

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar fosil (*fossil fuels*) dalam jangka panjang ternyata telah memberikan implikasi negatif terhadap kehidupan dan berdampak pada perubahan iklim. Capaian Energi Baru dan Terbarukan (EBT) dalam bauran energi nasional sejak tahun 2015 hingga 2023 meningkat secara gradual, namun peningkatan tersebut masih belum mencapai target yang ditetapkan setiap tahunnya. Realisasi bauran EBT sampai dengan tahun 2023 baru mencapai 13,1%. Realisasi tersebut masih di bawah target tahun 2023 yang ditetapkan sebesar 17,9% (DPR RI, 2024). Rendahnya realisasi bauran EBT menjadi tantangan untuk menurunkan emisi karbon melalui pendekatan *demand* yakni melalui peningkatan efisiensi energi.

Dalam Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) G20 yang dilaksanakan pada tahun 2022 di Indonesia, telah disepakati solusi berbagai isu global salah satunya adalah percepatan transisi energi berkelanjutan. Salah satu prinsip percepatan transisi energi ini yakni meningkatkan pelaksanaan efisiensi energi. Alasan pentingnya peningkatan efisiensi energi yaitu bahwa efisiensi energi menjadi salah satu kunci utama dalam mencapai tujuan *Paris Agreement*. Efisiensi energi juga memiliki peran yang kritical dalam mengurangi krisis energi dan menjadi kunci dalam membuat sektor industri lebih berkelanjutan dan efisien.

Penyediaan tenaga listrik PLN hingga tahun 2029 masih akan didominasi bahan bakar fosil, terutama batubara. PLTU batubara digunakan untuk pembangkit pemikul beban dasar. Sementara untuk pembangkit pemikul beban puncak diupayakan tidak menggunakan pembangkit berbahan bakar BBM. PLN lebih mengutamakan pembangkit hidro seperti PLTA *peaking* dengan *reservoir* dan *pumped storage*.

Unit pembangkit PLN Group dikelola oleh 2 (dua) *sub holding* PT PLN (Persero) yakni PT PLN Indonesia Power dan PT PLN Nusantara Power. Pada akhir Desember 2023, total kapasitas terpasang dan jumlah unit pembangkit PLN (unit Pembangkit PLN Group) mencapai 45.095,19 MW dan 6.446 unit, dengan 31.202,08 MW (65,29%) berada di Jawa. Adapun total kapasitas terpasang nasional termasuk pembangkit sewa dan IPP adalah 72.976,30 MW. Kedepannya akan dilakukan *retirement* (pensiun) PLTU secara bertahap mulai tahun 2030 sesuai dengan umur tekno-ekonomis dan berakhirnya kontrak *Power Purchase Agreement* (PPA) dalam mencapai *net zero emission*. Pusat-pusat listrik tersebut dilengkapi dengan sistem kelistrikan untuk pemakaian sendiri (PS) yang diperlukan untuk konsumsi internal guna pengoperasian peralatan utama dan pendukung yang diperlukan dalam proses produksi listrik mulai dari pengolahan bahan baku sampai menghasilkan produk berupa listrik. Besaran nilai PS pembangkit sangat bervariasi tergantung jenis pembangkit dan kinerja di masing-masing pembangkit. Besaran nilai PS pembangkit dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain faktor usia, teknologi dan manajemen. Pemakaian sendiri (PS) pembangkit listrik merupakan kinerja yang harus dicapai. Semakin rendah nilai PS menunjukkan kinerja pembangkit semakin baik. Oleh karena itu peningkatan efisiensi pada PS menjadi salah satu prioritas utama pada pengoperasian PLTA.

Sebuah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya sangat diperlukan. Upaya tersebut dapat tercapai dengan pemerintah membuat kebijakan-regulasi antara lain seperti Peraturan Pemerintah no 33 tahun 2023 tentang Konservasi Energi dan Permen ESDM no 8 tahun 2025 tentang Manajemen Energi serta melaksanakannya. Secara umum intensitas konsumsi energi di sektor industri Indonesia masih terhitung boros (Siregar, 2015). Potensi penghematan energi di sektor industri berkisar antara 10-30% (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2024). Berdasarkan kondisi-kondisi diatas maka dibutuhkan peningkatan efisiensi energi pada industri penyediaan energi dengan implementasi manajemen energi.

Efisiensi energi adalah upaya menggunakan energi secara efisien dan tepat guna dengan tetap mengutamakan keselamatan, keamanan, kenyamanan, dan produktivitas (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2025). Audit energi telah digunakan secara luas dalam beberapa dekade terakhir (Anderson, 2004) (Kalantzis, 2019). Audit energi adalah instrumen kebijakan yang mengharuskan fasilitas untuk menganalisis proses produksi dan penggunaan energi secara internal serta meningkatkan kinerjanya (Yajima, 2022). Sedangkan untuk membandingkan kinerja efisiensi energi suatu perusahaan dengan kinerja pesaingnya dan untuk memperkirakan potensi penghematan energi juga dapat dilakukan dengan *benchmarking* energi (Chan, 2013). *Benchmarking* energi adalah proses membandingkan kinerja energi suatu bangunan atau fasilitas dengan referensi atau standar, seperti bangunan serupa, rata-rata sektor, atau praktik terbaik. Di seluruh dunia, *benchmarking* energi sudah dikenal luas efektif dalam membantu meningkatkan efisiensi energi industri (Ke, 2013).

Sejumlah penelitian telah meneliti dampak audit energi dan *benchmarking* energi secara terpisah terhadap penggunaan energi. Thakare telah melakukan penelitian audit energi komprehensif terhadap PLTU Batubara dengan kapasitas 1.050 MW di India yang dilakukan dengan pengukuran rinci. Secara total dapat menghemat 12,10 Juta kWh & 25.832,80 MT batubara/tahun (Thakare & Daspute, 2024). Momani melakukan penelitian audit energi dengan tujuan untuk mengidentifikasi area utama peluang penghematan energi di pabrik Al Kasih Factory Group, Yordania. Audit ini ditekankan pada analisa kinerja boiler dengan pengurangan penggunaan energi hingga 18% (Al Momani, 2023). Sementara itu Shabbir melakukan studi yang bertujuan untuk menyoroti potensi peningkatan energi di sektor industri kertas Pakistan dengan melakukan *benchmarking* Konsumsi Energi Spesifik (KES) dengan Inggris dan Kanada. Penghematan sebesar 16,4% dari keseluruhan konsumsi energi di sektor kertas Pakistan dapat dicapai (Shabbir, 2022). Andersson melakukan penelitian terkait *benchmarking* efisiensi energi berdasarkan indeks data efisiensi energi dari 11 pabrik penggergajian kayu di Swedia. Salah satu kesimpulannya adalah indeks efisiensi energi cocok sebagai

alat strategi penghematan energi dalam manajemen energi industri (Andersson, 2018).

Untuk itu penelitian ini berkontribusi pada literatur dengan mengkaji bagaimana identifikasi potensi penghematan energi dilakukan dengan **2 buah tools secara bersamaan yakni audit energi dan benchmarking**, sebuah metode yang belum banyak diadopsi dalam studi sebelumnya, khususnya di sektor pembangkit listrik tenaga air dengan obyek penelitian pada PLTA Wadaslintang di Kebumen yang dikelola oleh PT PLN Indonesia Power UBP Mrica. Selain itu penelitian ini juga ingin melihat bagaimana kontribusi langsung audit energi terhadap peningkatan *Capacity Factor (CF)* pembangkit.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yakni:

1. Persentase pemakaian sendiri (PS) PLTA Wadaslintang masih diatas rata rata PLTA yang dikelola oleh PLN. Aspek manajemen energi sesuai PP 33 tahun 2023 tentang Konservasi Energi belum diterapkan secara optimal sehingga berakibat pada kinerja pembangkitan yang kurang efisien. Padahal terdapat potensi penghematan energi di sektor industri berkisar antara 10-30% (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2024). Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi energi pada pemakaian sendiri (PS) di PLTA Wadaslintang dan bagaimana peringkat kinerja PLTA Wadaslintang dibandingkan dengan industri sejenis dalam efisiensi energi?
2. Dalam upaya konservasi energi yang lebih baik, sangat dibutuhkan rekomendasi program kerja yang relevan untuk meningkatkan efisiensi energi yang optimal sesuai dengan kemampuan, teknologi, dan sumber daya yang ada serta analisis finansialnya. Apa saja potensi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi energi yang efektif dan efisien di PLTA Wadaslintang?

3. Audit energi merupakan salah satu instrumen penting dalam evaluasi kinerja pembangkit. Namun, kontribusi langsung audit energi terhadap peningkatan *Capacity Factor (CF)* PLTA belum banyak dikaji secara mendalam. Bagaimana hubungan antara hasil audit energi dengan peningkatan *Capacity Factor (CF)* PLTA Wadaslintang, dan sejauh mana audit energi dapat menjadi dasar pengambilan keputusan strategis dalam pengelolaan operasi pembangkit?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PLTA Wadaslintang dengan kapasitas daya terpasang 18 MW, dengan tujuan:

1. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi efisien energi untuk pemakaian sendiri melalui penerapan aspek manajemen energi dengan melakukan audit energi dan *benchmarking* energi terhadap industri sejenis untuk meningkatkan efisiensi energi pada pemakaian sendiri (PS) di PLTA Wadaslintang.
2. Melakukan analisis potensi penghematan energi dan merumuskan rekomendasi yang tepat untuk memperbaiki kinerja efisiensi energi pada PLTA Wadaslintang.
3. Untuk menganalisis peran audit energi dalam mendukung peningkatan *Capacity Factor (CF)* PLTA Wadaslintang serta mengevaluasi sejauh mana hasil audit energi dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan strategis dalam pengelolaan operasi pembangkit secara lebih efisien dan berkelanjutan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan gambaran terkini penggunaan energi pada pemakaian sendiri (PS) di PLTA Wadaslintang dan rekomendasi penghematan energi yang relevan sebagai masukan bagi perusahaan dalam menurunkan intensitas energi dan meningkatkan efisiensi energi.

Bagi kalangan akademisi, penelitian ini dapat dijadikan sebagai wawasan baru dalam membuat karya ilmiah atau untuk dikembangkan dalam penelitian selanjutnya.

1.5. Orisinalitas Penelitian

Penelitian sebelumnya terkait audit energi menjadi dasar untuk melakukan penelitian ini. Beberapa penelitian di bawah ini menjadi acuan dan digunakan sebagai perbandingan sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1.1 Penelitian terdahulu

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	Hitesh R. Thakare, Pramod Daspute (2024)	<i>Enhancing energy conservation in power generation in a coal fired thermal power plant through comprehensive energy audit</i>	Audit energi komprehensif terhadap PLTU Batubara dengan kapasitas 1.050 MW di India yang dilakukan dengan pengukuran rinci. Secara total dapat menghemat 12,10 Juta kWh & 25.832,80 MT batubara/tahun dan akibatnya, 104.243 tCO ₂ /tahun.	Fokus Penelitian ini membandingkan kinerja peralatan utama aktual dengan nilai komisioning. Belum membandingkan dengan intensitas energi pada industri sejenis.
2	Derar Al Momani, et al. (2023)	<i>Energy saving potential analysis applying factory scale</i>	Tujuan audit energi untuk mengidentifikasi area utama peluang penghematan energi di pabrik Al Kasih Factory Group, Yordania. Audit ditekankan pada analisa	Ruang lingkup audit pada kinerja boiler, tidak mencakup keseluruhan proses

		<i>energy audit – A case study of food production</i>	kinerja boiler dengan pengurangan penggunaan energi hingga 18%. Metodologi yang digunakan adalah audit langsung yang mencakup survei dan analisis energi.	pemakaian energi listrik (belum komprehensif).
3	Gloria Putri Pancarrani (2023)	Audit energi listrik berbasis <i>fuzzy logic</i> pada rumah sakit banyumanik 2	Audit energi listrik berbasis <i>fuzzy logic</i> pada bangunan. <i>Fuzzy logic</i> digunakan untuk penentuan nilai intensitas konsumsi energi listrik pada rumah sakit. Didapat nilai IKE awal sebesar 72,98 dan IKE akhir 37,42 kWh/m ² /tahun (Pancarrani, 2023).	Belum membandingkan dengan intensitas energi pada industri sejenis.
4	A.R Yohanes (2023)	Optimasi audit energi termal mekanikal pada PLTU Pelabuhan Ratu unit 2 dengan <i>PI vision</i>	Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa faktor penyebab kenaikan <i>NPHR</i> dari perubahan parameter operasi dan kinerja peralatan utama. Performance test menggunakan beberapa teknologi dan online performance test (<i>PI Vision</i>) (Yohanes, 2023).	Belum menghitung <i>cost benefit analysis</i> rekomendasi penghematan energi.
5	Salim Ahmed	<i>A case study on the</i>	Konsumsi energi tahunan gedung IMCO (lembaga	• Belum membandingk

	Al Rashdi, dkk. (2022)	<i>electrical energy auditing and saving techniques in an educational institution (IMCO, Sohar, Oman)</i>	pendidikan di Oman) disimulasikan menggunakan perangkat lunak <i>DesignBuilder</i> . Dua strategi diusulkan yakni mengganti lampu neon tradisional dengan pengontrol cahaya lampu LED dan memasang kaca film surya, pengurangan konsumsi energi masing-masing sebesar 16% dan 7,6% (Al Rashdi, et al., 2022)	an dengan intensitas energi pada industri sejenis • Belum menghitung <i>cost benefit analysis</i> rekomendasi penghematan energi
6	Imran Shabbir, Mojtaba M., & Farooq S (2022)	<i>Energy efficiency improvement potentials through energy benchmarking in pulp and paper industry</i>	Studi ini bertujuan untuk menyoroti potensi peningkatan energi di sektor industri kertas Pakistan dengan melakukan <i>benchmarking</i> Konsumsi Energi Spesifik (KES) dengan Inggris dan Kanada. Penghematan sebesar 16,4% dari keseluruhan konsumsi energi di sektor kertas Pakistan dapat dicapai.	Fokus penelitian pada <i>benchmarking</i> efisiensi energi pada pabrik kertas dengan industri sejenis, belum dilakukan audit energi.
7	Suriyan Arif Wibowo (2021)	Audit energi detail pada PLTU Batubara dengan	Audit energi detail pada PLTU Batubara berkapasitas 65 MW dilakukan dengan analisis deviasi NPHR dengan	Fokus penelitian ini membandingkan kinerja peralatan utama aktual

		membandingkan parameter operasi aktual dengan komisioning	membandingkan parameter operasi aktual dengan komisioning. Total peluang penurunan NPHR apabila semua rekomendasi diimplementasikan sebesar 472,64 kcal/kWh (Wibowo, 2021).	dengan nilai komisioning. Belum membandingkan dengan intensitas energi pada industri sejenis.
8	Elias A, Oskar A, & Patrik T (2018)	<i>Benchmarking energy performance of industrial small and medium-sized enterprises using an energy efficiency index: Results based on an energy audit policy program</i>	Dalam penelitian ini dilakukan <i>benchmarking</i> efisiensi energi berdasarkan indeks data efisiensi energi dari 11 pabrik penggergajian kayu di Swedia. Salah satu kesimpulannya adalah indeks efisiensi energi cocok sebagai alat strategi penghematan energi dalam manajemen energi industri (Andersson, 2018).	Fokus penelitian pada <i>benchmarking</i> efisiensi energi pada pabrik penggergajian kayu dengan industri sejenis, belum dilakukan audit energi.

BAB II

