *J. Tambora*, vol. 5, no. 3, pp. 50–55, 2021.