

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi besar dalam hal sumber daya energi, baik dari yang berasal dari bahan bakar fosil seperti batubara maupun sumber daya biomassa yang lebih ramah lingkungan. Namun, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil batubara telah menimbulkan berbagai masalah lingkungan, salah satunya adalah emisi gas rumah kaca khususnya CO₂. Peningkatan emisi gas rumah kaca terutama karbon dioksida (CO₂) menjadi salah satu masalah lingkungan global yang mendesak dimana penyumbang emisi CO₂ berasal dari pembangkit listrik dan sektor energi (Maskur dan Nugroho, 2021). Di Indonesia, sektor energi merupakan salah satu penyumbang utama emisi CO₂, khususnya dari penggunaan batubara sebagai bahan bakar di pembangkit listrik, batubara mendominasi 81% pembangkit listrik di Indonesia pada tahun 2023 yang menyumbang 27% emisi, sehingga perlunya pemantauan dan perencanaan *captive power* yang lebih baik. Rancangan RUKN dan KEN menekankan pada bahan bakar nuklir, CCS, dan hidrogen/amonia pasca tahun 2040. Namun, memaksimalkan energi terbarukan dapat memangkas biaya sistem sebesar 33% pada tahun 2060. (*Indonesia energy transition outlook*, 2025)

Untuk mencapai target capaian bauran energi nasional pemerintah melalui PT. PLN membuat program *Co-Firing* pada pembangkit batubara. *Co-firing* dijadikan sebagai salah satu *green booster* dalam program percepatan peningkatan penggunaan energi terbarukan dengan minimum investasi dikarenakan menggunakan fasilitas yang ada pada PLTU eksisting (PT PLN, 2021). *Co-Firing* secara umum dapat dinyatakan sebagai suatu proses pembakaran dua material bahan bakar berbeda yang dioperasikan secara bersamaan (Suganal dan Ghandi, 2019). Keuntungan dari *co-firing* ini bisa menjadi solusi alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap batubara yang berlebihan dan investasi lebih rendah dari pada pembangunan pembangkit biomassa. Biomassa merupakan

sumber energi terbarukan yang memiliki emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan batubara (Hidayat dkk, 2024). Biomassa terbentuk dari makhluk hidup seperti tumbuhan dan hewan, tidak seperti bahan bakar fosil pengembangan biomassa tidak membutuhkan waktu jutaan tahun dan dapat diperbarui, ini adalah salah satu daya tarik utamanya sebagai sumber energi.

Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Fefria Tanbar “*Analisa Karakteristik Pengujian Co-Firing Biomassa Sawdust Pada Pltu Type Pulverized Coal Boiler*” dengan komposisi percampuran bahan bakar sebanyak 95% batubara dan 5% biomassa *sawdust*, menghasilkan emisi gas buang lebih rendah dari pada pembakaran tunggal batubara, hasil data yang didapatkan kandungan emisi NOX dalam gas buang pada saat *co-firing* adalah 200,7 mg/Nm³, lebih rendah 3,3% dibandingkan saat pembakaran batubara sebesar 207,6 mg/Nm³, sedangkan kandungan emisi SO₂ dalam gas buang selama *co-firing* adalah 265,9 mg/Nm³ lebih rendah 2,3 % dibandingkan saat pembakaran batubara 272,5 mg/Nm³.

Hasil ini masih memenuhi standar baku mutu Peraturan menteri No.P.15/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 sebesar 550 mg/Nm³ (Indonesia *environment and forestry ministry*, 2019). Penelitian tentang emisi gas buang juga dilakukan oleh Zainal Maskur dkk, *Analisa Karakteristik Biomasa untuk Cofiring pada Pembangkit Batubara di Indonesia*, dengan simulasi pembakaran tunggal batubara *bituminous B&C* dan biomassa 5-10%, menghasilkan nilai SO₂ di range 0,05-0,09%, lebih rendah dibandingkan dengan batubara *High Volatile C Bituminous*.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian di atas adalah semakin banyak komposisi biomassa yang di *co-firing* dengan batubara maka akan semakin rendah kandungan emisi yang dihasilkan, namun kadar emisi juga bergantung pada jenis biomassa yang dipakai, seperti yang penelitian yang dilakukan oleh Destalia dan Aryanny (2024), dengan menggunakan jenis Biomassa *Bagasse* Tebu, mengalami penurunan nilai emisi pada komposisi 1,25% dan kenaikan emisi pada komposisi 2,5%.

Konsumsi energi yang meningkat seiring dengan perkembangan industri dan urbanisasi berdampak signifikan terhadap lingkungan, terutama melalui emisi gas rumah kaca seperti CO₂. Batubara sebagai salah satu sumber energi fosil yang

paling banyak digunakan, memiliki kontribusi besar terhadap emisi CO₂. Di sisi lain, limbah penyulingan minyak pala merupakan salah satu produk samping industri pertanian yang masih kurang dimanfaatkan secara optimal. Limbah ini tidak hanya memiliki potensi energi yang dapat dimanfaatkan, tetapi juga dapat mengurangi masalah lingkungan terkait pembuangan limbah organik yang tidak dimanfaatkan.

Limbah penyulingan minyak pala merupakan salah satu limbah industri yang belum dimanfaatkan. Padahal, limbah ini memiliki kandungan energi yang cukup tinggi dan dapat diolah menjadi bahan bakar padat seperti biobriket. Sebagai hasil samping dari produksi minyak pala, limbah ini memiliki kandungan energi yang cukup tinggi dan berpotensi sebagai bahan bakar alternatif dalam aplikasi *Co-Firing* (Ibrahim, 2024).

Pemanfaatan limbah minyak pala melalui pengabungan bahan bakar batu bara dapat menjadi alternatif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. *Co-firing* atau pembakaran bersama antara batu bara dan limbah minyak pala berpotensi mengurangi emisi. Proses pembriketan dengan bahan pengikat (binder) merupakan proses yang sangat umum dikerjakan. Proses pembriketan minimal meliputi 4 (empat) tahap operasi, yaitu penggerusan (penyeragaman ukuran butiran bahan), pencampuran bahan pengikat, pembriketan dan pengeringan produk briket. Bahan pengikat yang digunakan umumnya berupa serbuk tanah liat kering berukuran -60 mesh sebanyak 10 % berat atau molase sebanyak 8 % atau tepung tapioka sebanyak 3% berat dalam bentuk gel (Suganal dan Hudaya, 2019). Perikat dapat mempengaruhi kualitas dari briket, baik jumlah maupun jenis serta pengujian yang di gunakan. Penelitian yang dilakukan oleh budiarto (2012) yang berjudul “*pemanfaatan limbah dari kulit biji nyamplung untuk bahan bakar briket bioarang sebagai sumber energi alternatif*”, Membandingkan nilai kalor dari masing-masing jenis lem perekat, dimana hasil yang di dapati yaitu nilai kalor natrium silikat yang lebih rendah dibandingkan dengan perekat tapioka dan terigu, hal ini di sebabkan perekat natrium silikat tidak menyumbang nilai kalor karena sifatnya yang tidak mudah terbakar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik *Co-Firing* batubara dan penyulingan limbah minyak pala dalam bentuk briket, sehingga dapat memberikan solusi yang lebih berkelanjutan dalam penggunaan energi, Diharapkan bahwa hasil penelitian ini akan memberikan informasi yang berguna dalam mengembangkan strategi penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan dan mendukung upaya pengurangan emisi gas rumah kaca di sektor energi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang penulis angkat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik briket campuran batubara dan limbah penyulingan minyak pala ?
2. Apa perbedaan karakteristik bahan bakar briket *Bio-Coal* dibandingkan dengan bahan bakar batubara murni?
3. Bagaimana pengaruh variasi campuran batubara dan biomassa terhadap karakteristik briket?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik yang di hasilkan dari bahan bakar briket *Bio-coal*
2. Mengetahui karakteristik bahan bakar biomassa dan batubara sebagai potensi *Co-firing*
3. Membandingkan karakteristik bahan bakar batubara, biomassa terkarbonisasi dan Briket *Bio-Coal*

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang penulis tetapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan menggunakan limbah penyulingan minyak pala sebagai bahan biomassa yang dicampur dengan batubara

2. Penelitian ini hanya akan mempelajari beberapa komposisi tertentu antara batubara dan limbah penyulingan minyak pala karbonisasi serta perekat, seperti 80%:10%:10%, 75%:15%:10%, dan 65%:25%:10% biomassa.
3. Fokus pengujian karakteristik hanya akan mencakup uji *proximate* (kadar air, kadar abu, zat terbang, dan kandungan karbon tertambat). Estimasi nilai *ultimate*, jumlah oksigen yang di butuhkan, kadar emisi dan estimasi nilai kalor

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang di dapati dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang energi terbarukan, khususnya terkait penerapan teknologi *co-firing* dalam bentuk briket
- 2 Menambah literatur dan data ilmiah mengenai potensi limbah penyulingan minyak pala sebagai sumber biomassa untuk *Co-firing* dengan batu bara, terutama dalam konteks bauran energi terbarukan.
- 3 Mengurangi emisi yang dihasilkan dari pembakaran batu bara dengan menggantinya sebagian menggunakan biomassa dari limbah penyulingan minyak pala, yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.