

ANALISIS PENGHEMATAN DAN KONSERVASI ENERGI DI GEDUNG PERKANTORAN

M. FARIZ DWI ASMI¹, ZULFATRI AINI²

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau^{1,2}

Email: 11950515139@students.uin-suska.ac.id¹, zulfatri_aini@uin-suska.ac.id²

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v9i1.6260>

Abstract: The use of electrical energy in buildings has the potential to cause wastage of electrical energy, such as lighting, lighting, electronic devices and equipment installed that does not comply with standards. This research aims to obtain building standardization by calculating the Energy Consumption Intensity (IKE) value, making savings on air and lighting systems, and calculating energy consumption costs. The savings that can be made in this research are savings by implementing energy conservation through technological improvement methods in lighting and air conditioning systems. On the procedures for implementing other savings by implementing energy saving behavior. Then calculate consumption costs using the financial assessment stages. Based on an audit of electrical energy in this office building, the IKE value obtained was 78.08 kWh per year. This value is considered efficient for office buildings. However, several conditions were found that caused energy waste, such as the use of fluorescent lamps in the lighting system. The use of these lamps tends to be wasteful so they need to be replaced with LED TL lamps. The savings obtained on lighting are 55%. And in the cooling system the AC capacity does not match the area per floor. The savings obtained from air conditioning are 15% with the resulting kWh value being 511.2 kWh from the previous savings of 677.7 kWh.

Keyword : Electrical Energy Audit, Energy Conservation, Energy Consumption Intensity

Abstrak: Pemakaian energi listrik pada gedung-gedung sangat berpotensi terjadinya pemborosan energi listrik seperti pada pendinginan, pencahaayaan, perangkat elektronik, dan peralatan yang terpasang tidak sesuai dengan standar nya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh standarisasi bangunan dengan menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), melakukan penghematan pada sistem tata udara dan tata cahaya, dan menghitung biaya konsumsi energi. Penghematan yang dapat dilakukan pada penelitian ini yaitu penghematan dengan menerapkan konservasi energi melalui metode upgrade technology pada sistem tata cahaya dan tata udara. Pada tata udara menerapkan penghematan lainnya dengan melakukan perilaku hemat energi. Kemudian menghitung biaya konsumsi dengan tahapan financial assessment. Berdasarkan audit energi listrik pada gedung perkantoran ini, nilai IKE yang diperoleh sebesar 78,08 kWh/m²/tahun. Nilai ini tergolong efisien untuk gedung perkantoran. Namun, ditemukan beberapa kondisi yang menyebabkan pemborosan energi seperti menggunakan lampu TL neon pada sistem tata cahaya. Penggunaan lampu tersebut cenderung boros sehingga perlu diganti dengan lampu TL LED. Penghematan yang diperoleh pada tata cahaya sebesar 55%. Dan pada sistem pendinginan kapasitas AC tidak sesuai dengan luas per lantai nya. Penghematan yang diperoleh dari tata udara sebesar 15% dengan nilai kWh yang dihasilkan sebesar 511,2 kWh dari sebelum penghematan sebesar 677,7 kWh.

Kata Kunci: Audit Energi Listrik, Konservasi Energi, Intensitas Konsumsi Energi

A. Pendahuluan

Energi menjadi isu yang marak saat ini. Kebutuhan serta konsumsi energi terus meningkat seiring dengan peningkatan populasi manusia, perkembangan ekonomi, dan teknologi global serta penambahan penggunaan komponen listrik. Penggunaan listrik di Indonesia banyak digunakan dalam berbagai sektor seperti industri, rumah tangga dan gedung perkantoran. Sedangkan seiring berjalannya waktu cadangan sumber energi khusus nya konvensional seperti batubara dan minyak bumi semakin menipis, karena cadangan sumber energi tersebut bisa dibilang terbatas dan tentunya suatu saat akan habis.[1]

Seluruh pihak harus melakukan tindakan efisiensi energi untuk mengatasi masalah cadangan energi terbatas ini. Salah satu metode yang banyak dipakai sebagai upaya meningkatkan efisiensi konsumsi energi dengan melakukan metode peluang hemat energi dan konservasi energi. Pada prosesnya, terdapat proses audit yang merupakan suatu cara atau metode perhitungan konsumsi energi dari satu atau lebih bangunan.[2]

Beberapa penelitian terkait audit energi telah banyak dilakukan sebelumnya, seperti pada bangunan perkantoran [1], [2] [3] [4], rumah sakit [5] [6], perguruan tinggi [7] [8] [9] dan sekolah [10]. Berdasarkan penelitian tentang audit energi pada beberapa bangunan tersebut, maka dilakukan proses audit energi untuk mengetahui profil penggunaan energi listrik dengan tujuan yang sama yaitu memperoleh peluang penghematan energi karena beberapa bangunan tersebut memiliki profil penggunaan energi listrik yang cukup tinggi. Perolehan penghematan yang dilakukan berbeda-beda, tergantung pada kondisi kelistrikan pada bangunan. Solusi-solusi terkait melakukan penghematan energi diantaranya ialah melakukan perilaku hemat energi dengan mengatur perilaku pengguna energi, melakukan *upgrade technology* yaitu pembaruan pada teknologi yang ada dan *retrofitting* yaitu menambahkan atau memasukkan sesuatu dengan sistem yang tidak dipasang.

Pada penelitian ini dilakukan peluang penghematan energi pada gedung perkantoran. Berdasarkan survei serta wawancara yang dilakukan kepada teknisi gedung, penerangan masih menggunakan lampu TL neon, berdasarkan penelitian [11] [12] penggunaan daya listrik pada lampu TL atau lampu neon, cenderung lebih boros dikarenakan membutuhkan daya listrik tinggi untuk menyalakannya serta cukup redup, hal itu juga mempengaruhi standar pencahayaan yang memungkinkan *lux* pada lampu dibawah standar nya. Pemilihan lampu TL yang terpasang pada gedung memang berpotensi mengalami pemborosan dibandingkan dengan lampu TL LED. Namun berdasarkan wawancara kepada teknisi gedung, alasan dilakukannya hal tersebut dikarenakan biaya awal yang rendah dari segi harga pada lampu TL. Kemudian biaya pemasangan pada lampu LED lebih besar dibandingkan pada lampu TL.

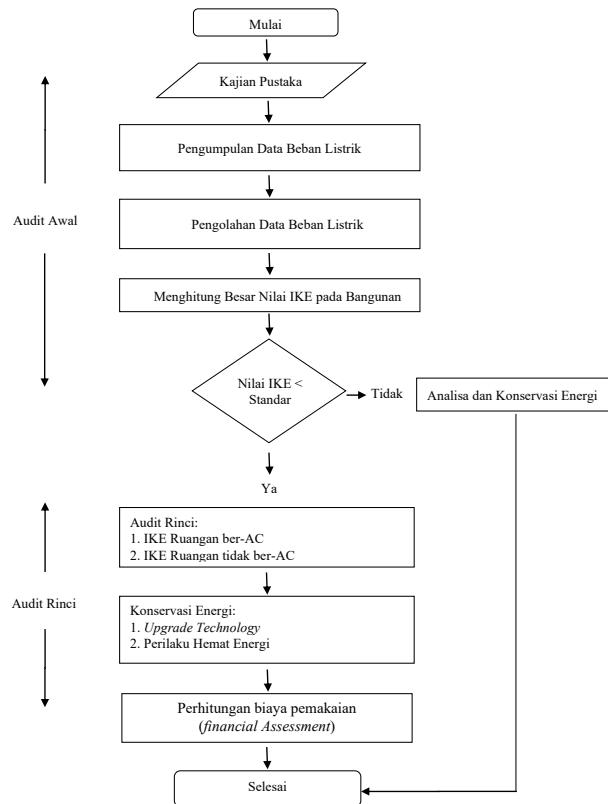
Pada sistem tata udara, gedung ini menggunakan pendinginan/AC berjenis *split duct*. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, perilaku hemat energi belum tercipta pada gedung ini. Jam operasional pendinginan tidak menentu dikarenakan beberapa pegawai lebih lama menyelesaikan pekerjaan sehingga melewati jam pulang kantor. Pada gedung ini kapasitas AC yang terpasang sebesar 60 PK per lantai nya dengan total lantai dan total luas bangunannya yaitu 11 lantai dan 10.868 m^2 . Berdasarkan data tersebut penulis perlu melakukan audit energi rinci pada tata udara ini. Menurut Kementerian ESDM penggunaan energi listrik terbesar terdapat pada sistem pendingin sekitar 60% - 70% [13] Menentukan kapasitas AC yang tepat akan meningkatkan kenyamanan dalam ruangan bagi pegawai [14]. Selain itu, gedung ini belum pernah dilakukan audit energi listrik ataupun langkah penghematan penggunaan energi berdasarkan wawancara kepada teknisi, oleh karena itu, audit energi listrik pada gedung ini merupakan langkah yang yang tepat untuk dilakukan.

Tujuan utama dari penelitian ini yaitu melakukan peluang konservasi energi listrik pada seluruh ruangan gedung perkantoran untuk mendapatkan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), melakukan penghematan dengan metode *upgrade technology* sistem tata udara dengan menyesuaikan kapasitas AC yang sesuai dengan luas ruangan serta tata cahaya, menerapkan perilaku hemat energi pada AC/pendinginan, serta menerapkan *financial assessment* dengan tujuan mengetahui berapa biaya konsumsi energi listrik dan seberapa besar peluang penghematan yang dapat diperoleh pada konsumsi energi listrik yang dipakai sebelumnya.

B. Metode Penelitian

1. Tahapan Penelitian

Berikut proses/tahapan penelitian pada gambar 1



Gambar 1 Flowchart Penelitian

2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Gedung Graha Pena Riau, yang beralamat di Jl. Hr Soebrantas, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Pada gedung ini memiliki lobby, aula, ruang kantor, ruang rapat, serta ruang serbaguna. Pengambilan data pada penelitian ini adalah pada bulan Desember 2023 dan menggunakan data pada tahun 2023.

3. Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini, penulis akan melakukan penelitian audit energi dengan melakukan tahapan audit awal menggunakan metode rekening pembayaran listrik dengan tujuan mengetahui pemakaian energi pada Gedung Graha Pena Riau. Lalu melakukan tahapan audit energi rinci dengan menghitung penggunaan energi saat ini apakah sudah tergolong hemat energi berdasarkan standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

4. Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data dan memperoleh data melalui data primer dan data sekunder. Penulis melakukan observasi langsung di tempat penelitian, dengan melihat dan memahami secara langsung sistem pencahayaan, udara, perilaku karyawan kantor terhadap penggunaan energi listrik serta kondisi listrik di seluruh gedung Graha Pena Riau tersebut. Berikut data luas bangunan yang ada di gedung

Tabel 1 Data Luas Bangunan Ruang

Beban	Nama Ruangan	Luas (m ²)
865 kVA	Ruang Kerja	4.936
	Ruang Rapat	1.480
	Ruang Serbaguna	2.964
	Ruang Tunggu	500
	Basement	988
Total Luas		10.868

Pada tabel 2 dapat dilihat seluruh penggunaan komponen listrik yang terpasang di gedung

Tabel 2 Peralatan Listrik yang terpasang di gedung

Jenis Peralatan	Jumlah	Daya (Watt)
Basement		
TEMPAT PARKIR		
Lampu TL	10	36
KANTIN		
Lampu TL	4	36
Kulkas 2 pintu	2	130
Freezer 300 L	4	135
Kipas Angin	3	75
MUSHOLLA		
Lampu TL	3	36
AC 1 PK	1	840
RUANG TEKNISI		
Lampu TL	1	36
Kipas Angin	1	75
Dispenser	1	250
WC UMUM		
Lampu DL	2	12
RUANG CLEANING SERVICE		
Lampu DL	1	12
Lantai 1		
LOBBY (RUANG TUNGGU)		
Lampu TL	6	36
Lampu DL	14	12
ALSHAF (RUANG KERJA)		
Lampu TL	2	36
PANEN SAHAM (RUANG KERJA)		
Lampu TL	2	36
LINTAS ARTA (RUANG KERJA)		
Lampu TL	28	36
Printer	5	50
PC	34	250
Lantai 2		
KALIANDRA 1 (RUANG SERBAGUNA)		
Lampu TL	32	36
KALIANDRA 2 (RUANG RAPAT)		
Lampu TL	32	36

Lampu DL	12	12
Lantai 3		
RIAU POS (RUANG KERJA)		
Lampu TL	68	36
Komputer	92	250
Kipas Angin	8	75
Printer	10	50
RIAU POS (RUANG RAPAT)		
Lampu TL	32	36
PENAGIHAN RIAU POS (RUANG KERJA)		
Lampu TL	16	36
PC	2	250
REDAKSI RIAU POS (RUANG KERJA)		
Lampu TL	16	36
PC	2	250
Lantai 5		
PEKANBARU POS		
-		
Lantai 6		
KALIANDRA 3 (RUANG SERBAGUNA)		
Lampu TL	52	36
KALIANDRA 4 (RUANG RAPAT)		
Lampu TL	16	36
Lantai 7		
GRAHA PENA JAWA POS (RUANG KERJA)		
Lampu TL	6	36
PC	4	250
GRAHA PENA OFFICE (RUANG KERJA)		
Lampu TL	4	36
Lampu DL	6	12
Dispenser	1	250
PC	4	250
Printer	1	50
VALMET AUTOMATION (RUANG KERJA)		
Lampu TL	2	36
Air Fryer	1	650
TV	4	60
PC	8	250
Kulkas mini	1	75
AC 1 PK	1	840
FPG INSURANCE (RUANG KERJA)		
Lampu TL	2	36
PC	4	250
Printer	1	50
PT MENARA SEJAHTERA (RUANG KERJA)		

Lampu TL	8	36
PC	4	250
TOKO MARINE (RUANG KERJA)		
Lampu TL	8	36
PC	4	250
PT SIEMENS		
-		
PT SAFIRA MAKKAH MADINAH WISATA		
-		
DPW APERNAS RIAU		
-		
PT AIDI JAYA BERSAMA		
-		
Lantai 8		
IOM (RUANG KERJA)		
Lampu TL	32	36
Lampu DL	9	12
PC	14	250
PT SIDMUNTH JAYA (RUANG KERJA)		
Lampu TL	12	36
PC	8	250
PT ISKA SENTOSA		
-		
PT HISAMITSU PHARMA		
-		
Lantai 9		
YAYASAN PENA INTELEKTUAL		
-		
Lantai 10		
KALIANDRA BALLROOM (AUDITORIUM)		
Lampu TL	52	36
Lampu DL	36	12
Lantai 11		
MEZANIN ROOM		
Lampu TL	12	36
Lampu DL	60	12

Pada tabel 2 menampilkan seluruh peralatan yang terpasang di gedung. Ada beberapa ruangan yang memang tidak lagi digunakan seperti ruangan Pekanbaru Riau Pos (Lantai 5), PT Siemens (lantai 7), PT Safira Makkah Madinah Wisata (Lantai 7), DPW Apernas Riau (lantai 7), PT AIDI Jaya Bersama (Lantai 7), PT Iska Sentosa (Lantai 8), PT Hisamitsu Pharma (Lantai 8), Yayasan Pena Intelektual (Lantai 9) sehingga tidak adanya listrik yang digunakan maupun peralatan yang dipasang dikarenakan perusahaan tersebut tidak lagi menyewakan gedung di tahun 2023. Untuk sistem tata cahaya, berikut data lampu yang terpasang di seluruh ruangan.

Tabel 3 Spesifikasi Peralatan Sistem Tata Cahaya

No	Jenis	Daya (Watt)	Unit
1	Lampu TL	36	458
2	Lampu DL	12	140

Pada gedung ini, penggunaan lampu menggunakan lampu *Tubular Lamp* neon. Seperti pada tabel, lampu TL yang terpasang pada gedung sebanyak 458 unit dengan daya sebesar 36 watt, sedangkan lampu DL, unit yang terpasang sebanyak 140 unit dengan daya 12 watt. Untuk sistem tata udara, peralatan sistem tata udara tersebar diseluruh gedung kecuali area *basement*. Spesifikasi peralatan tata udara ditunjukkan pada tabel 4

Tabel 4 Spesifikasi Peralatan Sistem Tata Udara

Jenis	Daya (Watt)	Unit Total	BTU/lantai
AC Split Duct 20 PK	25.100	27	600.000

Tabel 4 menunjukkan spesifikasi pendinginan yang terpasang di gedung. Jenis AC yang terpasang tipe *split duct* dengan daya 25.100 Watt per unit nya (20 PK) Berdasarkan wawancara dengan teknisi gedung, gedung yang terpasang AC jenis *split duct* ini, menyala sesuai dengan jam kerja pegawai, yaitu pukul 07:00 sampai dengan pukul 16:00.

Tabel 5 Penggunaan Daya Berdasarkan Klasifikasi

Klasifikasi	Pencahayaan	Pendinginan/AC	Elektronik
Daya (Watt)	18.168	677.700	48.015

Pada Tabel 5 dapat dilihat, bahwa penggunaan energi listrik terbanyak yaitu pada pendinginan/AC, sedangkan penggunaan energi listrik terkecil yaitu pada sistem pencahayaan. Dari hasil tersebut, pendinginan/AC pada gedung ini menghabiskan biaya listrik melebihi 87% dari total keseluruhan biaya listrik untuk satu gedung ini.

5. Pengolahan Data

a. Audit Energi Awal

Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi merupakan pedoman yang digunakan untuk menjelaskan besarnya pemakaian energi dalam sebuah gedung. Perhitungan IKE ini memerlukan data total konsumsi energi pada bangunan serta luas bangunan [3]. Nilai IKE menggunakan persamaan:

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi}}{\text{Luas Bangunan}} \quad (1)$$

Pemakaian nilai IKE ini telah menjadi standar di beberapa negara seperti ASEAN dan APEC. ASEAN-USAID telah melakukan penelitian terkait IKE ini pada tahun 1987. Bagi Indonesia, standar ini telah dirilis pada tahun 1992

Tabel 6 Standar IKE yang dikeluarkan ASEAN-USAID untuk bangunan gedung

No	Jenis Bangunan	Standar IKE (kWh/m ² /tahun)
1	Perkantoran	240
2	Pusat Perbelanjaan	330
3	Hotel/Apartemen	300
4	Rumah Sakit	380

b. Audit Energi Rinci

Intensitas Konsumsi Energi (AC dan non AC)

ASEAN-USAID juga telah menetapkan standarisasi gedung bertingkat yang menggunakan AC dan non AC dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 7 Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Bangunan Gedung (AC dan non AC) [15]

Kriteria	IKE Gedung	
	Per bulan dan Per tahun (kWh/m ²)	
	Dengan AC	Tanpa AC
Efisien	4 - 8 kWh/m ² /bulan	<3,4 kWh/m ² /bulan
	50-95 kWh/m ² /tahun	10-20 kWh/m ² /tahun
Cukup Efisien	8 – 12,5 kWh/m ² /bulan	3,4 – 5,6 kWh/m ² /bulan
	95-145 kWh/m ² /tahun	20-30 kWh/m ² /tahun
Boros	14,8 – 19,17 kWh/m ² /bulan	5,6 – 7,4 kWh/m ² /bulan
	145-175 kWh/m ² /tahun	30-40 kWh/m ² /tahun
Sangat Boros	>18,5 kWh/m ² /bulan	>7,4 kWh/m ² /bulan
	285-450 kWh/m ² /tahun	40-50 kWh/m ² /tahun

Pada tabel 7 menunjukkan standar nilai IKE untuk bangunan gedung AC dan non AC. Kategori yang terbagi dalam standar ini terdiri dari efisien, cukup efisien, boros, dan sangat boros berdasarkan standar yang dikeluarkan ASEAN-USAID untuk bangunan gedung AC dan non AC.

6. Konservasi Energi

a. Sistem Pencahayaan

Penghematan energi listrik melalui sistem pencahayaan sebagaimana dimaksud pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia nomor 13 tahun 2012 tentang penghematan energi listrik. Sistem tata cahaya yang baik dapat dilihat dari 3 faktor, yaitu: kualitas, kuantitas, dan efisiensi konsumsi energi listrik.[16]

b. Perhitungan Kapasitas Pendinginan

Faktor pembebanan pada pendingin ini perlu diperhatikan, dengan tujuan agar dapat menetapkan kapasitas AC yang sesuai untuk dipasang pada suatu ruangan. Untuk menetapkan kapasitas AC tersebut, membutuhkan nilai BTU. BTU merupakan satuan untuk memperhitungkan kebutuhan kapasitas AC, agar kebutuhan kapasitas menjadi optimal[17]. Untuk menghitung kapasitas pendinginan, dapat dihitung menggunakan persamaan (2)

$$BTU = \frac{L \times W \times H \times I \times E}{60} \quad (2)$$

Keterangan :

L : Panjang Ruangan (feet)

W : Lebar Ruangan (feet)

H : Tinggi Ruangan (feet)

I : bernilai 10 (ruangan berinsulasi) atau 18 (ruangan non insulasi)

E : bernilai 16 menghadap ke utara, 17 menghadap timur, 18 menghadap selatan, dan 20 menghadap barat

c. Perilaku Hemat Energi

Perilaku hemat energi merupakan tindakan atau cara untuk mengurangi biaya pengeluaran dari berbagai penggunaan peralatan yang menggunakan konsumsi energi. Perilaku ini terdiri dari

beberapa tindakan, yaitu mengurangi penggunaan energi, melaksanakan perawatan peralatan yang memakai energi, menggunakan energi alternatif atau komponen ramah lingkungan[18]

d. *Financial Assesment*

Tujuan dilakukannya penilaian keuangan (*financial assessment*) untuk mengukur kapasitas penggunaan energi dan biaya pemakaianya. Jumlah konsumsi energi dalam satuan kWh dihitung menggunakan persamaan berikut

$$X = \frac{\Sigma \text{watt} \times \text{jam penggunaan per hari}}{1000} \quad (3)$$

Keterangan :

Σ watt = Total daya komponen listrik

Biaya penggunaan listrik per bulan = (kWh x TDL)

Keterangan :

kWh = Daya terpakai dalam sehari

TDL = Tarif Dasar Listrik

C. Pembahasan dan Analisa

1. Audit Energi Awal

a. Perhitungan IKE

Sumber energi listrik untuk gedung Graha Pena Riau ini disuplai dari PLN dengan daya sebesar 865.00 VA dengan luas total bangunan sebesar 10.868 m^2 dengan tipe tarif B3. Berikut merupakan data kWh yang digunakan per bulan selama setahun.

Tabel 8 IKE perbulan berdasarkan tarif listrik selama setahun

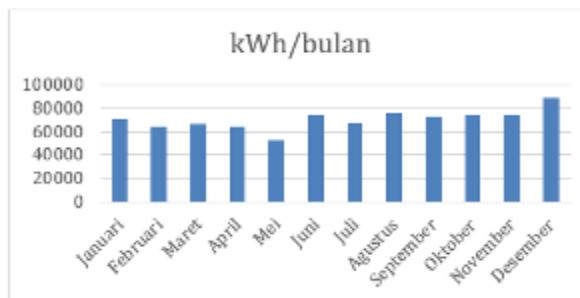
Bulan	kWh/bulan	IKE	Keterangan
Januari	70.309,94	6,46	Efisien
Februari	64.790,84	5,96	Efisien
Maret	66.820,31	6,14	Efisien
April	64.650,18	5,94	Efisien
Mei	52.993,90	4,87	Efisien
Juni	74.258,44	6,83	Efisien
Juli	68.047,69	6,26	Efisien
Agustus	76.487,38	7,03	Efisien
September	73.284,63	6,74	Efisien
Oktober	73.876,63	6,79	Efisien
November	74.117,78	6,81	Efisien
Desember	89.201,01	8,2	Cukup Efisien

Dari tabel 8 dapat dilihat bahwa penggunaan energi listrik di gedung ini selama setahun cukup bervariasi. Penggunaan listrik terendah di tahun 2023 terjadi di bulan Mei dengan nilai kWh sebesar 52.993,90 kWh dan penggunaan listrik terbesar di tahun 2023 terjadi di bulan Desember dengan nilai kWh sebesar 89.201,01 kWh. Pada bulan Desember ini juga kenaikan kWh yang paling tinggi yaitu sebesar 15.083,23 kWh dari bulan sebelumnya.

Berdasarkan penggunaan energi listrik per bulan di tahun 2023 tersebut, maka dapat dihitung nilai IKE. Total penggunaan energi listrik di gedung ini selama setahun sebesar 848.632,21 kWh. Untuk mencari nilai IKE, membutuhkan nilai kWh selama setahun dan luas bangunan. Luas bangunan gedung ini sebesar 10.868 m^2 maka dapat diselesaikan dengan persamaan:

$$\text{IKE} = \frac{848.632,21}{10.868} = 78,08 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$$

Berdasarkan standar nilai IKE dari ASEAN-USAID, nilai kWh gedung perkantoran sebesar 78,08 kWh/m²/tahun, tergolong efisien merujuk pada tabel 2 yaitu panduan penggunaan energi listrik dengan kategori gedung ber-AC, namun tetap perlu dilakukan penghematan, agar memperoleh peralatan yang optimal tanpa mengurangi kenyamanan di dalam ruangan. Pada proses audit energi awal, ditemukan penggunaan lampu TL neon yang berpotensi adanya pemborosan energi. Penyesuaian kapasitas AC per lantai perlu dilakukan karena pada gedung perkantoran total pemakaian sistem tata udara merupakan penggunaan terbesar dari total pemakaian listrik sebesar 87% sehingga peluang penghematan pada sisi tata udara lebih besar dibandingkan tata cahaya.



Gambar 2 Data Konsumsi Energi Listrik Setahun

Gambar 2 merupakan nilai IKE per bulan berdasarkan tarif listrik selama setahun. Nilai kWh/bulan nya cukup bervariasi. Setelah didapatkan nilai kWh tersebut kita selesaikan dengan persamaan yang menghasilkan nilai IKE tiap bulannya. Nilai IKE tertinggi dan terendah yang didapat, sesuai dengan nilai kWh yang tertinggi dan terendah yaitu bulan Desember dan bulan Mei. Jika dilihat dari tabel 7, standar nilai IKE dari gabungan ruang ber-AC dan tidak ber-AC itu mendekati kategori cukup efisien, seperti pada bulan Desember yang sudah masuk kategori cukup efisien.

Berdasarkan wawancara dengan teknisi gedung, penyebab terjadinya variasi penggunaan energi serta penggunaan energi yang begitu tinggi disebabkan karena kebutuhan karyawan pada saat lembur kerja yang mana setiap harinya ada lembur kerja dibagian tertentu dan penggunaan ruangan serbaguna serta auditorium tiap bulannya yang digunakan untuk berbagai acara, dengan banyaknya pengunjung yang datang ke gedung juga dapat meningkatkan penggunaan energi listrik.

2. Audit Energi Rinci

a. IKE Ruangan Ber-AC

Metode audit energi rinci dilakukan dengan menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) ruang ber AC pada gedung dengan menghitung konsumsi energi listrik selama satu bulan kerja atau 25 hari. Namun ada beberapa ruangan pada gedung seperti di lantai 2, lantai 10, dan lantai 11 yang rata-rata hanya digunakan 6 kali dalam 1 bulan. Perhitungan serta penyelesaian ini menggunakan waktu harian kerja dalam satu hari yaitu 9 jam. Tabel berikut menampilkan hasil nilai IKE selama satu bulan pada ruangan ber AC di gedung perkantoran ini merujuk pada tabel 2 yang sesuai dengan standar.

Tabel 9 Hasil IKE Ruangan Ber-AC

Nama Ruangan	Luas	kWh/bulan	IKE/bulan	Kriteria
Lantai 1	988 m ²	19.256,85	19,49	Sangat

Ruang tunggu <i>(lobby)</i>	Boros			
Lintas Arta				
Panen Saham				
Alshaf Travel				
Lantai 2				
Kaliandra 1	988 m²	5.597,85	5,66	Efisien
Kaliandra 2				
Lantai 3				
Riau Pos				
Riau Pos				
<i>Meeting Room</i>	988 m²	23.659,2	23,94	Sangat Boros
Penagihan				
Riau Pos				
Redaksi Riau Pos				
Lantai 5				
Pekanbaru Pos	988 m²	-	-	-
Pekanbaru Pos				
<i>meeting room</i>				
Lantai 6				
Kaliandra 3	988 m²	5.597,85	5,66	Efisien
Kaliandra 4				
Lantai 7				
PT. Valmet				
Toko Marine				
FPG Insurance				
Menara Sejahtera				
Graha Pena JawaPos				
Graha Pena				
<i>Office</i>	988 m²	19.261,57	19,49	Sangat Boros
PT. Siemens Indonesia				
PT. Safira Makkah				
Madina Wisata				
DPW Apernas Riau				
PT. AIDI Jaya Bersama				
Lantai 8				
IOM				
PT. Iska Sentosa	988 m²	17.122,3	17,33	Boros
Nanda Saputra				
<i>Consellors</i>				
PT. Sidmunth				

Jaya					
PT. Hisamitsu					
Pharma					
Lantai 9					
Pena	988 m²	-	-	-	
Intelektual					
Lantai 10					
Kaliandra	988 m²	5.587,48	5,65	Efisien	
<i>Ballroom</i>					
Lantai 11					
Mezanin Room	988 m²	5.504,54	5,57	Efisien	
Basement	226 m²	213,3	0,94	Efisien	
Mushalla					

Berdasarkan pada tabel 9 dapat dilihat bahwa hasil nilai IKE untuk bangunan ber AC. Sesuai dengan standar yang dikeluarkan ASEAN-USAID, untuk bangunan AC terdapat beberapa ruangan dalam kategori sangat boros, yaitu pada lantai 1, lantai 3, dan lantai 7. Beberapa lantai lainnya berada dalam kategori efisien, seperti pada lantai 2, lantai 6, lantai 10, lantai 11, dan mushalla pada *basement*.

Namun ada beberapa ruangan yang tidak dapat dikategorikan standarisasinya seperti pada lantai 5 dan lantai 9 dikarenakan memang sudah tidak ada aktivitas pekerjaan disana selama setahun.

b. IKE Ruangan Non AC

Tabel 10 Hasil IKE Ruangan Non AC

No	Nama Ruangan	Luas	kWh	IKE	Kriteria
1	Tempat Parkir (<i>basement</i>)	500 m²	900	1,8	Efisien
2	Kantin	250 m²	1215	4,86	Cukup Efisien
3	WC umum	8 m²	24	3,0	Efisien
4	Ruang <i>Cleaning Service</i>	12 m²	12	1,0	Efisien
5	Ruang Teknisi	12 m²	361	30,08	Sangat Boros

3. Konservasi Energi

1. Upgrade Technology

a. Sistem Pencahayaan

Penggunaan lampu TL neon masih digunakan pada gedung ini. Total penggunaan lampu TL yang terpasang sebanyak 458 unit dengan daya 36 watt non LED. Penggunaan lampu non led cenderung lebih boros. Berdasarkan penelitian [11] [12] daya yang dikeluarkan nilainya lebih besar dibanding nilai yang sudah tertera. Sedangkan pada lampu LED daya beban listrik yang terpasang sesuai dengan yang tertera pada kemasan.

Tabel 11 Daya Beban Listrik Lampu TL dan TL LED

Jenis Lampu	Daya	Daya
-------------	------	------

	Tertulis (watt)	Terukur (watt)
TL neon	36	42,30
TL-LED	16	16,01
Persentase penghematan		55%

Tabel 11 menunjukkan bahwa lampu TL neon memiliki daya beban listrik terpasang lebih besar dibanding daya yang tertulis pada kemasan lampu. Perbedaan antara daya tertulis dengan daya terukur sebesar 17,50 %[11]. Sedangkan pada lampu TL-LED nilai yang terpasang sesuai dengan kemasan. Penghematan yang diperoleh dengan penggantian lampu ini sebesar 55%

b. Perhitungan Kapasitas Pendinginan

Pada tabel 12 menunjukkan kapasitas BTU yang terpasang di gedung Graha Pena Riau. Menggunakan persamaan (3), menghitung kapasitas AC dengan menghitung nilai BTU.

Tabel 12 Hasil Pengukuran Pendinginan

Luas (Per lantai)	Kapasitas Pendinginan		Keterangan
	Terpasang	Kebutuhan	
988 m ²	600.000	495.625	Di atas standar
Daya (watt)	75.300	63.900	

Berdasarkan pada tabel 12 dapat dilihat bahwa pemakaian AC di gedung per lantainya masih berlebihan dan ada peluang untuk menerapkan penghematan. Terlihat selisih antara kapasitas AC yang terpasang dengan kapasitas sesuai kebutuhan melebihi dari 100.000 BTU. Dengan angka tersebut dapat mengurangi daya AC 10 PK. Total keseluruhan penggunaan daya (kWh) pendinginan untuk satu lantainya dapat dilihat pada tabel 13

Tabel 13 Perbandingan Kapasitas Pendinginan Setelah Penghematan

Kapasitas Pendinginan (BTU/h)	Daya AC	Penggunaan (kWh)
600.000	75,3 kW (60 PK)	677,7
495.625	63,9 kW (50 PK)	575,1
Persentase penghematan		15 %

Dapat dilihat pada tabel 13 bahwa selisih penggunaan energi listrik per bulan sebelum dan sesudah penghematan sebesar 15%

c. Perilaku Hemat Energi

Berdasarkan hasil wawancara dan proses audit energi awal, perilaku hemat energi masih belum diterapkan pada gedung ini. Secara jam operasional, pendinginan dijadwalkan menyala dari pukul 07:00 hingga pukul 16:00. Namun, tidak jarang lampu pada pendinginan lebih dari jam pulang kantor. Beberapa hal yang ditemukan secara langsung yaitu adanya pegawai yang bekerja melebihi jam pulang kantor hingga malam hari, sehingga menyalaikan sistem pendinginan yang sesuai dengan jam kerja kantor. Hal ini menimbulkan pemborosan karena pegawai yang lembur tidak sebanyak dengan pegawai yang ada pada saat jam kerja.

Dengan menerapkan langkah menunda menyalaan AC sebagai bentuk perilaku hemat energi, yang semula menyala pukul 07:00 pagi, diubah menjadi pukul 08:00 pagi. Selisih kWh yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 15. Kapasitas AC yang digunakan yaitu kapasitas yang telah dihitung menggunakan persamaan 3

Tabel 14 Hasil Penghematan Energi dengan mengatur jam kerja

Pendinginan Setelah Penghematan (BTU/h)	Jam Kerja Kantor	
	Semula (07:00 – 16:00)	Menjadi (08:00 – 16:00)
495.625	575,1 kWh	511,2 kWh
Persentase Penghematan		11%

Dapat dilihat bahwa pada tabel 14, penghematan dapat terjadi jika menerapkan perilaku hemat energi diperoleh penghematan sebesar 63,9 kWh per hari dan untuk satu lantai gedung. Penerapan perilaku hemat energi ini hanya dilakukan pada lantai yang memiliki aktivitas jam kantor dan tidak dilakukan pada lantai yang tidak ada aktivitas setiap hari nya. Penghematan yang diperoleh sebesar 11% dari sisi perilaku hemat energi.

d. Financial Assesment

Dengan menghitung penilaian keuangan (*financial assessment*) dapat diketahui berapa biaya pemakaian listrik, dan berapa besar penghematan yang dapat diraih pada konsumsi energi listrik yang dikonsumsi sebelumnya. Berikut perhitungan biaya pada sistem tata cahaya di Gedung Graha Pena Riau

Tabel 15 Selisih biaya energi listrik lampu TL 36 Watt dengan LED 18 Watt

Keterangan	Nilai	Satuan
Lampu TL 36 Watt	458	Unit
Daya Total	16,48	kW
Konsumsi Energi Total	4.946	kWh/bulan
Biaya	5.009.529	Rp/bulan
Lampu TL LED 18 Watt		
Penghematan Energi	2.473	kWh/bulan
Biaya	2.579.547	Rp/bulan

Berdasarkan Tabel 15, penggantian lampu TL neon 36 Watt 458 unit menjadi lampu TL LED 18 Watt 458 unit diperoleh selisih serta penghematan biaya energi listrik per bulannya sebesar Rp. 2.429.982

Setelah dilakukan *upgrade technology* pada sistem pendinginan dengan menyesuaikan kapasitas AC dengan luas per lantai nya dan melakukan perilaku hemat energi dengan menunda jam nyala pada AC, berikut perhitungan biaya pada sistem tata udara di gedung perkantoran.

Tabel 16 Biaya konsumsi AC sebelum dan sesudah audit per lantainya

Keterangan	Nilai	Satuan
Sebelum audit		
Daya AC	75,3	kW
Lama Operasi	9	Jam
Konsumsi Energi Total	20.331	kWh/bulan

Biaya	21.042.585	Rp/bulan
Setelah audit		
Daya AC	63,9	kW
Lama Operasi	8	Jam
Konsumsi		
Energi	15.336	kWh/bulan
Total		
Biaya	15.872.760	Rp/bulan

Gedung perkantoran ini termasuk dalam tarif golongan B-3, karena mempunyai kapasitas diatas 200kVa, sehingga nilai biaya listrik per kWh nya dihargai sebesar Rp. 1.035. Pada tabel 16 menunjukkan biaya konsumsi AC selama satu bulan, total biaya sebelum dan sesudah dilakukan audit sebesar Rp 21.042.570 dan Rp 15.872.760. Sehingga diperoleh penghematan perbulan nya sebesar Rp 5.169.810 per lantai nya.

D. Penutup

Setelah dilakukan hasil audit secara keseluruhan di gedung Graha Pena Riau, dapat diambil beberapa kesimpulan, kWh per bulan tertinggi dan terendah di gedung Graha Pena Riau adalah sebesar 89.201,01 kWh pada bulan Desember dan Rp 52.993,90 kWh pada bulan Mei. Pada bulan Desember ini juga kenaikan kWh yang paling tinggi dari bulan sebelumnya yaitu sebesar 15.083,23 kWh per bulan. Nilai IKE pada gedung Graha Pena Riau ini sebesar **78,08 kWh/m²/tahun**. Berdasarkan standar nilai IKE dari ASEAN-USAID, nilai kWh gedung Graha Pena Riau sebesar 78,08 kWh/m²/tahun, tergolong efisien. Pemakaian lampu TL neon cenderung menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan daya yang tertulis. Perbedaan daya tersebut mencapai 17,50%. Dan pada sistem pendinginan kapasitas AC tidak sesuai dengan luas per lantai nya. Dengan dilakukannya penghematan nilai kWh yang dihasilkan sebesar 511,2 kWh dari sebelum penghematan sebesar 677,7 kWh per lantai nya. Dengan menghitung biaya per bulannya, menghasilkan penghematan Rp 2.429.982 untuk tata cahaya dan Rp 5.169.810 untuk tata udara per lantai nya.

Daftar Pustaka

- [1] S. A. Kartika, "Analisis konsumsi energi dan program konservasi energi (studi kasus: gedung perkantoran dan kompleks perumahan TI)," *Sebatik*, vol. 22, no. 2, pp. 41–50, 2018.
- [2] S. Riyadi and J. M. Tambunan, "Analisis Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan Dan Air Conditioning Di Gedung Graha Mustika Ratu," in *Prosiding Seminar Nasional Energi & Teknologi (Sinergi)*, 2018, pp. 107–121.
- [3] M. A. Raharjo and S. Riadi, "Audit Konsumsi Energi Untuk Mengetahui Peluang Penghematan Energi Pada Gedung PT INDONESIA CAPS AND CLOSURES," *Jurnal Pasti*, vol. 10, no. 3, pp. 342–356, 2016.
- [4] H. Muliadi, Syukri, and N. Amna, "Audit Energi Listrik Pada Kantor Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Kota Banda Aceh," *Aceh Journal of Electrical Engineering and Technology*, vol. 3, no. 2, 2023
- [5] H. Eteruddin, A. Rahman, M. Putra Halilintar, and A. Tanjung, "Evaluasi Indeks Konsumsi Energi Listrik Di Rumah Sakit Islam Ibnu Sina Pekanbaru," *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 42–50, 2021.
- [6] M. F. Hakim, A. Hermawan, F. Kurniawan, and K. M. Habsari, "Audit Energi dan Rekomendasi Penghematan Energi Listrik di Gedung Rumah Sakit," *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 136–141, 2023.

- [7] J. Homepage, R. S. Ramdani, I. Darmawan, and M. Aulia, “ALTR N AUDIT ENERGI PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK (FISIP) UNIVERSITAS TEKNOLOGI SUMBAWA ENERGY AUDIT IN FACULTY OF SOCIAL AND POLITICAL SCIENCE (FISIP) SUMBAWA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,” 2023.
- [8] J. Homepage, B. Saputra, D. Maulidyawati, A. Jaya, N. Aryanto⁴, and I. Artikel, “ALTR N,” 2023.
- [9] I. Yulhana, R. Putri, and Ezwarsyah, “Audit Energi dan Analisis Penghematan Energi Pada Sistem Peralatan Listrik Di Gedung Teknik Elektro Universitas Malikussaleh,” *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 12, no. 1, 2023
- [10] E. Zondra and H. Yuvendius, “ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK DI GEDUNG MADRASAH IBTIDAIYAH MUHAMMADIYAH I PEKANBARU,” *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 3, no. 2, pp. 50–58, 2019.
- [11] H. Candra, E. Setyaningsih, D. Jap, and T. Beng, “ANALISIS EFISIENSI KONSUMSI DAYA LISTRIK DAN BIAYA ANALISIS EFISIENSI KONSUMSI DAYA LISTRIK DAN BIAYA OPERASIONAL LAMPU TL-LED TERHADAP LAMPU TL-T8.”
- [12] E. Suswitaningrum, N. Hudallah, R. D. M. Putri, and B. Sunarko, “Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik dan Peluang Penghematan Energi Listrik pada Gedung C Kantor Sekretariat Daerah Kabupaten Semarang,” *Jurnal ELTIKOM*, vol. 6, no. 1, pp. 26–39, Jan. 2022, doi: 10.31961/eltikom.v6i1.545.
- [13] A. Lukman, “Audit Energi Pemakaian Air Conditioning (AC) Di Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kab. Ketapang Propinsi Kalimantan Barat,” *Jurnal Elkha*, vol. 10, no. 1, 2018
- [14] K. J. Komputer, I. Teknologi, and D. Elektro, “Audit Energi Listrik Pada Gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala,” 2023.
- [15] M. D. Levine, J. F. Busch, and J. M. Loewen, “ASEAN-USAID Buildings Energy Conservation Project FINAL REPORT VOLUME III: AUDITS Association of South East Asian Nations,” 1992.
- [16] A. Fatahilah, Trismawati, and T. Prihatiningsih, “Perancangan Dan Pengembangan Produk Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, vol. 5, no. 1, 2019
- [17] M. Butarbutar, M. Riyanto, M. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak, K. Teknik Otomasi Industri SMK Negeri, and S. Pengajar SMK Negeri, “Manajemen Sisi Beban dan Optimalisasi Tingkat Konsumsi Energi Di SMK Negeri 2 Pontianak,” 2018.
- [18] A. Al Bahij, N. Nadiroh, S. Sihadi, and M. I. Astar, “PENGARUH PENGETAHUAN DAN SIKAP HEMAT ENERGI TERHADAP PERILAKU HEMAT ENERGI,” *EDUSAINS*, vol. 12, no. 2, pp. 259–265, Dec. 2020, doi: 10.15408/es.v12i2.13063.