

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyediaan tenaga listrik PLN hingga tahun 2029 masih akan didominasi oleh pembangkit berbahan bakar fosil, terutama batubara. Konsumsi energi di Indonesia meningkat drastis karena pertambahan penduduk setiap tahunnya. Melihat kondisi ini sangat diinginkan untuk fokus pada kinerja pembangkit listrik yang ada dan yang akan datang di Indonesia menggunakan analisis kinerja termal dari masing-masing pembangkit. Pembangkit listrik subkritis akan digantikan oleh pembangkit listrik supercritical, ultra-supercritical dalam skenario yang saat ini dikembangkan pemerintah di pulau Jawa dan Sumatera. (BPPT, 2021)

Meskipun pemerintah sudah mengeluarkan PP tentang kebijakan energi nasional yang mempunyai tujuan menurunkan konsumsi batubara minimal 25 % pada tahun 2050, namun hingga saat ini sektor pembangkitan di Indonesia masih didominasi oleh PLTU batubara. Kapasitas pembangkit tenaga listrik sampai dengan tahun 2018 mencapai 64,5 GW atau naik sebesar 3% dibandingkan kapasitas tahun 2017. Kapasitas terpasang pembangkit listrik tahun 2018 sebagian besar berasal dari pembangkit energi fosil khususnya batubara (50%). (Tim Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, 2019) Sebagai pengguna batubara yang dominan saat ini hingga 2050, upaya konservasi energi pada PLTU perlu ditingkatkan. Konservasi energi adalah upaya yang dilakukan untuk mengurangi konsumsi energi dengan menggunakan lebih sedikit energi. Hal ini dapat dicapai dengan cara menggunakan energi secara lebih efisien. Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 70 tahun 2009 tentang konservasi energi disebutkan bahwa pengguna sumber energi dan pengguna energi yang menggunakan sumber energi dan/atau energi lebih besar atau sama dengan 6.000 (enam ribu) setara ton minyak per tahun wajib melakukan konservasi energi melalui manajemen energi. Salah satu penerapan konservasi energi adalah melalui efisiensi Energi. Efisiensi energi mengacu pada metode mengurangi konsumsi energi dengan menggunakan lebih sedikit energi untuk mencapai jumlah output yang sama. Semakin rendah kerugian energi untuk mencapai target tertentu, semakin tinggi tingkat efisiensi energinya. (Gunawan et al., 2017)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi panas dari steam untuk memutar turbin sehingga dapat digunakan untuk membangkitkan

energi listrik melalui generator. Steam yang dibangkitkan ini berasal dari perubahan fase air yang berada pada boiler akibat mendapatkan energi panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Secara garis besar sistem pembangkit listrik tenaga uap terdiri dari beberapa peralatan utama diantaranya: boiler, turbin, generator, dan kondensor.

Karakteristik efisiensi unit pembangkit secara umum pada beban tinggi lebih efisien dibandingkan dengan saat unit tersebut memikul beban rendah sehingga suatu unit pembangkit umumnya tidak ekonomis bila hanya harus memikul beban rendah. Selain itu masih banyak faktor-faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya perbedaan efisiensi di antara pembangkit yang berbeda atau dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan efisiensi pada suatu unit pembangkit bila dibandingkan dengan kemampuan optimum efisiensi unit tersebut saat kondisi normal.

Untuk mendapatkan efisiensi yang baik dari pengoperasian unit PLTU tidak cukup hanya dengan menyiapkan suatu pembangkit yang secara pengujian efisiensi (Performance Test) menunjukkan efisiensi yang baik. Akan tetapi diperlukan pula suatu kondisi pengoperasian yang menunjang efisiensi yang diinginkan. Bila pada saat dilakukan pengujian unjuk kerja pembangkit, seluruh peralatan dibuat pada kondisi operasi yang optimum dan parameter operasi di set sesuai dengan standarnya, maka pada keadaan operasi sebenarnya(operasi sehari-hari) terkadang atau bahkan sering terjadi dimana parameter operasi atau bahkan karena kelalaian operator. Keadaan operasi tersebut menyebabkan penyimpangan nilai efisiensi dari yang seharusnya dapat dicapai (efisiensi target). Untuk dapat melihat besarnya penyimpangan tersebut maka diperlukan suatu program monitoring efisiensi yang bekerja terus menerus.(Adibhatla & Kaushik, 2014)

Oleh karena beberapa pertimbangan tersebut maka studi ini dilakukan pada pembangkit ultra supercritical berkapasitas 2x1000 MW di Jawa Tengah dilakukan untuk memantau :

- a. Faktor penyimpangan kebutuhan panas dari yang seharusnya dicapai
- b. Efisiensi thermis
- c. Besarnya penyimpangan pemakaian/kebutuhan panas pada masing-masing sistem/peralatan
- d. Biaya panas bahan bakar

1.2 Perumusan Masalah

Pada perencanaan pembangkitan di masa yang akan datang PLN telah mengadopsi teknologi PLTU batubara kelas 1000 MW ultra-supercritical untuk memperoleh efisiensi yang lebih baik dan emisi CO₂ yang lebih rendah. Biaya bahan bakar merupakan bagian terbesar dalam pembiayaan operasi sistem tenaga listrik. Pada PLTU biaya bahan bakar mencapai 80% dari biaya operasi secara keseluruhan, sehingga perlu upaya untuk meningkatkan efisiensi pembangkit agar menurunkan biaya bahan bakar (Syahputera et al., 2018).

Heat rate dari pembangkit listrik tenaga fosil konvensional adalah ukuran seberapa efisiennya pembangkit tersebut mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi listrik. Konversi ini dicapai dalam empat langkah utama. Pertama, energi kimia diubah menjadi energi panas, kemudian energi panas diubah menjadi energi kinetik, kemudian energi kinetik diubah menjadi energi mekanik, dan terakhir energi mekanik diubah menjadi energi listrik. Intensitas energi pada PLTU biasa dinyatakan dalam *Net Plant Heat Rate (NPHR)*. Heat rate adalah jumlah energi yang dimanfaatkan oleh generator untuk menghasilkan 1 kilowatt-hour (kwh). *NPHR* umumnya dinyatakan dalam satuan kCal/kWh.

Pembangkit yang efisien adalah pembangkit yang mampu mencapai *NPHR* yang rendah dan plant efficiency yang tinggi. Pada setiap pembangkit diperlukan monitoring pada efisiensi pembangkit agar tercipta awareness pada setiap stake holder. Pengoperasian sootblower, karakter operasi operator dan jenis batubara pada PLTU dapat mempengaruhi besar kecilnya efisiensi pembangkit. Oleh karena itu perlu adanya upaya identifikasi untuk menurunkan nilai *NPHR* yang dibandingkan dengan hasil komisioning serta gap heat rate yang dikonversi menjadi economical losses. (Fu et al., 2016)

PLTU Tanjung Jati 5&6 adalah PLTU yang baru beroperasi pada tahun 2022, oleh karena itu demi menjaga efisiensi dan *NPHR* pada nilai yang optimal hingga mendekati nilai komisioning maka perlu implementasi Plant efficiency, dan sebagai pelengkap dilakukan permodelan menggunakan software Cycle tempo.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PLTU Tanjung Jati 5 Ultra Supercritical berbahan bakar batubara dengan kapasitas daya terpasang 2x1070 MW gross, yang bertujuan:

1. Melakukan analisa deviasi *NPHR* pada operasi harian dengan hasil acceptance test.

2. Melakukan estimasi kerugian pada setiap kenaikan *NPHR* menjadi RP/Gcal.
3. Melakukan analisa pada faktor penyebab meningkatnya *NPHR* pada operasi harian dengan pendekatan *correction factor* pada berbagai variasi operasi.
4. Melakukan perbandingan desain *Plant Efficiency* dengan melakukan permodelan pembangkit pada software *Cycle Tempo*.
5. Membuat rekomendasi *improvement* kinerja pembangkit.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat di implementasikan pada PLTU BJP sebagai panduan terkait peningkatan performa pembangkit serta menjadi acuan dalam proses identifikasi potensi peningkatan efisiensi pembangkit.

Dari hasil kuantifikasi *heat loss* yang didapat, pembangkit diharapkan mampu melakukan langkah mitigasi demi menurunkan penyebab turunnya *NPHR* dan *Plant efficiency*. Sehingga pembangkit dapat beroperasi lebih optimal dan mendapatkan profit.

1.5 Originalitas Penelitian

Tabel 1.1 Ringkasan penelitian terdahulu

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	Widhiatmaka et al (2017)	<i>Performance Analysis of Indramayu's Coal-Fired Power Plants in year 2015</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melalui performance test yang dilakukan, diperoleh data <i>NPHR</i> dan efisiensi termal. ▪ Sudah dilakukan perbandingan antara hasil desain dengan hasil test. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum menggunakan <i>correction factor</i> untuk identifikasi perubahan <i>NPHR</i> karena perubahan parameter ▪ Belum menghitung kerugian biaya bahan bakar untuk setiap faktor kerugian energi. ▪ Analisa performa pembangkit hanya

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
				dilakukan ketika kondisi optimal.
2	Sairam et al (2020)	<i>Energy and exergy analysis of a super critical thermal power plant at various load conditions under constant and pure sliding pressure operation</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dari hasil penelitian diperoleh efisiensi exergi setiap komponen utama pada pembangkit ▪ Mendapatkan urutan besaran eksergi sehingga mampu menentukan prioritas perbaikan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisa energi dan exergi hanya dilakukan pada tiga variasi beban ▪ Belum menghitung kerugian biaya bahan bakar untuk setiap kerugian energi
3	Kumar et al (2017)	<i>A critical review on energy, exergy, exergoeconomic and economic (4-E) analysis of thermal power plants</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penelitian ini menunjukkan bahwa exergi destruction paling besar terjadi pada boiler. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum menggunakan correction factor untuk identifikasi perubahan NPHR karena perubahan parameter ▪ Nilai deviasi parameter antara nilai aktual dengan desain masih belum dinyatakan dalam satuan NPHR (kCal/kWh).
4	Guo et al (2016)	<i>Data reconciliation for the overall thermal system of a steam turbine</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pada penelitian ini penulis sudah melakukan implementasi monitoring efisiensi pembangkit secara online. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum menghitung <i>cost benefit analysis</i>. ▪ Belum menggunakan correction factor untuk identifikasi

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
		<i>power plant</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengurangan faktor ketidakpastian dapat mencapai hasil yang lebih baik 	perubahan NPHR karena perubahan parameter
5	Rizki et al (2016)	<i>Cycle-Tempo Simulation Effect of High Pressure Heater Operation for Performance of Steam Power Plant 200MW PT.PJB Gresik</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peneliti sudah menggunakan pemodelan cycle tempo untuk evaluasi plant efisiensi pembangkit. ▪ Hasil pemodelan mampu menghitung efisiensi dari beberapa skenario. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum membandingkan deviasi antara nilai parameter dan kinerja peralatan utama aktual dengan nilai komisioning. ▪ Belum menghitung <i>cost benefit analysis</i>.
6	Narumi et al (2017)	<i>Simulasi Cycle Tempo Pengaruh Kondisi Operasi HPH Off Service terhadap Performa PLTU Paiton Unit 9</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peneliti sudah menggunakan pemodelan cycle tempo untuk evaluasi plant efisiensi pembangkit. ▪ Dari hasil analisa didapat kondisi yang paling optimal adalah kondisi eksisting dengan nilai NPHR terendah yaitu 2452,047 kCal/kWh dan nilai efisiensi sistem tertinggi yaitu 35,236% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perhitungan <i>turbine heat rate</i> belum membandingkan antara nilai actual dengan desain ▪ Belum melakukan cost analysis
7	Gudimella et al (2017)	<i>Efficiency of a Coal Fired Boiler in a Typical</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Metode kerugian panas mempunyai tingkat error lebih rendah 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ruang lingkup monitoring pembangkit hanya

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
		<i>Thermal Power Plant</i>	<p>dibandingkan dengan metode langsung.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Efisiensi boiler dengan metode langsung diperoleh sebesar 83.94% sedangkan 91.96% dengan metode tidak langsung sesuai dengan Standar ASME PTC-4.1. ▪ Metode langsung membantu personel pabrik untuk mengevaluasi dengan cepat efisiensi boiler dengan beberapa parameter dan lebih sedikit Referensi instrumentasi 	<p>khusus pada boiler,.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum menggunakan correction factor untuk identifikasi perubahan NPHR karena perubahan parameter ▪ Belum menghitung <i>cost benefit analysis</i>.
8	Qin et al (2020)	<i>Online simplified model and experimental comparison of CFB boiler thermal efficiency</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Model perhitungan mampu mensimulasikan boiler dalam beberapa skenario 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simulasi dilakukan pada PLTU type CFB. ▪ Program yang digunakan untuk simulasi adalah MATLAB.