

Analisis Proksimat, Kandungan Sulfur dan Nilai Kalor dalam Penentuan Kualitas Batubara

Amirul Hilmi¹, Andi Maria Ulfa², Sulaimansyah³

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas batubara yang digunakan sebagai bahan bakar di PLTU 2x7 MW Sumbawa Barat berdasarkan analisis proksimat, kandungan sulfur dan nilai kalor. Batubara yang dianalisis diambil dari luaran coal banker (*belt feeder*). Sampel batubara kemudian dipreparasi sebelum dianalisis, meliputi pengurangan ukuran sampel, penggerusan dan pengayakan. Sampel batubara diuji kualitasnya meliputi analisis proksimat, kandungan sulfur dan nilai kalor. Dari hasil analisis diperoleh nilai kalor yang berbeda-beda antara S1, S2 dan S3, secara berurutan sebesar 4259 Kkal/Kg, 4297 Kkal/Kg dan 4416 Kkal/Kg. Nilai kalor sampel batubara dipengaruhi oleh rasio antara besaran analisis proksimat dengan persentase sulfur.

Kata Kunci: Batubara, Analisis Proksimat, Sulfur, Nilai Kalor.

Abstract: This study aims to analyze the quality of coal used as fuel in PLTU 2x7 MW West Sumbawa based on proximate analysis, sulfur content and heating value. The analyzed coal is taken from the coal banker output (*belt feeder*). The coal sample is then prepared before being analyzed, including reducing the sample size, grinding and sieving. Coal samples were tested for quality including proximate analysis, sulfur content and heating value. From the analysis, it was found that the different heating values between S1, S2 and S3 were respectively 4259 Kcal / Kg, 4297 Kcal / Kg and 4416 Kcal / Kg. The calorific value of coal samples is influenced by the ratio between the proximate analysis and the percentage of sulfur.

Keywords: Coal, Proximate Analysis, Sulphur, Heating Value.

¹Prodi Teknik Industri, FT, UNDOVA, Sumbawa Barat, Indonesia, hilmi.alguntimy@gmail.com

²Prodi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FP, UNDOVA, Sumbawa Barat, Indonesia

³Prodi Teknik Pertambangan, FT, UNDOVA, Sumbawa Barat, Indonesia

A. Pendahuluan

Batubara merupakan salah satu bahan bakar yang bersumber dari hidrokarbon berbentuk padat. Bataubara sendiri terbentuk dari tanaman dan mikroorganisme yang memadat karena pengaruh tekanan. Penggunaan batubara sebagai bahan bakar banyak digunakan pada industri-industi besar, seperti industri semen dan pada pembangkit listrik tenaga uap. Kualitas batubara sangat berpengaruh pada hasil produksi suatu industri.

Kualitas batubara yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga uap perlu dianalisis terlebih dahulu agar sesuai dengan standar batubara yang diperlukan pada pembangkit listrik tenaga uap. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui kualitas batubara meliputi analisis proksimat, analisis persentase sulfur dan analisis nilai kalor. Dengan menggunakan batubara berkualitas tinggi maka dapat meningkatkan efisiensi dari pembangkit listrik tenaga uap (Kaur et al., 2015)

Analisis proksimat merupakan analisis yang meliputi *moisture content*, *volatile matter*, *ash content* dan *fixed carbon* dari sampel batubara (Yadav & Yadav, 2017). Analisis proksimat merupakan cara yang paling sederhana dan paling umum digunakan dalam menilai batubara, analisis ini juga sering digunakan bagi konsumen dalam memilih kualitas batubara sesuai kebutuhan sebelum membeli batubara (Sepfitrah, 2016), serta digunakan oleh operator dalam memprediksi performanya (Zhu, 2014).

Dalam menentukan nilai kalor batubara, sulfur merupakan salah satu parameter yang penting untuk dianalisis. Selain itu, analisis sulfur perlu dilakukan karena sulfur sangat memberikan dampak terhadap lingkungan dalam bentuk emisi SO₂, sehingga perlu dipastikan jumlahnya dibawah ambang batas yang ditetapkan (Zhu, 2014).

Pada pembangkit listrik tenaga uap, karakteristik batubara yang digunakan yaitu nilai kalor (NCV) mulai dari 5 MJ/Kg sampai 30 MJ/Kg, abu mulai dari 1% sampai dengan 50%,

kandungan air (*Moisture*) mulai dari 5% sampai 65% dan sulfur mulai dari 0,5% sampai 2,5% (Nalbandian, 2011).

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis nilai analisis proksimat (*inherent moisture, volatile matter, ash content, dan fixed carbon*), menganalisis nilai kalor dan persentase sulfur, analisis hubungan nilai analisis proksimat dan persentase sulfur terhadap nilai kalor batubara yang digunakan sebagai bahan bakar boiler di pembangkit tenaga listrik (PLTU) 2x7 MW Sumbawa Barat.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari studi literatur, pengolahan sampel dan pengumpulan dan analisis data. Studi literatur yang dilakukan yaitu mengumpulkan informasi dan referensi, berupa jurnal dan buku yang berkaitan dengan penelitian.

Pengolahan sampel dilakukan dengan tahapan pengambilan sampel di *belt feeder*, kemudian dilakukan pengurangan ukuran dengan *crusher*. Sampel kemudian digrinding dengan *ball mill* untuk membentuk sampel menjadi bubuk. Sampel kemudian diayak dengan ukuran 0,25 mm.

Sampel yang sudah dipreparasi kemudian dilakukan pengujian Proksimat analisis yang berupa *inherent moisture, volatile matter, ash content dan fixed carbon*. Pengujian proksimat analisis mengacu pada standar ASTM D 3172. Sampel juga diuji persentase sulfur dan nilai kalornya. Kandungan sulfur diuji menggunakan alat *sulfur analyzer 5E-S3200* dan mengacu pada standar ASTM D 4239. Sedangkan analisis nilai kalor diuji menggunakan alat *Bomb Oxygen Calorimeter 5E-C5500* dan mengacu pada standar ASTM D 5865.

C. Temuan dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas batubara yang digunakan sebagai bahan bakar *boiler* di PLTU 2x7 MW Sumbawa Barat. Kualitas batubara merupakan nilai-

nilai parameter yang terkandung dalam batubara yang dapat dijadikan acuan dalam mengklasifikasikan batubara (Arisandy et al., 2017).

Pengujian perlu dilakukan secara berkala dan harian, yaitu ketika batubara baru datang dan sebelum dimasukkan ke *furnace*. Pada penelitian ini, sampel batubara merupakan *coal feeder* yang diambil dari *belt feeder*. Sampling dilakukan secara manual ketika *belt feeder* bergerak.

Hasil penelitian yang diperoleh, yaitu hasil analisis proksimat, kandungan sulfur dan nilai kalor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian batubara

Sampel	Analisis Proksimat				% Sulfur	Nilai Kalor (Kkal /Kg)
	%Moisture	%Volatile Matter	% Ash	% Fixed Carbon		
S1	22,4593	15,7751	16,0343	45,7312	0,21	4259
S2	23,8859	17,3707	10,8438	47,8995	0,237	4297
S3	23,6218	14,5335	12,2053	49,6392	0,22	4416

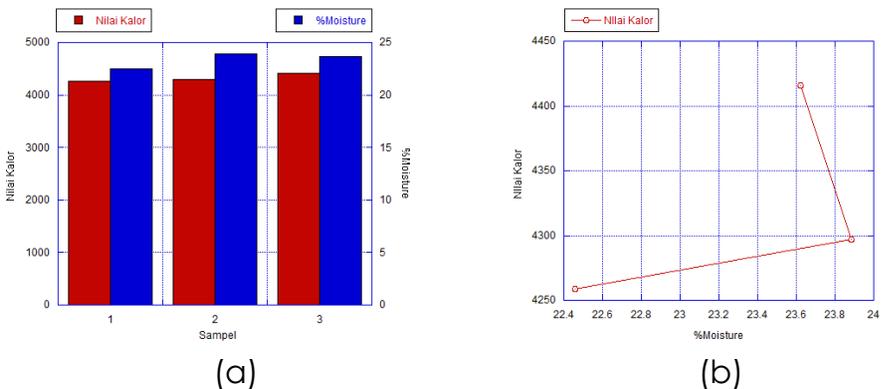
Kualitas batubara yang digunakan di pembangkit listrik tenaga uap harus memiliki kualitas yang baik supaya diperoleh tingkat efisiensi yang tinggi, dimana batubara yang baik kualitasnya memiliki nilai kalor yang tinggi, rendah kandungan abu, persentase sulfur rendah (kurang dari 1%) (Yadav & Yadav, 2017). Peningkatan efisiensi dapat memberikan keuntungan dari segi biaya operasional yang semakin rendah dan mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂) (Banković et al., 2018).

Nilai kalor merupakan jumlah energi yang dihasilkan dari pembakaran 1 Kg bahan bakar (Tirumala Srinivas et al., 2017). Besar nilai kalor batubara sangat dipengaruhi oleh 4 parameter yaitu kandungan air (*Mositure*), zat terbang (*Valittle Matter*), abu (*Ash*) dan karbon tertambat (*Fixed Carbon*). Perhitungan yang melibatkan keempat parameter ini memberikan pengaruh yang besar terhadap akurasi besar nilai gros kalori (GCV) (Huda, 2014). Kualitas batubara yang

digunakan di PLTU 2x7 MW Sumbawa Barat yaitu medium, dimana batubara dengan kualitas medium memiliki nilai kalor antara 4700-5700 Kkal/Kg (Bhati et al., 2017).

1. Pengaruh Kandungan Air Terhadap Nilai Kalor

Kandungan air (*Moisture*) dalam batubara ditentukan berdasarkan jumlah massa yang hilang ketika dilakukan proses pemanasan (oksidasi) (Kozlov et al., 2015). Analisis kandungan air pada batubara merupakan salah satu parameter dari analisis proksimat, dimana menurut (Kadir et al., 2017) semakin tinggi kandungan air pada batubara maka nilai kalornya semakin rendah. Dari hasil analisis pengaruh kadar air tidak terlalu signifikan terhadap besar nilai kalor.

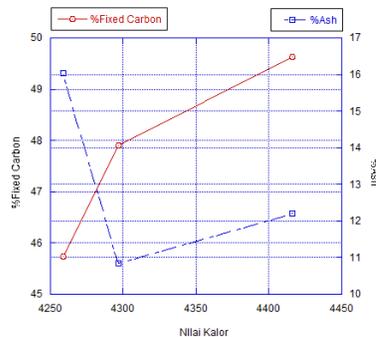


Gambar 1. Hubungan Kandungan Air dengan Nilai Kalor (a) dan (b)

Dari Gambar 1. pernyataan ini sesuai untuk S1 dan S2, sementara itu pada S3 tidak sesuai jika dibandingkan dengan S1 dan S2. Besar kandungan air (*Moisture*) secara berurutan dari S1, S2, dan S3 yaitu 22,4593%, 23,8859% dan 23, 6218% dengan nilai kalor secara berurutan sebesar 4259 Kkal/Kg, 4297 Kkal/Kg dan 4416 Kkal/Kg.

2. Pengaruh Kandungan Abu dan Karbon Tertambat terhadap Nilai Kalor

Parameter kandungan abu (*Ash content*) dan karbon tertambat (*Fixed Carbon*) merupakan salah satu parameter yang diuji dalam analisis proksimat. Besar kandungan kedua parameter ini berpengaruh terhadap besar nilai kalor batubara. Semua jenis batubara memiliki karakter yang sama, dimana semakin rendah kandungan abu semakin tinggi nilai kalor (Yilmaz et al., 2019). Abu batubara merupakan sisa hasil pembakaran yang merupakan mineral anorganik, semakin tinggi kandungan abu batubara maka dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan (Rahman et al., 2019).



Gambar 2. Hubungan Karbon Tertambat dan Abu terhadap Nilai Kalor

Dari Gambar 2. Dapat dipahami bahwa besar nilai kalor batubara dipengaruhi oleh besar karbon tertambat dan abu. Nilai kalor pada S1 lebih rendah dibandingkan dengan S2 dan S3, secara berurutan sebesar 4259 Kkal/Kg, 4297 Kkal/Kg dan 4416 Kkal/Kg. Dari hasil analisis dapat disimpulkan, rendahnya nilai kalor pada S1 dikarenakan rendahnya kandungan karbon tertambat dan tingginya kandungan abu (Erwin Malaidji et al., 2018) dan (Annisa, 2017).

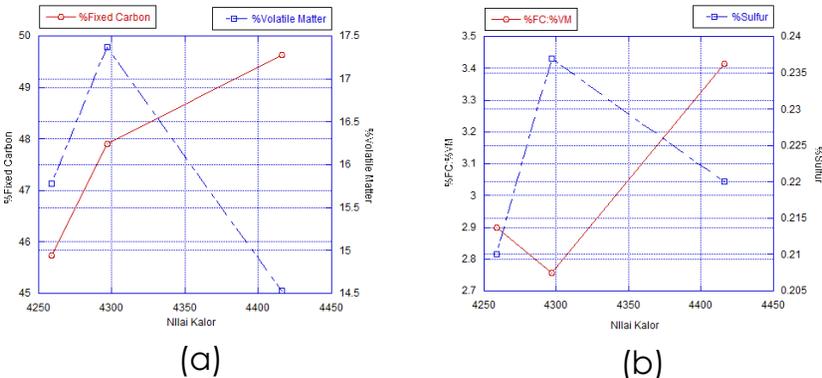
Kandungan abu (*Ash*) secara berurutan pada S1, S2 dan S3 yaitu 16,0343%, 10,8438% dan 12,2053%. Sementara itu kandungan karbon tertambat (*fixed carbon*) pada S1, S2 dan S3 secara berurutan sebesar 45,7312%, 47,8995% dan 49,6392%.

3. Pengaruh rasio carbon tertambat, zat terbang dan sulfur terhadap nilai kalor

Rasio antara %Fixed Carbon dan %Volatile Matter merupakan rasio bahan bakar (*Fuel ratio*) yang mengindikasikan karakteristik pembakaran batubara (Makgato & Chirwa, 2017). Rasio bahan bakar (rasio antara %Fixed Carbon dan %Volatile Matter) dapat dilihat pada **Tabel 2**. Secara berurutan untuk S1, S2 dan S3 yaitu 2,8989, 2,7574 dan 3,4155. Dari penelitian yang dilakukan (Aich et al., 2020) penentuan rasio bahan bakar (*fuel ratio*) perlu dilakukan dimana performa pembakaran batubara yang terbaik ketika batubara mengandung abu sebesar 20%-35% dan rasio bahan bakar sebesar 1,4-1,5.

Tabel 2. Besar nilai rasio bahan bakar dan nilai kalor pada sampel S1, S2 dan S3

Sampel	Rasio %FC: %VM	Nilai Kalor (Kkal/Kg)
S1	2,8989	4259
S2	2,7574	4297
S3	3,4155	4416



Gambar 3. Hubungan zat terbang dan Karbon Tertambat dengan Nilai Kalor (a), hubungan rasio bahan bakar dan sulfur terhadap nilai kalor (b)

Berdasarkan Gambar 3. Menunjukkan adanya pengaruh antara besar carbon tertambat (*fixed carbon*) dan zat terbang

(*volatile Matter*) terhadap nilai kalor batubara. Tampak pada Gambar 3. Pada S3 kandungan karbon tertambat paling besar yaitu sebesar 49,6392% dan kandungan zat terbang (*volatile Matter*) paling kecil yaitu sebesar 14,5335% serta memiliki nilai kalor paling besar yaitu 4416Kkal/Kg. seperti yang dilakukan oleh (Hamdani & Oktarini, 2014) kedua parameter ini sangat berpengaruh pada nilai kalor, dimana semakin tinggi kandungan karbon tertambat dan semakin kecil kandungan zat terbang maka nilai kalornya semakin tinggi.

Berdasarkan Tabel 2. dan Gambar 3. Semakin besar rasio %FC: %VM maka semakin besar nilai kalornya. Namun sedikit menyimpang untuk S2 dimana %FC: %VM lebih kecil dari S1 yaitu sebesar 2,7574 dan memiliki nilai kalor yang lebih besar dari S1 yaitu sebesar 4297 Kkal/Kg. Hal ini disebabkan karena persentase sulfur pada S2 lebih besar dibandingkan dengan S1 yaitu sebesar 0,237, semakin tinggi persentase sulfur maka semakin rendah nilai kalor batubara (Huseini et al., 2018).

D. Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalor pada S1, S2 dan S3 dipengaruhi oleh parameter-parameter kandungan air, zat terbang, abu, karbon tertambat dan persentase sulfur. Secara berurutan nilai kalor S1, S2 dan S3 yaitu 4259 Kkal/Kg, 4297 Kkal/Kg dan 4416 Kkal/Kg. kualitas batubara yang digunakan pada PLTU 2x7 MW Sumbawa Barat yaitu medium. Parameter yang berpengaruh terhadap nilai kalor pada sampel batubara yaitu kandungan karbon, abu, sulfur dan rasio antara karbon tertambat dengan zat terbang. yang paling terlihat yaitu besar kandungan karbon tertambat, semakin besar kandungan karbon tertambat maka nilai kalornya semakin besar, secara berurutan kandungan karbon tertambat dari S1, S2 dan S3 yaitu 45,7312%, 47, 8995% dan 49,6392%.

Daftar Pustaka

- Aich, S., Behera, D., Nandi, B. K., & Bhattacharya, S. (2020). Relationship between proximate analysis parameters and combustion behaviour of high ash Indian coal. *International Journal of Coal Science and Technology*, 7(4), 766–777. <https://doi.org/10.1007/s40789-020-00312-5>
- Annisa, A. (2017). Diterminasi Sebaran Kuat Pengaruh Nilai Kandungan Abu Terhadap Nilai Zat Terbang dan Nilai Kalori Dalam Presntasi. *Jurnal Geosapta*, 3(2), 127–131.
- Arisandy, A. A., Nugroho, W., & Winaswangusti, A. U. (2017). Peningkatan Kualitas Batubara Sub Bituminous Menggunakan Minyak Residu Di PT. X Samarinda, Kalimantan Timur (Upgrading The Quality of Sub Bituminous Coal by Using Recycle Oil at PT. X Samarinda, East Kalimantan Province). *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 5(1), 1–6.
- Banković, M. V., Stevanović, D. R., Pešić, M. D., Tomašević, A. D., & Kolonja, L. R. (2018). Improving efficiency of thermal power plants through mine coal quality planning and control. *Thermal Science*, 22(1), 721–733. <https://doi.org/10.2298/TSCI170605209B>
- Bhati, P., Singh, M., & Issar, S. (2017). Indonesia ' S Emission Norms. In *Indonesia's Coal Power Emission Norms: Lessons From India and China*.
- Erwin Malaidji, E. M., Anshariah, A., & Agus Ardianto Budiman, A. A. B. (2018). Analisis Proksimat, Sulfur, Dan Nilai Kalor Dalam Penentuan Kualitas Batubara Di Desa Pattappa Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 6(3), 131. <https://doi.org/10.33536/jg.v6i3.244>
- Hamdani, & Oktarini, Y. (2014). Karakteristik Batubara Pada Cekungan Meulaboh Di Kabupaten Aceh Barat Dan Nagan Raya, Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 01(01), 77–84.
- Huda, M. (2014). Development of New Equations for Estimating Gross Calorific Value of Indonesian Coals. *Indonesian Mining Journal*, 17(1), 10–19.
- Huseini, F., Solihin, & Pramusanto. (2018). Kajian Kualitas Batubara Berdasarkan Analisis Proksimat, Total Sulfur dan Nilai Kalor Untuk Pembakaran Bahan Baku Semen di PT Semen Padang Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 4(2), 668–677.
- Kadir, A. R., Widodo, S., & Anshariah, A. (2017). Analisis Proksimat Terhadap Kualitas Batubara Di Kecamatan Tanah Grogot Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine*, 5(2), 63–67. <https://doi.org/10.33536/jg.v5i2.128>
- Kaur, R., Singh, I., Saxena, J., & Grover, S. (2015). Coal Analysis in Thermal Power Plant. *Ijireeice*, 3(11), 14–15.
-

- <https://doi.org/10.17148/ijireeice.2015.31103>
- Kozlov, A., Svishchev, D., Donskoy, I., Shamansky, V., & Ryzhkov, A. (2015). A technique proximate and ultimate analysis of solid fuels and coal tar. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 122(3), 1213–1220. <https://doi.org/10.1007/s10973-015-5134-7>
- Makgato, S. S., & Chirwa, E. M. N. (2017). Characteristics of thermal coal used by power plants in Waterberg region of South Africa. *Chemical Engineering Transactions*, 57, 511–516. <https://doi.org/10.3303/CET1757086>
- Nalbandian, H. (2011). *Expert systems and coal quality in power generation*.
- Rahman, R., Widodo, S., Azikin, B., & Tahir, D. (2019). Chemical composition and physical characteristics of coal and mangrove wood as alternative fuel. *Journal of Physics: Conference Series*, 1341(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1341/5/052008>
- Sepfitrah. (2016). Analisis Proximate Hasil Tambang di Riau (Studi Kasus Logas , Selensen dan Pangkalan Lesung). *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru*, 4(1), 18–26.
- Tirumala Srinivas, G., Rajeev Kumar, D., Murali Mohan, P. V. V., & Nageswara Rao, B. (2017). Efficiency of a Coal Fired Boiler in a Typical Thermal Power Plant. *American Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 2(1), 32. <https://doi.org/10.11648/j.ajmie.20170201.15>
- Yadav, S., & Yadav, P. S. (2017). “ Analysis of Performance of Coal Fired Boiler in Thermal Power Plant .” 5–14.
- Yilmaz, S., Cuhadaroglu, D., & Toroglu, I. (2019). Correlation between Ash Content of Size & Density Fractionated Coal Samples and their Corresponding Calorific Values. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 362(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/362/1/012094>
- Zhu, Q. (2014). Coal sampling and analysis standards. In *IEA Clean Coal Centre* (Issue 2014). https://www.usea.org/sites/default/files/042014_Coal_sampling_and_analysis_standards_ccc235.pdf