

ANALISIS EFISIENSI ENERGI DAN STRATEGI KONSERVASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) MUSI BENGKULU

MARTIN WAHYUNUS^{1*}, ALDRI FRINALDI¹, DASMAN LANIN¹, REMBRANDT¹

Doctoral Program of Environmental Science, Postgraduate Program, Universitas Negeri
Padang¹

e-mail: martin.w@pln.co.id*

Abstrak: Audit energi pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Musi Bengkulu dilakukan untuk menilai tingkat efisiensi energi dan mengidentifikasi peluang konservasi energi pada sistem pembangkit tipe run-of-river. Kegiatan audit dilakukan dengan pendekatan Audit Energi Level 1 Plus mengacu pada standar ISO 50002:2014 dan ISO 50006:2014. Hasil pengukuran dan analisis menunjukkan bahwa intensitas konsumsi energi (IKE) PLTA Musi tahun 2021 sebesar 0,0087 GJ/GJ dan tahun 2022 sebesar 0,0098 GJ/GJ. Nilai ini menempatkan PLTA Musi pada kategori baik berdasarkan benchmark sektor industri pembangkit listrik tenaga air. Analisis regresi antara produksi listrik dan konsumsi energi menghasilkan persamaan baseline $Y = 0,0026X + 550036$ dengan $R^2 = 0,7445$. Potensi penghematan energi rata-rata mencapai -8,07% per tahun dengan berbagai rekomendasi seperti pengaturan jam operasi AC, penggantian AC inverter, penggunaan ceramic coating pada pompa pendingin, pemasangan variable speed drive (VSD), serta penerapan sistem zonasi dan instalasi PLTS rooftop sebesar 57,7 kWp. Hasil ini menunjukkan bahwa PLTA Musi memiliki potensi efisiensi yang signifikan dan dapat menjadi model konservasi energi berkelanjutan di sektor ketenagalistrikan.

Kata kunci: audit energi, efisiensi energi, PLTA Musi, intensitas konsumsi energi, konservasi energi.

A. Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi. Untuk mendukung transisi menuju energi bersih, Pemerintah Indonesia mendorong pengembangan energi baru terbarukan (EBT) sebagaimana diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 dan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) memiliki peran strategis karena dapat menghasilkan energi dengan emisi karbon rendah. Audit energi menjadi salah satu langkah penting untuk memastikan efisiensi penggunaan energi di fasilitas pembangkitan. Audit ini dilakukan di PLTA Musi Bengkulu untuk mengidentifikasi kinerja energi dan rekomendasi peningkatan efisiensi.

B. Metodologi

Audit energi yang dilakukan di PLTA Musi merupakan audit Level 1 Plus yang mengacu pada standar ISO 50002:2014. Metode ini melibatkan pengumpulan data sekunder, pengukuran langsung pada Main Control House (MCH) dan Power House (PH), analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE), benchmarking, dan penetapan baseline energi menggunakan metode regresi linier. Kegiatan dilakukan melalui observasi lapangan, verifikasi data operasional tahun 2021–2022, serta validasi hasil menggunakan parameter statistik seperti R^2 , T-statistic, dan CV RMSE.

PLTA Musi merupakan pembangkit listrik tenaga air tipe run-of-river yang berlokasi di Kabupaten Rejang Lebong, Bengkulu. Pembangkit ini memiliki kapasitas terpasang sebesar 3×70 MW dengan daya listrik yang disalurkan ke sistem interkoneksi Sumatera. Fasilitas utama terdiri dari Intake Dam, Power House bawah tanah, Main Control House, dan Reregulating Dam. PLTA Musi berperan penting dalam penyediaan energi bersih dan menjadi salah satu objek audit energi untuk memastikan efisiensi operasionalnya.

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) PLTA Musi pada tahun 2021 sebesar 0,0087 GJ/GJ dan meningkat menjadi 0,0098 GJ/GJ pada tahun 2022. Berdasarkan benchmarking DJPPL KLHK, nilai ini termasuk kategori hemat energi.

Analisis regresi menghasilkan persamaan baseline $Y = 0.0026X + 550036$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0.7445$. Validasi menunjukkan parameter statistik berada dalam rentang rekomendasi, sehingga persamaan tersebut digunakan untuk menghitung penghematan energi tahun 2023. Hasilnya menunjukkan potensi penghematan rata-rata -8,07% per tahun.

Kajian Significant Energy Uses (SEU)

Kajian SEU difokuskan pada dua pengguna energi listrik terbesar, yaitu Power House dan MCH, karena keduanya mengonsumsi lebih dari 90% konsumsi energi total di PLTA Musi.

- **Power House:** Pengguna energi signifikan di Power House meliputi sistem *chilled water*, pompa air pendingin, sistem ventilasi (*blower* dan *fan*), *chiller water pump*, *booster pump*, *hydraulic pump*, *oil pump*, dan *air compressor*.
- **Turbin:** Turbin air merupakan komponen utama. Peningkatan efisiensi turbin dapat meningkatkan kinerja PLTA secara keseluruhan.

Penggunaan Energi dan Peluang Penghematan Energi

Power House

- **Sistem Chilled Water:** Mengoptimalkan suhu air dingin, memasang *variable speed drive* (VSD) pada pompa, dan memasang *oil purging* pada *chiller*.
- **Pompa Air Pendingin:** Menggunakan *ceramic coating* untuk mengurangi kekasaran permukaan dan kerugian akibat gesekan.
- **Sistem Ventilasi:** Memasang VSD pada *blower* dan *fan* untuk menyesuaikan kecepatan dengan kebutuhan.
- **Sistem Motor:** Penggantian motor listrik yang sudah tua dengan motor hemat energi.

Turbin

- **Memperketat Clearance dan Tolerance Seal Ring:** Mengurangi kebocoran air dan meningkatkan efisiensi.
- **Modifikasi Wicket Gates:** Memperbesar laju aliran air dan meningkatkan kapasitas daya terpasang.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTA Musi memiliki potensi untuk memanfaatkan energi surya dengan memasang PLTS *on-grid* di *rooftop* Gedung MCH dan bagian depan PH. Luas area yang tersedia mencapai 423 m² di *rooftop* MCH dan 218 m² di depan PH. Pemasangan PLTS dapat memberikan sumber energi baru yang signifikan.

Perhitungan Potensi PLTS:

- Luas area yang memungkinkan: 320,5 m²
- Potensi daya terpasang: 57,69 kWp
- Asumsi pembangkitan energi PLTS (80% dari Wp): 46.152 Wh
- *Equivalent Sun Hour* (ESH): 5 jam/hari
- Produksi listrik per tahun: 404.568,57 kWh

Strategi dan Rekomendasi Efisiensi Energi

Beberapa strategi efisiensi energi yang direkomendasikan antara lain:

1. Pengaturan jam operasi AC di Gedung MCH, berpotensi menghemat 33.316 kWh/tahun.
2. Penggantian AC non-inverter dengan AC Inverter, menghemat 53.898 kWh/tahun dengan payback period 3,35 tahun.
3. Penggunaan *ceramic coating* pada pompa pendingin di Power House, penghematan 117.045 kWh/tahun dengan payback 0,64 tahun.
4. Pemasangan Variable Speed Drive (VSD) pada pompa air dan *blower*, payback 0,75 tahun.
5. Penerapan sistem smart control zonasi pada AC dan instalasi PLTS *rooftop* sebesar 57,7 kWp dengan potensi 404.568 kWh/tahun.

Diskusi

Hasil audit menunjukkan bahwa efisiensi energi tidak hanya ditentukan oleh faktor teknis tetapi juga oleh manajemen operasional. Implementasi sistem manajemen energi

berbasis ISO 50001 dapat membantu memastikan peningkatan berkelanjutan. PLTA Musi dapat menjadi contoh penerapan konservasi energi yang mendukung target bauran EBT nasional 23% pada tahun 2025.

D. Penutup

Audit energi PLTA Musi menunjukkan bahwa pembangkit beroperasi dengan efisiensi yang baik dan memiliki potensi penghematan energi signifikan. Rekomendasi yang diberikan dapat meningkatkan efisiensi hingga 10% dalam lima tahun ke depan serta mendukung pencapaian target konservasi energi nasional.

Daftar Pustaka

- Direktorat Jenderal EBTKE. (2020). Statistik Ketenagalistrikan Nasional.
- ISO. (2014). ISO 50002:2014 Energy Audits – Requirements with Guidance for Use.
- ISO. (2014). ISO 50006:2014 Energy Management Systems – Measuring Energy Performance Using Energy Baselines and Energy Performance Indicators.
- Kementerian ESDM. (2012). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi.
- PLN Indonesia Power. (2023). Laporan Audit Energi PLTA Musi Bengkulu.
- IESR. (2019). Laporan Status Energi Bersih Indonesia.
- Uli Jakob, 2015, IEA Solar Heating and Cooling Program, Green Chiller association for Sorption Cooling e.V. Berlin, Germany
- Michael M Tillou, et all, Energy Efficiency in Industrial Process Cooling System: A System Approach, etc Group Inc
- Flavio Conti, The Energy Audit of Electric Motor Driven System, Lavunate, Italia
- Sudhir U. Patil, et all, 2018, Energy Audit of Electric Motors: A Review, IJREAM