

Analisis Penggunaan Briket Biomassa Cangkang Kelapa untuk PLTU 695 MW

Kholiq Deliasgarin Radyantho^{1*}, Faisal Manta², Azmia Rizka Nafisah³, Nur Robbi⁴

^{1,2,3,4}Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

*Penulis Korespondensi, email: kholiq.radyantho@lecturer.itk.ac.id

Received:09/01/2023

Revised:16/01/2023

Accepted:17/01/2023

Abstract. Coconut shell/shell waste can be found in markets and stalls selling young coconuts. Coconut shells/shells can be used as fuel such as charcoal for cooking but are still not widely used other than for those needs. Government policies and trends until 2025 focus on using new and renewable energy sources as fuel for power plants in Indonesia. Several power plants are already using wood pellets and other biomass as mixed fuel and an alternative to coal. Biomass briquettes are made with the main ingredients of shell waste and starch adhesive using the pyrolysis method. This biomass briquette with coconut shell/shell has a fairly good calorific value of 6185 Kcal/Kg so it is promising to be used as a substitute for coal. Furthermore, the properties of the briquettes are entered into the gatecycle software to be tested for their feasibility as a substitute for coal. To achieve a power of 695 MW, biomass briquettes require 269 tons/hour of briquettes to replace coal with a heating value of 5900 kcal/kg as much as 264 tons/hour of coal. Based on the simulation, biomass briquettes require more fuel intake than coal by 5 tons/hour or 1.89% to achieve the same generator output power (695 MW). Biomass briquette fuel also has a lower net plant power value of 2.46 MW due to an increase in its own usage or auxiliary power of 1.96 MW. The increase in self-use is due to the increase in total feed air requirements when using briquettes, which decreases net plant power. The increase in self-usage of 1.96 MW also increases the fuel needed to achieve a generator output power of 695 MW. Based on the simulation, biomass briquettes from coconut shells can be an alternative fuel to replace coal for power plants with the effect of increasing fuel consumption, increasing auxiliary usage and decreasing net plant power.

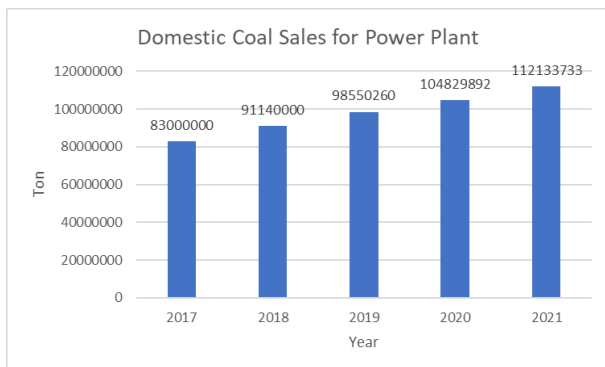
Keywords: coconut's shell, biomass briquettes, power plant, heating value, fuel consumption, gatecycle

Abstrak. Sampah cangkang/tempurung kelapa banyak ditemukan di pasar dan kios penjual kelapa muda. Cangkang/tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar semisal arang untuk memasak namun masih belum banyak digunakan selain kebutuhan tersebut. Kebijakan pemerintah dan tren hingga tahun 2025 menitik beratkan untuk menggunakan sumber energi baru dan terbarukan sebagai bahan bakar *power plant* di Indonesia. Saat ini beberapa pembangkit sudah menggunakan *pellet* kayu dan biomassa lain sebagai bahan bakar campuran dan alternatif batu bara. Briket biomassa dibuat dengan bahan utama limbah cangkang/tempurung serta perekat tepung kanji dengan metode pirolisis. Briket biomassa dengan tempurung/cangkang kelapa ini memiliki NK (nilai kalor) cukup baik yaitu 6185 Kcal/Kg sehingga menjanjikan untuk dapat digunakan sebagai pengganti batu bara. Selanjutnya *properties* briket dimasukkan ke dalam *software gatecycle* untuk diuji kelayakannya sebagai pengganti batu bara. Untuk mencapai daya 695 MW, briket biomassa membutuhkan 269 Ton/jam briket untuk menggantikan batu bara dengan NK 5900 kcal/kg sebanyak 264 Ton/jam batu bara. Berdasarkan simulasi, briket biomassa membutuhkan asupan bahan bakar lebih banyak dibandingkan batu bara sebesar 5 Ton/jam atau 1,89% untuk mencapai daya *output generator* yang sama (695 MW). Bahan bakar briket biomassa juga memiliki nilai daya hasil bersih (*net plant power*) yang lebih rendah sebanyak 2,46 MW karena naiknya nilai penggunaan sendiri (PS) atau auxiliary power sebanyak 1,96 MW. Naiknya penggunaan sendiri disebabkan oleh peningkatan kebutuhan *total air feed* ketika menggunakan briket, hal tersebut mengakibatkan turunnya daya hasil bersih (*net plant power*). Peningkatan penggunaan sendiri sebesar 1,96 MW membuat bahan bakar yang dibutuhkan untuk mencapai daya generator output 695 MW turut meningkat. Berdasarkan simulasi briket biomassa dari cangkang kelapa dapat menjadi alternatif bahan bakar pengganti batu bara untuk *power plant* dengan efek peningkatan konsumsi bahan bakar, peningkatan penggunaan sendiri (*auxiliary usage*) dan penurunan daya hasil bersih (*net plant power*).

Kata Kunci: cangkang/tempurung kelapa, briket biomassa, pembangkit listrik, nilai kalor, konsumsi bahan bakar, gatecycle.

I. PENDAHULUAN

Konsumsi batu bara untuk *power plant* di Indonesia telah mencapai lebih dari 110 Juta ton pada tahun 2021. Dengan tren yang akan terus meningkat dari tahun 2017 hingga 2021 menjadi indikasi bahwa kebutuhan batu bara untuk pembangkit listrik akan terus meningkat (Gambar 1). Hal ini menjadi penanda bahwa coal-fired *power plant* masih akan terus digunakan sebagai sumber energi listrik. Sedangkan kebijakan pemerintah Indonesia adalah untuk menekan penggunaan bahan bakar fosil dan mengganti menjadi bahan bakar terbarukan secara bertahap.



Gambar 1. Penjualan batu bara untuk *power plant* domestik Indonesia [1].

(Sumber: Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia, 2021)

Tempurung/cangkang kelapa merupakan sampah yang banyak ditemukan di Indonesia. Penggunaan tempurung/cangkang kelapa selama ini hanyalah sebatas sebagai bahan bakar untuk memasak dan juga bahan kerajinan tangan (*hand craft*). Padahal tempurung/cangkang kelapa dapat dibuat menjadi briket biomassa dengan kepadatan energi cukup tinggi [2]. Briket biomassa dengan bahan cangkang kelapa dapat dibuat dengan proses pirolisis dengan residu karbon atau dapat disebut juga sebagai proses karbonisasi [3].

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan beberapa Langkah yang meliputi modelling sistem pembangkit, uji lab briket, dan terakhir simulasi briket. Briket tempurung/cangkang kelapa yang telah dibuat kemudian diuji lab untuk mengetahui nilai *proximate* dan *ultimate analysis*-nya. Hasil ini

kemudian dimasukkan ke dalam software *gatecycle* untuk diuji pada pembangkit 695 MW. Hasil pengujian ini kemudian akan dibandingkan dengan batu bara standar *test (commissioning data)* PLTU dengan nilai kalor *HHV* sebesar 5900 kcal/kg. Hasil yang didapatkan berupa konsumsi bahan bakar serta luaran daya akan dibandingkan antara briket dan batu bara. Hasil pengujian dibahas untuk menentukan apakah briket biomassa dari tempurung/cangkang kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pembangkit batu bara.

A. Modelling Power plant

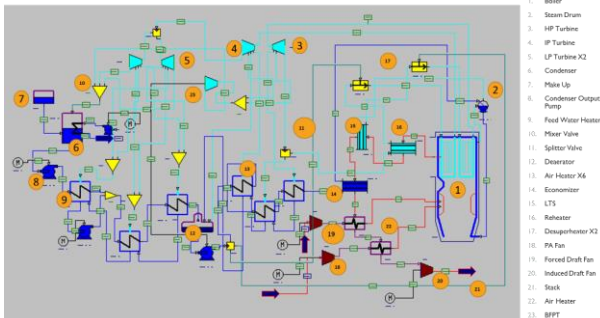
Pembangkit yang dimodelkan adalah pembangkit listrik tenaga uap (*steam powered power plant*) dengan konfigurasi *high pressure turbine, intermediate pressure turbine, low pressure turbine* dan *boiler feed pump turbine*. Daya maksimum generator sebesar 695 MW. Bahan bakar yang digunakan untuk *modelling* awal ini menggunakan bahan bakar *test bench (commissioning data)* batu bara dengan nilai kalor 5900 kcal/kg (ditunjukkan pada Tabel 1). Desain sistem pembangkit ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Analisis batu bara dengan nilai *HHV* 5900 kcal/kg.

Coal Analysis	Unit	Value
HHV (AR)	kcal/kg	5900
Ultimate Analysis		
Carbon (AR)	% wt	59.38
Hydrogen (AR)	% wt	4.33
Oxygen	% wt	13.36
Sulfur (AR)	% wt	0.41
Nitrogen (AR)	% wt	1.35
Ash (AR)	% wt	6.17
Moisture Content (AR)	% wt	15
Proximate Analysis		
Total Moisture Content (AR)	% wt	15
Fixed Carbon (AR)	% wt	40.37
Volatile Matter (AR)	% wt	38.46
Ash Content (AR)	% wt	6.17

Briket tempurung/cangkang kelapa kemudian diuji lab untuk mengetahui nilai *proximate* dan *ultimate analysis*-nya. Hasil ini kemudian

dimasukkan ke dalam software gatecycle untuk diuji pada pembangkit 695 MW. Hasil pengujian ini kemudian akan dibandingkan dengan batu bara standar test PLTU dengan nilai kalor HHV sebesar 5900 kcal/kg (ditunjukkan pada Tabel 1). Hasil pengujian kemudian dibahas untuk menentukan apakah briket biomassa dari tempurung/cangkang kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pembangkit batu bara.



Gambar 2. Modelling Unit Simulasi PLTU 695 MW.

B. Analisis Briket Biomassa

Briket biomassa dengan bahan cangkang/tempurung kelapa diuji properties untuk mengetahui proximate dan ultimate analisisnya. Informasi tersebut kemudian digunakan sebagai input program *gatecycle* sebagai bahan bakar pengganti batu bara untuk *power plant*. Hasil uji lab ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Hasil uji lab sampel briket biomassa cangkang kelapa (*proximate*)

Code of Sample		BRIKET
Mass as Received (kg)		1.153
Parameter	Unit	RESULT
Total Moisture (ar)	% wt	11.6
Moisture in The Analysis Sample (adb)	% wt	9
Ash Content (adb)	% wt	3.4
Volatile Matter (adb)	% wt	20.3
Fixed Carbon by Difference (adb)	% wt	67.3
Total Sulphur (adb)	% wt	0.06

Gross Calorific Value (adb)	Kcal/Kg	6367
Gross Calorific Value (ar)		6185

Tabel 3. Hasil uji lab sampel briket biomassa cangkang kelapa (*ultimate*).

Code of Sample		BRIKET
Ultimate Analysis (ASTM D3176-16)		
Carbon % (adb)		71.46
Hydrogen % (adb)		3.15
Nitrogen % (adb)		0.2
Moisture % (adb)		9
Ash % (adb)		3.4
T.S % (adb)		3.4
Oxygen % (adb)		12.73

C. Simulasi Briket pada Power plant

Data pada Tabel 2 dan Tabel 3 digunakan sebagai informasi bahan bakar pada *software* dan dilakukan pengujian pembangkitan daya. Hasil dari simulasi *power plant* menggunakan batu bara dan briket biomassa dari cangkang/tempurung kelapa ditunjukkan pada Tabel 5.

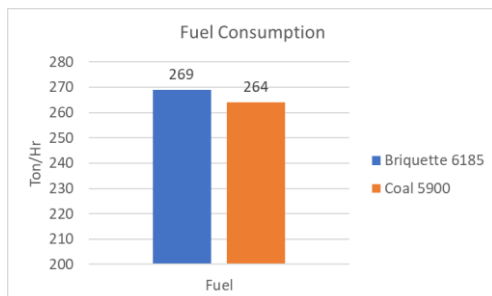
Tabel 5. Hasil simulasi *gatecycle*

Description	Biomass Briquette	Coal
Heating Value (kcal/kg)	6185	5900
Coal Feed (ton/jam)	269	264.19
Total Air Feed (ton/jam)	2778.551	2432.9
Primary Air Feed (ton/jam)	497.65	489.79
Secondary Air Feed (ton/jam)	2280.901	1943.11
Generator Output Power (MW)	695.17	695.7
Net Plant power (MW)	671.83	674.324
Auxiliary usage (MW)	23.34	21.376
Power plant Efficiency	38.51%	39.30%

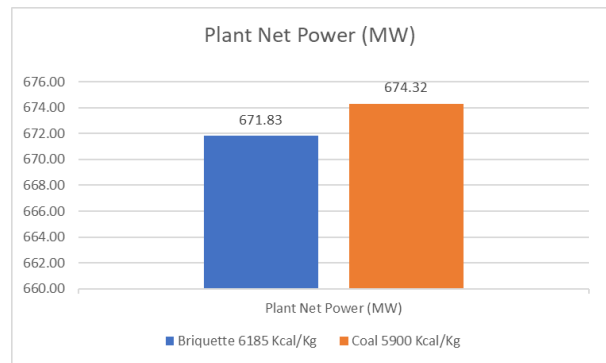
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4 menunjukkan bahwa briket biomassa membutuhkan asupan bahan bakar yang lebih banyak dibandingkan batu bara. Bagan 1 memperlihatkan briket biomassa membutuhkan 5 Ton/jam atau 1,89% bahan bakar lebih banyak dibandingkan dengan batu bara untuk mencapai daya output generator yang sama [4,5]. Pernyataan tersebut juga didukung oleh penelitian yang dilakukan Steer, J., dkk serta Karampis, E., dkk pada tahun 2013. Bagan 2 menunjukkan perbandingan *net plant power* yang dihasilkan briket biomassa dan batu bara. Batu bara mampu menghasilkan 674,32 MW *net plant power* sedangkan briket hanya mampu menghasilkan 671,83 MW, artinya bahan bakar briket biomassa memiliki nilai daya hasil bersih (*net plant power*) yang lebih rendah sebanyak 2,46 MW. Hal tersebut disebabkan oleh naiknya nilai penggunaan sendiri (PS) atau *auxiliary usage* sebanyak 1,96 MW (Bagan 3).

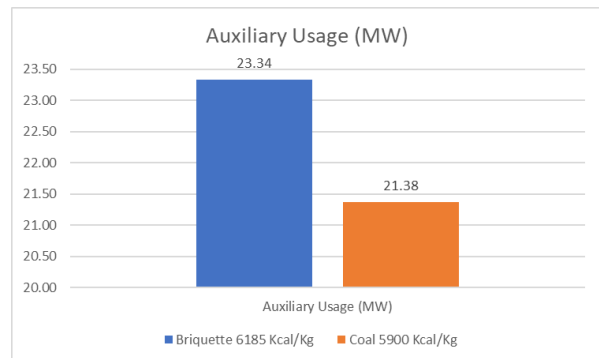
Bagan 3 menunjukkan peningkatan pemakaian/penggunaan sendiri (*auxiliary usage*) dari 21,38 MW menjadi 23,34 MW. Meningkatnya penggunaan sendiri salah satunya disebabkan oleh naiknya kebutuhan *total air feed* ketika menggunakan briket biomassa dibandingkan batu bara [6]. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mohamad, dkk pada tahun 2013. Naiknya kebutuhan udara total menyebabkan kerja kompresor meningkat dan hal tersebut yang mengakibatkan kebutuhan sendiri juga meningkat [7]. Hal ini mengakibatkan turunnya daya hasil bersih (*net plant power*). Peningkatan penggunaan sendiri sebesar 1,96 MW tersebut membuat bahan bakar yang dibutuhkan untuk mencapai daya generator output 695 MW turut meningkat [8].



Bagan 1, Perbandingan konsumsi bahan bakar.



Bagan 2. Perbandingan Net Plant Power.



Bagan 3. Perbandingan Pemakaian Sendiri (*Auxiliary Usage*).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan briket biomassa dari cangkang kelapa dengan nilai kalor 6185 kcal/kg dapat menjadi alternatif bahan bakar pengganti batu bara untuk *power plant*. Untuk mencapai daya 695 MW, briket biomassa membutuhkan 269 Ton/jam briket sementara batu bara dengan NK 5900 kcal/kg membutuhkan asupan 264 Ton/jam batu bara. Dampak yang terlihat dari penelitian ini adalah efek peningkatan konsumsi bahan bakar, peningkatan penggunaan sendiri (*auxiliary usage*) dan penurunan daya hasil bersih (*net plant power*) jika menggunakan briket biomassa cangkang kelapa dengan NK 6185 kcal/kg. Walaupun briket biomassa dapat menjadi alternatif batu bara, dibutuhkan penelitian lebih lanjut terhadap kemampuan briket biomassa cangkang kelapa untuk digerus (*grind ability*) masuk ke dalam *coal crusher/pulverizer* serta efek pembakaran yang terjadi pada *boiler*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyampaian ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Kalimantan

atas kontribusi, dukungan, serta pendanaan terhadap penelitian yang telah dilakukan.

REFERENSI

- [1] Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia. (2021). Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2021. ISSN 2538-3464.
- [2] Sugiyati, F. Y., Sutiya, B., & -, Y. (2021). Karakteristik Briket Arang Campuran Aaran Akasia Daun Kecil (*Acacia auliculiformis*) Dan Arang Alaban (*Vitex pubescens* vhal). *Jurnal Sylva Scientae*, 4(2), 274. <https://doi.org/10.20527/jss.v4i2.3337>, Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Samarinda.
- [3] N. Sabo, M., M. Aji, M., Yaumi, A. L., & G. Mustafa, B. (2022). Preparation and Characterization of Biomass Briquettes Produced from Coconut Shell and Corncobs. *Arid-Zone Journal of Basic & Applied Research*, 1(1), 47–54, Faculty of Science, Borno State University Maiduguri, Nigeria.
- [4] Karampinis, E. et al. (2013) “Co-firing of biomass with coal in thermal power plants: Technology schemes, impacts, and future perspectives,” *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 3(4), pp. 384–399. Available at: <https://doi.org/10.1002/wene.100>.
- [5] Steer, J. et al. (2013) “Biomass co-firing trials on a down-fired utility boiler,” *Energy Conversion and Management*, 66, pp. 285–294. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.10.010>.
- [6] Mohamad, N.F. et al. (2013) “Characteristics of bituminous coal, sub-bituminous coal and bottom ash from a coal-fired power plant,” 2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC) [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1109/beiac.2013.6560193>.
- [7] Mun, T.-Y. et al. (2016) “Performance evaluation of co-firing various kinds of biomass with low rank coals in a 500 mwe coal-fired Power Plant,” *Energy*, 115, pp. 954–962. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.09.060>.
- [8] Zuwala, J. and Sciazko, M. (2010) “Full-scale co-firing trial tests of sawdust and bio-waste in pulverized coal-fired 230T/H Steam Boiler,” *Biomass and Bioenergy*, 34(8), pp. 1165–1174. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.03.003>.