

## ANALISIS PENGARUH NILAI KALORI BATUBARA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN BIAYA PRODUKSI LISTRIK

Muhammad Iqbal Syahputera<sup>1</sup>; Dianta Mustofa Kamal; Arifia Ekayuliana  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik  
Jalan Prof. Dr. G. A. siwabessy, Kampus UI, Depok 16425  
[miqbals\\_95@yahoo.co.id](mailto:miqbals_95@yahoo.co.id)

### Abstrak

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbahan bakar batubara merupakan pembangkit listrik yang banyak digunakan di Indonesia dengan persentase 57,22% dari total 60 GW daya terpasang berdasarkan data kementerian ESDM, hal tersebut dikarenakan PLTU mempunyai biaya produksi yang rendah sekitar Rp 500- Rp 600 per KWh, jika dibandingkan pembangkit dengan bahan bakar lain seperti gas sekitar Rp 900 per KWh dan BBM sekitar Rp 1.800 per KWh menurut kementerian ESDM. Biaya produksi yang rendah tersebut dikarenakan harga batubara yang lebih murah dibanding bahan bakar fosil lainnya. Dalam pembangkitan, biaya terbesar untuk mengoperasikan sebuah unit adalah biaya bahan bakar sekitar 80% s/d 88% dari total biaya operasi. Jika konsumsi spesifik bahan bakar meningkat mengakibatkan biaya produksi energi listrik (biaya pembangkitan) menjadi tinggi. Nilai konsumsi spesifik bahan bakar tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu Kualitas batubara yang dipakai dalam proses pembangkitan, salah satu yang mempengaruhi nilai kualitas batubara adalah nilai kalori yang terkandung dalam batubara. Nilai kandungan kalori tersebut yang digunakan oleh boiler untuk menghasilkan uap. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai kalori pada batubara terhadap nilai gross plant heat rate (GPHR), net plant heat rate (NPHR), specific fuel consumption (SFC) dan biaya produksi listrik pada unit pembangkit listrik. Pada penelitian ini dilakukan pencarian nilai GPHR, NPHR, SFC dan biaya produksi listrik pada kualitas batubara dan beban yang berbeda, sehingga didapatlah nilai SFC terendah sebesar 0,5418 pada pemakaian batubara kalori 4431 pada beban 320 MW, nilai terendah GPHR dan NPHR senilai 2401 dan 2523 saat memakai batubara dengan kalori 4431 pada beban 320 MW, dan nilai efisiensi termal tertinggi senilai 35,8% saat pemakaian batubara dengan kalori 4431 pada beban 320 MW. Sedangkan biaya pembangkitan terendah pada beban 320 MW dengan pemakaian batubara dengan nilai kalori 4232 dengan biaya produksi listrik sebesar Rp.373.67/KWh. Dari penelitian ini diketahui bahwa semakin tinggi nilai kalori dalam batubara dengan beban mendekati fullload maka nilai SFC, GPHR, NPHR, akan menurun dan efisiensi termal meningkat, sedangkan pada biaya produksi listrik walaupun SFC menurun seiring meningkatnya nilai kalori yang dipakai tetapi tidak membuat biaya produksi listrik menurun, hal ini dikarenakan harga batubara semakin mahal dengan semakin tingginya kalori.

**Kata kunci:** batubara, biaya produksi listrik, gross plant heat rate (GPHR), kalori, net plant heat rate (NPHR), specific fuel consumption (SFC)

### Abstract

Coal-fired power plant is a power plant that is widely used in Indonesia with a percentage of 57.22% of a total of 60 GW of installed power based on ministry of ESDM data, it is because PLTU has low production cost around Rp 500- Rp 600 per KWh, when compared to other fuel-generating plants such as gas around Rp 900 per KWh and BBM around Rp 1,800 per KWh according to the ministry of ESDM. The low production cost is due to the cheaper price of coal than other fossil fuels. In power generation, the largest cost to operate a unit is the fuel cost of about 80% to 88% of the total operating cost. If fuel-specific consumption increases, the cost of producing electrical energy becomes high. The specific fuel consumption values are influenced by several factors, one of which is the quality of coal used in the generation process, one of which effects the value of coal quality is the calorific value contained in coal. The value of the calorie content used by the boiler to produce steam. This study aims to determine the effect of coal quality on the value of gross plant heat rate (GPHR), net plant heat rate (NPHR), specific fuel consumption (SFC) and electricity production costs in power generation units. In this research, GPHR, NPHR, SFC and generating value of coal quality and different load are obtained so that the lowest SFC value is 0,5418 for the use of 4431 calorie coal at 320 MW load, the lowest value of GPHR and NPHR is 2401 and 2523 when using 4431 calorie coal at 320 MW load, and the highest thermal efficiency value 35.8% when usage of 4431 calorie coal at 320 MW load. While the lowest cost of generation at the load of 320 MW with the use of coal with a calorific value of 4232 with generation power costs of Rp.373.67 / KWh. From this study it is known that the higher the calorific value in coal with the load approaching fullload, the SFC, GPHR, NPHR value will decrease and the efficiency increases, while at the generation power cost even though SFC decreases with the increasing of calorie value but does not make the generation power cost decrease, this is because the price of coal increasingly expensive with the higher calories.

**Keyword:** coal, generating power cost, gross plant heat rate (GPHR), kalori, net plant heat rate (NPHR), specific fuel consumption (SFC)

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbahan bakar batubara merupakan pembangkit listrik yang banyak digunakan untuk proyek penyediaan listrik 35000 MW di Indonesia. berdasarkan data kementerian ESDM, PLTU mempunyai persentase 57,22% dari total 60 GW daya terpasang[1], hal tersebut dikarenakan PLTU konvensional mempunyai efisiensi yang cukup baik sekitar 30-35%[2] dan mempunyai biaya produksi yang rendah sekitar Rp 500- Rp 600 per KWh, jika dibandingkan pembangkit dengan bahan bakar lain seperti gas sekitar Rp 900 per KWh dan BBM sekitar Rp 1.800 per KWh menurut kementerian ESDM[1]. Biaya produksi yang rendah tersebut dikarenakan harga batubara yang lebih murah dibanding bahan bakar fosil lainnya.

Dalam pembangkitan, biaya terbesar untuk mengoperasikan sebuah unit adalah biaya bahan bakar sekitar 80% s/d 88% dari total biaya operasi [3], atas dasar tersebut penting untuk memahami aspek bahan bakar yang digunakan pada suatu unit pembangkit. Kualitas batubara yang dipakai akan mempengaruhi *heat rate*, *specific fuel consumption* dan efisiensi. Selain kualitas batubara pola beban pengoperasian pun berpengaruh terhadap *heat rate*, *specific fuel consumption* dan efisiensi sehingga 2 parameter diatas ( kualitas batubara dan beban operasi) akan mempengaruhi biaya produksi listrik pada PLTU. Dengan menggunakan kualitas batubara yang sesuai dan pengoperasian pada beban yang optimum akan menjadikan biaya produksi listrik menjadi lebih murah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kualitas batubara terhadap *heat rate* dan biaya pembangkitan yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik di PLTU palabuhan ratu sehingga didapat kualitas batubara pada beban operasi yang tepat untuk mendapatkan biaya produksi listrik yang rendah.

### 1.2 RUMUSAN MASALAH

- Bagaimana pengaruh nilai kalori batubara terhadap nilai *heat rate* baik *GPHR* dan *NPHR* ?
- Bagaimana pengaruh nilai kalori batubara terhadap nilai *specific fuel consumption* (*SFC*) ?
- Bagaimana pengaruh nilai kalori batubara terhadap nilai efisiensi termal ?
- Bagaimana pengaruh nilai kalori batubara terhadap biaya produksi listrik ?

### 1.3 TUJUAN

- Mengetahui nilai *heat rate* baik *GPHR* dan *NPHR* pada pemakaian batubara dengan nilai kalori yang berbeda
- Mengetahui nilai *specific fuel consumption* (*SFC*) pada pemakaian batubara dengan nilai kalori yang berbeda
- Mengetahui nilai efisiensi termal pada pemakaian batubara dengan nilai kalori yang berbeda
- Mengetahui biaya produksi listrik pada pemakaian batubara dengan nilai kalori yang berbeda

### 1.4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH

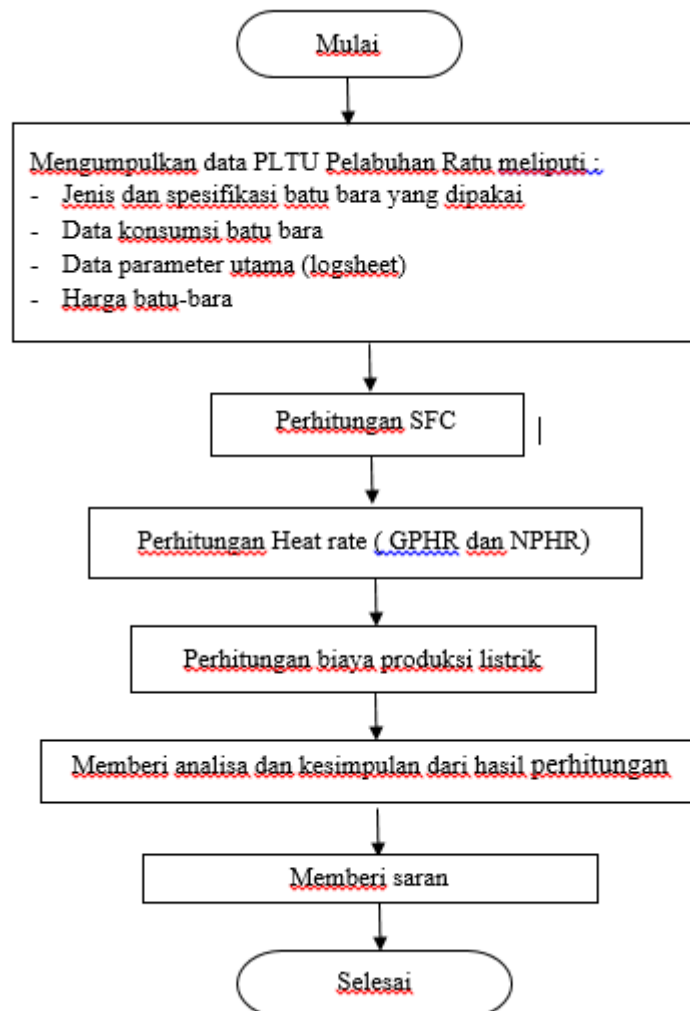
Ruang lingkup penyusunan tugas akhir ini, ialah:

- Penelitian ini berupa analisa perhitungan *SFC*, *heat rate* (*GPHR* dan *NPHR*), efisiensi termal dan biaya produksi listrik pada berbagai jenis batubara.
- Perhitungan menggunakan metode langsung (*direct method*)
- Jenis batubara yang dibahas pada tugas akhir ini hanya batubara yang terdapat di PLTU palabuhan ratu.
- Beban operasi yang digunakan pada penelitian ini hanya pada 240 MW, 280 MW dan 320 MW.
- Data yang dipakai merupakan data selama bulan Januari - April 2018.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Agar penyusunan skripsi berjalan sesuai dengan tujuan, maka digambarkan diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Gambar diagram air penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Indonesia Power Unit Jasa Pembangkitan Jawa Barat 2 Palabuhan Ratu. Penelitian ini dilakukan pengambilan data operasional Pada Unit 2 PLTU Palabuhan Ratu tanggal 1 Januari 2018- April 2018.

Selain data operasi harian penelitian ini juga melakukan pengambilan data batubara yang dipakai pada unit 2 PLTU palabuhan ratu, data batubara yang dipakai merupakan hasil uji proximate dengan metode *thermo graphic analysis (TGA)* dan uji kalori dengan *bom kalori meter*. Batubara yang diuji merupakan batubara dari *bunker* yang sudah dilakukan proses *blending*. Data batubara yang digunakan adalah data hasil uji pada tanggal 1 Januari 2018- April 2018

Berikut data batubara yang dipakai:

Tabel.1 Data Batubara Pemakaian

	TM	Ash	Volatile	Fixed carbon	Nilai kalori
	%	%	%	%	Kcal/Kg
320 MW	41.188	8.271	29.322	19.71	4232
	31.737	5.935	32.831	29.325	4329
	30.294	4.789	31.209	33.68	4431
280 MW	32.92	6.298	31.813	28.565	4023
	33.105	5.527	32.739	28.365	4305
	30.19	7.109	32.714	29.885	4410
240 MW	33.26724	4.196433	34.292	27.98	4206
	34.1452	4.566784	32.354	28.48	4284
	30.83446	5.40523	32.011	31.71	4298
	31.93121	4.514963	31.586	31.586	4328

Kemudian data data tersebut diolah dan dihitung untuk didapatkan nilai-nilai kinerja pada PLTU berupa *Specific Fuel Consumption*, *Heat Rate* dan efisiensi thermal pada masing-masing beban operasi .

## 2.2 Perhitungan Performa

Setelah didapatkan data properties pada masing-masing beban, maka selanjutnya adalah perhitungan performa PLTU dengan menggunakan data daripada properties tersebut. Perhitungan performa tersebut antara lain:

### a. Heat Rate

*Heat Rate* didapat dengan menggunakan persamaan: [4]

$$GPHR \text{ (Gross Plan Heat Rate)} = \frac{B \times HHV}{GGO} \quad [1]$$

Sedangkan untuk Net Plant Heat Rate dapat dihitung dengan rumus:

$$NPHR \text{ (Net Plan Heat Rate)} = \frac{B \times HHV}{\text{Net GGO}} \quad [2]$$

Dimana :

- B = Jumlah pemakaian bahan baker (Batubara) per jam (T/H)
- HHV = Nilai kalori bahan bakar (Batubara) per kg (Kcal/Kg)
- GGO = Gross Generator Output per jam (MWh)
- Net GGO = Gross Generator Output – UAT
- UAT = Pemakaian listrik keperluan sendiri

### b. Specific Fuel Consumption

Berdasarkan standar perusahaan listrik negara (SPLN) No. 80 tahun 1989 *Specific Fuel Consumption* didapat dengan menggunakan persamaan: [5]

$$SFC \text{ gross} = \frac{Q_f}{Kwh(\text{gross})} \quad [3]$$

$$SFC \text{ netto} = \frac{Q_f}{Kwh(\text{netto})} \quad [4]$$

Dimana :

- KWh<sub>(gross)</sub> = Jumlah KWh yang dihasilkan generator (KWh)
- KWh<sub>(netto)</sub> = jumlah KWh <sub>(gross)</sub> dikurangi KWh auxiliary sistem
- Q<sub>f</sub> = Jumlah bahan bakar yang digunakan (kg)

### c. Efisiensi Termal

Efisiensi Thermal didapat dengan menggunakan persamaan : [5]

$$\text{Efisiensi thermal} = \left( \frac{860}{\text{GPHR}} \right) \times 100 \% \quad [5]$$

Dimana : 1 KWh = 860 Kilokalori (Kcal)

d. Biaya produksi listrik

Rumus untuk menghitung biaya produksi listrik per KWh adalah sebagai berikut [6]:

$$\text{Biaya produksi listrik} = \text{SFC}_{\text{nett}} (\text{Kg/KWh}) \times \text{Harga batubara (Rp/kg)} \quad [6]$$

Dimana : Harga batubara didapat dari table harga patokan batubara tahun 2017 yang berasal dari Dirjen Minerba kementerian ESDM berikut :

Tabel 2. Data Harga Patokan Batubara Tahun 2017 [7]

No	MERЕК DAGANG	CV (kcal/kg GAR)	HPB MARKER (US\$/ton)
1	Gunung Bayan I	7000	89,98
2	Prima Coal	6700	89,76
3	Pinang 6150	6200	80.99
4	Indominco IM_East	5700	68.52
5	Melawan Coal	5400	65.9
6	Envirocoal	5000	61.64
7	Jorong J-1	4400	49.65
8	Ecocoal	4200	45.28

Untuk mendapat harga dengan nilai kalori tertentu yang tidak terdapat pada tabel maka dilakukanlah perhitungan dengan interpolasi. Kurs yang digunakan yaitu 1 US Dollar = Rp.13356

### 2.3 Analisa dan Pembahasan

Hasil dari perbandingan kinerja PLTU dengan pemakaian batubara yang berbeda pada masing-masing beban yang didapat kemudian dianalisis. Analisis dilakukan untuk mencari kualitas batubara dengan nilai biaya produksi listrik terbaik .

### 2.4 Hasil Akhir

Hasil dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil suatu kesimpulan yang menjawab permasalahan yang telah diobservasi. Tahapan ini memberikan kesimpulan pada permasalahan yang ada.

## III. PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini akan menganalisis pengaruh kualitas batubara terhadap 3 parameter yaitu spesifik fuel consumption (SFC), heat rate, efisiensi thermal serta pula akan mencari biaya baha bakar yang dihasilkan dari setiap batubara.

### 3.1 Heat Rate

*Heat rate* merupakan jumlah panas yang dibutuhkan untuk membangkitkan sejumlah energi listrik (KWh). Semakin kecil nilai heat rate semakin baik pula kinerja dari suatu mesin, karena semakin sedikit panas yang dibutuhkan untuk memproduksi energi dimana hal tersebut akan berimbas pada penggunaan bahan bakar yang ikut menurun.

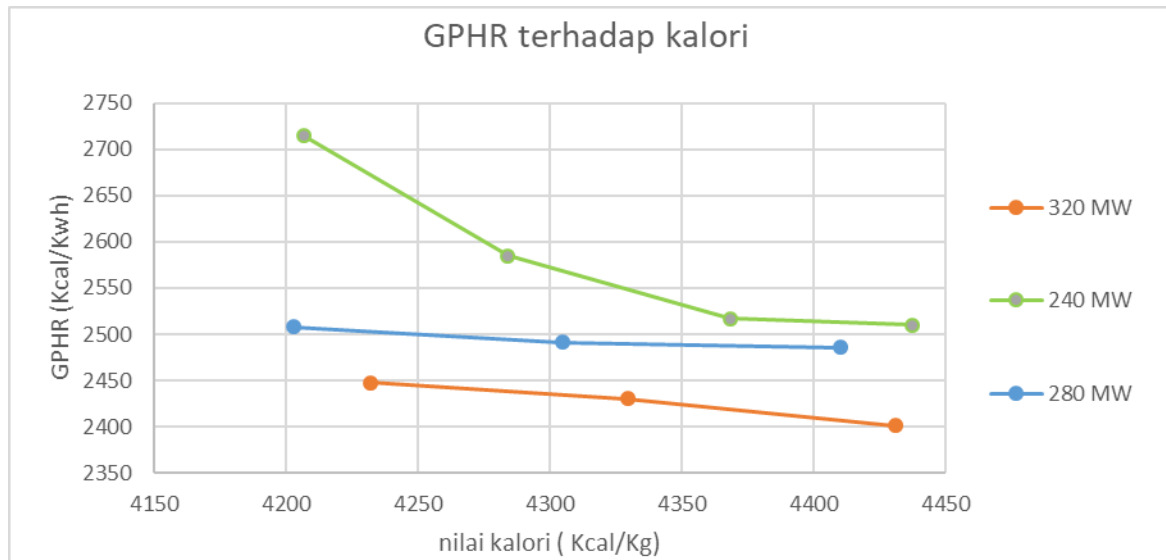
*Heat rate* dibagi 2 yaitu *gross Plant Heat rate (GPHR)* dan *Nett Plant Heat Rate (NPHR)*

Berikut adalah perhitungan *heat rate* pada beban 240 MW:

$$\text{GPHR (Plan Heat Rate)} = \frac{B \times \text{HHV}}{\text{CGO}}$$

$$\text{GPHR (Plan Heat Rate)} = \frac{3716.59 \times 4206.99}{5760}$$

GPHR (Plan Heat Rate) = 2714 Kcal/KWh



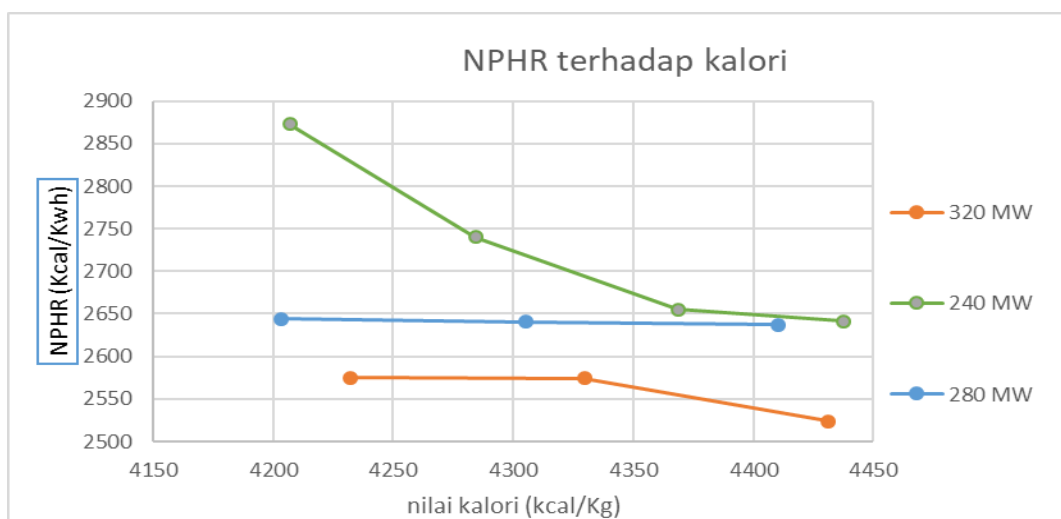
Gambar 2. Grafik GPHR terhadap Kalori

Gambar 2 diatas merupakan grafik hubungan antara nilai Gross Plan Heat Rate (GPHR) dengan nilai kalori batubara yang dipakai dalam pembangkitan. Dari grafik dapat dilihat nilai GPHR menurun seiring naiknya nilai kalori batubara. hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai kalori batubara maka jumlah moisture dan ash pada batubara akan menurun, dengan menurunnya nilai moisture dan ash tersebut maka rugi rugi 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 rugi rugi yang terjadi relatif lebih rendah, sehingga kebutuhan nilai panas untuk menghasilkan energi listrik (*heat rate*) berkurang.

$$NPHR (Net Plan Heat Rate) = \frac{B \times HHV}{\text{Net GGO}}$$

$$NPHR (Net Plan Heat Rate) = \frac{3716.59 \times 4206.99}{5442}$$

$$NPHR (Net Plan Heat Rate) = 2872.94 \text{ Kcal/KWh}$$



Gambar 3. Grafik NPHR terhadap Kalori

Gambar 3 merupakan grafik hubungan antara nilai Nett Plan Heat Rate (NPHR) dengan nilai kalori batubara yang dipakai. Dari grafik diatas dapat dilihat, semakin tinggi nilai kalori yang terdapat pada batubara maka *nett plant heat rate* (NPHR) semakin turun. Hal ini berhubungan dengan nilai GPHR yang

menurun seiring naiknya kalori bahan bakar. dengan menurunnya GPHR tersebut maka *SFC* akan menurun sehingga pemakaian daya sendiri pun berkurang. jika pemakaian daya sendiri menurun maka daya keluaran generator nett akan semakin besar. Hal ini lah yang menyebabkan semakin tinggi nilai kalori bahan bakar maka semakin rendah nilai *NPHR* unit tersebut.

### 3.2 *Specific fuel consumption (SFC)*

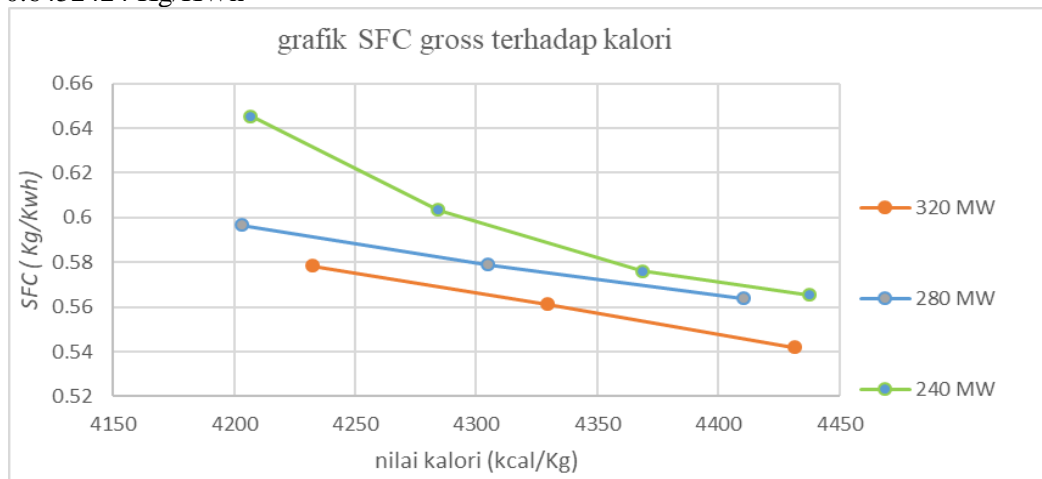
*Specific fuel consumption* adalah banyaknya bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah energi (KWh), semakin rendah nilai *SFC* maka semakin baik pula kinerja dari suatu mesin, karena dapat menghasilkan energi yang tinggi dengan bahan bakar yang rendah.

Berikut perhitungan *SFC* pada beban 240 MW :

$$SFC_{gross} = \frac{Q_f}{Kwh(gross)}$$

$$SFC_{gross} = \frac{3716.59}{5760}$$

$$SFC_{gross} = 0.6452424 \text{ Kg/KWh}$$



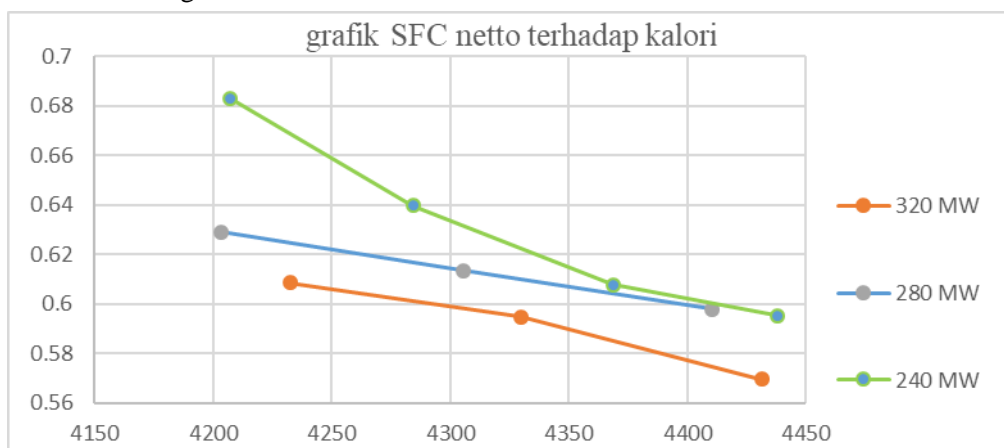
Gambar 4. Grafik SFCgross terhadap kalori

Gambar 4 diatas merupakan grafik hubungan antara nilai *specific fuel consumption gross (SFC gross)* dengan nilai kalori batubara yang dipakai dalam pembangkitan.

$$SFC_{netto} = \frac{Q_f}{Kwh(netto)}$$

$$SFC_{netto} = \frac{3716.6}{5442}$$

$$SFC_{netto} = 0.682895 \text{ Kg/KWh}$$



Gambar 5. Grafik SFC netto terhadap kalori



Gambar 5 diatas merupakan grafik hubungan antara nilai *specific fuel consumption netto* (*SFC netto*) dengan nilai kalori batubara yang dipakai dalam pembangkitan. Dapat dilihat dari kedua grafik diatas bahwa semakin tinggi nilai kalori yang terdapat pada batubara maka konsumsi bahan bakar spesifiknya (*SFC*) baik gross maupun netto semakin turun, yang artinya semakin tinggi nilai kalori yang dipakai semakin sedikit bahan bakar yang dipakai untuk menghasilkan 1KWh listrik . Hal tersebut dikarenakan energi yang digunakan untuk menghasilkan uap di boiler merupakan energi panas yang dihasilkan oleh bahan bakar (batubara), semakin tinggi nilai kalori pada batubara per kg nya maka energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran batubara per kg nya pun makin tinggi. oleh sebab untuk menghasilkan energi panas yang sama, batubara yang memiliki nilai kalori yang lebih tinggi per kg nya akan membutuhkan massa yang lebih sedikit sehingga nilai konsumsi bahan bakarnya (*SFC*) pun akan menurun. Selain itu *SFC* pun dipengaruhi oleh nilai *heat rate*, semakin tinggi nilai *heat rate* maka semakin banyak pula panas yang dibutuhkan sehingga membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak yang menyebabkan nilai *SFC* meningkat.

Dari grafik pun dapat diketahui semakin tinggi beban yang diberikan maka nilai *SFC* gross dan netto akan semakin menurun. Sehingga dapat disimpulkan semakin tinggi nilai kalori yang dipakai pada beban tinggi maka nilai *SFC* akan semakin rendah.

### 3.3 Efisiensi Termal

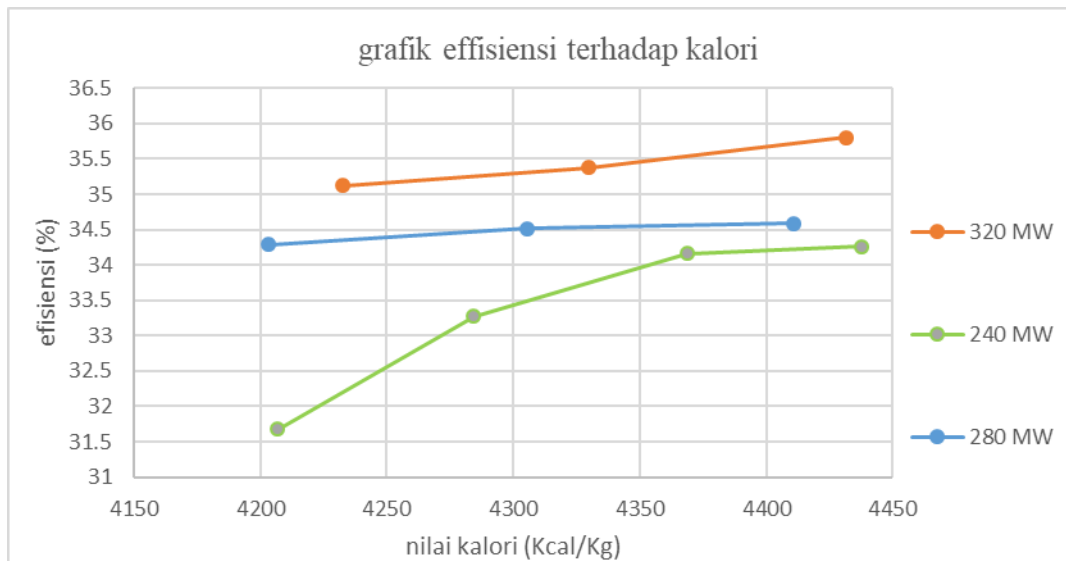
Efisiensi merupakan parameter penting dalam mengukur performa suatu mesin. Efisiensi thermal sendiri merupakan persentase perbandingan energi yang masuk dengan energi yang dihasilkan suatu mesin.

Berikut adalah perhitungan *heat rate* pada beban 240 MW:

$$\text{Efisiensi thermal} = \left( \frac{860}{\text{PHR}} \right) \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi thermal} = \left( \frac{860}{2714.534} \right) \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi thermal} = 31.68131 \%$$



Gambar 6. Grafik efisiensi termal terhadap kalori

Gambar 6 diatas merupakan grafik hubungan antara nilai efisiensi termal dengan nilai kalori batubara yang dipakai dalam pembangkitan. Dapat dilihat semakin tinggi nilai kalori semakin tinggi pula nilai efisiensi termal yang didapat, hal ini sejalan dengan turunnya *heat rate* dengan semakin tingginya nilai kalori yang dipakai.

Efisiensi termal berbanding terbalik dengan *heat rate*, dengan menurunnya *heat rate* maka efisiensi termal akan meningkat, hal ini dapat terlihat dari grafik diatas. Sebagai contoh pada beban 240 MW pada saat memakai batubara dengan nilai kalori 4437 memiliki nilai *GPHR* terendah sedangkan efisiensi thermal menjadi yang tertinggi.

Efisiensi termal pun semakin tinggi seiring tingginya beban, hal ini karena pada beban tinggi energi panas dapat dimanfaatkan lebih maksimal untuk menghasilkan daya dengan *losses* energi yang tidak jauh berbeda dengan beban rendah.



### 3.4 Biaya produksi listrik

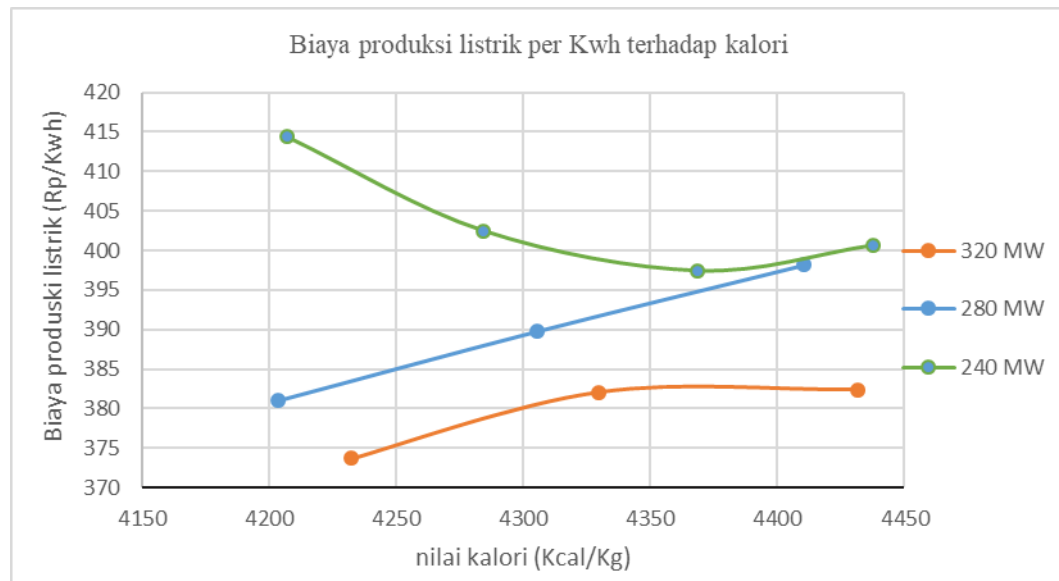
Biaya bahan bakar merupakan hal terpenting dalam menentukan biaya produksi listrik karena 80%-88% biaya produksi listrik tersebut dihasilkan dari biaya bahan bakar, sehingga semakin besar biaya produksi listrik per KWh maka semakin besar pula biaya produksi listrik.

Berikut adalah contoh perhitungan biaya produksi listrik per KWh pada beban 240 MW:

Biaya produksi listrik per KWh =  $SFC_{nett} \text{ (Kg/KWh)} \times \text{Harga batubara (Rp/kg)}$

Biaya produksi listrik per KWh =  $0,6452424 \times 606,802$

Biaya produksi listrik per KWh = Rp.391,5343/KWh



Gambar 7. Grafik Biaya produksi listrik terhadap kalori

Gambar 7 diatas merupakan grafik hubungan antara biaya produksi listrik dengan nilai kalori batubara yang dipakai dalam pembangkitan. Dari grafik diatas dapat dilihat pada beban 240 MW biaya produksi listrik pada pemakaian batubara dengan nilai kalor 4206 tinggi hal ini disebabkan oleh *SFC* yang tinggi, seiring dengan naiknya nilai kalor *SFC* pun turun, tetapi tidak dengan biaya produksi listrik yang memiliki nilai optimum pada nilai kalori sekitar 4300. Hal ini disebabkan karena pada titik tersebut adalah titik paling ideal antara *SFC* dengan harga bahan batubara, karena walaupun *SFC* menurun seiring naiknya nilai kalori yang dipakai tetapi harga batubara pun akan semakin mahal pada kalori yang lebih tinggi.

Pada beban 280 MW dan 320 MW dapat dilihat biaya produksi listrik terbaik berada pada pemakaian batubara dengan nilai kalor rendah. hal ini menunjukkan bahwa penurunan *SFC* seiring naiknya nilai kalori batubara tidak sebanding dengan kenaikan harga batubara dengan kalori yang lebih tinggi

## IV. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

1. Dapat diketahui dengan naiknya nilai kalori batubara yang dipakai dan naiknya beban pembangkitan, nilai *heat rate* baik *GPHR* maupun *NPHR* mengalami penurunan, hal ini ditunjukkan dimana nilai tertinggi *GPHR* dan *NPHR* senilai 2714 dan 2872 saat pemakaian batubara kalori 4206 pada beban 240 MW dan nilai terendah *GPHR* dan *NPHR* senilai 2401 dan 2523 saat memakai batubara dengan kalori 4431 pada beban 320 MW
2. Nilai *SFC* tertinggi didapat pada beban 240 MW dengan nilai *SFC* senilai 0,6452 pada pemakaian batubara dengan kalori 4206 dan nilai *SFC* terendah didapat pada beban 320 MW dengan nilai *SFC* sebesar 0,5418 pada pemakaian batubara kalori 4431. Sehingga dapat disimpulkan dengan naiknya nilai kalori batubara yang dipakai, nilai *SFC* dari unit menurun. Begitu pula jika beban dinaikan, *SFC* pun akan menurun.
3. Dapat diketahui dengan naiknya nilai kalori batubara yang dipakai nilai efisiensi mengalami kenaikan. hal ini ditunjukkan oleh nilai efisiensi thermal tertinggi senilai 35,8% saat pemakaian batubara

dengan kalori 4431 pada beban 320 MW dan efisiensi terendah senilai 31,68% saat pemakaian batubara kalori 4206 pada beban 240 MW.

4. Pada biaya produksi listrik per KWh, penurunan *SFC* tidak serta menurunkan biaya produksi listrik hal ini dikarenakan kenaikan harga bahan bakar seiring naiknya nilai kalori lebih tinggi dibanding penurunan *SFC*. Pada beban 240 MW biaya produksi listrik terendah didapat pada pemakaian batubara berkalori 4368 dengan biaya produksi listrik sebesar Rp397.47 /KWh. Sedang pada beban 280MW dan 320 MW biaya produksi listrik terendah didapat pada pemakaian batubara kalori rendah pada kalori 4203 dan 4232 dengan biaya produksi listrik Rp.381.02/KWh dan Rp.373.67/KWh.

#### 4.2 Saran

Pengambilan data untuk penelitian ini sebaiknya dilakukan pada saat berlangsungnya performance test karena pada saat *performance test*, parameter parameter operasi dikondisikan dan diatur sedemikian rupa untuk mendapat nilai yang optimum dan konstan. Dengan menggunakan data tersebut didapat hasil yang lebih mewakili keadaan sebenarnya.

Perlu dihitungnya biaya pembangkitan yang terdiri atas 2 variabel, yaitu variabel tetap (biaya investasi) dan variabel tidak tetap (perawatan, bahan bakar, dll) sehingga didapatkan biaya pembangkitan listrik yang mendekati sebenarnya.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, <https://www.esdm.go.id> (akses Mei 2018)
- [2] Suyamto. "Perbandingan Perhitungan Efisiensi Antara PLTU Konvensional Dan PLTN", Badan Tenaga Nuklir Nasional : 2009
- [3] Nusyirwan. "Manajemen Pembangkit Tenaga Listrik", Institute Sains Dan Teknologi Nasional : 2010
- [4] Sugiantoro, Bambang. "Metode Analisis Energy Perhitungan Metode Direct And Indirect (Heat Rate/Tara Kalor) Bahan Bakar Batubara Dan Pengaruhnya Pada Performance Sistem Uap", Intuisi Teknologi Dan Seni: 2008
- [5] Basuki, Cahyo Adi. "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dengan Menggunakan Metode Least Square", Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro : 2008
- [6] Nugroho, Agus Adhi. "Analisa Pengaruh Kualitas Batubara Terhadap Biaya Pembangkitan (Studi Kasus Di PLTU Rembang)", Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung: 2014
- [7] Dirjen Minerba Kementerian ESDM. "Harga Batubara Acuan (HBA) & Harga Patokan Batubara (HPB) Bulan Mei 2017": 2017