

Analisis Audit Energi Listrik pada PT PLN (Persero) Unit Layanan PLTA Bilibili Kab. Gowa

Darul Falah
Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
Darul.f@gmail.com

Abstrak

Audit Energi menurut SNI 6196:2011 adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi. Tujuan dari audit energi listrik pada PLTA Bilibili adalah menentukan kriteria intensitas energi (IKE) berdasarkan historis dan menentukan nilai peluang hemat energi pada sistem penerangan, sistem pengkondisi udara dan motor juga alat bantu pembangkit. Data diambil melalui studi literatur dengan literatur utama adalah SNI Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung tahun 2011, observasi lapangan dan mewawancarai bagian operasi dan pemeliharaan. Data dihitung dengan rumus yang tersedia, hasilnya dibandingkan dengan standar yang berlaku lalu dianalisis guna mendapatkan peluang hemat energi. Hasil dari audit energi ini disimpulkan bahwa IKE PLTA Bilibili secara historis pada tahun 2019 dan 2020 adalah 11,68 kWh/m²/bulan dan 11,11 kWh/m²/bulan. Kedua IKE tersebut menurut Permen ESDM No. 13 tahun 2012, termasuk kategori efisien karena diantara 8,5 – 14 kWh/m²/bulan. Penghematan yang didapat pada sistem pencahayaan adalah 21,833 kWh/hari (19,15%), pada sistem pengkondisi udara adalah 30,506 kWh/hari (21,64%), dan motor / alat bantu adalah 8,7 kVARh/hari.

Keywords: Audit Energi, PLTA Bilibili, IKE, efisien, penghematan.

I. PENDAHULUAN

Unit layanan PLTA Bilibili merupakan salah satu pembangkit listrik di bawah naungan Unit Induk Pembangkitan dan Penyaluran (UIKL) Sulawesi Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkitan (UPDK) Bakaru. PLTA Bilibili mempunyai dua unit pembangkit dengan daya terpasang masing – masing 6 MW dan 14, 1 MW. Pemakaian sendiri (PS) di PLTA Bilibili menjadi kinerja yang harus dicapai. Dengan PS yang hemat dan efisien, maka kinerja semakin baik.

Dengan Audit energi, kriteria IKE PLTA Bilibili secara historis dapat diketahui apakah termasuk efisien atau tidak, dan peluang hemat energi dapat ditemukan guna efisiensi energi dan meningkatkan kinerja perusahaan.

II. KAJIAN LITERATUR .

A. Audit Energi

Audit Energi menurut SNI 6196:2011 adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi.

Menurut SNI 6196:2011, audit bisa dibagi menjadi 3 jenis yaitu audit energi singkat (walk through audit), Audit energi awal (preliminary audit) dan audit energi rinci (detail audit).

B. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) menurut SNI 6196:2011 adalah perbandingan antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung dalam periode tertentu dengan persamaan sebagai berikut

$$IKE = \frac{\text{Jumlah Konsumsi Energi Listrik kWh}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots(1)$$

kriteria IKE menurut Peraturan Menteri ESDM no 13 tahun 2012, kriteria bangunan atau gedung dibagi menjadi dua jenis, yaitu bangunan ber AC dan tanpa AC. Berikut tabel kriteria IKE bangunan berdasarkan Peraturan Menteri ESDM no 13 tahun 2012:

Tabel 2.1 Kriteria IKE Bangunan

Kriteria	IKE Ruang AC (kWh/m ² /bln)	IKE Ruang NonAC (kWh/m ² /bln)
Sangat Efisien	< 8,5	< 3,4
Efisien	8,5 - 14	3,4 – 5,6
Cukup Efisien	14 - 18,5	5,6 - 7,4
Boros	> 18,5	> 7,4

C. Macam – Macam Beban Listrik

Beban listrik adalah segala sesuatu yang membutuhkan tenaga / daya listrik. Menurut (Purnomo, 2017:104) Daya dalam rangkaian arus bolak terdapat 3 macam daya, yaitu:

1. Daya nyata
2. Daya reaktif
3. Daya semu

Ketiganya bisa dinyatakan dengan persamaan

$$P = V \times I \times \text{Cos } \theta \dots\dots\dots(2)$$

$$P_{3\text{phase}} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \theta \dots\dots\dots(3)$$

$$Q = V \times I \times \text{Sin } \theta \dots\dots\dots(4)$$

$$Q_{3\text{phase}} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Sin } \theta \dots\dots\dots(5)$$

$$S = V \times I \dots\dots\dots(6)$$

$$S_{3\text{phase}} = \sqrt{3} \times V \times I \dots\dots\dots(7)$$

dimana: P = daya nyata (Watt)
Q = daya reaktif (VAR)
S = daya semu (VA)
V = tegangan listrik (Volt)
I = arus listrik (Ampere)
 θ = beda fasa antara tegangan dan arus

Sedangkan untuk mencari nilai energi (W), digunakan persamaan berikut:

$$W = P \times t \dots\dots\dots(8)$$

dimana: W = energi listrik (kWh)
P = daya yang digunakan (kW)
t = waktu (jam)

Motor adalah perangkat elektromekanis yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (ac) yang paling luas digunakan

Kebanyakan motor didisain untuk pembebanan 50% - 100%, bila dibawah 50% maka efisiensi motor akan menurun dratis. Untuk menghitung pembebanan suatu motor dapat menggunakan persamaan

$$\text{Load} = \frac{P_i}{P_{ir}} \times 100 \% \dots\dots\dots(9)$$

Dimana: Load : pembebanan motor (%)
P_i : daya pengukuran (W)
P_{ir} : daya name plate (W)

Efisiensi motor dapat didefinisikan sebagai perbandingan daya keluaran motor yang digunakan terhadap daya masukan pada terminalnya, yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Anthony, 2010:77).

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(10)$$

Dimana: P_{in} : daya input (W)
P_{out} : daya output (W)
 η : efisiensi motor (%)

Pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Untuk menghitung tingkat pencahayaan, dapat menggunakan persamaan

$$E = \frac{I}{A} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana: E: tingkat pencahayaan (Lux)
I: fluks cahaya (lumen)
A: luas bidang (m²)

Tingkat pencahayaan tiap ruangan berbeda – beda tergantung jenis kegiatan di ruangan tersebut. Standar tingkat pencahayaan ada pada Permenaker no 05 tahun 2018

Beban atau daya pencahayaan dapat dihitung dengan persamaan

$$P_c = P_t \times A \dots\dots\dots(12)$$

Dimana: P_c = Daya pencahayaan (W/m²)
P_t = Daya listrik yang dikonsumsi lampu (W)
A = Luas ruangan (m²)

Untuk menghitung jumlah lampu yang diperlukan (n) dapat menggunakan persamaan:

$$n = \frac{E \times A}{I \times LLF \times C_u} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana: n : jumlah lampu
E : iluminasi (lux)
A : luas permukaan (m²)
I : fluks cahaya (lumen)
C_u : *coefficient of utility*
LLF : *light loss factor*

Pengkondisian udara adalah perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang diperlukan oleh orang yang berada di dalam suatu ruangan (Diktat Kuliah E-Learning Teknik Pendinginan IPB).

Berikut nilai suhu untuk daerah tropis yang masuk kriteria nyaman menurut SNI 03 6572 2001

1. Sejuk nyaman, antara suhu efektif 20,5°C – 22,8°C
2. Nyaman optimal, antara suhu efektif 22,8°C – 25,8°C
3. Hangat nyaman, antara suhu efektif 25,8°C – 27,1°C

Untuk melakukan audit terhadap pengkondisian udara (AC), diperlukan informasi mengenai keadaan sistem seperti spesifikasi unit, jumlah unit dan pola operasi unit. Untuk mengetahui berapa kapasitas AC yang dibutuhkan dalam suatu ruangan, maka dapat ditentukan dengan persamaan

$$PK_{AC} = \frac{p \times l \times t}{3} \times 500 \dots\dots\dots(14)$$

Dimana: PK : daya AC ([BTU/jam]/PK)
p : panjang ruangan (m)
l : lebar ruangan (m)
t : tinggi ruangan (m)

Untuk mengetahui jumlah energi yang diperlukan untuk mendinginkan suatu ruangan, maka dapat ditentukan dengan persamaan

$$Q = \rho \times v \times C \times \Delta T \dots\dots\dots(15)$$

Dimana: Q : Energi yang diperlukan (kJ atau kWatt detik)
 ρ : Massa jenis udara (1,2 kg/m³)

- v : Volume ruangan (m^3)
 C : Kalor jenis udara ($1kJ/kg.oC$)
 ΔT : Selisih suhu (oC)

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Kegiatan

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada PT. PLN (Persero) PLTA Bilibili yang beralamat di Jl. Poros Malino KM 30, Kabupaten Gowa. Penelitian ini dilakukan mulai pada bulan April – Juli 2021

B. Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan guna memperoleh referensi yang menjadi acuan ataupun dasar dalam penelitian skripsi ini. Adapun literatur utama yang digunakan adalah SNI Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung tahun 2011

2. Observasi Lapangan

Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengambil data – data yang diperlukan dari pihak PT. PLN (Persero) PLTA Bilibili. Adapun data – data yang akan diambil yaitu, jenis beban (sistem pencahayaan, sistem pengkondisi udara, dan motor juga alat bantu pembangkit), jumlah beban, daya beban, pola operasi beban, pemakaian energi listrik dan luas bangunan,

3. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan mewawancarai bagian operasi dan pemeliharaan di PT. PLN (Persero) PLTA Bilibili terkait topik dari skripsi yang diangkat. Teknik wawancara peneliti lakukan dengan menanyakan tentang pola operasi beban (penggunaan penerangan, pengkondisi udara, motor dan alat bantu pembangkit)

C. Teknik Analisis Data

1. Melakukan studi literatur dan mengumpulkan data. Data – data diperoleh dari PT. PLN (Persero) PLTA Bilibili. Data – data yang dimaksud adalah:

- Jenis beban (pencahayaan, pengkondisi udara, motor dan alat bantu pembangkit),
- Jumlah beban,
- Daya beban,
- Pola operasi beban,
- Pemakaian energi listrik
- Luas bangunan,

2. Menghitung besarnya intensitas konsumsi energi (IKE). Apabila nilai intensitas konsumsi energi (IKE) kurang dari target dan tidak ada peluang hemat energi maka tidak akan dilakukan konservasi energi, namun jika nilai intensitas konsumsi energi (IKE) melebihi dari target atau kurang dari target tetapi terdapat peluang hemat energi maka akan dilakukan konservasi energi.

3. Melakukan identifikasi kemungkinan peluang hemat energi.

4. Mengambil data pengukuran yaitu nilai intensitas cahaya dengan lux meter, suhu ruangan dengan thermometer, arus listrik dengan tang ampere dan tegangan dengan multimeter.

5. Melakukan analisis hasil pengukuran, dengan cara:

a. Nilai intensitas cahaya yang didapat dari hasil pengukuran dibandingkan dengan standar nilai intensitas cahaya menurut Permenaker no 05 tahun 2018. Bila nilai intensitas cahayanya kurang, maka pencahayaan ruangan tersebut harus ditambah dengan cara mengganti lampu yang nilai intensitas cahayanya lebih tinggi atau menambah jumlah lampu yang lebih hemat energi dengan dihitung menggunakan persamaan (12). Bila nilai intensitas cahayanya mencukupi atau lebih, maka bisa diganti dengan lampu yang lebih hemat energi. Kemudian hitung penghematannya dengan cara total daya lampu sebelum ditemukan potensi penghematan dikurangi total daya lampu setelah ditemukan potensi penghematan.

b. Nilai suhu ruangan yang didapat dari hasil pengukuran dibandingkan dengan standar nilai suhu ruangan menurut SNI 03 6572 2001. Bila nilai suhu ruangan melebihi standar (lebih dingin), maka suhu ruangan tersebut harus ditambah dengan cara mensetting suhu AC agar tidak terlalu dingin, atau mengganti unit AC dengan daya yang lebih kecil dengan menggunakan persamaan (13). Bila nilai suhu ruangan kurang dari standar, maka suhu ruangan tersebut harus dikurangi dengan cara mensetting suhu AC lebih dingin lagi, atau mengganti unit AC dengan daya yang lebih besar dengan menggunakan persamaan (13). Kemudian hitung penghematannya dengan cara total daya AC sebelum ditemukan potensi penghematan dikurangi total daya AC setelah ditemukan potensi penghematan.

c. Nilai arus dan tegangan yang didapat dari hasil pengukuran dimasukkan ke dalam persamaan (2) untuk mengetahui daya motor sebenarnya lalu bandingkan dengan daya motor yang ada di *name plate*. Bila daya hasil perhitungan lebih kecil ($< 50\%$) dari daya di *name plate*, maka motor tersebut bisa diganti dengan daya motor yang lebih kecil agar pembebanannya lebih dari 50%. Bila daya hasil perhitungan lebih besar dari daya di *name plate*, maka kurangi beban kerja motor tersebut agar tidak terjadi kerusakan akibat kelebihan beban. Lalu hitung penghematannya dengan cara total daya motor sebelum ditemukan potensi penghematan dikurangi total daya motor setelah ditemukan potensi penghematan.

6. Menghitung kembali besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) setelah dihitung total daya setelah ditemukan potensi penghematan.
7. Jika semua tahapan telah dilakukan, maka analisis data penelitian telah selesai. Selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Audit Energi Singkat

PLTA Bilibili memiliki luas lahan 19.845,95 m² (Bagian Pemeliharaan, 2020). Yang terdiri dari luas bangunan 1.757,21 m² dan non bangunan 18.088,74 m².

Pemakaian energi listrik PLTA Bilibili setelah dikurangi jumlah konsumsi listrik untuk penerangan jalan pada tahun 2019 adalah 246.312,86 dan 2020 adalah 234.322,86.

Untuk menghitung nilai IKE PLTA Bilibili menggunakan persamaan (1) sehingga didapat IKE pada tahun 2019 adalah 11,68 kWh/m²/bulan dan tahun 2020 adalah 11,11 kWh/m²/bulan.

Menurut Permen ESDM No. 13 tahun 2012, nilai IKE PLTA Bilibili tersebut termasuk kategori efisien karena diantara 8,5 – 14 kWh/m²/bulan. Akan tetapi karena masih terdapat peluang hemat energi maupun efisiensi, maka audit bisa masih tetap bisa dilanjutkan untuk mencari peluang hemat energi atau efisiensi energi

B. Audit Energi Awal

a. Sistem Pengondisi Udara

PLTA Bilibili menggunakan total AC 12 buah dengan komposisi kapasitas AC 2 PK 9 unit dan AC 1 PK 3 unit. Untuk mengetahui total konsumsi energi pengkondisian udara pada PLTA Bilibili dapat dihitung dengan persamaan (8) dengan hasil perhitungan sebesar 140,99 kWh/hari.

Salah satu cara mengetahui peluang penghematan pada sistem pengkondisi udara adalah dengan menghitung kembali kebutuhan AC pada setiap ruangan PLTA Bilibili dengan menggunakan persamaan (14) dengan hasil bahwa terdapat beberapa ruangan yang tidak sesuai, yaitu ruang pemeliharaan, ruang K3L dan ADM, ruang kontrol dan ruang rapat. Untuk kebutuhan AC yang tidak sesuai baik kurang maupun berlebih, maka dipertimbangkan untuk diganti, sehingga penghematan yang didapat adalah 24,62 kWh/hari.

Selain dengan menghitung kembali kebutuhan jumlah AC, peluang hemat energi juga bisa dilakukan dengan cara mengukur suhu ruangan dan membandingkannya dengan standar yang berlaku.

Untuk mendapatkan penghematan, suhu semua ruangan ber AC dapat diatur pada suhu 27,1 °C (hangat nyaman). Penghematan dapat dihitung dengan persamaan (15), sehingga penghematan yang didapat adalah 5,886 kWh/hari.

Total Penghematan didapat pada sistem pengondisi udara adalah 30,506 kWh/hari atau 21,64% dari total konsumsi energi listrik sistem pengondisi udara.

b. Sistem Pencahayaan

Agar memperoleh pencahayaan dalam ruangan di PLTA Bilibili terutama pada ruangan yang tidak bisa dimasuki cahaya matahari, maka digunakan lampu dengan berbagai macam jenis daya, waktu nyala dan nilai pencahayaannya. PLTA Bilibili menggunakan total lampu 315 buah dengan komposisi lampu TL 85 buah, lampu LHE 38 buah dan lampu LED 192 buah. Untuk mengetahui total konsumsi energi lampu pada PLTA Bilibili dapat dihitung dengan persamaan (8) dengan hasil perhitungan sebesar 141,638 kWh/hari

Dari jenis lampu yang digunakan, masih terdapat lampu TL yang merupakan lampu dengan konsumsi energi listrik relatif besar dibandingkan lampu LED dengan nilai intensitas cahaya yang sama. Oleh karena itu lampu TL sebaiknya diganti dengan lampu LED. Untuk lampu TL kapasitas 36 Watt dengan lumen 2500 lm, dapat diganti dengan lampu LED kapasitas 16,5 Watt dengan lumen 2500 lm. Bila semua lampu TL 36 Watt diganti dengan lampu LED 16,5 Watt, maka penghematan yang terjadi adalah 19,5 Watt per lampu, dan penghematan konsumsi energi listrik (kWh) dapat dihitung dengan persamaan (7) sehingga didapat penghematan sebesar 34,32 kWh/hari.

Selain dengan mengganti lampu TL dengan lampu LED, peluang hemat energi juga bisa dilakukan dengan cara mengukur tingkat pencahayaan ruangan dan membandingkannya dengan standar yang berlaku.

Berdasarkan hasil pengukuran, masih ada beberapa ruangan yang tingkat pencahayaannya masih kurang memenuhi standar, diantaranya lantai B2, WC Lt 1, ruang rapat, ruang K3L & administrasi, ruang manajer, WC perempuan, WC laki-laki, dan dapur.

Agar dapat memenuhi standar, maka lampu yang ada harus ditambah. Untuk menghitung jumlah lampu yang dibutuhkan suatu ruangan, dapat dihitung dengan persamaan (12).

Berdasarkan hasil perhitungan, untuk memenuhi standar tingkat pencahayaan lampu diperlukan penambahan jumlah lampu dengan penambahan jumlah energi listrik sebesar 12,487 kWh/hari. Jadi Penghematan yang bisa dilakukan setelah dikurangi jumlah energi listrik pada penambahan lampu untuk memenuhi standar tingkat pencahayaan adalah 34,320 kWh/hari - 12,487 kWh/hari = 21,833 kWh/hari atau 19,15% dari total konsumsi energi listrik sistem pencahayaan.

c. Motor dan Alat Bantu Pembangkit

Motor – motor di PLTA Bilibili digunakan untuk berbagai macam fungsi seperti untuk mengoperasikan pompa dan membuka atau menutup valve. Sedangkan alat bantu pembangkit berfungsi sebagai penunjang keandalan pembangkit. Untuk mengetahui total konsumsi energi motor dan alat bantu pembangkit pada PLTA Bilibili dapat dihitung dengan persamaan (8).

Semua motor dan alat bantu di atas tidak selalu beroperasi setiap hari. Berikut beberapa skenario:

- a. Bila semua unit pembangkit beroperasi maka semua peralatan beroperasi kecuali *generator space heater* unit 1 dan 2 dengan total konsumsi energi listrik

sebesar 548,619 kWh – (64,000 kWh + 144,000 kWh) = 340,619 kWh/hari

- b. Bila unit pembangkit no 1 saja yang beroperasi maka peralatan yang beroperasi adalah semua peralatan pada unit 1 kecuali *generator space heater* unit 1. Peralatan pada unit 2 tidak beroperasi semua kecuali *generator space heater* unit 2. Dan semua peralatan umum beroperasi semua dengan total konsumsi energi listrik sebesar (211,460 kWh – 64,000 kWh) + 144,000 kWh + 26,499 kWh = 317,959 kWh/hari
- c. Bila unit pembangkit no 2 saja yang beroperasi maka peralatan yang beroperasi adalah semua peralatan pada unit 2 kecuali *generator space heater* unit 2. Peralatan pada unit 1 tidak beroperasi semua kecuali *generator space heater* unit 1. Dan semua peralatan umum beroperasi semua dengan total konsumsi energi listrik sebesar (310,660 kWh – 144,000 kWh) + 64,000 kWh + 26,499 kWh = 257,159 kWh/hari
- d. Bila semua unit pembangkit stop, maka semua peralatan stop kecuali *generator space heater* unit 1 dan 2, dan kedua pompa air dengan total konsumsi energi listrik sebesar 144,000 kWh + 64,000 kWh + (26,499 kWh – 22 kWh) = 212,499 kWh/hari

Salah satu cara untuk mengetahui peluang hemat energi adalah dengan menghitung presentasi pembebanan pada motor dengan membagi daya input lapangan (pengukuran) dengan daya input yang tertera pada *name plate*. Apabila daya input dan factor daya tidak tertera pada *name plate*, maka daya input bisa dihitung dengan persamaan (10) dan faktor daya yang digunakan yaitu faktor daya hasil perhitungan daya input *name plate* dengan menggunakan persamaan (2) untuk 1 fasa dan persamaan (3) untuk 3 phase.

Sedangkan untuk menghitung daya input suatu motor di lapangan, dapat dihitung dengan persamaan (2) untuk 1 fasa dan persamaan (3) untuk 3 phase. Selanjutnya untuk menghitung presentase pembebanan motor dapat dihitung dengan persamaan (9).

Berdasarkan hasil perhitungan, tidak terdapat motor yang persentase pembebanannya dibawah 50%, jadi semua motor masih efisien sesuai disain pada umumnya yaitu pembebanan dari 50% - 100%.

Selain dengan menghitung pembebanan pada motor, peluang hemat energi juga bisa dilakukan dengan cara memperbaiki faktor daya.

Hal yang pertama dilakukan adalah menghitung daya reaktif untuk faktor daya yang kurang dari 0,85. Selanjutnya menentukan faktor daya yang diinginkan, misalkan 0,95 ($\theta = 18,19^\circ$). Setelah itu hitung daya reaktif dengan persamaan (5). Selanjutnya hitung besar kapasitor yang dibutuhkan dengan cara daya reaktif 1 (Q_1) dikurangi dengan daya reaktif 2 (Q_2).

Untuk menghitung potensi penghematan yang terjadi hal pertama yang dilakukan adalah menghitung daya reaktif standar minimal (Q_s) faktor daya 0,85 ($\theta = 31,79^\circ$). Selanjutnya potensi penghematan bisa didapat dengan dari selisih daya reaktif 1 (Q_1) dengan daya reaktif standar minimal (Q_s) faktor daya 0,85 dikalikan waktu operasi

motor sehingga didapat total penghematan sebesar 8,70 kVAR/hari.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan yang telah dilakukan pada audit energi di PLTA Bilibili, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Intensitas konsumsi energi PLTA Bilibili pada tahun 2019 dan 2020 adalah 11,68 kWh/m²/bulan dan 11,11 kWh/m²/bulan. Kedua IKE tersebut menurut Permen ESDM No. 13 tahun 2012, termasuk kategori efisien karena diantara 8,5 – 14 kWh/m²/bulan
- b. Penghematan yang didapat pada sistem pencahayaan adalah 21,833 kWh/hari (19,15%), pada sistem pengkondisi udara adalah 30,506 kWh/hari (21,64%), dan motor / alat bantu adalah 8,7 kVARh/hari.

REFERENSI

Penulisan daftar referensi menggunakan metode penomoran berdasarkan urutan penggunaannya dalam paper. Sehingga, literatur [1] adalah referensi yang pertama kali disitasi (cited) pada paper ini. Contoh daftar referensi:

- [1] Panitia Teknis Energi Baru dan Terbarukan (PTEB). (2011). *SNI Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [2] Panitia Teknis. (2001). *SNI Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (Sumber: dinasdamkar.sukabumikab.go.id/ diakses tanggal 10 januari 2021)
- [3] Panitia Teknis Energi Baru dan Terbarukan (PTEB). (2011). *SNI Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- [4] *Peraturan Menteri ESDM No 13 tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik*. 2012. Jakarta: Biro Hukum dan Humas Kementerian ESDM
- [5] *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No 05 tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. 2018. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia.
- [6] Anthony, Zuriman. (2010). *Bahan Ajar Mesin Listrik AC*. Padang: Program Studi Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang.
- [7] Purnomo, Hery (2017). *Rangkaian Elektrik (Analisis Keadaan Mantab)*. Malang: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
- [8] IPB. (-). *Teknik Pendinginan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor (sumber: ipb.ac.id diakses tanggal 10 januari 2021)
- [9] Motor Challenge. (-). *Determining Electric Motor Load and Efficiency*. Washington DC: U.S. Departement of Energy
- [10] Spakovszky, Z.S. (2008). *Thermodynamics and Propulsion*. Cambridge: Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology