

PERANCANGAN *DATABASE* UNTUK PEMANTAUAN AUDIT ENERGI DI GEDUNG UTAMA INSPEKTORAT PROVINSI JAWA TENGAH

Muhammad Khoirul Anam^{1*)}, Susatyo Handoko², dan Trias Andromeda³

¹²³Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

^{*)} E-mail: anam19@students.undip.ac.id

Abstrak

Audit energi bertujuan untuk mengidentifikasi konsumsi energi listrik, peluang penghematan energi, dan merekomendasikan tindakan-tindakan untuk meningkatkan efisiensi energi. Gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah menjadi objek penelitian karena umur bangunan yang lebih dari 10 tahun. Metodologi yang digunakan melibatkan pengumpulan data konsumsi energi, pengukuran luas ruangan, intensitas pencahayaan, serta pendataan peralatan listrik yang digunakan. Data ini kemudian dianalisis untuk menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Pengguna Energi Signifikan (PES), dan jumlah ideal lampu ruangan. Oleh karena itu, dilakukan perancangan database untuk memudahkan pengumpulan dan pengolahan data audit energi. Berdasarkan Permen ESDM Nomor 13 tahun 2012, hasil audit energi menunjukkan bahwa konsumsi energi Gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah dalam kriteria efisien dengan nilai IKE 8,7 kWh/m²/bulan untuk gedung ber-AC dan 0,7 kWh/m²/bulan untuk gedung tanpa AC pada tahun 2022. Untuk penghematan *no/low cost* mencapai 120.879,84 kWh atau Rp. 174.635.104,85 dalam 1 tahun, penghematan *medium cost* mencapai 12.078 kWh atau Rp. 17.449.086,6 dalam 1 tahun, dan penghematan *high cost* mencapai 3.628,8 kWh atau Rp. 5.242.527,36 dalam 1 tahun. Penghematan tersebut meliputi pengurangan waktu operasional lampu dan AC, pengaturan suhu AC, penggantian lampu CFL dan TL neon dengan LED, serta penggantian komputer konvensional dengan komputer AIO.

Kata kunci: Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi, Pengguna Energi Signifikan, Penghematan Energi, Efisiensi Energi

Abstract

Energy audit aims to identify electricity consumption, energy-saving opportunities, and recommend actions to enhance energy efficiency. The Inspectorate Building of Central Java Province as the object of this research due to its building age of more than 10 years. The methodology involves collecting energy consumption data, measuring room areas, lighting intensity, and documenting electrical equipment usage. This data is subsequently analyzed to calculate Energy Consumption Intensity (IKE), Significant Energy Users (SEU), and the ideal number of room lights. Therefore, a database is carried out to facilitate the collection and processing of energy audit data. According to Regulation of ESDM No. 13 of 2012, the energy audit results indicate that the energy consumption of the Inspectorate Building of Central Java Province is categorized as efficient with an IKE value of 8.7 kWh/m²/month for air-conditioned buildings and 0.7 kWh/m²/month for non-air-conditioned buildings in 2022. For no/low-cost savings, it can reach 120,879.84 kWh or Rp. 174,635,104.85 annually, medium-cost reach 12,078 kWh or Rp. 17,449,086.6 annually, and high-cost reach 3,628.8 kWh or Rp. 5,242,527.36 annually. These savings involve reducing lighting and air conditioning operational hours, adjusting AC temperatures, replacing CFL and TL neon lights with LEDs, and replacing conventional computers with AIO.

Keywords: Energy Audit, Energy Consumption Intensity, Significant Energy Users, Energy Saving, Energy Efficiency

1. Pendahuluan

Dari tahun ke tahun jumlah penduduk di Indonesia mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah penduduk ini menimbulkan berbagai dampak terhadap aspek kehidupan manusia. Salah satunya adalah penggunaan energi untuk menunjang kebutuhan hidup manusia itu sendiri. Energi

merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan, dan seiring dengan peningkatan jumlah penduduk menyebabkan permintaan akan energi juga semakin meningkat [1]. Saat ini, penggunaan energi tak terkecuali energi listrik menjadi peran yang sangat penting bagi kehidupan sehari-hari manusia. Sebagian besar aktivitas manusia dilakukan dengan menggunakan energi listrik,

baik dalam lingkungan rumah tangga, pekerjaan, pendidikan, dan lain sebagainya. Peran penting energi listrik ini menjadikan kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini juga dikarenakan semakin banyaknya perkembangan peralatan-peralatan yang menggunakan energi listrik sebagai sumber energinya.

Menurut Saptono [2] konsumsi energi bangunan Gedung di Indonesia masih tergolong dalam kategori boros karena merupakan salah satu sektor negara dengan konsumsi energi yang mencapai 23% dari konsumsi energi total seluruh sektor. Salah satu objek dalam sektor bangunan gedung adalah gedung perkantoran. Berdasarkan survey konsumsi energi spesifik (KESDM-UNDP), gedung perkantoran menempati posisi ketiga setelah pusat perbelanjaan dan hotel dalam hal konsumsi energinya. Peralatan-peralatan listrik di gedung perkantoran antara lain lampu, komputer, pengkondisi udara (AC), dan lain sebagainya. Bangunan gedung termasuk juga perkantoran tergolong boros karena tidak sedikit yang menggunakan peralatan-peralatan listrik berdaya besar dan tidak sesuai dengan standar atau kebutuhannya. Selain itu juga karena pengguna energi listrik yang tidak peduli terhadap penghematan energi listrik dan cenderung menggunakan listrik secara berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan listrik yang efisien dengan melakukan manajemen energi. Manajemen energi sendiri merupakan pendekatan sistematis untuk melakukan pemanfaatan energi secara efektif, efisien, dan rasional tanpa mengurangi kuantitas maupun kualitas fungsi utama gedung [3]. Upaya pemerintah dalam menggencarkan manajemen energi melalui Permen ESDM Nomor 14 tahun 2012 tentang manajemen energi yaitu dengan menyusun program konservasi energi, melaksanakan audit energi secara berkala, melaksanakan rekomendasi hasil audit, dan melaporkan pelaksanaan manajemen energi setiap tahun [4]. Langkah pertama dalam manajemen energi yaitu melakukan audit energi dengan mengidentifikasi dan menghitung tingkat konsumsi energi dari suatu gedung atau bangunan dan mencari cara penghematannya.

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah dijelaskan di atas, maka perlu adanya upaya manajemen energi dengan melakukan audit energi pada bangunan atau gedung, termasuk juga pada gedung perkantoran. Pada penelitian ini dilakukan audit energi pada gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah dikarenakan belum terdapat laporan audit energi untuk gedung tersebut. Dengan kondisi gedung yang umurnya lebih dari 10 tahun, maka sudah pasti terjadi penurunan efisiensi peralatan listrik dan adanya kenaikan konsumsi energi karena peralatan-peralatan listrik yang baru [5]. Penelitian ini fokus mengidentifikasi dan menganalisa nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan Pengguna Energi Signifikan (PES) di gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah. Selain karena belum adanya laporan audit energi dan umur gedung yang sudah tua, berdasarkan data dari rekening listrik Inspektorat Provinsi Jawa Tengah, penggunaan energi listrik pada tahun 2020–2022 tergolong cukup tinggi

untuk kategori gedung perkantoran. Oleh karena itu, diperlukan adanya audit energi di gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah sehingga dapat diketahui profil penggunaan energi listrik dari gedung tersebut dan merumuskan Peluang Penghematan Energi (PPE) sesuai dengan Permen ESDM Nomor 13 tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik.

2. Metode

2.1. Konservasi Energi

Konservasi energi merupakan upaya untuk mengurangi konsumsi energi secara efisien dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya energi tanpa mengurangi kualitas pelayanan dan kenyamanan bagi penggunanya. Dalam UU Nomor 30 tahun 2007 Tentang Energi, konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya [6]. Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1991 Tentang Konservasi Energi, konservasi energi memiliki arti kegiatan pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan [7]. Begitu banyak regulasi secara rinci di Indonesia yang membahas konservasi energi, baik secara umum dalam peraturan pemerintah dan undang-undang, sampai pembahasan secara spesifik dalam peraturan menteri yang terkait. Hal ini menunjukkan bahwa konservasi energi merupakan suatu upaya yang sangat penting yang digencarkan oleh pemerintah Indonesia.

2.2. Audit Energi

Audit energi merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi besar penggunaan energi pada suatu gedung, yang kemudian mengidentifikasi peluang penghematan energi dan rekomendasi peningkatan efisiensi penggunaan energi [8]. Audit energi bertujuan untuk mengidentifikasi sumber pemborosan energi suatu bangunan, sehingga dapat dirumuskan PPE dan cara terbaik dalam melakukan penghematan, dengan mengurangi konsumsi energi untuk menekan tagihan listrik atau biaya operasional yang kemudian dapat diinvestasikan pada sektor lain. Sumber pemborosan energi dan identifikasi PPE inilah yang menjadi dasar rekomendasi penghematan energi yang dapat dilakukan.

2.3. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

IKE merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan tingkatan penggunaan energi listrik dalam suatu bangunan. Nilai IKE sangat penting untuk dijadikan tolak ukur dalam mencari dan merumuskan peluang penghematan energi yang mungkin diterapkan di setiap ruang atau seluruh area bangunan [9]. Perhitungan nilai IKE dapat dilakukan dengan Persamaan 1.

$$IKE = \frac{\text{Penggunaan energi listrik (kWh)}}{\text{Luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Pada dasarnya, nilai IKE diperoleh dari hasil bagi antara konsumsi energi total dengan luas bangunan, yang dinyatakan dalam satuan kWh/m²/tahun atau kWh/m²/bulan. Standar yang digunakan terkait nilai IKE bangunan yaitu Permen ESDM Nomor 13 tahun 2012. Standar nilai IKE gedung perkantoran berdasarkan standar tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria IKE gedung perkantoran [10]

Kriteria	Konsumsi energi spesifik (kWh/m ² /bulan)	
	Gedung ber-AC	Gedung tanpa AC
Sangat efisien	IKE < 8,5	IKE < 3,4
Efisien	8,5 ≤ IKE < 14	3,4 ≤ IKE < 5,6
Cukup efisien	14 ≤ IKE < 18,5	5,6 ≤ IKE < 7,4
Boros	IKE ≥ 18,5	IKE ≥ 7,4

2.4. Sistem Pencahayaan

2.4.1. Intensitas Pencahayaan

Pengukuran instensitas pencahayaan (lux) dilakukan dengan menggunakan alat bantu lux meter. Tingkat pencahayaan minimum diatur dalam standar SNI 6197 tahun 2020 dengan tujuan untuk memberikan kenyamanan pengguna serta memaksimalkan fungsi setiap ruangan. Lux hasil pengukuran dibandingkan dengan SNI dan dibagi menjadi 2 kategori, yaitu “Memenuhi” dan “Kurang”. Ketentuan tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan berdasarkan SNI ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat pencahayaan bangunan di Indonesia [11]

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan minimum (lux)
Teras	40
Gudang	50
Ruang resepsionis	300
Ruang direktur	350
Ruang kerja	350
Ruang komputer	350
Ruang rapat	300
Ruang gambar	750
Gudang arsip	150
Ruang arsip aktif	350
Ruang tangga darurat	100
Perpustakaan	350
Ruang auditorium	300
Lobi	200
Toilet	200
Ruang serbaguna	250
Koridor	100
Mushola	200
Dapur	250

2.4.2. Jumlah Ideal Lampu Ruangan

Jumlah ideal lampu ruangan merujuk pada banyaknya lampu yang direkomendasikan dalam suatu ruangan. Tujuan dari penentuan jumlah ideal lampu ruangan adalah untuk menciptakan tingkat pencahayaan yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan, selain itu juga memberikan kenyamanan dalam penglihatan bagi pengguna ruangan. Mengacu pada SNI 03-6575-2001, penentuan jumlah ideal lampu ruangan dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

$$N = \frac{E \times L \times W}{\Phi \times LLF \times CU \times n} \quad (2)$$

Dengan N = Jumlah lampu, E = Lux, L = panjang ruangan (m), W = Lebar ruangan (m), Φ = Lumen, LLF = Kerugian pencahayaan (0,7-0,8), CU = Koefisien warna ruangan (50-65%), dan n = Jumlah lampu dalam 1 titik. Dalam kenyataannya, Setiap ruangan membutuhkan lampu dengan jumlah yang berbeda-beda karena pertimbangan berbagai faktor, seperti fungsi ruangan tersebut, jenis aktivitas yang dilakukan di dalam ruangan, dan luas ruangan itu sendiri. Dengan menentukan jumlah lampu yang tepat untuk setiap ruangan, maka akan didapatkan penggunaan energi yang lebih efisien, juga mendapatkan penerangan yang sesuai.

2.5. Perancangan Database

Database audit energi digunakan dalam pengumpulan dan pengolahan data audit energi. Database audit energi dirancang menggunakan software Microsoft Excel yang merupakan software familiar di kalangan perkantoran untuk memudahkan teknisi atau pengelola gedung dalam memantau data tersebut. Data yang dikumpulkan akan ditampilkan dalam database pada menu Data Lampu, Data AC, Peralatan Elektronik, dan Rekening Listrik. Untuk data pengolahan akan ditampilkan pada menu Intensitas Konsumsi Energi, Konsumsi Energi (kWh), Pengguna Energi Signifikan, Pencahayaan (Lux), dan Peluang Penghematan Energi. Tampilan database audit energi yang telah dirancang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan database audit energi

Gambar 1 merupakan tampilan halaman utama dari database audit energi yang sudah dirancang, dengan berbagai menu yang bisa dipilih sesuai dengan kebutuhan

dan keinginan untuk menampilkan penyajian data yang sudah terkumpul dan diolah oleh auditor.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Database Audit Energi

Database audit energi pada penelitian ini dirancang dengan menggunakan *software* Microsoft Excel dengan sistem berbasis *hyper link*. Fitur *hyper link* ini diterapkan pada halaman utama *database* yang terhubung dengan beberapa *sheet* yang berbeda sebagai menu, yaitu *home*, data lampu, data AC, peralatan elektronik, rekening listrik, IKE, kWh, PES, Lux, dan PPE. Database audit energi ini dirancang dan didesain untuk memudahkan auditor dan pengguna dalam mengoperasikan dan memahami isi *database*.

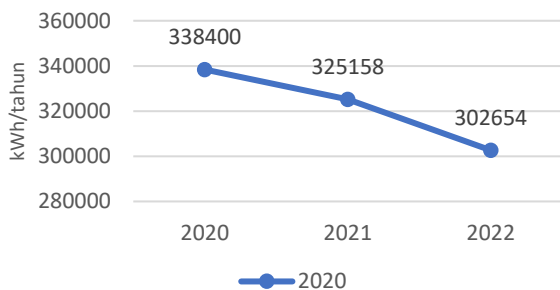
3.2. Rekening Listrik Gedung Utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah

Data rekening listrik gedung utama Inspektorat Jawa Tengah berisi data-data pelanggan seperti nama rekening, nomor ID pelanggan, serta tarif dan daya listrik terpasang. Selain data pelanggan, dalam rekening ini juga mencakup data historis penggunaan listrik dari gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Histori penggunaan listrik tahun 2020-2022

Tahun	Konsumsi listrik (kWh/tahun)	Tarif listrik (Rp/tahun)
2020	338.400	Rp. 495.274.575,00
2021	325.158	Rp. 469.903.162,00
2022	302.654	Rp. 467.048.871,00

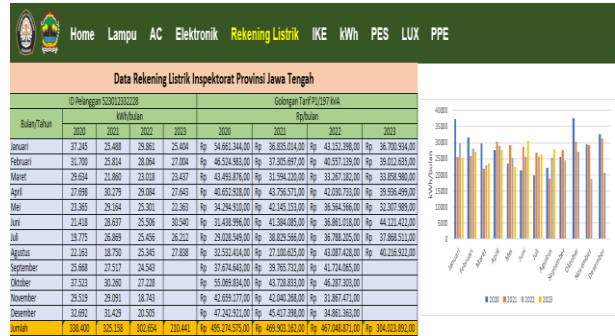
Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan listrik pada gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah semakin turun dari tahun ke tahun. Grafik penurunan penggunaan listrik gedung pada tahun 2020 hingga 2022 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik penggunaan listrik gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah tahun 2020-2022

Berdasarkan Gambar 2, penggunaan listrik tertinggi gedung utama Inspektorat yaitu pada tahun 2020 dengan 338.400 kWh/tahun. Pada tahun 2021 dan 2022 selalu mengalami penurunan karena berada di fase puncak dari

pandemi *covid-19*. Selain itu, data rekening listrik gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah juga dihimpun dalam *database* audit energi, untuk tampilan data rekening ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Menu rekening listrik dalam database

Gambar 3 merupakan tampilan dari menu rekening listrik dalam *database* audit energi. Dapat dilihat pada menu tersebut berisi historis konsumsi listrik beserta tarif listrik yang dibayarkan setiap bulannya. Kemudian data tersebut disajikan dalam bentuk grafik untuk mengetahui perbandingan pada setiap bulannya.

3.3. Identifikasi IKE

Perhitungan IKE membutuhkan data historis penggunaan listrik (kWh) serta luas setiap ruangan pada gedung (m²). Hasil perhitungan IKE gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan Persamaan 1 yang mencakup perbandingan dengan standar Permen ESDM No 13 tahun 2012 ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Data hasil pengukuran IKE gedung ber-AC

Tahun	IKE (kWh/m ² /bulan)	Keterangan
2020	9,4	Efisien
2021	9,1	Efisien
2022	8,7	Efisien

Tabel 5. Data hasil pengukuran IKE gedung tanpa AC

Tahun	IKE (kWh/m ² /bulan)	Keterangan
2020	1,3	Sangat efisien
2021	1,1	Sangat efisien
2022	0,7	Sangat efisien

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5, nilai IKE gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2020 hingga 2022 selalu mengalami penurunan, baik pada gedung ber-AC maupun tanpa AC. Penggunaan listrik gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah termasuk ke dalam kriteria efisien pada gedung ber-AC, sehingga dapat dilakukan tindakan penghematan untuk meningkatkan efisiensi energi gedung dan mencapai kriteria sangat efisien. Perhitungan dan pengolahan data IKE tersebut dilakukan dalam *database* audit energi yang telah dirancang, untuk tampilan dari tabel data pengolahan nilai

IKE gedung Inspektorat Provinsi Jawa Tengah ditunjukkan pada Gambar 4.

Data perhitungan	
Luas total gedung Inspektorat (m ²)	4.463,505
Luas gedung ber-AC (m ²)	2.775,24
Luas gedung tanpa AC (m ²)	1.688
Konsumsi listrik rekening (2020)	338.400
Konsumsi listrik rekening (2021)	325.158
Konsumsi listrik rekening (2022)	302.654
Perkiraan konsumsi listrik AC (kWh/tahun)	267.084

Tahun	kWh/tahun	IKE/tahun		IKE/bulan	
		Ber-AC (kWh/m ² /tahun)	Tanpa AC (kWh/m ² /tahun)	Ber-AC (kWh/m ² /bulan)	Tanpa AC (kWh/m ² /bulan)
2020	338.400	112,2	16,0	9,4	1,3
2021	325.158	109,2	13,0	9,1	1,1
2022	302.654	104,2	8,0	8,7	0,7

Gambar 4. Tabel data menu IKE dalam database

Gambar 4 merupakan tabel data pengolahan IKE pada menu IKE dalam database audit energi. Dapat dilihat pada tabel pengolahan tersebut berisi data-data seperti data luas bangunan secara total, luas bangunan yang ber-AC dan tanpa AC, data konsumsi listrik gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2020-2022, serta hasil perhitungan nilai IKE setiap tahunnya berdasarkan kategori gedung ber-AC dan gedung tanpa AC.

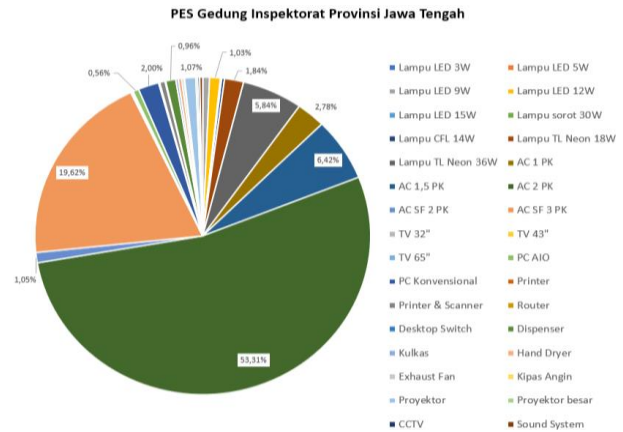
3.4. Identifikasi PES

Perhitungan PES dilakukan dengan mengalikan daya setiap peralatan dengan jumlah peralatan tersebut. Kemudian total daya tersebut dibandingkan dengan semua peralatan yang ada dan dinyatakan dalam bentuk persen. Data hasil pengolahan PES ditunjukkan pada Gambar 5.

AC	AC 1 PK	6	780	4680	2,78%
	AC 1,5 PK	10	1080	10800	6,42%
	AC 2 PK	55	1630	89650	53,31%
	AC SF 2 PK	1	1760	1760	1,05%
	AC SF 3 PK	15	2200	33000	19,62%
	TV 32"	7	30	210	0,12%
	TV 43"	3	45	135	0,08%
TV 65"	1	70	70	0,04%	
PC AIO	27	35	945	0,56%	
PC Konvensional	42	80	3360	2,00%	
Printer	16	12	192	0,11%	
Printer & Scanner	29	30	870	0,52%	
Router	14	5	70	0,04%	
Desktop Switch	7	8	56	0,03%	
Dispenser	19	85	1615	0,96%	
Kulkas	4	100	400	0,24%	
Hand Dryer	1	550	550	0,33%	
Exhaust Fan	12	30	360	0,21%	
Kipas Angin	2	55	110	0,07%	
Proyektor	9	200	1800	1,07%	
Proyektor besar	1	300	300	0,18%	
CCTV	22	15	330	0,20%	
Sound System	4	120	480	0,29%	
Jumlah		1067	9362	168173	100%

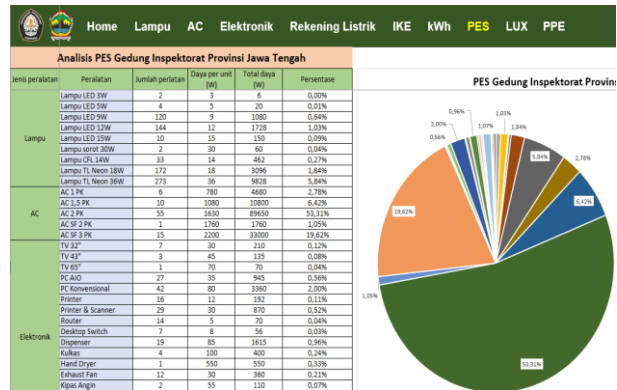
Gambar 5. Data Pengguna Energi Signifikan (PES)

Berdasarkan Gambar 5, data hasil pengolahan terkait Pengguna Energi Signifikan (PES) tersebut disajikan dalam bentuk persen yang kemudian divisualisasikan ke dalam bentuk pie chart dengan tujuan untuk mempermudah pengguna atau auditor dalam mengetahui dan memahami apa saja peralatan listrik yang penggunaan listriknya tinggi. Untuk lebih jelasnya, Pie chart PES di gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pie chart Pengguna Energi Signifikan (PES)

Berdasarkan Gambar 6 terkait hasil pengolahan data PES, didapatkan penggunaan listrik terbesar yaitu AC 2 PK dengan persentase 53,31% dari total semua peralatan, kemudian AC SF 3 PK sebesar 19,62%, lalu AC 1,5 PK sebesar 6,42%, dan diikuti oleh lampu TL neon 36 W sebesar 5,84%. Dengan demikian, diketahui penggunaan listrik gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah didominasi oleh AC. Untuk tampilan menu PES dalam database audit energi ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Menu PES dalam database

Gambar 7 merupakan tampilan menu PES dalam database audit energi. Dapat dilihat pada menu tersebut berisi tabel data pengolahan semua peralatan listrik yang terpasang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 serta terdapat pie chart PES seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

3.5. Tingkat Pencahayaan Ruangan

Pengukuran tingkat pencahayaan dalam ruangan dilakukan dengan menggunakan alat bantu lux meter pada setiap ruangan dengan posisi pengukuran sesuai dengan bidang kerja. Pengukuran tingkat pencahayaan ini dilakukan pada saat jam kerja dengan kondisi seperti pada ruang kerja sebenarnya. Kemudian lux hasil pengukuran dibandingkan dengan standar SNI 6197 tahun 2020 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, yang kemudian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data hasil pengukuran pencahayaan ruangan lantai 2 gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah

Ruangan	Lux		Ket.
	Pengukuran	Standar	
Lobi	145	200	Kurang
K. Mandi lk	267	200	Memenuhi
K. Mandi pr	253	200	Memenuhi
R. Tengah	233	200	Memenuhi
R. Sekretaris	263	350	Kurang
TU sekretaris	225	350	Kurang
R. Bendahara	125	350	Kurang
R. Inspektur	363	350	Memenuhi
TU Inspektur	137	350	Kurang
KM Inspektur	266	200	Memenuhi
R. Objektifitas	263	350	Kurang
R. Profesional	370	350	Memenuhi
R. Ishoma	189	200	Kurang
R. Transit	263	250	Memenuhi
R. Kebersihan	32	100	Kurang
R. Tangga	51	100	Kurang
Tangga darurat	144	100	Memenuhi

Tabel 6 menunjukkan masih banyak ruangan pada lantai 2 yang memiliki pencahayaan kurang. Hal ini dapat disebabkan oleh umur lampu yang sudah lama, lampu yang sudah redup atau bahkan mati. Beberapa rekomendasi untuk mengatasi hal ini antara lain dengan memanfaatkan pencahayaan alami secara maksimal, mematikan lampu saat tidak digunakan untuk menghemat maa pakai lampu, serta pemeliharaan seperti pembersihan bagian kap lampu agar tidak kotor dan mengganggu pencahayaan. Untuk tabel data tingkat pencahayaan ruangan dalam *database* audit energi ditunjukkan pada Gambar 8.

Lantai	Ruangan	LUX		Keterangan
		Pengukuran	Standar	
Lantai 1	Teras	50	40	Memenuhi
	Lobi	203	200	Memenuhi
	Kamar mandi lk	104	200	Kurang
	kamar mandi pr	74	200	Kurang
	Ruang tengah	42	200	Kurang
	Perpustakaan	80	350	Kurang
	Ruang posko satgas saber pungli	37	350	Kurang
	Ruang arsip dan surat	72	350	Kurang
	Ruang kasubbag admin & umum	107	350	Kurang
	Ruang Subbag admin & umum	107	350	Kurang
	Dapur	72	250	Kurang
	Mushola	186	200	Kurang
	Ruang tangga	26	100	Kurang
	Ruang tangga darurat	192	100	Memenuhi

Gambar 8. Tabel data tingkat pencahayaan ruangan dalam *database*

Gambar 8 merupakan tabel data pengolahan lux ruangan dalam *database* audit energi. Dapat dilihat pada tabel tersebut berisi nilai lux lampu berdasarkan setiap ruangan yang ada pada setiap lantai gedung. Kemudian juga terdapat nilai lux standar yang direkomendasikan sesuai dengan standar SNI 6197 tahun 2020 dan dilengkapi dengan keterangan bahwa ruangan tersebut sudah memenuhi standar atau masih kurang.

3.6. Jumlah Ideal Lampu Ruangan

Pada perhitungan jumlah ideal lampu ruangan, dilakukan dengan menggunakan rumus berdasarkan standar SNI 03-6575 tahun 2001 seperti pada Persamaan 2. Dari perhitungan kemudian dibandingkan dengan jumlah lampu yang terpasang pada setiap ruangan yang ada di gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah. Perbandingan jumlah ideal lampu ruangan dengan lampu yang terpasang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan jumlah lampu ideal ruangan lantai 1 gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah

Ruangan	Jumlah lampu		Ket.
	Terpasang	Ideal	
Teras	14	4	Melebihi
Lobi	16	11	Melebihi
K. Mandi lk	4	6	Kurang
K. Mandi pr	4	5	Kurang
R. Tengah	9	54	Kurang
Perpustakaan	6	37	Kurang
R. Posko satgas	3	24	Kurang
R. Arsip	4	16	Kurang
Kasubbag admin	4	25	Kurang
Subbag admin	43	37	Melebihi
Dapur	4	9	Kurang
Mushola	6	9	Kurang
Ruang tangga	2	2	Sesuai
Tangga darurat	1	1	Sesuai

Tabel 7 menunjukkan masih banyaknya ruangan pada lantai 1 gedung yang tidak memenuhi jumlah lampu ideal serta melebihi jumlah lampu ideal. Rekomendasi penghematan yang dapat dilakukan yaitu dengan mengurangi/mematikan sebagian lampu untuk ruangan dengan kategori “Melebihi”, kemudian untuk ruangan dengan kategori “Kurang” yaitu melakukan penggantian lampu seperti TL neon dengan TL LED dan menyesuaikan jumlahnya berdasarkan jumlah ideal lampu pada ruangan tersebut. Dalam skenario penggantian dan penambahan lampu dilakukan analisis perhitungan terkait penghematan yang didapatkan. Untuk tabel data pengolahan jumlah ideal lampu ruangan dalam *database* ditunjukkan pada Gambar 9.

Lantai	Ruangan	Jumlah lampu		Keterangan
		Terpasang	Ideal	
Lantai 1	Teras	14	1	Melebihi
	Lobi	12	11	Melebihi
	Kamar mandi lk	4	6	Kurang
	kamar mandi pr	4	5	Kurang
	Ruang tengah	8	54	Kurang
	Perpustakaan	6	37	Kurang
	Ruang posko satgas saber pungli	3	24	Kurang
	Ruang arsip dan surat	4	16	Kurang
	Ruang kasubbag admin & umum	4	25	Kurang
	Ruang Subbag admin & umum	43	37	Melebihi
	Dapur	4	9	Kurang
	Mushola	6	9	Kurang
	Ruang tangga	2	2	Sesuai
	Ruang tangga darurat	1	1	Sesuai

Gambar 9. Tabel data jumlah ideal lampu ruangan dalam *database*

Gambar 9 merupakan tabel data pengolahan jumlah ideal lampu pada setiap ruangan gedung yang terdapat pada menu lux dalam *database* audit energi. Dapat dilihat bahwa tabel tersebut berisi data jumlah lampu baik yang terpasang maupun jumlah idealnya sesuai dengan perhitungan.

3.7. Identifikasi PPE

Perhitungan dalam merumuskan PPE dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan rincian penghematan, baik dari sisi konsumsi listrik, biaya operasional, investasi awal, persentase penghematan, serta *payback period*. Hasil dari perhitungan tersebut berupa rekomendasi PPE yang dibagi menjadi 3 kategori, yaitu *no/low cost*, *medium cost*, dan *high cost*. Rincian PPE yang dapat diimplementasikan di gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah ditunjukkan pada Gambar 10.

Kategori	Jenis penghematan	Investasi awal	Penghematan (kWh/tahun)	Penghematan (Rp/kWh/tahun)	Persentase penghematan	Payback period (tahun)
No/Low cost	Pengurangan waktu operasional lampu 2 jam lantai 1 - 4 (12 jam menjadi 10 jam) *	Rp -	4.972,32	Rp 7.183.510,70	17%	0
	Pengurangan waktu operasional lampu 3 jam lantai 1 - 4 (12 jam menjadi 9 jam) *	Rp -	7.458,48	Rp 10.775.266,06	25%	0
	Pengurangan waktu operasional AC 2 jam lantai 1 - 4 (12 jam menjadi 10 jam) *	Rp -	36.969,60	Rp 53.409.981,12	17%	0
	Pengurangan waktu operasional AC 3 jam lantai 1 - 4 (12 jam menjadi 9 jam) *	Rp -	55.454,40	Rp 80.114.973,68	25%	0
	Setting suhu AC jadi 24° - 27° C	Rp -	16.025,04	Rp 23.151.375,29	6%	0
Medium cost	Penggantian CFL 14W jadi LED 9W	Rp 1.320.000,00	270,00	Rp 390.069,00	35,71%	3,38
	Penggantian TL neon 18W ke TL LED 10W	Rp 7.740.000,00	2.787,84	Rp 4.027.592,45	44,44%	1,92
High cost	Penggantian TL neon 36W ke TL LED 20W	Rp 13.650.000,00	9.020,16	Rp 13.031.425,15	44,44%	1,05
	Penggantian komputer konvensional jadi komputer AIO	Rp 231.000.000,00	3.628,80	Rp 5.242.527,36	56,25%	44,06
	Total	Rp 253.710.000,00	136.586,64	Rp 197.326.718,81		
Total no/low cost skenario pengurangan 2 jam		Rp -	41.941,92	Rp 60.593.491,82		
Total no/low cost skenario pengurangan 3 jam		Rp -	62.912,88	Rp 90.890.237,74		
Total medium cost		Rp 22.710.000,00	12.078,00	Rp 17.449.086,60		
Total high cost		Rp 231.000.000,00	3.628,80	Rp 5.242.527,36		

Gambar 10. Rekomendasi PPE

Berdasarkan Gambar 10, rekomendasi PPE yang dapat diimplementasikan di gedung utama Inspektorat Provinsi Jawa Tengah dalam total keseluruhan dari 3 kategori memiliki nilai potensi penghematan yang mencapai 136.586,64 kWh atau sama dengan Rp. 197.326.718,81 dalam 1 tahun.

3.7.1. Penghematan *no/low cost*

Penghematan kategori *no/low cost* memiliki potensi penghematan sebesar 120.879,84 kWh atau sama dengan Rp. 174.635.104,85 dalam waktu 1 tahun. Tindakan penghematan pada kategori ini meliputi pengurangan waktu operasional lampu (2-3 jam pengurangan) dengan persentase penghematan 17-25%, pengurangan waktu operasional AC (2-3 jam pengurangan) dengan persentase penghematan 17-25%, dan pengaturan suhu AC menjadi 24°-27° C dengan persentase penghematan hingga 6%.

3.7.2. Penghematan *medium cost*

Penghematan kategori *medium cost* memiliki potensi penghematan sebesar 12.078 kWh atau sama dengan Rp. 17.449.086,60 dalam waktu 1 tahun. Tindakan penghematan pada kategori ini meliputi penggantian lampu

CFL dengan lampu LED dengan persentase penghematan 35,71% dan *payback period* 3,38 tahun, penggantian lampu TL neon 18 W dengan TL LED 10 W dengan persentase penghematan 44,44% dan *payback period* 1,92 tahun, dan penggantian lampu TL neon 36 W dengan TL LED 20 W dengan persentase penghematan 44,44% dan *payback period* 1,05 tahun.

3.7.3. Penghematan *high cost*

Penghematan kategori *high cost* memiliki potensi penghematan sebesar 3.628,8 kWh atau sama dengan Rp. 5.242.527,36 dalam waktu 1 tahun. Tindakan penghematan pada kategori ini meliputi penggantian komputer konvensional dengan komputer *all in one* dengan persentase penghematan 56,25% dan *payback period* 44,06 tahun.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa pada pengukuran lux, sebanyak 66% ruangan dalam kategori kurang jika dibandingkan dengan standar SNI 6197 tahun 2020, dan Untuk PPE kategori *no/low cost* meliputi pengurangan waktu operasional lampu dan AC, serta pengaturan suhu AC dengan potensi penghematan sebesar 120.879,84 kWh/tahun atau Rp. 174.635.104,85, kemudian PPE kategori *medium cost* meliputi penggantian lampu CFL dan TL neon dengan LED dengan potensi penghematan sebesar 12.078 kWh/tahun atau Rp. 17.449.086,6, sedangkan PPE kategori *high cost* meliputi penggantian komputer konvensional dengan komputer *all in one* dengan potensi penghematan sebesar 3.628,8 kWh/tahun atau Rp. 5.242.527,36. Dengan adanya *database*, audit energi dapat dilakukan dengan lebih efisien dan efektif dengan kemudahan pengumpulan, penyimpanan, dan pengolahan data melalui fitur-fitur dalam *database*.

Referensi

- [1] Y. N. Choir and D. Irawan, "Audit Energi Listrik Gedung Baru Universitas Muhammadiyah Gresik," *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, vol. 12, no. 1, pp. 8–11, 2023. doi:10.30591/polektro.v12i1.4699
- [2] A. W. Biantoro, "Analisis Perbandingan Efisiensi Energi pada Gedung P Kabupaten Tangerang dan Gedung Tower UMB Jakarta," *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, vol. 6, no. 3, pp. 164–173, 2017. doi:10.22441/jtm.v6i3.1966
- [3] A. R. Hakim, H. B. Sukoco, and Gunawan, "Audit Energi Listrik pada Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Islam Sultan Agung Semarang," *Prosiding KONFERENSI ILMIAH MAHASISWA UNISSULA (KIMU) 2*, pp. 216–225, 2019.
- [4] Kementerian ESDM, "Manajemen Energi," *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012*, pp. 1–19, 2012.
- [5] A. W. Biantoro and D. S. Permana, "Analisis Audit Energi untuk Pencapaian Efisiensi Energi di Gedung AB,

- Kabupaten Tangerang, Banten,” *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, vol. 6, pp. 85–93, 2017.
- [6] E. Capra, P. Cremonesi, C. Francalanci, F. Merlo, and N. Parolini, “EnergIT,” *Int. J. Green Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 83–111, 2013, doi: 10.4018/jgc.2013010106.
- [7] Presiden Republik Indonesia, “Keppres Nomor 43 Tahun 1991 Tentang Konservasi Energi Presiden Republik Indonesia,” pp. 1–7, 1991.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 6196:2011 Prosedur Audit Energi,” *Standar Nas. Indones.*, p. 6196, 2011.
- [9] M. A. R. dan S. Riadi, “Audit Konsumsi Energi untuk Mengetahui Peluang Penghematan Energi Pada Gedung PT Indonesia CAPS And CLOSURES,” 2016.
- [10] Anonim, “Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik,” *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012*, pp. 1–14, 2012.
- [11] S. N. Indonesia, “Sni 6197:2020,” 2020, [Online]. Available: www.bsn.go.id.