

## **ANALISIS PENGUJIAN CO-FIRING BIOMASSA PADA PLTU BATUBARA DENGAN BEBERAPA BAHAN BAKAR ALTERNATIF SEBAGAI UPAYA BAURAN ENERGI BARU TERBARUKAN**

**Agus Dwi Ariyanto<sup>1)</sup>, Lutfi Mustakim<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

<sup>2)</sup>Program Studi Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
6032221030@mhs.its.ac.id; 6032221047@mhs.its.ac.id

### **Abstract**

The Indonesian government has set a guideline for the NRE mix of 23% by 2025 through the General National Energy Plan (RUEN). One of the efforts made is the co-firing method. Co-firing of coal-fired power plants is a technology that replaces coal with fuel from renewable sources with a certain composition ratio, and still pays attention to the quality of the fuel as needed.. Among them are caused by the presence of biomass and waste that is not used, has no economic value and the air quality is decreasing due to emissions that result in greenhouse gases (GHG). The purpose of this co-firing activity is waste management and emission reduction as a way to support the national energy mix target. The method used is quantitative analysis of some generator emission data produced before and after the implementation of co-firing technology. Based on data analysis related to the implementation of co-firing with a ratio of 5%, it was found that with the use of sawdust there was a decrease in SOx by 2.4% and NOx by 3.3%, the use of palm shells saw a decrease in SOx by 5% and an increase in NOx by 24.5%., the use of corn cobs decreased SOx by 92.84% and NOx increased by 186%. The result of this service activity is the understanding and knowledge of the community regarding changes in generator emissions with the implementation of PLTU co-firing technology.

*Keywords: co-firing, emisi, biomassa, biomass, waste.*

### **Abstrak**

Pemerintah Indonesia telah menetapkan pedoman bauran EBT sebesar 23% pada tahun 2025 melalui Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan metode co-firing. Co-firing pembangkit listrik tenaga batubara adalah teknologi yang menggantikan batubara dengan bahan bakar dari sumber terbarukan dengan perbandingan komposisi tertentu, dan tetap memperhatikan kualitas bahan bakar sesuai keperluan.. Diantaranya diakibatkan oleh adanya biomassa dan sampah yang tidak digunakan, tidak bernilai ekonomis dan kualitas udara yang semakin menurun akibat adanya emisi yang berakibat ke gas rumah kaca (GRK). Tujuan dari kegiatan co-firing ini adalah pengelolaan sampah dan penurunan emisi sebagai salah satu cara mendukung target bauran energi nasional. Metode yang digunakan yaitu analisis kuantitatif dari beberapa data emisi pembangkit yang dihasilkan sebelum dan sesudah implementasi teknologi co-firing. Berdasarkan analisis data terkait implementasi co-firing dengan rasio 5% didapatkan bahwa dengan penggunaan sawdust terjadi penurunan SOx sebesar 2,4% dan NOx sebesar 3,3%, penggunaan cangkang sawit terjadi penurunan SOx sebesar 5% dan kenaikan NOx sebesar 24,5%, penggunaan bonggol jagung terjadi penurunan SOx sebesar 92,84% dan kenaikan NOx sebesar 186%. Hasil dari kegiatan pengabdian ini adalah pemahaman dan pengetahuan masyarakat terkait adanya perubahan emisi pembangkit dengan adanya implementasi teknologi co-firing PLTU.

*Kata kunci: co-firing, emisi, biomassa, sampah.*

## PENDAHULUAN

Pemerintah melalui PT PLN (Persero) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) berupaya menyediakan listrik yang ramah lingkungan. Hal ini selaras dengan misi PT PLN (Persero) yaitu menjalankan kegiatan usaha yang berwawasan lingkungan. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan pemanfaatan bahan bakar dari biomassa dan sampah melalui teknologi *co-firing*.

Dalam proses penyediaan tenaga listrik terdapat masalah-masalah yang muncul dilapangan dan adanya tuntutan pemerintah melalui regulasi terhadap penyediaan tenaga listrik yang dibangkitkan, khususnya besaran nilai emisi suatu pembangkit PLTU. Oleh karena itu perlu adanya inovasi teknologi untuk meminimalisir besaran nilai emisi yang dibangkitkan sehingga lebih ramah lingkungan.

Sehubungan dengan telah beroperasinya beberapa PLTU di Indonesia, dimana PLTU tersebut berfungsi untuk menyuplai sistem kelistrikan yang ada, maka untuk meminimalisir dampak lingkungan akibat emisi yang dibangkitkan, PLN membuat program yang memiliki dampak lingkungan yaitu implementasi teknologi *co-firing*.

Dalam Rencana Umum Tenaga Listrik Nasional (RUKN), PLN berencana menerapkan *co-firing* terhadap 52 unit PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap). *Co-firing* adalah metode penggantian batubara dalam perbandingan tertentu dengan bahan biomassa seperti bonggol jagung, cangkang sawit, dan serbuk kayu. Pada tahun 2024, total kapasitas *co-firing* PLTU PLN diperkirakan mencapai 18 GW (ESDM, 2021).

PT PLN (Persero) telah berhasil mengimplementasikan *co-firing* atau pencampuran biomassa dengan batubara

di 28 pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dengan total produksi energi hijau sebesar 96.061 Megawatt hour (MWh) hingga Februari 2022 (PT PLN, 2021). Penggunaan energi terbarukan akan mengurangi emisi CO<sub>2</sub>. Pemerintah harus mendukung pengembangan energi terbarukan dan menerapkan kebijakan yang cerdas untuk memfasilitasi pengembangannya dalam perekonomian (Wisudanto, 2020).

*Co-firing* didefinisikan sebagai suatu kegiatan penambahan biomassa untuk bahan bakar pengganti parsial dalam boiler pembangkit listrik tenaga batubara. *Co-firing* dilakukan tanpa meningkatkan biaya (CAPEX) atau mendirikan pembangkit EBT (biomassa) baru, yang membuatnya lebih kompetitif. Manfaat *co-firing* di PLTU batubara adalah pengurangan emisi dan penghematan BPP, sehingga dapat menjadikan Indonesia untuk hidup lebih hijau. Program *co-firing* pembangkit listrik tenaga batubara dengan campuran biomassa merupakan salah satu program “*Green Booster*” PLN untuk mendukung target bauran energi EBT nasional (PT PJB, 2021).

Sampai saat ini, tingkat penggantian bahan bakar alternatif dalam system pembakaran *co-firing* adalah 3% sampai dengan 10%, semakin banyak campuran bahan bakar alternatif maka semakin sedikit gas rumah kaca yang dihasilkan (Cahyo, 2021). Biomasa juga mengandung lebih sedikit belerang daripada batubara. Oleh karena itu, *co-firing* batubara dan biomasa berpotensi mengurangi emisi CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, dan SO<sub>x</sub> (Cahyo, 2020).

Tujuan *co-firing* adalah untuk mengurangi pemakaian batubara dengan bahan bakar energi terbarukan dalam perbandingan tertentu dengan tetap mempertimbangkan kualitas bahan bakar sesuai keperluan. Selain itu

diharapkan dengan adanya implementasi *co-firing* pada beberapa PLTU, emisi yang dihasilkan oleh pembangkit dapat diturunkan sehingga lebih ramah lingkungan.

Biomassa adalah sebuah istilah yang digunakan untuk merujuk pada senyawa organik apapun yang berasal dari tanaman pertanian, alga, dan limbah organik. Klasifikasi biomassa dibagi menjadi biomassa kayu, biomassa bukan kayu, dan biomassa sekunder. Biomassa juga dapat diklasifikasikan menjadi limbah pertanian, limbah kehutanan, tanaman kebun energi, dan limbah organik. Sifat kimia, sifat fisik, kadar air, dan sifat mekanis pada berbagai biomassa sangat beragam dan berbeda-beda. Biomassa adalah sumber energi terbarukan dengan kualitas yang rendah (Wikipedia, 2021).

Permasalahan yang terjadi terkait implementasi *co-firing* antara lain:

1. Nilai emisi yang tinggi yang dihasilkan oleh PLTU berbahan bakar batu bara 100% dan emisi saat *co-firing*
2. Jenis bahan bakar substitusi alternatif yang memiliki nilai penurunan emisi terbesar.

## METODE

Jenis pengabdian masyarakat yang dilakukan adalah dengan menambah pemahaman tentang pengembangan teknologi lingkungan khususnya teknologi *co-firing* yang diimplementasikan pada PLTU batubara. Tahapan yang dilakukan terdiri dari perumusan masalah, studi literatur, pengumpulan data sekunder, pengolahan data, analisa dan kesimpulan.

Adapun metode yang digunakan adalah dengan menganalisis data

sekunder terkait emisi PLTU batubara yang sudah mengimplementasikan *co-firing* dengan rasio 5%. Data emisi yang digunakan adalah sebelum dan sesudah implementasi *co-firing* PLTU, sehingga nantinya diharapkan dapat diketahui perubahan besaran emisi yang terjadi. Selanjutnya data tersebut akan dibandingkan juga dengan regulasi pemerintah terkait baku mutu emisi pembangkit listrik tenaga thermal khususnya PLTU atau sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 15 tahun 2019 tentang baku mutu emisi pembangkit listrik tenaga thermal.

Kasiram (2008: 149) dalam bukunya Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif, mendefinisikan penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

Sampel data emisi PLTU batubara dari 3 pembangkit PLTU. Selain data perubahan besaran emisi yang terjadi, data bahan substitusi *co-firing* juga akan di evaluasi sehingga diharapkan nantinya diketahui jenis bahan bakar substitusi alternatif yang memiliki nilai penurunan emisi terbesar.

Adapun data sekunder terkait emisi PLTU batubara didapatkan melalui jurnal atau langsung dari sisi pembangkit. Proses *Co-firing* dengan serbuk kayu pada tingkat perbandingan 5% dalam boiler pulverized berkontribusi terhadap penurunan FEGT sebesar 4,2 °C yang 0,4% lebih rendah dari kondisi berbahan bakar batubara. Suhu Mill Outlet Temperature (MOT) relatif sama pada kedua pengujian, namun nilai arus motor pada tiap mill tidak sama. Kandungan emisi NO<sub>x</sub> pada gas buang saat *co-firing* sebesar 200,7 mg/Nm<sup>3</sup> atau 3,3%

dibandingkan saat pembakaran batubara yaitu sebesar 207,64 mg/Nm<sup>3</sup>, sedangkan kandungan gas buang SO<sub>2</sub> saat co-firing sebesar 265,99 mg/Nm<sup>3</sup> atau turun 2,4% dari nilai gas buang pembakaran batubara sebesar 272,52 mg/Nm<sup>3</sup>. Biomassa dinilai sebagai CO<sub>2</sub> netral, sedangkan kadar kalium dan klorin yang tinggi dalam biomassa menyebabkan emisi partikulat yang parah, sedimentasi abu, dan korosi di fasilitas pembakaran (Wang et al., 2019).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi teknologi *co-firing* dimaksudkan untuk mengurangi pemakaian batubara dengan bahan bakar energi terbarukan pada perbandingan tertentu dengan tetap mempertimbangkan kualitas bahan bakar sesuai keperluan. Selain itu diharapkan dengan adanya implementasi *co-firing* pada beberapa PLTU batubara, emisi yang dihasilkan oleh pembangkit dapat diturunkan sehingga lebih ramah lingkungan.

Tujuan program meliputi penyelarasan program dengan misi PT PLN (Persero), dimana salah satu misi PLN adalah menjalankan kegiatan usaha yang berwawasan lingkungan. Khususnya biomassa & sampah organik sebagai salah satu bahan campuran (substitusi) *co-firing*. Memanfaatkan kembali sampah dan atau limbah perkebunan kelapa sawit/ jagung yang selama ini tidak termanfaatkan dengan maksimal, pemanfaatan EBT dapat dilaksanakan secara cepat tanpa perlu adanya pembangunan pembangkit baru.

Dampak operasional antara lain: Meningkatkan bauran energi baru terbarukan (EBT) melalui penggunaan biomassa dan sampah; Mendukung efisiensi biaya operasional pembangkit.

## Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan adalah pengumpulan data sekunder. Berdasarkan referensi dan data yang didapatkan terhadap 3 PLTU batubara, dimana 3 PLTU batubara tersebut menggunakan 3 bahan bakar substitusi yang berbeda yaitu serbuk kayu (*sawdust*), cangkang sawit, bonggol jagung.

## Pengolahan Data

Pengolahan data dilaksanakan terhadap data sekunder yang didapatkan dari 3 PLTU batubara dengan bahan bakar substitusi serbuk kayu (*sawdust*), cangkang sawit dan bonggol jagung. Adapun pengolahan data dilakukan terhadap perubahan nilai emisi akibat adanya implementasi teknologi *co-firing* dengan rasio 5% dan batubara 100%. Selain itu juga dilakukan evaluasi terkait pengaruh bahan bakar substitusi *co-firing* terhadap perubahan nilai emisi yang dihasilkan. Berikut adalah data nilai NO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub> dari 3 PLTU batubara.

Bahan Substitusi (5%)	Parameter	Batu Bara (mg/Nm <sup>3</sup> )	Co-Firing (mg/Nm <sup>3</sup> )
Sawdust	SO <sub>x</sub>	272,52	265,99
	NO <sub>x</sub>	207,64	200,7
Cangkang Sawit	SO <sub>x</sub>	362,2	312,1
	NO <sub>x</sub>	55,1	68,6
Bonggol Jagung	SO <sub>x</sub>	363	26,00
	NO <sub>x</sub>	29	82

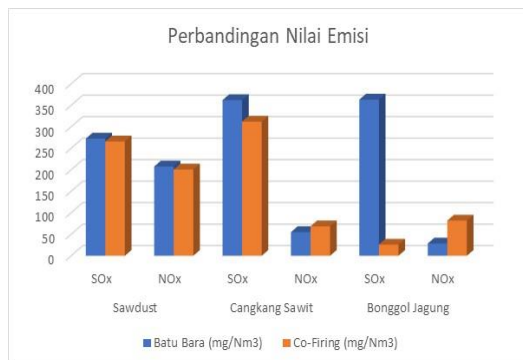
Selanjutnya untuk hasil pengolahan data terkait pengaruh bahan bakar substitusi *co-firing* dengan rasio 5% terhadap perubahan nilai emisi yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Parameter	Bahan substitusi (5%)	Perubahan (mg/Nm <sup>3</sup> )
SOx	Sawdust	6,53
	Cangkang sawit	50,10
	Bonggol jagung	337,33
NOx	Sawdust	6,94
	Cangkang sawit	-13,5
	Bonggol jagung	-53,33

Berdasarkan tabel diatas didapatkan bahwa perubahan SOx paling besar yaitu sebesar 337,33 mg/Nm<sup>3</sup> pada penggunaan bonggol jagung, sedangkan perubahan NOx paling besar yaitu sebesar 6,94 mg/Nm<sup>3</sup> pada penggunaan *sawdust*. Terkait nilai negatif pada tabel menandakan nilai NOx pada pengoperasian *co-firing* 5% lebih besar dari pada saat pengoperasian dengan menggunakan 100% batubara.

### Evaluasi

Evaluasi terhadap hasil data yang didapatkan adalah sesuai dengan grafik perbandingan dibawah ini:



Berdasarkan grafik di atas, didapatkan beberapa hasil analisa antara lain:

- Penggunaan serbuk kayu (*sawdust*) sebagai bahan substitusi *co-firing* dengan rasio 5% didapatkan bahwa kandungan SOx sebesar 265,99 mg/Nm<sup>3</sup> dan kandungan NOx sebesar 200,7 mg/Nm<sup>3</sup>. Sedangkan

saat beroperasi dengan batubara 100% didapatkan kandungan SOx sebesar 272,52 mg/Nm<sup>3</sup> dan kandungan NOx sebesar 207,64 mg/Nm<sup>3</sup>.

- Penggunaan cangkang sawit sebagai bahan substitusi *co-firing* dengan rasio 5% didapatkan bahwa kandungan SOx sebesar 312,1 mg/Nm<sup>3</sup> dan kandungan NOx sebesar 68,6 mg/Nm<sup>3</sup>. Sedangkan saat beroperasi dengan batubara 100% didapatkan kandungan SOx sebesar 362,2 mg/Nm<sup>3</sup> dan kandungan NOx sebesar 55,1 mg/Nm<sup>3</sup>.
- Penggunaan bonggol jagung sebagai bahan substitusi *co-firing* dengan rasio 5% didapatkan bahwa kandungan SOx sebesar 26 mg/Nm<sup>3</sup> dan kandungan NOx sebesar 82 mg/Nm<sup>3</sup>. Sedangkan saat beroperasi dengan batubara 100% didapatkan kandungan SOx sebesar 363 mg/Nm<sup>3</sup> dan kandungan NOx sebesar 29 mg/Nm<sup>3</sup>.
- Penggunaan serbuk kayu (*sawdust*) sebagai bahan substitusi *co-firing* 5% menghasilkan kecenderungan turun untuk kadar emisi SOx dan NOx yang dihasilkan. Sedangkan penggunaan cangkang sawit dan bonggol jagung sebagai bahan substitusi *co-firing* menghasilkan kecenderungan turun untuk kadar emisi SOx, namun untuk kadar emisi NOx memiliki kecenderungan naik.

## KESIMPULAN

1. Emisi SO<sub>x</sub> rata-rata menunjukkan kecenderungan turun dari 272,52 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian 100% batubara menjadi 265,99 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian co-firing 5% serbuk gergaji (*sawdust*) atau turun sebesar 2,4%, sedangkan baku mutu emisi KLHK sebesar 550 mg/Nm<sup>3</sup>.
2. Emisi NO<sub>x</sub> rata-rata menunjukkan kecenderungan turun dari 207,64 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian 100% batubara menjadi 200,7 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian co-firing 5% serbuk kayu (*sawdust*) atau turun sebesar 3,3%, sedangkan baku mutu emisi KLHK sebesar 550 mg/Nm<sup>3</sup>.
3. Emisi SO<sub>x</sub> rata-rata menunjukkan kecenderungan turun dari 362,2 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian 100% batubara menjadi 312,1 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian co-firing 5% cangkang sawit atau turun sebesar 13,8%, sedangkan baku mutu emisi KLHK sebesar 550 mg/Nm<sup>3</sup>.
4. Emisi NO<sub>x</sub> rata-rata menunjukkan kecenderungan naik dari 55,1 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian 100% batubara menjadi 68,6 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian co-firing 5% cangkang atau naik sebesar 24,5%, sedangkan baku mutu emisi KLHK sebesar 550 mg/Nm<sup>3</sup>.
5. Emisi SO<sub>x</sub> rata-rata menunjukkan kecenderungan turun dari 363 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian 100% batubara menjadi 26 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian co-firing 5% bonggol jagung atau turun sebesar 92,84%, sedangkan baku mutu emisi KLHK sebesar 550 mg/Nm<sup>3</sup>.
6. Emisi NO<sub>x</sub> rata-rata menunjukkan kecenderungan naik dari 29 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian 100% batubara menjadi 62 mg/Nm<sup>3</sup> pada pengoperasian co-firing 5% bonggol jagung atau naik sebesar 186%, sedangkan baku mutu emisi KLHK sebesar 550 mg/Nm<sup>3</sup>.
7. Penggunaan serbuk kayu (*sawdust*) sebagai bahan substitusi co-firing 5% menghasilkan kecenderungan turun untuk kadar emisi SO<sub>x</sub> dan NO<sub>x</sub> yang dihasilkan. Sedangkan penggunaan cangkang sawit dan bonggol jagung sebagai bahan substitusi co-firing 5% menghasilkan kecenderungan turun untuk kadar emisi SO<sub>x</sub>, namun untuk kadar emisi NO<sub>x</sub> memiliki kecenderungan naik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pelaksanaan pengabdian masyarakat yang dilakukan dengan pemahaman masyarakat tentang pengembangan teknologi lingkungan khususnya teknologi co-firing yang diimplementasikan pada PLTU batubara ini dapat tercapai dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada rekan-rekan PLN serta seluruh pihak yang telah membantu dan bekerja sama dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) 2019-2038

Peraturan Presiden Republik Indonesia No.22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional. Indonesia.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.15 Tahun 2019 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Thermal.

Laporan PLN untuk pengujian cangkang sawit, 2020

Tika Widiastuti, Wisudanto, Imron Mawardi, Puji Sucia Sukmaningrum, Sri Ningsih, Muhammad Ubaidillah Al Mustofa, Dewie Saktia Ardiantono (2020). *Do Foreign Investments and Renewable Energy Consumption Affect The Air Quality? Case Study of ASEAN Countries*

“Biomass”. Id.Wikipedia.org, 10 Nopember 2021, <https://id.wikipedia.org/wiki/Biomassa>

“Terdepan di Indonesia, PT PJB menambah co-firing pltu secara komersil” pt.pjb.com, 26 maret 2021, <https://www.ptpjb.com/terdepan-di-indonesia-pt-pjb-menambah-co-firing-pltu-secara-komersil/>

“Tekan emisi lewat co-firing, pln hasilkan listrik hijau 96 ribu MWh dari 28 pltu “ web.pln.co.id, 30 maret 2022, <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2022/03/tekan-emisi-lewat-co-firing-pln-hasilkan-listrik-hijau-96-ribu-mwh-dari-28-pltu>

Kasiram. 2008. Metodologi penelitian kualitatif dan kuantitatif.

Wang, X., Hu, Z., Wang, G., Luo, X., Ruan, R., Jin, Q., & Tan, H. (2019). *Influence of coal co-*

*firing on the particulate matter formation during pulverized biomass combustion. Journal of the Energy Institute, 92(3), 450–458.*

<https://doi.org/10.1016/j.joei.2018.05.003>