

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Saat ini sektor pembangkitan di Indonesia didominasi oleh PLTU batubara. Kontribusi PLTU batubara mencapai 45% dari total kapasitas pembangkit 64.000 MW pada tahun 2018. Diproyeksikan PLTU batubara masih mendominasi sektor pembangkitan dengan kontribusi sebesar 50% dari total kapasitas pembangkit pada tahun 2050 (BPPT, 2020). Sebagai pengguna energi primer yang dominan saat ini hingga 2050, upaya konservasi energi pada PLTU perlu ditingkatkan. Konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. 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 Manajemen Energi. Manajemen energi adalah kegiatan terpadu untuk mengendalikan konsumsi energi agar tercapai pemanfaatan energi yang efektif dan efisien untuk menghasilkan keluaran yang maksimal melalui tindakan teknis secara terstruktur dan ekonomis untuk meminimalisasi pemanfaatan energi, termasuk energi untuk proses produksi dan meminimalisasi konsumsi bahan baku dan bahan pendukung (British Standard, 2011).

PLTU merupakan salah satu jenis teknologi konversi energi dari bahan bakar fosil dirubah menjadi energi panas di dalam ruang bakar yang akan memanaskan air menjadi uap di dalam ruang bakar dengan memanfaatkan energi panasnya dalam bentuk fisik uap dikonversi menjadi energi mekanik di turbin uap dan dari mekanis dikonversi menjadi energi listrik di generator. Pada umumnya, sebuah pembangkit memanfaatkan sebagian kecil daya untuk mengoperasikan peralatan bantu.

Permasalahan ketenagalistrikan saat ini adalah ketersediaan pasokan energi fosil yang terbatas dan komponen biaya pokok produksi (BPP) yang didominasi oleh biaya bahan bakar. PLTU XYZ unit 3 telah beroperasi secara komersial pada tahun 2013. Nilai NPHR yang diperoleh saat komisioning pada beban 65 MW gross sebesar 3.026 kcal/kWh. Nilai NPHR akumulatif dari laporan niaga PLTU XYZ pada bulan Januari sampai dengan Juni tahun 2020 sebesar 3.812 kcal/kWh. Perhitungan NPHR komisioning menggunakan metode *indirect*, sedangkan perhitungan NPHR laporan niaga menggunakan metode *direct*, sehingga perbedaan metode tersebut juga mempengaruhi akurasi hasil perhitungan NPHR. Selain itu kondisi aktual operasi juga berbeda dengan kondisi komisioning, dimana kondisi saat aktual operasi dapat berubah-ubah, sedangkan saat komisioning kondisi pembangkit dijaga stabil dan sistem terisolasi selama waktu pengujian berlangsung. Peningkatan NPHR aktual PLTU XYZ perlu dianalisa untuk mengidentifikasi setiap kemungkinan faktor penyebab kerugian energi.

Melalui audit energi, dapat diidentifikasi peluang untuk melakukan penghematan energi yang lebih efisien. Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi (Narwal, 2017).

Papireddy telah melakukan penelitian audit energi rinci di PLTU berkapasitas 210 MW, dari hasil penelitiannya diperoleh nilai deviasi NPHR aktual dengan desain pada beban yang sama. Potensi perbaikan kinerja efisiensi pembangkit dapat diperoleh dengan membandingkan nilai parameter operasi aktual dengan desain. Nilai deviasi parameter antara nilai aktual dengan desain pada penelitian tersebut masih belum dinyatakan dalam satuan NPHR (kCal/kWh) dan belum menghitung kerugian biaya bahan bakar untuk setiap faktor kerugian energi. Deviasi parameter yang diteliti masih belum mencakup parameter kinerja peralatan utama seperti *feedwater heater* dan *air preheater* (P.Papireddy et al., 2018).

Audit energi pada PLTU dengan membandingkan deviasi setiap parameter operasi dan kinerja peralatan utama antara nilai aktual dan komisioning untuk mengidentifikasi setiap kerugian energi pada PLTU batubara belum pernah dilakukan, sehingga penelitian ini dapat dijadikan referensi sebagai panduan untuk melakukan audit energi pada PLTU secara detail dan komprehensif yang dapat memberikan rekomendasi peningkatan kinerja energi secara efektif berdasarkan tingkat kemudahan implementasi, biaya, dan signifikansi terhadap dampak perbaikan kinerja energi.

I.2. Perumusan Masalah

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).

Intensitas energi adalah banyaknya energi yang dikonsumsi untuk menghasilkan satu satuan produk. Intensitas energi pada PLTU biasa dinyatakan dalam *Net Plant Heat Rate (NPHR)* yang menunjukkan besarnya energi yang diperlukan pembangkit untuk menghasilkan 1 kWh listrik neto. *NPHR* umumnya dinyatakan dalam satuan kCal/kWh. Semakin tinggi nilai *NPHR*, maka menunjukkan efisiensi energi pembangkit tersebut semakin rendah (Kumar, 2018).

Seiring bertambahnya waktu operasi sebuah PLTU, menyebabkan kenaikan *NPHR* pada PLTU karena degradasi kinerja peralatan. Peningkatan *NPHR* pada PLTU juga disebabkan oleh perubahan kualitas batubara dan konsistensi pengoperasian parameter kritis sesuai baseline. PLTU XYZ yang telah beroperasi komersil sejak tahun 2013 juga mengalami peningkatan *NPHR* bila dibandingkan dengan hasil komisioning sebagai baseline. sehingga diperlukan suatu upaya identifikasi untuk menurunkan nilai *NPHR* agar mendekati nilai hasil komisioning. Untuk mengidentifikasi peningkatan *NPHR* pada PLTU XYZ dapat dilakukan

dengan audit energi detail, terutama pada pengguna energi signifikan pada PLTU yaitu pada sistem boiler dan turbin (Patel & Agrawal, 2017).

I.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PLTU XYZ berbahan bakar batubara dengan kapasitas daya terpasang 65 MW gross, dengan tujuan:

1. Menganalisa deviasi *NPHR* pada kondisi aktual dan komisioning.
2. Menganalisa faktor-faktor penyebab peningkatan *NPHR*.
3. Menganalisa kontribusi setiap faktor penyebab peningkatan *NPHR* dengan pendekatan desain faktor koreksi dan referensi lain tentang pengaruh perubahan parameter operasi dan kinerja peralatan utama pada PLTU terhadap *NPHR*.
4. Menyusun rekomendasi perbaikan kinerja efisiensi energi.

I.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk meningkatkan kinerja efisiensi energi pada PLTU XYZ, dan dapat digunakan sebagai referensi dalam melakukan audit energi pada PLTU secara detail dan komprehensif untuk mengidentifikasi setiap potensi perbaikan kinerja energi sehingga dapat menurunkan BPP listrik pada PLTU milik PLN dan meningkatkan profit bagi *Independent Power Producer (IPP)* dengan menurunkan biaya bahan bakar.

I.5. Originalitas Penelitian

Tabel 1.1 Ringkasan penelitian terdahulu

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	P. Papireddy, S. Ananth,	<i>Performance Analysis of Boiler in</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melalui proses audit energi rinci, diperoleh nilai deviasi <i>NPHR</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nilai deviasi parameter antara nilai aktual dengan

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
	Vikash Kumar (2018)	<i>Thermal Power Plant</i>	<p>actual dengan desain pada beban yang sama.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Potensi perbaikan kinerja efisiensi pembangkit dapat diperoleh dengan membandingkan nilai parameter operasi aktual dengan desain. 	<p>komisioning masih belum dinyatakan dalam satuan <i>NPHR</i> (kCal/kWh).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum menghitung kerugian biaya bahan bakar untuk setiap faktor kerugian energi. ▪ Deviasi parameter yang diteliti masih belum mencakup parameter kinerja peralatan utama seperti <i>feedwater heater</i> dan <i>air preheater</i>. ▪ Belum menggunakan kurva koreksi desain untuk mengidentifikasi perubahan <i>NPHR</i> akibat perubahan suatu parameter.
2	Abhishek Kumar, Sumeet Sharma (2018)	<i>Energy Audit of Coal Fired Thermal Power Plant</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dari hasil penelitian diperoleh bahwa efisiensi boiler mengalami penurunan pada beban parsial. ▪ Kerugian pada boiler dapat diidentifikasi dengan perhitungan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum membandingkan deviasi antara nilai parameter dan kinerja peralatan utama aktual dengan nilai komisioning.

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			efisiensi boiler menggunakan metode kerugian panas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ruang lingkup audit hanya pada boiler, tidak termasuk siklus air dan uap.
3	Andy Setyanto, Ary Putra (2018)	<i>Energy Auditing at Block 1 Muara Karang Combined Cycle Power Plant</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secara keseluruhan kinerja PLTGU Muara Karang memiliki efisiensi yang lebih rendah (sekitar 2-3%) dibandingkan data commissioning dan gap kinerja terbesar terjadi di semua HRSG (sekitar 13-16%). Dalam HRSG diketahui kerugian terbesar disebabkan oleh dry flue gas (sekitar 68-70%). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obyek penelitian di PLTGU ▪ Tidak semua parameter operasi dibandingkan antara nilai aktual dengan hasil komisioning. ▪ Nilai deviasi parameter antara nilai aktual dengan desain masih belum dinyatakan dalam satuan NPHR (kCal/kWh).
4	Patel, Agrawal (2017)	<i>Performance Improvement Through Energy Audit of a 250MW Coal Fired Thermal Power Plant</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untuk efisiensi pembangkit yang lebih tinggi, pembangkit harus beroperasi pada beban penuh ▪ Kerugian energi pada boiler mempunyai jumlah besar, sehingga strategi pemeliharaan yang tepat untuk boiler sangat penting. ▪ Efisiensi pada turbin-generator, condenser dan feedwater heater actual 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Belum membandingkan deviasi antara nilai parameter dan kinerja peralatan utama actual dengan nilai komisioning. ▪ Belum menghitung <i>cost benefit analysis</i>.

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			<p>lebih rendah dari desain, namun penulis tidak menampilkan tabel perbandingan nilai aktual dan desain.</p>	
5	<p>Gudimella Srinivas, Doddapineni Kumar, Peruri Mohan, Boggarapu Rao (2017)</p>	<p><i>Efficiency of a Coal Fired Boiler in a Typical Thermal Power Plant</i></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 ▪ Metode kerugian panas mempunyai tingkat error lebih rendah dibandingkan dengan metode langsung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ruang lingkup audit hanya pada boiler, tidak termasuk siklus air dan uap. ▪ Belum membandingkan deviasi antara nilai parameter dan kinerja peralatan utama aktual dengan nilai komisioning. ▪ Belum menghitung <i>cost benefit analysis</i>.
6	<p>M. Narwal, Vinit (2017)</p>	<p><i>Energy Auditing of Thermal Power Plant: A Case Study</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penghitungan efisiensi boiler berada pada <i>Turbine Maximum Continuous Rating (TMCR)</i> 83.005% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perhitungan <i>turbine heat rate</i> belum membandingkan antara nilai actual dengan desain

No.	Penelitian (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
			<p>terhadap nilai desain 86.52%.</p> <ul style="list-style-type: none"> Diperoleh nilai potensi perbaikan plant heat rate dengan perbaikan parameter <i>main steam temperature, hot reheat temperature</i>, dan <i>condenser back pressure</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Potensi perbaikan plant heat rate belum memperhatikan parameter kinerja peralatan utama seperti <i>feedwater heater</i> dan <i>air preheater</i>.
7	Arvind Namdev, Tiwari, Gaurav Shukla (2016)	<i>Energy Audit of a Boiler and Waste Heat Recovery System in Thermal Power Plant</i>	<ul style="list-style-type: none"> Penghitungan efisiensi boiler dengan metode kerugian panas sebesar 82.73%. <i>Air preheater leakage</i> pada sisi A sebesar 41.01% dan pada sisi B sebesar 37.23%. 	<ul style="list-style-type: none"> Ruang lingkup audit hanya pada boiler, tidak termasuk siklus air dan uap. Belum membandingkan kualitas batubara pada kondisi aktual dan komisioning.
8	Pankaj Sindhu, Somvir Arya (2014)	<i>A Energy Audit Thermal Power Plant</i>	<ul style="list-style-type: none"> Efisiensi pembangkit secara keseluruhan akan menurun pada beban yang lebih rendah. Beban Pembangkit bergantung pada kebutuhan konsumsi energi. Ketika konsumsi energi menurun, pembangkit harus mulai beroperasi pada beban yang lebih rendah, karena energi tidak dapat disimpan. 	<ul style="list-style-type: none"> Belum membandingkan deviasi antara nilai parameter dan kinerja peralatan utama actual dengan nilai komisioning. Belum menghitung <i>cost benefit analysis</i>.