

Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Listrik PT. Intan Pariwara Klaten

Firdaus Pratama¹, Husein Mubarak²

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia
Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia

¹14524089@students.uii.ac.id

²Mubarak.husein@gmail.com

Abstrak—Energi listrik merupakan hal yang sangat penting dalam suatu perusahaan, seperti pada PT. Intan Pariwara Klaten. Hal ini disebabkan karena energi listrik merupakan penunjang utama dalam operasional perusahaan, terutama pada penggunaan peralatan pengkondisian udara dan pengkondisian cahaya. Maka dari itu, untuk mencegah pemborosan energi, perlu dilakukan konservasi energi. Konservasi energi yaitu sebuah upaya peningkatan efisiensi energi listrik. Konservasi energi dilakukan untuk mendapatkan penghematan energi tanpa harus mengurangi kenyamanan dalam penggunaannya. Proses ini meliputi audit energi, yang merupakan teknik untuk menghitung tingkat konsumsi energi listrik suatu gedung atau bangunan beserta penghematannya.

Metode yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua macam. Pertama adalah metode audit energi awal. Pada metode ini, akan dihasilkan pengukuran konsumsi energi listrik, sehingga diperoleh nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada PT. Intan Pariwara Klaten. Pada proses audit energi awal ini didapatkan nilai IKE sebesar 230,7 kWh/m²/tahun. Hal ini termasuk kategori “boros” (berdasarkan *standard* ASEAN-USAID th 1987 untuk perkantoran yaitu 240 kWh/m²/tahun). Metode Ke-dua adalah metode audit energi rinci. Dalam metode ini, akan didapatkan Peluang Hemat Energi (PHE) 1 berupa implementasi panel surya berkapasitas 168000 Wp pada pengkondisian cahaya, dengan biaya investasi sebesar Rp 914.667.500. Modal dalam PHE 1 dapat dikembalikan dalam waktu 3 tahun 5 bulan, dan mampu mengurangi energi listrik PLN sebesar 57% dengan total energi yang dihasilkan 419328 kWh/tahun. PHE yang ke-dua (PHE 2) adalah dilakukannya pembaharuan penjadwalan *operational & maintenance* rutin setiap 3 bulan sekali, agar dapat mengurangi penggunaan energi listrik pada *Air Conditioner* (AC). Dengan demikian, hasil dari PHE 1 diperoleh Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk energi listrik sebesar 99,7 kWh/m²/tahun yang termasuk kategori “efisien”.

Kata kunci; Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Peluang Hemat Energi

I. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan hingga teknologi modern saat ini semakin tahun kedepan berbagai hasil penemuan baru akan menjadi daya saing dan menjadi alternatif bagi semua masyarakat. Teknologi tersebut tidak mampu beroperasi sesuai dengan fungsinya tanpa adanya energi listrik. Sehingga permintaan kebutuhan listrik meningkat drastis. Bisa diperhatikan ketika sedang beraktivitas setiap hari saat berada dirumah pasti disetiap rumah minimal menggunakan televisi, kipas angin, *Air Conditioner* (AC), kulkas, *Handphone*, dll. Selanjutnya saat pergi menuju tempat kerja tentunya di setiap liku jalan terdapat beberapa lampu jalan dan papan informasi berbasis *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai informasi di lalu lintas.

Sampai di tempat kerja fasilitas umum hingga pribadi menggunakan semua teknologi berupa komputer, mesin printer, *telephone*. Tidak dapat dipungkiri lagi semua rutinitas setiap orang tidak jauh dari penggunaan teknologi yang menggunakan energi listrik. jika setiap orang saja menggunakan jumlah energi sebanyak itu lantas berapa jumlah keseluruhan penggunaan energi listrik sedangkan jumlah penduduk masyarakat indonesia lebih dari 262 juta jiwa menurut data tahun 2017 , sehingga perlunya pengurangan , penghematan konsumsi energi listrik.

Agar konsumsi energi listrik lebih efisien, maka kementerian ESDM (Energi Sumber Daya Mineral) membuat peraturan terhadap gedung yang mengkonsumsi energi listrik yang kurang efisien. Sehingga audit energi merupakan suatu metode yang dilakukan untuk mengetahui tingkat pemakaian energi listrik suatu gedung termasuk dalam kategori sangat efisien, efisien, cukup efisien, hingga tingkatan sangat boros berdasarkan analisis data keseluruhan yang *valid* [1].

Berdasarkan Peraturan Instruksi Presiden NO. 10 Tahun 2005 tentang penghematan energi dengan langkah pengurangan konsumsi penerangan cahaya yang tidak diperlukan dan penggunaan penerangan cahaya sesuai kebutuhan. Dan memonitoring penggunaan fasilitas untuk laporan setiap 6 bulan sekali kepada menteri energi dan sumber daya mineral [2].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Studi Literatur

Nabitz [3] Audit energi dan manajemen energi sudah diidentifikasi untuk sarana peningkatan efisiensi energi listrik di suatu perusahaan. Karena pentingnya penghematan energi di Komisi Eropa (EC) yang sangat mendukung implementasi audit energi pada perusahaan dan menerapkannya sehingga dengan melakukan audit energi didapatkan efisiensi energi yang merata. Komisi Eropa mewajibkan semua Negara Anggota (MS) khususnya pada perkantoran untuk menerapkan audit energi untuk pencapaian efisiensi energi listrik dan juga menerapkan manajemen energi yang berlaku mulai tanggal 4 Desember tahun 2012.

Schleich [4] Sebagai solusi krisis energi pada bahan bakar minyak pada tahun 1970-an maka sebagian negara industri melakukan suatu proses hemat energi dengan implementasi metode audit energi listrik. Untuk efisiensi energi listrik tahun 2015 Uni Eropa (UE) menerapkan peraturan untuk organisasi bisnis suatu perusahaan dari kalangan menengah hingga kalangan perusahaan tingkat atas dengan tujuan dari audit energi ini adalah sebagai solusi mengatasi hambatan yang terkait dengan efisiensi energi listrik sehingga perusahaan tersebut menerapkan audit energi setiap 4 tahun.

Kluczek [5] Efisiensi energi listrik di industri dapat diketahui dengan langkah-langkah secara luas sebagai suatu kecanggihan teknologi penghematan energi listrik, dengan melakukan pengukuran dan perhitungan tingkat efisiensi energi listrik pada industri maupun perusahaan. Metode-metode efisiensi energi yang diperoleh meliputi: energi yang dihasilkan merupakan energi yang ramah lingkungan, ekonomis dari segi biaya yang dikeluarkan dan sistem manajemen energi yang baik dengan menerapkan efisiensi energi listrik pada instalasi, pengkondisian cahaya dan *Air Conditioner (AC)*.

R.Fitriadi [6] Kita sadari bahwa dalam lingkup kehidupan sehari-hari kebutuhan energi listrik sangatlah penting. Energi tidak dapat dimusnahkan akan tetapi energi dapat berubah menjadi bentuk zat yang berbeda. Saat ini kebutuhan akan energi di Indonesia semakin naik adalah energi listrik. Energi listrik tersebut dihasilkan oleh pembangkit listrik misalnya unit pembangkit tenaga uap, unit pembangkit tenaga air, dan unit pembangkit tenaga gas dan uap yang menggunakan sumber energi primernya dari bahan yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi dan batu bara. Bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui dalam jangka waktu lama akan habis oleh karena itu dalam pemanfaatannya harus semaksimal mungkin agar keberlangsungan cadangan energi dapat bertahan lama. Pada tahun 2009-2019 permintaan energi listrik meningkat drastis karena mayoritas penduduk menjadikan energi listrik sebagai kebutuhan pokok. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah konsumsi energi yang digunakan suatu instansi untuk pencapaian hemat energi.

E. Ebtke [7] Proses Audit energi meliputi beberapa tahapan. Tahapan pertama observasi data mengenai konsumsi energi listrik pada periode sebelumnya. Perhitungan energi listrik, perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan juga

analisis Peluang Hemat Energi (PHE). Dari hasil pendataan dan analisa tersebut selanjutnya membuat laporan dengan disertai rekomendasi program penghematan energi pada instansi yang bersangkutan. Sehingga konsumsi energi listrik pada bangunan tersebut lebih efektif dan efisien. Tahapan untuk melakukan audit energi meliputi: observasi kunjungan dan pengumpulan data, Pengumpulan data unit proses spesifikasi komponen instrumentasi, melakukan identifikasi dan wawancara dengan pihak perusahaan mengenai lokasi untuk pengukuran, alat ukur, dan SDM saat ini. Mengidentifikasi sumber konsumsi energi listrik yang kurang efisien. Merekomendasikan tentang metode-metode yang diperlukan dalam usaha Peluang Hemat Energi (PHE) dalam format implementasi penghematan.

A.Marzuki [8] Proses audit energi merupakan inisiatif yang keberhasilannya sangat bergantung kepada sumber yang dialokasikan. Dalam berbagai metode yang digunakan, audit energi sama dengan laporan keuangan dan pemeriksaan yang diarsifkan. Audit energi ini merupakan dokumentasi yang spesifik karena sangat detail data yang dianalisa dalam laporan perusahaan atau instansi.

Yadi Mulyadi [9] Upaya nyata dari suatu proses penghematan energi listrik adalah dengan manajemen energi dan audit energi. Penggunaan energi listrik di gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia, termasuk dalam pemakaian energi yang cukup besar dalam pembayaran tagihan listrik di Universitas Pendidikan Indonesia. Sebagai solusinya audit energi merupakan langkah yang baik. Banyaknya tagihan listrik di gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia adalah sekitar Rp.618.308.196.- per tahun atau sekitar Rp.51.525.683.- per bulan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengamatan energi terhadap intensitas konsumsi energi listrik dari data periode sebelumnya pemakaian energi gedung tersebut apakah masih hemat dan efisien atau belum. Maka hasil dari audit akan dapat di analisa dimana letak pembengkakan biaya disebabkan pemakaian energi yang berlebihan.

A.Laut [10] Melaksanakan riset audit energi yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui konsumsi energi listrik di rumah sakit, serta mencari Peluang Hemat Energi (PHE). Langkah audit energi yang dilakukan meliputi wawancara, pengambilan data hingga audit energi rinci. Hasil dari analisis audit energi RSAL dr.Ramelan selama 4 tahun dengan metode audit energi rinci mampu mendapatkan kriteria nilai (IKE) dan penghematan sebesar 1,51 %.

J.Kumari [11] Energi panel surya merupakan energi yang penting karena sumber daya energi yang bersih, bebas polusi dan tidak ada habis-habisnya. Dengan memanfaatkan energi sinar dan panas dari matahari dan termasuk dalam energi terbarukan.

B. Daya Listrik

Daya listrik merupakan penghantar energi pada suatu rangkaian [10]. Perhitungan daya listrik dapat diperhatikan persamaan (1).

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dimana:

P = Daya(watt)
 V = Tegangan(volt)
 I = Arus(ampere)

3 jenis daya listrik meliputi [11]:

a) Daya aktif merupakan daya yang terpakai sebenarnya. Daya aktif memiliki satuan watt untuk menghitung daya aktif berlaku persamaan (2).

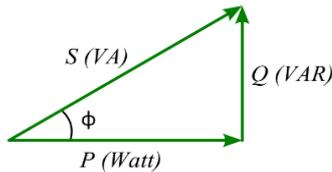
$$P = V \times I \times \cos\phi \quad (2)$$

b) Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan dalam pembentukan medan magnet yang kemudian menghasilkan fluks magnet. Daya reaktif memiliki satuan VAR untuk menghitung daya reaktif berlaku persamaan (3).

$$P = V \times I \times \sin\phi \quad (3)$$

c) Daya semu merupakan hasil dari kalkulasi antara tegangan rms dengan arus rms. Daya semu memiliki satuan VA.

$$S = V \times I \quad (4)$$



Gambar 1. Segitiga daya

Merupakan hubungan daya aktif, daya reaktif dan daya semu.

C. Konservasi Energi

Tujuan dari konservasi energi adalah untuk memaksimalkan energi listrik yang difungsikan untuk menjaga pendistribusian listrik dan instrumen yang menjada lebih efisien. Konsumen bisa mendapatkan kebutuhan energi listrik secara merata. Konservasi energi ditujukan untuk mendapatkan tingkat efisiensi dari penggunaan listrik yang digunakan oleh masyarakat, insdustri dan instansi[11].

D. Audit Energi

Adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan efisien suatu bangunan dengan menggunakan metode tertentu. Pelaksanaan penelitian secara kontinyu diharapkan mampu mengidentifikasi efisien energi listrik yang merupakan tujuan dari analisis data untuk mendapatkan efisien energi listrik[12].

Untuk menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik pada bangunan menggunakan persamaan (5).

$$IKE = \frac{\text{Konsumsi Energi}(kWh)}{\text{Luas Bangunan}} \quad (5)$$

Penjelasan:

K_e = Konsumsi energy (kWh)

L_b = Luas total bangunan (m^2)
 IKE = Intensitas Konsumsi Energi (kWh/m^2)

Tabel 1. *Standard* kriteria IKE (Intensitas Konsumsi Energi) pada Instansi [10]

Nomor	Jenis Gedung	Standard IKE (KWh/m^2 tahun)
1	Komersial (Perusahaan)	240
2	Swalayan/supermarket	330
3	Apartemen, Hotel	300
4	Rumah sakit	380

Kriteria IKE berdasarkan SNI 6197 tahun 2011 pada sistem pencahayaan jenis gedung yang memiliki tingkat standard yang berbeda. Sehingga diperlukannya nilai standard ini mampu mengurangi pemborosan energi listrik jika melebihi standard yang ditentukan oleh SNI 6197 : 2011 dan untuk lebih detailnya bida siperhatikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Kriteria IKE (Intensitas Konsumsi Energi) [1]

Nomor	Kriteria	Ruangan AC
		IKE (kWh/m^2 tahun)
1	Sangat Efisien	50,04 – 95,04
2	Efisien	95,04 – 144,96
3	Cukup Efisien	144,96 – 174,96
4	Sedikit Boros	174,96 – 230,04
5	Boros	230,04 – 285
6	Sangat Boros	285 – 450

Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk ruangan AC. Dengan hasil perhitungan IKE maka perusahaan akan mendapatkan kriteria sesuai dengan nilai kWh/m^2 dapat diperhatikan pada Tabel 2.

III. METODE PENELITIAN

A. Audit Energi Awal

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:Laptop ASUS A456U core i5 dengan aplikasi, EKTS, CorelDraw, Microsoft Word dan Microsoft Power point sebagai media menganalisa dan menghitung data dan alat–alat ukur seperti: *thermometer infrared*, *power meter*, lux meter sebagai alat yang digunakan untuk memudahkan peneliti dalam, menghitung intensitas cahaya, suhu ruangan dan konsumsi listrik PT.. Intan Pariwara Klaten.

Bahan–bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi:

- Data penggunaan inventaris pencahayaan .
- Data penggunaan inventaris AC.
- Jurnal yang berkaitan dengan audit energi, konservasi energi dan PHE.

a. Observasi Data PT. Intan Pariwara Klaten

Langkah audit energi awal dengan observasi wawancara kepada pihak *leader/engineering* dalam sistem proteksi hingga konsumsi energi hingga pendistribusian listrik. Sehingga data

yang harus didapatkan dalam analisis riset audit energi listrik PT. Intan Pariwara Klaten meliputi:

- Tata letak lampu, AC, luas setiap ruangan dan juga total konsumsi listrik dalam kWh.
- Report pajak listrik tahun 2016.
- Instalasi diagram garis seluruh rangkaian pencahayaan lampu pada ruangan PT. Intan Pariwara Klaten.

b. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi(IKE) PT. Intan Pariwara Klaten

Setelah mendapatkan keseluruhan data dan penyusunan konsumsi energi listrik, maka perlu dilakukan analisis diantaranya adalah:

- Banyaknya kapasitas konsumsi energi listrik.
- Jumlah luas gedung PT. Intan Pariwara Klaten.
- Nilai kriteria penerangan berdasarkan SNI 2011.
- Nilai efisien kriteria IKE.
- Banyaknya biaya penggunaan energi listrik periode satu tahun.

B. Audit Energi Rinci

Apabila nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) lebih besar dari target maka perlu dilakukan audit energi rinci dengan diadakan:

a. Pengukuran Energi Listrik

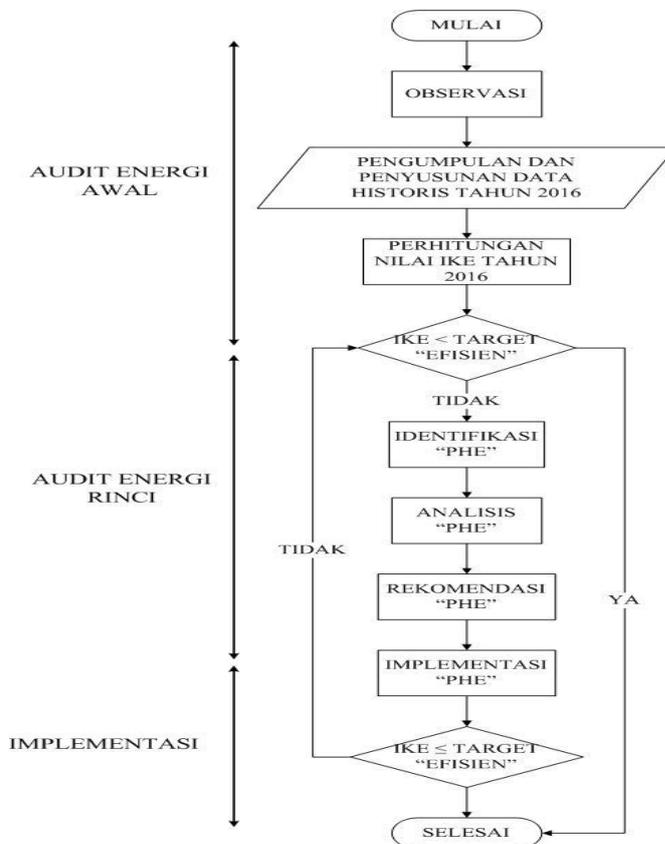
Jika sudah melakukan pengukuran pada semua instrumen energi listrik untuk didapatkan kriteria nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), dan timbulnya *error*. Dikarenakan kesalahan dalam proses kalibrasi dengan batas-batas standar, alat pengukur yang dimaksud adalah lux meter, thermometer dan power meter.

b. Perhitungan Konsumsi Energi Listrik

Bertujuan untuk mengidentifikasi profil konsumsi energi listrik PT. Intan Pariwara Klaten maka pada tahap ini merupakan proses awal dari audit energi. Dengan menganalisis data konsumsi semua instrumen listrik AC, lampu, dan lain sebagainya.

c. Analisis Peuang Hemat Energi (PHE)

Analisis peluang hemat Energi (PHE) dilaksanakan dengan menggunakan metode perbandingan potensi perolehan hasil hemat energi dengan rekomendasi anggaran dana yang akan dibayarkan dan sesudah dibayarkan tahun sebelumnya.



Gambar 2. Flowchart Audit Energi

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Profil PT. Intan Pariwara Klaten

PT. Intan Pariwara Klaten merupakan perusahaan penerbit dan percetakan buku pendidikan yang berada di Kota Klaten. Secara keseluruhan dalam satu perusahaan PT. Intan Pariwara Klaten dibagi menjadi tujuh gedung yang meliputi (A, B, C, D, E, F, H) dan masing-masing gedung terdapat 1 hingga 3 lantai dengan total luas bangunan 3.201,2 m².

B. Kondisi Eksisting PT. Intan Pariwara Klaten

a. Pengukuran Pencahayaan

Tabel 3. Pengukuran Pencahayaan Berdasarkan SNI

Nama Ruangan	Tempat	Luas Area	Hasil Ukur	SNI 6197-2011
Ruang Resepsionis	Ruang Operator 1	24	250	300
	Ruang Operator 2	36	109	300
Ruang Direktur	IP 1 Dpb/Lt 1	36	163	350
Ruang Kerja	Ruang Sekdir	36	204	350
	Proyek APBD	36	220	350

Ruang Komputer	TL IP 1 (Fisika)	48	213	350
	Editor IP 1	99	182	350
	TL IP 3 (Matematika)	36	161	350
Ruang Rapat	Rapat VIP	60	280	300
	Rapat BOD(Permata)	36	141	300
	Ruang rapat sekom	127,4	268	300

b. Pengukuran AC

Tabel 5. Ketetapan Kapasitas AC

Kapasitas AC (PK)	Setara dengan (BTU/Hr)	Untuk Ruang (m ²)
1/2	5.000	3 x 3
3/4	7.000	3 x 4
1	9.000	4 x 4
1,5	12.000	4 x 6
2	18.000	6 x 8
2,5	24.000	8 x 8
3	27.000	10 x 8
5	45.000	10 x 10

Ketetapan kapasitas AC yang umumnya menjadi ukuran untuk menentukan penggunaan jumlah AC yang seharusnya terpasang dengan menyesuaikan luas ruangan sehingga diperoleh kapasitas AC yang efisien, untuk menentukan kebutuhan AC bisa diperhatikan pada Tabel 5.

Untuk menghitung kebutuhan AC dengan menggunakan persamaan (6) dan persamaan (7).

$$\text{Kebutuhan AC} = \text{Luas ruangan} \times \text{Koefisien} \quad (6)$$

$$\text{Koefisien } 1 \text{ m}^2 = 500 \text{ BTU/hr} \quad (7)$$

a) Ruang Operator 1

Ukuran ruangan : P= 6 m , L= 4 m

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan AC} &= (6 \times 4) \times 500 \text{ BTU/hr} \\ &= 24 \text{ m}^2 \times 500 \text{ BTU/hr} \\ &= 12.000 \text{ BTU/hr} \end{aligned}$$

Disarankan 1,5 PK

Tabel 6. Perhitungan COP Dan EER

Ruangan	Spesifikasi (PK) Terpasang	Daya (W)	COP	EER	Freon
---------	----------------------------	----------	-----	-----	-------

Ruang Operator 1	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
Ruang Operator 2	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
Tim proyek Dpn/Lt 1	4	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
Ruang Sekdir	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
Proyek APBD	3,5	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
TL IP 1 (Fisika)	1,5	2984	2,31	10,7 BTU/hr	R22
Editor IP 1	8	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
TL IP 3 (MTK)	1,5	2984	2,31	10,7 BTU/hr	R22
Rapat VIP	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
Rapat BOD	2	1950	1	9,2 BTU/hr	R22
Rapat sekom	8	1950	1	9,2 BTU/hr	R410 a

Perhitungan *Coefisien of Performance (COP)* dan *Energy Efficiency Ration (EER)* diperoleh dari pengukuran dan pengecekan spesifikasi masing-masing AC, semakin besar nilai *COP* dan *EER* maka semakin bagus sehingga hasil dari perhitungannya dapat diperhatikan pada Tabel 6.

Tabel 7. Kriteria Sistem Pendinginan Udara

Sistem Pendinginan Udara					
COP	2,0	2,5 – 3,0	3,0 – 4,0	4,0	6,0
EER	6,8	8,5 -10	11-14	>14	20
Kriteria Evaluasi	Sangat Buruk	Buruk	Baik	Baik Sekali	Superior

Setiap merk AC memiliki *COP* dan *EER* yang berbeda, semakin besar nilai *COP* dan *EER* maka semakin baik sistem pendinginan udaranya dapat diperhatikan pada Tabel 7.

Koefisien Kinerja Pendinginan /*Coefisien Of Performance* persamaan (8).

$$(COP) = \frac{\text{Efek pendinginan (kW)}}{\text{Energi input (kW)}} \quad (8)$$

Rasio Efisiensi Energi/Energy Efficiency Ratio persamaan(9).

$$(EER) = \frac{\text{Efek pendinginan (BTU/hr)}}{\text{Energi input (W)}} \quad (9)$$

a) Ruang Operator 1

- $COP = \frac{1,958 \text{ kW}}{1,950 \text{ kW}} = 1,00$
- $EER = \frac{18.000 \text{ BTU/hr}}{1950 \text{ W}} = 9,2 \text{ BTU/hr}$

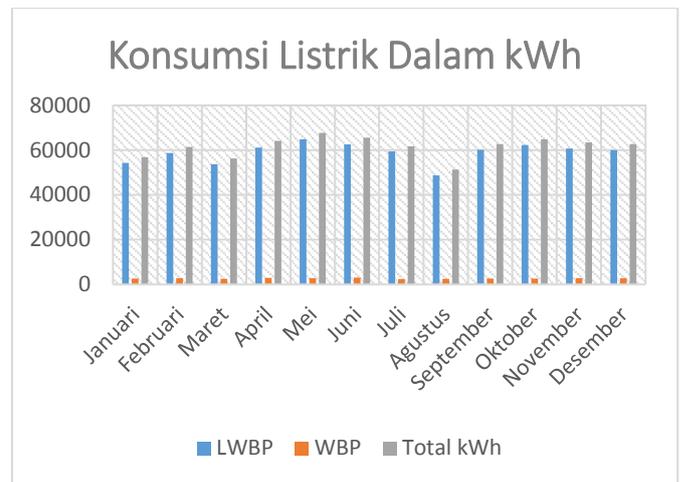
c. Data Konsumsi Energi Listrik Dalam kWh

Hasil pengumpulan data historis konsumsi energi listrik pada PT. Intan Pariwara selama satu tahun (Januari 2016–Desember 2016).

Tabel 8. Konsumsi LWBP Dan WBP Dalam kWh

Bulan	Pemakaian kWh		Total kWh
	LWBP	WBP	
Januari	54276	2580	56856
Februari	58656	2772	61428
Maret	53787	2516	56303
April	61186	2948	64134
Mei	64868	2804	67672
Juni	62500	3088	65588
Juli	59372	2400	61772
Agustus	48772	2484	51256
September	60080	2688	62768
Oktober	62297	2568	64865
November	60665	2764	63429
Desember	59929	2744	62673
Total	706388	32356	738744

Penggunaan energi listrik setiap bulan berbeda-beda, ketika tagihan listrik tinggi itu berarti saat bulan itu sedang kejar target produksi dan saat tagihan rendah biasanya dikarenakan keadaan normal dan terdapat libur nasional atau cuti bersama PT. Intan Pariwara Klaten untuk lebih detailnya bisa diperhatikan pada Tabel 8.

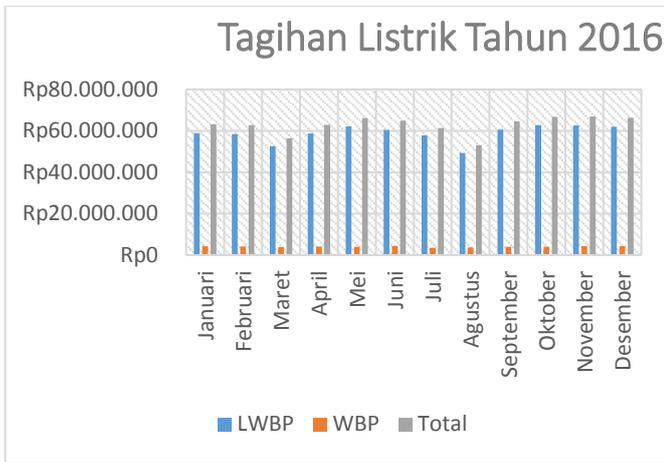


Gambar 3. Grafik Konsumsi LWBP Dan WBP Periode Satu Tahun

Tabel 9. Biaya Pajak Januari 2016–Desember 2016

Bulan	Konsumsi LWBP	Konsumsi WBP	Total
Januari	Rp58.835.184	Rp4.326.600	Rp63.161.844
Februari	Rp58.480.032	Rp4.188.492	Rp62.688.524
Maret	Rp52.549.899	Rp3.839.416	Rp56.389.315
April	Rp58.677.374	Rp4.200.900	Rp62.878.274
Mei	Rp62.078.374	Rp4.037.700	Rp66.116.436
Juni	Rp60.437.500	Rp4.480.688	Rp64.918.188
Juli	Rp57.887.700	Rp3.511.200	Rp61.398.900
Agustus	Rp49.259.720	Rp3.760.776	Rp53.020.498
September	Rp60.560.640	Rp4.064.256	Rp64.624.896
Oktober	Rp62.733.079	Rp3.972.696	Rp66.705.775
November	Rp62.666.945	Rp4.281.436	Rp66.948.381
Desember	Rp61.966.586	Rp4.255.944	Rp66.222.530
Total	Rp706.133.033	Rp48.920.104	Rp755.073.561

Biaya konsumsi energi listrik PT. Intan Pariwara Klaten dalam periode satu tahun, beban puncak dialami pada bulan november untuk secara detail dapat diperhatikan pada Tabel 9.



Gambar 4. Grafik Biaya Pajak P Bulan Januari 2016 – Desember 2016

Dari Tabel 9. Biaya pajak sudah bisa untuk menghitung jumlah kWh total yang telah dikonsumsi oleh PT. Intan Pariwara Klaten selama periode tahun 2016, jumlah total biaya yang dikeluarkan dalam pengadaan konsumsi energi listrik pada periode tersebut. Hasil perhitungan menurut historis pembayaran rekening listrik selama satu tahun sebesar 738744 kWh dan jika dalam rupiah sebesar Rp755.073.561.

C. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Audit Energi Awal

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah jumlah penggunaan energi listrik tiap meter persegi luas bangunan dalam suatu kurun waktu tertentu. Luas bangunan PT. Intan Pariwara Klaten adalah 3.201,2 m². Sedangkan konsumsi energi listrik PT. Intan pariwara Klaten dalam periode bulan Januari 2016-Desember 2016 sebesar 738744 kWh. Perhitungan IKE menggunakan persamaan (5).

$$IKE = \frac{738744 \text{ kWh}}{3.201,2 \text{ m}^2} = 230,7 \text{ kWh/m}^2 \text{ tahun}$$

Dari hasil perhitungan diatas, hasil IKE dari pengukuran sebesar 230,7 kWh/m² tahun sehingga masih berada di bawah batas standard IKE ASEAN-USAID tahun 1992 untuk perkantoran sebesar 240 kWh/m² tahun. Sehingga bisa dikatakan nilai IKE ini masuk dalam kategori boros.

D. Perhitungan IKE (Intensitas Konsumsi Energi) Audit Energi Rinci

Hasil IKE audit energi awal menunjukan kategori “boros” dengan perhitungan sebesar 230,7 kWh/m² tahun. Demi penghematan listrik dalam jangka waktu yang panjang audit energi rinci dilakukan agar nilai IKE lebih kecil dari target dan mampu memenuhi tingkat efisien dari segi biaya dan energi listrik. Sehingga peneliti melakukan 2 Peluang Hemat Energi (PHE) untuk solusi penghematan yang meliputi:

a. Peluang Hemat Energi (PHE) Pada Pencahayaan Lampu

Dengan implementasi panel surya yang menghasilkan total output sebesar 168000 Wp.

Tabel 10. Output PS Gedung 1 dan PS Gedung 2

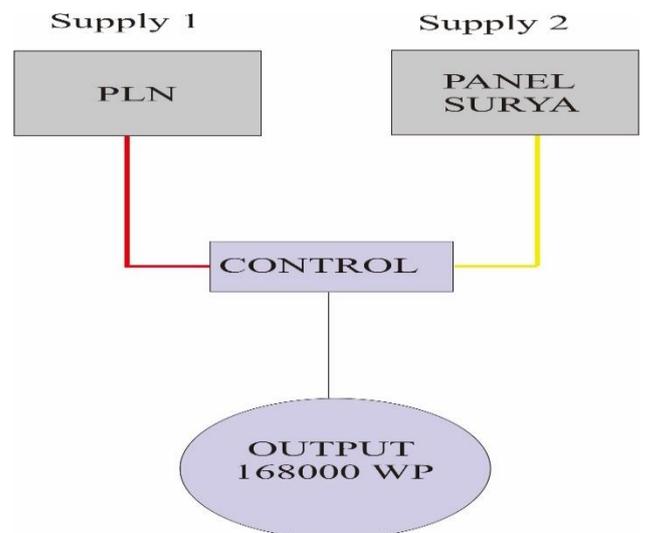
Panel Surya	Output (kWh)	Bulan (kWh)	Tahun (kWh)	Biaya
PS Gedung 1	84	17472	209664	Rp 217.211.904
PS Gedung 2	84	17472	209664	Rp 217.211.904
Total	168	34944	419328	Rp 434.423.808

Hasil perhitungan pada PS 1 dan PS 2 menunjukan total output panel surya menghasilkan 419328 kWh/tahun sehingga mampu mengurangi konsumsi energi listrik PLN tahun 2016 dari 738744 kWh/tahun menjadi 319416 kWh/tahun. Perhitungan IKE menggunakan persamaan (5).

$$IKE = \frac{319416 \text{ kWh}}{3.201,2 \text{ m}^2} = 99,7 \text{ kWh/m}^2 \text{ tahun}$$

Dari hasil perhitungan audit energi rinci, mampu meminimalisir nilai IKE yang mulanya 230,7 kWh/m² tahun menjadi 99,7 kWh/m² tahun sehingga mampu dikatakan tingkat efisien yang mampu memberi solusi hemat energi listrik dan juga green energi sesuai standard IKE ASEAN-USAID tahun 1992 untuk perkantoran sebesar 240 kWh/m² tahun. Sehingga bisa dikatakan nilai IKE ini masuk dalam kategori sangat efisien.

b. Rangkaian Control Supplay PLN dan Panel Surya



Gambar 5. Rangkaian Supply Energi Listrik PLN dan Panel Surya

Demi mengurangi energi listrik dari PLN maka *supply* energi listrik diubah menjadi rangkaian di atas, di mana energi listrik dari PLN menjadi energi listrik cadangan dari panel surya.

c. Break Event Point (BEP) Panel Surya

Persamaan (10) untuk menghitung hasil manfaat dari panel surya dan persamaan (11) untuk menghitung BEP pada panel surya yang digunakan.

$$\text{Hasil PS} = (\text{kWh total PS} \times \text{Jam efektif PS}) \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil panel surya} &= (168000 \times 4.8 \text{ jam}) = 806400 \text{ Wh} \\ &= 806,4 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jika diuangkan} &= 806,4 \times 1.036/(\text{kWh}) \\ &= \text{Rp}835.430/\text{hari}. \end{aligned}$$

$$\text{BEP} = (\text{Total Biaya} \times \text{kWh/hari}) \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= (\text{Rp } 914.667.500 \div \text{Rp } 835.430) \\ &= 1094,8 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$= 1094,8 \text{ hari} \div 312 \text{ hari/tahun (jam kerja PT. Intan Pariwara Klaten)}$$

$$= 3,5 = 3 \text{ Tahun } 5 \text{ bulan.}$$

Dari hasil perhitungan *Break Event Point* (BEP) menunjukkan hasil dari output panel surya dalam bentuk kWh dan rupiah sehingga dengan persamaan tersebut didapatkan hasil analisis BEP 3,5 atau biaya investasi dari PT. Intan Pariwara Klaten sebesar Rp 914.667.500 mampu kembali modal/titik balik dalam waktu 3 tahun 5 bulan dan sisanya adalah keuntungan untuk perusahaan tersebut sebesar 806,4 kWh atau Rp 835.430/hari.

d. Penadwalan Operational & Maintenance AC

Dengan melakukan peningkatan jadwal perawatan berkala setiap 3 bulan sekali maka mampu mengurangi peningkatan energi listrik pada pengkondisian udara karena kondisi indoor dan outdoor AC bisa mampu bekerja secara normal.

Tempat	Operational & Maintenance		Jumlah		Teknisi
	Indoor	Outdoor	AC	Hari	
Lantai 1	Pemersihan	Freon	40	49	Riyadi
Lantai 2	Pemersihan	Freon	71	49	Pajar
Lantai 3	Pemersihan	Freon	36	49	Marsidi
Total			147		

V. KESIMPULAN

Hasil analisis yang telah dilakukan, maka beberapa kesimpulan hasil audit energi, terkait dengan konsumsi energi, sistem pencahayaan, sistem pengkondisian udara pada PT. Intan Pariwara Klaten yang bisa penulis ambil antara lain:

Report kalkulasi konsumsi energi listrik dengan beberapa metode dan analisis data yang sudah dilakukan dapat disimpulkan meliputi:

1. Dari hasil audit energi awal menunjukkan bahwa nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik pada PT. Intan

Pariwara Klaten menunjukkan pada kriteria “boros” dengan jumlah nilai IKE sebesar 230,7 kWh/m²/tahun. Sehingga masih perlu dilakukan audit energi rinci untuk mengantisipasi naiknya konsumsi energi listrik.

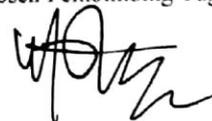
2. Berdasarkan hasil audit energi rinci, diperoleh kategori “efisien” dengan nilai IKE sebesar 99,7 kWh/m²/tahun. Tanpa harus mengurangi tingkat keamanan dan kenyamanan perusahaan.
3. Peluang hemat Energi (PHE) pada pencahayaan yang diimplementasikan pada penelitian audit energi PT. Intan Pariwara Klaten adalah dengan pemasangan panel surya kapasitas 168000 Wp untuk mengganti sumber listrik dari PLN dengan penambahan instalasi listrik panel surya pada masing–masing gedung.
4. Peluang hemat Energi (PHE) pada pengkondisian udara dengan mengatur operational & maintenance rutin setiap 3 bulan sekali sehingga mampu mengurangi peningkatan energi listrik pada AC dan membuat masa kerja AC lebih awet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Untoro, H. Gusmedi, and N. Purwasih, “Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila.”vol. 8. No. 2, 2014.
- [2] J. T. Elektro, F. Teknik, and U. D. Nuswantoro, “Audit energi untuk efisiensi listrik di gedung b universitas dian nuswantoro semarang,” pp. 1–7, 2005.
- [3] L. Nabitz and S. Hirzel, “Transposing The Requirements of the Energy Efficiency Directive on Mandatory Energy Audits for Large Companies : A Policy - Cycle - based review of the National Implementation in the EU-28 Member States,” *Energy Policy*, no. October 2017, pp. 1–14, 2018.
- [4] J. Schleich and T. Fleiter, “Effectiveness of energy audits in small business organizations,” *Resour. Energy Econ.*, 2017.
- [5] A. Kluczek, “Energy audits in industrial processes (Journal of Cleaner Production),” vol. 142, 2017.
- [6] R. Fitriadi and Y. Werdaningsih, “Audit Energi Dengan Pendekatan Metode Ahp (Analytical Hierarchy Process) Untuk Penghematan Energi Listrik (Studi Kasus : PT . ABC),” no. 2015, pp. 126–134, 2016.
- [7] E. Ebtke, K. Energi, D. A. N. Sumber, and D. Mineral,

- "Audit Energi Di Pt . Suyuti Sido Maju Program Kerjasama Direktorat Jenderal Energi Baru , Terbarukan Dan Konservasi Dengan Pt . Rekadaya Sentra Mandiri." ,2011.
- [8] A. Marzuki and D. A. N. Rusman. "Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT . Perkebunan Nusantara XIII (Persero)," vol. 8, pp. 184–196, 2012.
- [9] P. Studi, P. Teknik, and E. Fptk. "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi Di Gedung Fpmipa Jica Universitas Pendidikan Indonesia Yadi Mulyadi , Anggi Rizki , Sumarto," vol. 12, no. 1, pp. 81–88, 2013.
- [10] A. Laut and R. Surabaya, "Audit Dan Konservasi Energi Pada Rumah Sakit," pp. 1–8, 2011.
- [11] J. S. Kumari, C. Sai, and A. K. Babu, "Design and Analysis of P & O and IP & O MPPT Techniques for Photovoltaic System," vol. 2, no. 4, pp. 2174–2180, 2012.
- [12] I. Pendahuluan and D. Semarang, "Audit Energi Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Dr . Karyadi Semarang," pp. 1–18, 2007.
- [13] A. A. Akbar, "Perhitungan susut daya pada sistem distribusi tegangan menengah saluran udara dan kabel," vol. 17, no. 3, 2007.
- [14] A. Belly, C. Agusman, and B. Lukman, "Daya aktif, reaktif & nyata." 2010.
- [15] P. Y. So, "E-Journal Graduate Unpar Part E – Social Science E-Journal Graduate Unpar Part E – Social Science," vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2014.
- [16] J. P. Sriwijaya, "Energi Listrik, Penduduk, Ekonomi, Pembangunan, Hemat Energi.," pp. 111–116, 2012.

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Huscin Mubarak, S.T., M.Eng.