

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2017 kebijakan baru dikembangkan berkaitan dengan komposisi sumber energi terbarukan. Pemerintah bertujuan untuk menambah proporsi energi baru dan terbarukan (EBT) dalam kerangka energi nasional sebagaimana digambarkan dalam Rencana Energi Nasional (RUEN) menjadi 23% pada tahun 2025 yang dikategorikan kedalam bentuk energi listrik dan non-listrik (PP RI No. 22 Tahun 2017).

Pemerintah Indonesia telah berjanji untuk mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 29% (834 jtCO<sub>2</sub>) sesuai Perjanjian Paris 2015 melalui upaya sendiri dan sebesar 41% (1.081 jt-tCO<sub>2</sub>) dengan bantuan dukungan internasional (Supriadi, 2016). Sebagai upaya untuk mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Indonesia, Pemerintah Indonesia mengajukan proyek energi baru terbarukan di bawah PT PLN (Persero) yang mencakup penerapan teknologi *co-firing* pada PLTU berbahan bakar batubara (Pribadi, 2020).

*Co-firing* adalah metodologi mengintegrasikan biomassa sebagai bahan bakar tambahan dalam sistem pembakaran boiler PLTU batubara. Teknik ini sebagai kontributor yang signifikan terhadap insiatif yang bertujuan untuk mempercepat transisi menuju peningkatan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan (PT PLN (Persero), 2021) (Suganal & Hudaya, 2019). Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batubara di Eropa dan Amerika menggabungkan bahan bakar terbarukan sebagian sebagai pengganti sebagian batubara dengan tujuan untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil. Menurut *National Renewable Energy Laboratory* (NREL), metode *co-firing* telah menjalani pengujian dan telah diterapkan secara efektif dalam berbagai jenis boiler tanpa mengurangi efisiensi keseluruhan boiler dengan memodulasi output pembakaran dari gabungan batubara (Abidin & Hidayat, 2020).

Proses *co-firing* secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi boiler dan peralatan pendukungnya. Penggabungan biomassa dalam proses pembakaran bersama dengan proporsi antara 3% -10% akan menghasilkan pengurangan emisi gas rumah kaca. Selanjutnya, biomassa menunjukkan kandungan sulfur yang lebih rendah dibandingkan batubara. Akibatnya, pembakaran bersama antara batubara dan biomassa secara bersamaan memiliki berpotensi yang signifikan untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, dan Sox (Cahyo, dkk, 2020).

Penggunaan biomassa serbuk gergaji 5% pada *co-firing di Pulverized Coal Boiler* akan berdampak menurunkan FEGT sebesar 4,2 °C atau setara dengan penurunan 0,4% terhadap pemanfaatan batubara sebagai sumber bahan bakar tunggal. Penelitian dilakukan dalam kondisi dimana beban pembangkit dipertahankan pada kondisi tunak konstan (beban maksimum) selama 6 jam (Tanbar, 2021).

Secara umum dalam proses *co-firing* tidak diperlukan biaya untuk investasi peralatan dengan metode *direct co-firing*, namun terdapat resiko mengganggu kapasitas pembakaran boiler. Penyebab masalah ini adalah tingkat korosi yang disebabkan oleh akumulasi atau aglomerasi zat alkali pada permukaan boiler, sehingga mengakibatkan penurunan keluaran panas dan waktu pengoperasian (Basu, dkk, 2011)

*Co-firing* merupakan pembakaran simultan dari dua (atau lebih) kategori bahan yang berbeda dan terintegrasi dalam rasio tertentu dengan bahan bakar alternatif terbarukan yang lebih ekonomis untuk mengurangi pemanfaatan batubara dan mengurangi biaya dasar pembangkitan listrik (Xu, dkk, 2020).

Ada tiga pendekatan teknologi yang berbeda untuk pembakaran biomassa dan batubara secara bersamaan di pembangkit listrik. Metodologi ini bervariasi mengenai konfigurasi sistem boiler dan rasio biomassa yang digunakan. Tiga metode atau teknik adalah pembakaran bersama langsung (*direct co-firing*), pembakaran bersama tidak langsung (*indirect co-firing*) dan pembakaran bersama parallel (*parallel co-firing*) (Al-Mansour & Zuwala, 2020).

Pada penelitian ini biomassa yang digunakan adalah Bahan Bakar Jumputan Padat (BBJP). Bahan Bakar Jumputan Padat (BBJP) merupakan bahan bakar yang berasal dari limbah (sampah) yang telah menjalani prosedur sistematis penyortiran dan homogenisasi menjadi ukuran butiran kecil atau telah dibentuk menjadi pelet. Jumputan ini mengalami pemrosesan melalui teknologi *biodrying*. Teknologi *biodrying* merupakan pengelolaan limbah organik yang memanfaatkan aktivitas metabolisme mikroorganisme aerobik untuk mengurangi kadar air yang ada dalam biomassa. Prosedur ini dilakukan dengan cepat menaikkan suhu limbah selama fase awal pengomposan yang menghasilkan panas biologis yang memfasilitasi penguapan air dari substrat. Teknologi *biodrying* tidak hanya mengarah pada pengurangan massa limbah tetapi juga meningkatkan nilai kalori biomassa, sehingga lebih efisien sebagai sumber energi alternatif.

Untuk menilai efek *direct co-firing* pada kinerja operasional *Pulverized Coal Boiler*, penyeledikan eksperimental sistematis dilakukan yang melibatkan pemanfaatan biomassa Bahan

Bakar Jumputan Padat (BBJP) pada konsentrasi mulai dari 0% hingga 5%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi karakteristik BBJP, yang meliputi Analisis Proksimat (*Proximate Analysis*), Analisis Ultimate (*Ultimate Analysis*), dan untuk mengetahui dampak biomassa BBJP pada efisiensi pembangkit secara keseluruhan.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan ikhtisar latar belakang sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi pada saat proses *co-firing* sebagai berikut:

1. Mengevaluasi karakteristik biomassa BBJP di Cilegon melalui Analisis Proksimat (*Proximate Analysis*) dan Analisis Ultimate (*Ultimate Analysis*).
2. Mengevaluasi dan menganalisis pengaruh biomassa BBJP terhadap kinerja peralatan pada *Pulverized Coal Boiler* saat proses *Co-firing*.
3. Mengevaluasi dan menganalisis pengaruh biomassa BBJP terhadap efisiensi dan emisi pembangkit.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui karakteristik biomassa BBJP di Cilegon melalui Analisis Proksimat (*Proximate Analysis*) dan Analisis Ultimate (*Ultimate Analysis*).
2. Mengetahui pengaruh biomassa BBJP terhadap kinerja peralatan pada *Pulverized Coal Boiler* saat proses *Co-firing*.
3. Mengetahui pengaruh biomassa BBJP terhadap efisiensi dan emisi pembangkit.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan pengetahuan tentang rencana strategis dan praktis dalam implementasi teknologi *co-firing* untuk mencapai bauran energi baru terbarukan menjadi 23% pada tahun 2025.
2. Memberikan pengetahuan tentang dampak *Co-firing* Bahan Bakar Jumputan Padat terhadap kinerja peralatan pada *Pulverized Coal Boiler*.
3. Menjadikan referensi dalam pengelolaan limbah rumah tangga di perkotaan untuk dimanfaatkan sebagai Bahan Bakar Jumputan Padat.

## **1.5. Orisinalitas Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dan dibuat oleh penulis dengan memperoleh sumber referensi dari buku maupun artikel jurnal ilmiah serta data yang didapatkan dari pengujian dan pengamatan.

Kutipan yang berasal dari kontribusi ilmiah orang lain telah diakui sesuai dengan norma dan standar etika yang ditetapkan yang mengatur komposisi literatur akademik. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan *co-firing* menggunakan biomassa telah banyak dilakukan. Tabel 1.1 memberikan ikhtisar dari penelitian sebelumnya.

**Tabel 1.1** Ringkasan Penelitian Sebelumnya

| No | Peneliti (tahun)  | Judul Penelitian                                                                                                                         | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Dwiaji (2023)     | Analisis Pengaruh <i>Co-Firing</i> Biomassa Terhadap Kinerja Peralatan Boiler PLTU Batubara Unit 1 PT. XYZ                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan biomassa <i>sawdust</i> sebagai uji coba <i>co-firing</i>.</li> <li>• Pembandingan uji coba <i>co-firing</i> menggunakan data saat <i>commissioning</i> peralatan.</li> </ul>                                             |
| 2  | Sidiq (2022)      | Pengaruh <i>Co-firing</i> Biomassa Terhadap Efisiensi Boiler PLTU Batubara                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan biomassa dengan persentase 1% sebagai pengujian <i>co-firing</i>.</li> <li>• Tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap efisiensi boiler (dibandingkan dengan menggunakan batubara/<i>coal firing</i>).</li> </ul> |
| 3  | Ilham (2022)      | Pengaruh <i>Co-firing</i> Menggunakan Serbuk Gergaji Terhadap Emisi Gas Buang di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Batubara                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan campuran biomassa serbuk gergaji 5-10% dalam pengujian</li> <li>• Menjelaskan hasil perhitungan NPHR dengan metode <i>input-output</i>.</li> </ul>                                                                        |
| 4  | Cahyo, dkk (2020) | <i>Performance and Emission Characteristic of Co-firing of Wood Pellets with Sub-Bituminous Coal in a 330 Mwe Pulverized Coal Boiler</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomassa yang digunakan dalam penelitian yaitu <i>wood pellets</i>.</li> <li>• Rasio <i>Co-firing</i> sebesar &gt;5%.</li> </ul>                                                                                                      |

- |   |                            |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Ariyanto & Mustakim (2023) | <p>Analisis Pengujian Co-firing Biomassa Pada PLTU Batubara dengan Beberapa Bahan Bakar Alternatif Sebagai Upaya Bauran Energi Baru Terbarukan</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biomassa yang digunakan dalam penelitian yaitu <i>sawdust</i>, cangkang sawit dan bonggol jagung.</li> <li>• Menyajikan hasil penelitian emisi tiap biomassa yang digunakan.</li> </ul>                                                                                                                                                 |
| 6 | Mehmood, dkk (2012)        | <p><i>Energy Analysis of a Biomass Co-firing Based Pulverized Coal Power Generation System</i></p>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyajikan hasil penelitian <i>coal flow</i> dari <i>co-firing</i> batubara dengan <i>refuse derived fuel</i>, <i>rice husk</i> dan <i>saw dust</i>.</li> <li>• Penambahan biomassa ke dalam campuran bahan bakar akan berdampak menurunnya tingkat <i>input</i> energi dan aliran udara (ketika aliran bahan bakar konstan)</li> </ul> |
| 7 | Shao, dkk (2012)           | <p><i>Ash Deposition in Biomass Combustion or Co-Firing for Power/Heat Generation</i></p>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyajikan tentang kalium larut dalam air dengan Cl di biomassa mengakibatkan penumpukan abu dan korosi pada suhu tinggi.</li> <li>• Menggunakan biomassa <i>sawdust</i>, limbah pertanian dan karang dalam <i>co-firing</i>.</li> </ul>                                                                                                |
| 8 | Sciubidlo, dkk (2019)      | <p><i>Comparison of Fly Ash from Co-Combustion of Coal/Solid Recovered Fuel (SRF) and Coal/Refuse Derived Fuel (RDF).</i></p>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penelitian menyajikan perbandingan <i>fly ash</i> dari <i>co-firing Solid Recovered Fuel (SRF)</i> dan <i>Refuse Derived Fuel (RDF)</i>.</li> <li>• Batubara yang digunakan jenis <i>lignit</i> dan persentase <i>co-firing</i> SRF 10%, 20% dan RDF 40%.</li> </ul>                                                                    |
| 9 | Tanbar (2021)              | <p>Analisis Karakteristik Pengujian Co-Firing Biomassa Sawdust Pada PLTU Type Pulverized Coal</p>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan biomassa <i>sawdust</i> dalam pengujian <i>co-firing</i>.</li> <li>• Batubara yang digunakan jenis <i>subbituminous</i>.</li> <li>• Melakukan pengamatan terhadap respon <i>co-firing</i> terhadap karakteristik emisi.</li> </ul>                                                                                          |

Dari uraian penelitian sebelumnya, dijelaskan mengenai jenis biomassa yang digunakan, data pembanding untuk uji *co-firing* dan rasio *co-firing*. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji eksperimental dengan gap penelitian sebagai berikut:

1. Menggunakan batubara jenis *bituminous* dan biomassa BBJP sebagai data pengujian dengan rasio *co-firing* sebesar 0-5%.
2. Menunjukkan hasil kandungan BBJP meliputi Analisis Proksimat (*Proximate Analysis*) dan Analisis Ultimate (*Ultimate Analysis*).
3. Menjelaskan pengaruh biomassa BBJP terhadap kinerja peralatan pada *pulverized coal boiler* pada saat proses *co-firing*.
4. Dilakukan pengamatan terhadap *coal flow*, *pulverizer outlet temperature* dan *air fuel ratio pulverizer*, NHPH, SFC, emisi dan efisiensi pembangkit.

