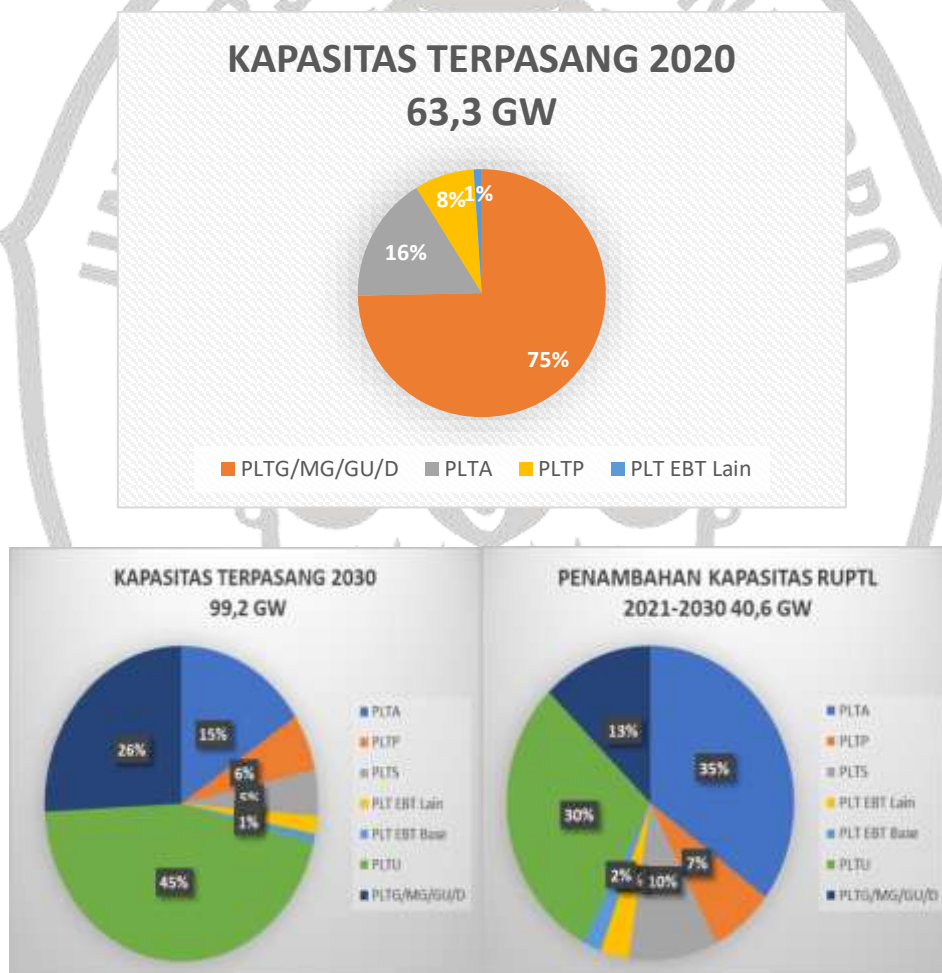


BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Energi menjadi penggerak utama perkembangan ekonomi nasional dalam peningkatan kualitas hidup manusia. Energi listrik merupakan bentuk energi sekunder yang dapat langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan aktivitas manusia. Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahun, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk serta perkembangan industri nasional. Oleh karena itu supply energi listrik terus ditingkatkan, hingga tahun 2030 ditargetkan mampu meningkat rata-rata 6,4% per tahun (RUPTL PLN 2021-2030). Gambar 1 menunjukkan detail data kapasitas terpasang dari pembangkit di Indonesia.



Gambar 1. 1 Kapasitas Eksisting Pembangkit (Sumber: Buku RUPTL 2021-2030)

Berdasarkan Gambar 1.1 (ESDM, 2022), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batu bara menyumbang sekitar 60% dari total kapasitas pembangkit listrik nasional. Hal ini menunjukkan bahwa pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia sebagian besar

masih bergantung pada PLTU yang menggunakan bahan bakar fosil. Beberapa alasan mengapa Indonesia masih banyak menggunakan PLTU batubara yaitu, harga batubara yang relatif murah sebagai bahan bakar, sehingga harga produksi listrik satuan dari PLTU batu bara cenderung lebih ekonomis dibandingkan dengan listrik dari sumber energi baru terbarukan (EBT) seperti angin, surya, biomass dan lainnya. Kebutuhan dana investasi untuk pembangunan PLTU dinilai lebih murah dibandingkan dengan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga (PLT) EBT. PLTU batu bara juga dapat beroperasi dan memproduksi listrik secara kontinu selama bahan bakar batu bara masih tersedia, sedangkan PLT EBT produksi listriknya bersifat *intermitern* karena bergantung pada kondisi musim dan cuaca. Namun, meskipun demikian PLTU batu bara dalam operasionalnya menimbulkan masalah lingkungan yaitu emisi Gas Rumah Kaca (GRK) terutama emisi karbon (CO_2) pada saat pembakarannya.

PLTU batu bara merupakan salah satu penyumbang terbesar emisi GRK di Indonesia. Studi dari Pertamina Energy Institute (2022) menunjukkan bahwa pada sektor energi terutama PLTU batu bara, menyumbang sekitar 65% dari total emisi CO_2 nasional. Pengoperasian PLTU batu bara menurunkan kualitas udara di sekitar pembangkit yang kemudian berdampak pada kesehatan masyarakat (Sanchez dan Luan, 2018). Oleh karena itu, transisi dari energi fosil batu bara menuju energi baru terbarukan harus segera dilakukan. Namun karena jumlah kebutuhan energi listrik nasional sangat tinggi sedangkan pengembangan PLT EBT masih terbatas, maka saat ini pemerintah masih menggunakan PLTU batu bara sebagai sumber utama pemasok listrik nasional. Sebagai solusi terhadap isu lingkungan yang ditimbulkan PLTU batu bara, kementerian ESDM (Energy dan Sumber Daya Mineral) membuat peraturan Nomor 12 Tahun 2023. Peraturan ini dibuat untuk melakukan percepatan pencapaian target energi terbarukan dalam bauran energi nasional, menurunkan emisi gas rumah kaca dan mendorong ekonomi kerakyatan melalui peran serta masyarakat dalam penyediaan biomassa (ESDM, 2023).

Berdasarkan peraturan tersebut penelitian pada pemanfaatan cofiring biomassa pembangkit Listrik Tenaga Uap akan dilakukan terutama terkait jumlah biomassa cofiring yang dibutuhkan dan efek bahan bakar biomassa tersebut terhadap kinerja sistem pembakaran pembangkit. Teknik analisis yang biasa digunakan yaitu metode simulasi dengan salah satu aplikasi yang dapat digunakan yaitu GateCycle. Beberapa penelitian terdahulu yang membahas cofiring di sajikan dalam Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Penelitian cofiring

NO	Penulis	Judul Penelitian	Fokus Penelitian	Objek Penelitian
1	A.B.M. Abdul Malek, Md Hasanuzzaman, Nasarudin Abd Rahim & Yusuf A. Al Turki (2017)	Techno-economic analysis and environtmental impact assessment of a 10 MW biomass-based power plnt in Malaysia	Penelitian ini menganalisa pembangkit listrik berbahan bakar biomassa dari cangkang sawit dari sisi pasokan yang berkelanjutan dan upaya penghematan biaya	PLTU
2	Kate Wieck-Hansen, Peter Overgaard & Ole Hede Larsen (2000)	Cofiring coal and straw in a 150 MW power boiler experiance	Penelitian ini mengevaluasi pengaruh kimia pembakaran biomassa jerami di boiler dan dampak lingkungan yang dapat berkontribusi dalam memenuhi pengurangan emisi sebesar 20%	PLTU
3	K.V. Narayanan & E. Natarajan (2007)	Experimental studies on cofiring of coal and biomass blends in India	Penelitian ini membahas mengenai karakteristik bahan bakar biomassa limbah tebu dan tempurung kelapa ketika dibakar bersamaan dengan batu bara dengan prosentase 20%,40%,60% terhadap emisi gas dan biaya.	PLTU

Kajian terkait pengaruh cofiring biomassa pada PLTU banyak dilakukan karena inovasi cofiring biomassa dinilai masih baru. Masih banyak yang perlu dilakukan penyesuaian terkait karakteristik bahan bakar biomassa terhadap pembakaran hingga dampaknya terhadap emisi yang dihasilkan. Mengacu pada Tabel 1.1, gap penelitian yang dibangun dalam penelitian ini yaitu mengenai pengaruh cofiring biomassa di PLTU XXX Unit 5 dengan kapasitas 540 MW dengan prosentase penggunaan biomassa jenis sawdust 0%-10%, pola penyimpanan menggunakan strategi sistem zonasi pada area *coal yard* yang dibedakan dengan nilai kalor penerimaan, selanjutnya dianalisa menggunakan bantuan aplikasi Gate Cycle menggunakan 4 skenario beban 70%,80%,90%,100%, yang memberikan Analisa terhadap kinerja pembakaran, efisiensi dan penurunan CO₂ karena adanya perubahan nilai kalor. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar pertimbangan dalam optimalisasi strategi cofiring pada unit-unit PLTU subkritis di Indonesia umumnya, dan khususnya di PLTU XXX sendiri, hal ini bertujuan untuk menjaga efisiensi dan stabilitas kesiapan operasi pembangkit.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang yang dijelaskan sebelumnya, maka dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian utama yang akan ditindaklanjuti dalam penelitian ini, yaitu :

- 1) Bagaimana pengaruh penambahan biomassa (0%-10%) terhadap laju alir bahan bakar pada beban operasi 70%, 80%, 90% dan 100% ?
- 2) Bagaimana Pengaruh peningkatan kebutuhan udara pembakaran total (Air flow) dan distribusinya antara primary air dan secondary air pada beban 70%, 80%, 90% dan 100% berbagai tingkat persentase cofiring pada rentang 0%-10%?
- 3) Bagaimana pengaruh cofiring biomassa terhadap penurunan efisiensi boiler pada berbagai tingkat pembebanan unit PLTU XXX Unit 5?
- 4) Bagaimana pengaruh cofiring biomassa terhadap emisi CO₂ Fosil pada beban 70%, 80%, 90% dan 100% dengan rentang cofiring 0%-10%?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Menganalisis perubahan laju alir bahan bakar akibat penambahan biomassa 0%-10% pada beban operasi 378 MW, 432 MW, 486 MW, dan 540 MW.
- 2) Menganalisis pengaruh perubahan nilai kalor campuran terhadap kebutuhan udara pembakaran total (air flow) serta distribusinya antara primary air dan secondary air pada berbagai Tingkat persentase cofiring.
- 3) Membandingkan penurunan efisiensi boiler akibat peningkatan cofiring biomassa dari hasil simulasi gatecycle.
- 4) Menganalisis pengaruh cofiring biomassa terhadap emisi CO₂ Fosil.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- 1) Memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian termodinamika sistem pembakaran batubara dan biomassa pada PLTU Subkritikal di Indonesia melalui pendekatan simulasi aplikasi Gatecycle.
- 2) Menjadi referensi ilmiah dalam menganalisis pengaruh penurunan nilai kalor campuran terhadap *coal flow*, *air flow*, dan efisiensi boiler yang dapat digunakan dalam penelitian lanjutan di bidang energi bersih dan efisiensi termal.

- 3) Menjadi bahan masukan dalam pengambilan keputusan terkait kegiatan pengoperasian PLTU XXX dalam mendukung program *Cofiring* sehingga pengoperasian tetap efisien dan optimal.
- 4) Menyediakan informasi teknis yang dapat digunakan untuk strategi peningkatan efisiensi operasi, seperti optimasi rasio udara dan bahan bakar, pengendalian excess air, serta manajemen kualitas bahan bakar campuran.
- 5) Mendorong penerapan pembangkitan listrik ramah lingkungan dengan menurunkan emisi karbon serta memperluas pemanfaatan sumber energi biomassa lokal di sekitar wilayah operasi PLTU.

1.5 Originalitas Penulisan

Gap penelitian yang dibangun berfokus pada analisis kinerja pembakaran dan efisiensi boiler akibat dari *cofiring* biomassa pada persentase 0% hingga 10% pada Pembangkit PLTU XXX Unit 5 dengan pengoptimalan pada nilai kalor pasokan bahan bakar biomassa. Dari penelitian ini akan diketahui dampak dari setiap skenario persentase *cofiring* biomassa terhadap efisiensi pembakaran dan pengurangan emisi CO₂ di PLTU. Penelitian ini dikaitkan dengan analisis kemampuan penerimaan pasokan bahan bakar dan teknik zonasi penyimpanan di area coal yard. Penelitian ini akan memberikan gambaran terkait parameter operasi yang menjadi standar operasional prosedur yang diijinkan ketika proses *cofiring* berlangsung. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan acuan rekomendasi yang optimal terkait proses *cofiring* biomassa di PLTU XXX sehingga mampu meningkatkan efisiensi baik secara teknis maupun ekonomis. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan mengenai pengaruh *cofiring* biomassa terhadap kinerja pembangkit PLTU yang menjadi acuan penyusunan gap penelitian ini, tersaji pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Gap Penelitian

NO	Penulis	Judul Penelitian	Fokus Penelitian	Gap Penelitian
1	A.B.M. Abdul Malek, Md Hasanuzzaman, Nasarudin Abd Rahim & Yusuf A. Al Turki (2017)	Techno-economic analysis and environmental impact assessment of a 10 MW biomass-based power plant in Malaysia	Penelitian ini menganalisa pembangkit listrik berbahan bakar biomassa dari cangkang sawit dari sisi pasokan yang berkelanjutan dan upaya penghematan biaya	Penelitian yang akan dilakukan berfokus pada PLTU XXX Unit 5 kapasitas 540 MW, menggunakan biomassa jenis sawdust 0%-10% dan dianalisa menggunakan aplikasi Gate Cycle.
2	Kate Wieck-Hansen, Peter Overgaard & Ole Hede Larsen (2000)	Cofiring coal and straw in a 150 MW power boiler experience	Penelitian ini mengevaluasi pengaruh kimia pembakaran biomassa jerami di boiler dan dampak lingkungan yang dapat berkontribusi dalam memenuhi pengurangan emisi sebesar 20%	Penelitian yang akan dilakukan berfokus pada PLTU XXX Unit 5 kapasitas 540 MW, Analisa pengaruh pembakaran menggunakan biomassa sawdust 0%-10%.
3	K.V. Narayanan & E. Natarajan (2007)	Experimental studies on cofiring of coal and biomass blends in India	Penelitian ini membahas karakteristik bahan bakar biomassa limbah tebu dan tempurung kelapa ketika dibakar dengan batu bara dengan prosentase 20%,40%,60% terhadap emisi gas dan biaya.	Penelitian yang akan dilakukan berfokus pada PLTU XXX Unit 5 kapasitas 540 MW, penggunaan biomassa jenis sawdust dengan prosentase 0%-10%.