



Audit Energi Listrik Gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Moch Ilham Syafiq^{1*}, Aris Heri Andriawan², Izzah Aula Wardah³

¹⁻³Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

Alamat: Jl.Semolowaru 45 Surabaya, Indonesia 60118

Korespondensi penulis: ilhamsyafiq38@gmail.com*

Abstract. Tower 1 at Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya is a high-rise building (High Risk Building) in the education and office sectors, experiencing an annual increase in energy consumption. Therefore, regular and thorough energy audits are necessary to save electricity consumption and ensure that usage aligns with the Indonesian Ministry of Energy and Mineral Resources Regulation No. 13 of 2012. An energy audit is a method to calculate the energy consumption level of a building and determine potential energy savings through energy conservation. The Electrical Energy Consumption Intensity (IKE) is used as a parameter to determine whether the building's energy consumption is efficient or wasteful. The initial energy audit of Tower 1 was conducted quantitatively with on-site measurements over one year, covering the building's electrical system and area. The measurements indicated that the IKE of Tower 1 is 50.86 kWh/m²/year. Subsequently, the total installed electrical energy consumption load was calculated, yielding an IKE of 166.15 kWh/m²/year. Based on the initial energy audit results, energy conservation measures were recommended, including upgrading the lighting system with higher lumen lamps and adjusting air conditioning (AC) to the established standards. Implementing these recommendations resulted in an increased IKE of 176.04 kWh/m²/year, which is still considered efficient compared to the ASEAN-USAID standard of 240 kWh/m²/year.

Keywords: Energy audit, Consumption analysis, IKE, Energy conservation

Abstrak. Gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya merupakan gedung tinggi (High Risk Building) di sektor pendidikan dan perkantoran yang mengalami peningkatan konsumsi energi setiap tahunnya. Oleh karena itu, diperlukan audit energi secara rutin dan seksama untuk melakukan penghematan konsumsi energi listrik dan menyesuaikan fungsi penggunaannya agar sesuai dengan PERMEN ESDM Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012. Audit energi adalah metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi Listrik pada bangunan gedung dan menentukan potensi penghematan energi listrik melalui konservasi energi. Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) digunakan sebagai parameter untuk mengetahui apakah tingkat konsumsi energi listrik pada gedung tersebut tergolong boros atau hemat. Audit energi awal pada Gedung Tower 1 dilakukan secara kuantitatif dengan pengukuran di lapangan selama satu tahun, meliputi sistem kelistrikan gedung dan luas bangunan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tingkat IKE pada Gedung Tower 1 sebesar 50,86 kWh/m²/tahun. Selanjutnya, dihitung total beban konsumsi energi listrik yang terpasang dan diperoleh tingkat IKE sebesar 166,15 kWh/m²/tahun. Berdasarkan hasil audit energi awal, direkomendasikan langkah-langkah konservasi energi dengan mengganti sistem penerangan menggunakan lampu dengan nilai lumen yang lebih tinggi dan menyesuaikan pendingin udara (AC) sesuai standar yang ditetapkan. Implementasi rekomendasi ini menghasilkan peningkatan IKE menjadi 176,04 kWh/m²/tahun, namun nilai tersebut masih tergolong efisien dibandingkan dengan standar ASEAN-USAID sebesar 240 kWh/m²/tahun.

Kata kunci: Audit energi, Analisa konsumsi, IKE, Konservasi energi.

1. LATAR BELAKANG

Energi listrik adalah bagian penting dari kehidupan sehari-hari, terutama dalam industri, perkantoran, dan gedung-gedung tinggi. Penggunaan energi sering kali melebihi efisiensi yang ditetapkan, terutama pada sistem penerangan dan pendinginan gedung. Menurut Kartini, P. dalam "Analisis Statistik Konsumsi Energi Listrik pada Bangunan Gedung Yayasan Widya Dharma Pontianak", kebutuhan energi diperkirakan meningkat 4,7% per tahun dari

2011-2030. Empat sektor utama konsumen energi listrik adalah transportasi, rumah tangga, industri, dan komersial, termasuk pendidikan.

Peraturan Menteri ESDM No. 13 tahun 2012 mengharuskan bangunan pemerintah menerapkan program penghematan energi. Undang-Undang No. 30 tentang Energi dan Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 mengharuskan pengguna energi di atas TOE melaksanakan konservasi energi. Audit energi mengevaluasi penggunaan energi dan mengidentifikasi peluang penghematan, dimulai dengan audit awal dan analisis IKE. Jika IKE melebihi standar, dilakukan audit rinci.

Dikutip dari Ndaru Atmi Purnami, Refni Arianti, Paulus Setiawan mengatakan bahwa IKE adalah sebuah parameter yang digunakan sebagai indikator efisiensi energi untuk menilai seberapa besar konsumsi energi listrik dalam sektor gedung. Ekki Reva dan Aris Heri Andriawan menunjukkan IKE gedung menurun dari 132,34 kWh/m²/tahun menjadi 124,44 kWh/m²/tahun setelah mengganti sistem penerangan dan pendinginan. Gilang Adhiaksa, Niken Adriaty Basyarach, dan Hadi Tasmono juga menyatakan audit energi diperlukan untuk memastikan efisiensi dengan meningkatnya jumlah gedung.

Di sisi lain, Audit awal energi listrik di Politeknik Negeri Semarang menunjukkan penggunaan energi efisien, menurut Pasisarha, D. S. Sedangkan mengutip penelitian dari Agus Setiawan & Gatut Budiono menekankan pentingnya audit untuk mengetahui penggunaan dan peluang penghematan energi.

Penelitian oleh Niken Adriaty Basyarach, Izzah Aula Wardah, Puji Slamet, dan Aris Heri Andriawan dalam jurnal Teknik Elektro menyebutkan bahwa efisiensi bangunan diukur berdasarkan penggunaan energi per satuan luas per bulan. Di CV. Wana Indo Raya Lumajang, terdapat dua zona: MDP 1 dengan IKE 6,1 kWh/m²/bulan, yang dikategorikan "cukup efisien", dan MDP 2 dengan IKE 1,8 kWh/m²/bulan, yang dikategorikan "sangat efisien". "sangat efisien".

Mengutip penelitian oleh Wahyu Ramadhan Cahaya Firdaus dan Aris Heri Andriawan dari jurnal JTMEI menunjukkan bahwa PT. PAL Indonesia mengalami masalah pencahayaan di bengkel produksi kapal perang, menyebabkan keluhan pekerja seperti mata merah dan perih. Penelitian ini mengevaluasi apakah pencahayaan sesuai dengan standar SNI 03-6197-2000, yaitu 350 lux. Hasilnya menunjukkan bahwa intensitas cahaya rata-rata di bengkel dengan luas 2700 m² adalah 82,22 lux, sehingga diperlukan perencanaan ulang untuk mencapai standar pencahayaan yang sesuai.

Berdasarkan referensi tersebut, sudah banyak penelitian tentang audit energi listrik yang dilakukan. Penelitian saya berjudul "Audit Energi Listrik Gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya" fokus pada hasil pengukuran awal panel LVMDP

selama 1 tahun, diikuti dengan pengukuran konsumsi energi setiap lantai, intensitas cahaya, dan pendingin udara di setiap ruangan. Penelitian ini bertujuan menghasilkan data lengkap untuk konservasi dan efisiensi penggunaan energi listrik.

2. KAJIAN TEORITIS

Energi

Raharjo, M. A., & Selamat Riadi, S. mengatakan dalam jurnalnya Energi adalah konsep abstrak yang sulit dibuktikan secara langsung tetapi dapat dirasakan. Menurut Caffal, energi tidak bisa diciptakan atau dimusnahkan, hanya berubah bentuk. Contohnya, energi dalam minyak tanah berubah menjadi api saat digunakan di kompor. Energi dianggap sebagai kemampuan suatu sistem untuk melakukan kerja pada sistem lain.

Audit Energi

Mengutip dari Hasan, S., Audit energi adalah proses untuk meneliti pola penggunaan energi dari peralatan dalam gedung, seperti AC, lift, pencahayaan, boiler, dan motor. Proses ini penting untuk program efisiensi energi listrik dan mengidentifikasi potensi penghematan energi. Data audit digunakan untuk mengembangkan konservasi dan efisiensi energi, memberikan langkah-langkah pelaksanaan, menetapkan target efisiensi, dan menyusun rencana tindakan dengan rekomendasi penghematan energi.

Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Jika dilihat dari SNI 03-6197-2000 menyatakan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah pembagian antara konsumsi energi listrik dengan setiap satuan luas gedung pada kurun waktu tertentu (per tahun atau per bulan). Rumus untuk menghitung IKE per tahun adalah :

$$IKE = \frac{\text{Energi yang digunakan (Kwh/tahun)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Perhitungan nilai IKE bulanan diberikan oleh rumus:

$$IKE = \frac{\text{Energi yang digunakan (Kwh/bulan)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad (2)$$

$$\text{Pemakaian Energi Listrik (kWh)} = \frac{(n.Beban \times P.beban) \times t}{1000} \quad (3)$$

Sifat nilai IKE yang digunakan sebagai acuan pada masing-masing jenis gedung adalah dinamis dan dapat berubah berdasarkan hasil penelitian terbaru mengikuti perkembangan teknologi peralatan hemat energi dan tingkat kesadaran hemat energi pengguna gedung.

Perhitungan Daya Listrik

Mengutip dari Purnami, N. A., Arianti, R., & Setiawan, P. mengatakan daya listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap satuan waktu dalam detik dan dinyatakan dalam satuan Watt, secara matematis ditulis:

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

Daya sebenarnya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik adalah :

$$P = V_{rms} \times I_{rms} \times \cos \varphi \quad (5)$$

Dengan

P = daya listrik (Watt),

V_{rms} = tegangan (Volt),

I_{rms} = arus listrik (Ampere),

φ = sudut yang dibentuk oleh arus dan tegangan.

Konservasi Energi

Konservasi sumber daya energi, sebagaimana dinyatakan dalam UU No. 30 Tahun 2007, adalah pengelolaan yang menjamin pemanfaatan dan persediaan energi dengan memelihara kualitas dan keanekaragamannya. Menurut PP No. 70 Tahun 2009, konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Zydana, K. A., Budiono, G., dan Basyarach, N. A. menyatakan bahwa Indonesia kaya akan sumber energi, tetapi pemanfaatannya belum seimbang karena terlalu bergantung pada minyak bumi, yang persediaannya terbatas meski merupakan sumber pendapatan penting.

Sistem Tata Udara

Menurut Purnami, N. A., Arianti, R., & Setiawan, P, sistem tata udara bertujuan untuk mencapai kondisi temperatur, kelembapan, kebersihan, dan distribusi udara yang diharapkan dalam ruangan. Di iklim tropis Indonesia, pendingin udara banyak digunakan untuk menciptakan kondisi nyaman yang meningkatkan produktivitas. Persyaratan termal sesuai Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia untuk lingkungan kerja perkantoran adalah suhu 18-28 °C dan kelembapan 40-60%.

Sistem Penerangan

Audit sistem penerangan bertujuan memastikan tingkat penerangan ruangan sesuai fungsinya, penting untuk efisiensi dan keamanan. Penerangan gedung dibagi menjadi alami dan buatan. Penerangan alami, dari cahaya matahari, dianggap berhasil jika memaksimalkan cahaya dalam ruangan. Penerangan buatan, pengguna energi listrik terbesar kedua di gedung, diperlukan saat penerangan alami tidak mencukupi. Tingkat penerangan ruangan diatur dalam SNI 6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Penerangan.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini mencakup studi literatur, eksplorasi, dan identifikasi potensi konservasi energi. Studi literatur meliputi konsep audit energi listrik pada sistem pendingin dan penerangan, perhitungan IKE, dan peluang penghematan energi. Eksplorasi dilakukan dengan mengamati dan mengukur konsumsi energi listrik, khususnya pada sistem penerangan dan pendingin ruangan. Potensi konservasi energi dievaluasi untuk menemukan cara efisien tanpa mengurangi kebutuhan. Audit energi membandingkan konsumsi energi bangunan dengan standar untuk mencari peluang konservasi. Diagram alir penelitian membantu menjaga alur penelitian.

Data berasal dari observasi dan pengukuran langsung terhadap beberapa parameter (tegangan, arus, kWh, dan lux cahaya) di gedung Tower 1 ITS Surabaya, terutama beban konsumsi listrik selama jam perkuliahan. Data dibandingkan dengan standar IKE sesuai Permen ESDM No. 13 tahun 2012 untuk menentukan efisiensi penggunaan energi listrik. Jika boros, audit dilakukan pada setiap ruangan untuk upaya penghematan energi. Jika memenuhi standar, audit rinci tetap dilakukan untuk penghematan pada sistem penerangan dan pendingin udara.

Alat pengukuran yang digunakan adalah clamp meter dan lux meter. Data yang digunakan meliputi hasil pengukuran, jurnal, buku, dan gambar asbuilt drawing, mencakup profil sistem kelistrikan, data beban, single line diagram, sistem penerangan, dan sistem pendingin udara. Teknik pengolahan data meliputi: 1) Menghitung pemakaian listrik, 2) Menghitung nilai IKE, 3) Menghitung kuat penerangan lampu, 4) Menghitung kapasitas AC, 5) Analisis dan peluang konservasi energi.

$$E = \frac{n \times \varnothing_{\text{Lampu}} \times \text{LLF} \times \text{CU}}{A} \quad (6)$$

Keterangan :

E = Kuat penerangan Lampu (Lux)

n = Jumlah Titik Lampu

A = Luas Ruangan (m²)

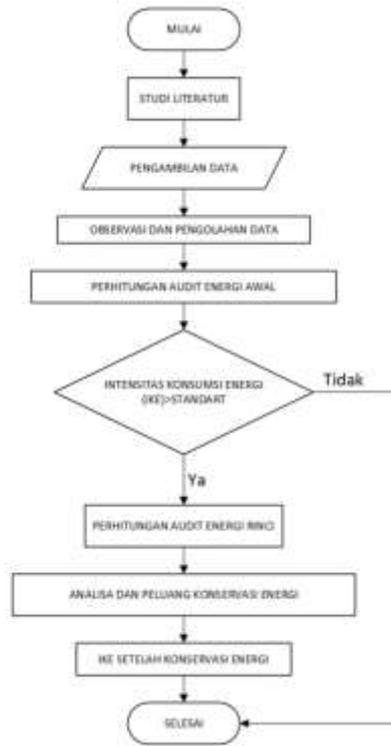
Ølampu = Flux Cahaya (lumen)

LLF = Light Loss Faktor/Faktor Kehilangan Cahaya (0,7-0,8)

CU = Faktor Utilitas 50%-65% (Untuk penerangan langsung dengan warna plafon dan dinding yang terang)

$$\text{Jumlah Watt/m}^2 = \frac{\text{Jumlah titik lampu} \times \text{Watt lampu}}{\text{Luas Ruangan}} \quad (7)$$

$$\text{Kebutuhan Kapasitas AC} = \text{Luas Ruangan} \times \text{Koefisien} \quad (8)$$



Gambar 1. Flowchart Penelitian kalimat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Audit Energi Awal

Tabel 1. Data Pengukuran Luas Lantai Gedung

LANTAI	LUAS LANTAI (m ²)
Dasar	2.365
1	2.210
2	1.600
3	1.425
4	1.430
5	1.438
6	1.425
7	1.432
8	1.430
9	1.430
10	1.430
Total Luas	17.615

Diadaptasi dari asbuilt drawing

Hasil pengukuran luasan gedung yang dilakukan berdasarkan asbuilt drawing pada gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya menunjukkan bahwa luas terbesar terletak di lantai 1 karena terdapat bangunan power house, sewage treatment plant (STP), dan ruang pompa. Sedangkan, lantai 2 memiliki ruang pertemuan, lantai 3 memiliki musholla, dan luasan lantai 4 hingga 11 hampir sama luas lantainya.



Gambar 2. Tingkat Konsumsi Energi Listrik Tahun 2023

Gambar 2 menunjukkan fluktuasi penggunaan energi listrik bulanan. Misalnya, Januari mencatat 36.770 kWh, Februari 78.890 kWh, dan Maret 77.900 kWh. Konsumsi energi tertinggi terjadi pada Oktober dan November, sementara konsumsi terendah pada Januari dan Juni, karena periode libur semester mengurangi aktivitas perkuliahan dan penggunaan energi. Dari data luas lantai gedung Tabel 1 dan konsumsi energi untuk gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dihitung menggunakan rumus 1 untuk menghitung efisiensi penggunaan energi listrik di gedung tersebut.

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{Energi yang digunakan (kWh/tahun)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \\
 &= \frac{895,860 \text{ kWh/tahun}}{17,615 \text{ m}^2} \\
 &= 50,86 \text{ kWh/m}^2\text{/tahun}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung Tower 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya mencapai 50,86 kWh/m²/tahun, nilai ini masih memenuhi standar efisiensi ASEAN-USAID untuk gedung perkantoran dan pendidikan sebesar 240 kWh/m²/tahun. Meski efisien, diperlukan audit energi rinci untuk memastikan penggunaan energi listrik sesuai standar. Audit ini akan mengevaluasi setiap ruangan gedung Tower 1 untuk memastikan kesesuaian dengan standar. Langkah selanjutnya adalah menganalisis penggunaan energi terbesar untuk menemukan potensi penghematan dan memastikan efisiensi. Audit rinci akan mengidentifikasi ruangan yang memerlukan perbaikan atau penyesuaian. Sebelum audit rinci, konsumsi energi setiap sistem kelistrikan di gedung Tower 1 dihitung untuk menentukan sistem yang akan diaudit. Perhitungan konsumsi energi pada beban penuh dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perhitungan Konsumsi Energi listrik Pada Sistem Kelistrikan Gedung

Pada Gambar 3, terlihat bahwa tingkat konsumsi energi listrik bervariasi. Konsumsi energi terendah ada pada peralatan lainnya 14.800 watt, diikuti oleh peralatan elektronik seperti CCTV, sound, telepon, internet, dan fire alarm 15.200 watt. Sistem perpompaan mengkonsumsi 17.000 watt, dan lift 20.700 watt. Sistem penerangan mengkonsumsi 44.191 watt, sementara konsumsi energi terbesar ada pada sistem pendingin udara (AC) dengan total 734.963 watt, terutama pada unit outdoor AC.

Oleh karena itu, audit energi rinci akan difokuskan pada sistem penerangan dan AC untuk mengevaluasi dan memastikan kesesuaiannya dengan standar yang berlaku. Langkah awal adalah menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari data konsumsi energi yang terpasang di gedung Tower 1, dan membandingkannya dengan IKE setelah konservasi energi. Ini akan menentukan apakah penggunaan energi gedung tergolong efisien atau boros, berdasarkan standar ASEAN-USAID untuk gedung perkantoran dan pendidikan (240 kWh/m²/tahun). Perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) pada gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berdasarkan tingkat konsumsi energi yang terpasang sebelum rekomendasi konservasi energi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{Energi yang digunakan (kWh/tahun)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \\
 &= \frac{2.926.727 \text{ kWh/tahun}}{17.615 \text{ m}^2} \\
 &= 166,15 \text{ kWh/m}^2\text{/tahun}
 \end{aligned}$$

Audit Energi Rinci

Data hasil perhitungan dan pengukuran intensitas pencahayaan pada setiap ruangan di gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada siang dan malam hari diketahui pada lantai dasar, yang terdiri dari 14 ruangan dengan pencahayaan alami dan lampu, 7 ruangan memiliki intensitas pencahayaan di bawah standar SNI 6197:2011 pada siang hari, sedangkan 11 ruangan di bawah standar pada malam hari. Di lantai 1, yang terdiri dari 17 ruangan, 4 ruangan di bawah standar pada siang hari, dan 14 ruangan di bawah standar pada malam hari. Di lantai 2, yang terdiri dari 21 ruangan, 4 ruangan di bawah standar pada siang

hari, dan 16 ruangan di bawah standar pada malam hari. Di lantai 4, yang terdiri dari 18 ruangan, 5 ruangan di bawah standar pada siang hari, dan 15 ruangan di bawah standar pada malam hari. Di lantai 3, 5, 7, 8, dan 10, masing-masing terdiri dari 16 ruangan, 4 ruangan di bawah standar pada siang hari, dan 13 ruangan di bawah standar pada malam hari. Di lantai 6 dan 9, masing-masing terdiri dari 17 ruangan, 4 ruangan di bawah standar pada siang hari, dan 13 ruangan di bawah standar pada malam hari. Dari penjelasan tersebut, terdapat ruangan di gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang belum memenuhi intensitas pencahayaan sesuai standar SNI 6197:2011. Sebagaimana dalam Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Jumlah Ruangan Intensitas Cahaya belum Sesuai SNI 6197 : 2011

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa banyak sistem penerangan yang memiliki tingkat intensitas pencahayaan di bawah standar yang ditetapkan dalam SNI 6197:2011 terutama pada malam hari, karena kurangnya cahaya alami dari sinar luar ruangan (cahaya matahari) yang masuk dalam ruangan. Namun, masalah ini sebenarnya tidak signifikan dalam penggunaan gedung Tower 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Hal ini disebabkan oleh jam operasional atau jam perkuliahan dan perkantoran di gedung tersebut yang berlangsung mulai dari jam 06.00 wib hingga jam 18.00 wib, sehingga kondisi tersebut tidak mengganggu aktivitas penggunaan gedung.

Pada audit rinci pada sistem pendingin udara (AC) ini dilakukan dengan cara menghitung kapasitas sistem pendingin udara (AC) yang terpasang pada setiap ruangan di semua lantai di gedung Tower 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan audit energi rinci ini adalah untuk mengukur kapasitas AC yang terpasang dan membandingkannya dengan standart kapasitas yang diperlukan di setiap ruangan. Perhitungan kapasitas pendingin udara (AC) yang terpasang akan dibandingkan dengan kebutuhan sesuai persamaan rumus 3.3 di bab 3 untuk menentukan apakah AC tersebut memenuhi kebutuhan ruangan atau bahkan melebihinya. Hasil audit akan mengidentifikasi ruangan mana yang memerlukan penyesuaian kapasitas pendingin udara (AC) untuk efisiensi energi tanpa mengurangi kenyamanan pengguna. Informasi tentang jenis dan spesifikasi material pendingin

udara (AC) yang terpasang akan diperoleh dari hasil pendataan beban konsumsi energi, yang kemudian akan digunakan untuk menghitung ulang kapasitas sistem pendingin (AC) yang terpasang.

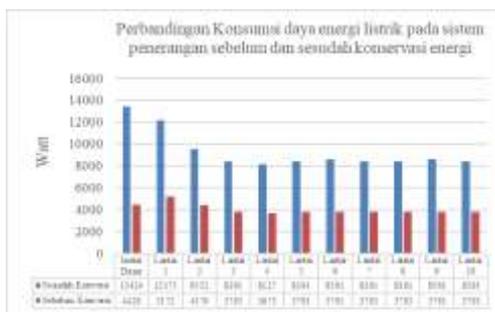
Perhitungan kebutuhan pendingin udara dilakukan dengan mengalikan luas ruangan dengan koefisien tertentu (500, 600, 650, dan 800). Hasil perhitungan ini dibandingkan dengan kapasitas pendingin udara (AC) yang sudah terpasang, menunjukkan bahwa beberapa ruangan telah mencapai kapasitas yang diinginkan sementara yang lainnya belum yang ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Perbandingan Ruangan yang Sesuai dan Belum Sesuai dengan Kebutuhan Pendingin Udara (AC)

Pada lantai dasar dengan 6 ruangan yang menggunakan AC, 5 ruangan sudah sesuai kebutuhan dan 1 ruangan belum. Lantai 1 dengan 11 ruangan, semua ruangan belum sesuai kebutuhan. Lantai 2, 3, 5, dan 6 dengan masing-masing 10 ruangan, 9 ruangan sudah sesuai kebutuhan dan 1 ruangan belum. Lantai 4 dengan 7 ruangan, 1 ruangan sudah sesuai dan 6 ruangan belum sesuai kebutuhan. Lantai 7, 8, 9, dan 10 dengan masing-masing 10 ruangan, 9 ruangan sudah sesuai kebutuhan dan 1 ruangan belum sesuai kebutuhan.

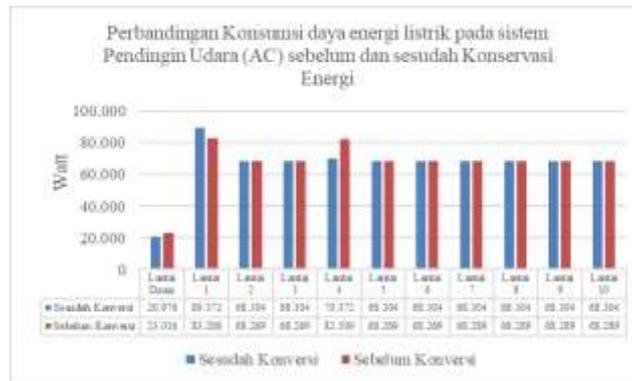
Hasil Analisa Potensi Koservasi Energi



Gambar 6. Perbandingan Konsumsi Daya Listrik Sistem Penerangan Sebelum dan Sesudah Rekomendasi Konservasi Energi

Berdasarkan Gambar 6 di atas menunjukkan perbandingan konsumsi daya energi listrik pada sistem penerangan sebelum dan sesudah penerapan konservasi energi di berbagai lantai bangunan. Sebelum konversi, konsumsi daya listrik berkisar antara 3673 watt hingga 5172 watt

per lantai. Setelah konversi, konsumsi daya listrik meningkat secara signifikan di semua lantai, dengan kisaran antara 3791 watt hingga 13424 watt. Peningkatan terbesar terlihat pada Lantai Dasar, dengan peningkatan dari 4429 watt sebelum konversi menjadi 13424 watt sesudah konversi. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat upaya konservasi energi, penerapan rekomendasi justru mengakibatkan peningkatan total konsumsi daya energi listrik pada sistem penerangan.



Gambar 7. Perbandingan Konsumsi Daya Listrik Sistem Pendingin Udara (AC) Sebelum dan Sesudah Rekomendasi Konservasi Energi

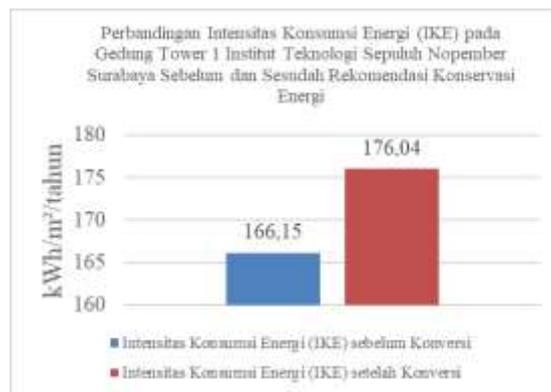
Berdasarkan Gambar 7 di atas menunjukkan perbandingan konsumsi daya energi listrik pada sistem pendingin udara (AC) sebelum dan sesudah penerapan konservasi energi di berbagai lantai bangunan. Sebelum konservasi energi, konsumsi daya listrik berkisar antara 23.016 watt hingga 83.206 watt per lantai. Setelah konservasi, terdapat penurunan konsumsi daya listrik di sebagian besar lantai, dengan kisaran antara 20.976 watt hingga 70.372 watt. Penurunan terbesar terjadi pada Lantai 1, dari 83.206 watt sebelum konservasi menjadi 70.372 watt sesudah konservasi. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan rekomendasi konservasi energi berhasil mengurangi total konsumsi daya energi listrik pada sistem pendingin udara (AC) di hampir semua lantai.

Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Akhir

Berdasarkan hasil perhitungan total beban penuh setelah penerapan rekomendasi konservasi energi pada Gedung Tower 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan data total luas gedung yang tercantum pada Tabel 4.1, dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai intensitas konsumsi energi (IKE) akhir pada Gedung Tower 1. Perhitungan ini menggunakan persamaan Rumus (1). Rumus tersebut akan digunakan untuk mengestimasi efisiensi penggunaan energi listrik pada Gedung Tower 1 setelah penerapan rekomendasi konservasi energi.

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{Energi yang digunakan(kWh/tahun)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \\
 &= \frac{3.100.955 \text{ kWh/tahun}}{17,615 \text{ m}^2} \\
 &= 176,04 \text{ kWh/m}^2\text{/tahun}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari total konsumsi energi beban penuh pada Gedung Tower 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya setelah penerapan rekomendasi konservasi energi sebesar 176,04 kWh/m²/tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik beban penuh setelah rekomendasi konservasi energi di Gedung Tower 1 masih berada di bawah standar efisiensi yang telah ditetapkan oleh ASEAN-USAID untuk kategori gedung perkantoran dan pendidikan, yaitu sebesar 240 kWh/m²/tahun. Namun, nilai IKE setelah penerapan rekomendasi konservasi energi ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai IKE sebelum rekomendasi konservasi energi, yang sebesar 166,15 kWh/m²/tahun. Untuk memperjelas perbandingan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebelum dan sesudah penerapan rekomendasi konservasi energi, dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 8. Perbandingan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil audit energi listrik pada gedung Tower 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh. Berdasarkan audit energi awal dari Januari hingga Desember 2023, nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebesar 50,86 kWh/m²/tahun tergolong efisien dibandingkan standar ASEAN-USAID sebesar 240 kWh/m²/tahun untuk kategori perkantoran dan pendidikan. Audit konsumsi energi listrik pada beban penuh menunjukkan nilai IKE sebelum dan sesudah penerapan rekomendasi konservasi energi masing-masing sebesar 166,15 kWh/m²/tahun dan 176,04 kWh/m²/tahun, yang tetap tergolong efisien dibandingkan standar ASEAN-USAID. Setelah pengukuran intensitas pencahayaan pada setiap ruangan, ditemukan bahwa beberapa ruangan memenuhi standar

minimal SNI 6197:2011, sementara yang lain belum, terutama pada malam hari. Misalnya, intensitas pencahayaan di ruang kelas lantai 5 adalah 178 lux pada malam hari dan 451 lux pada siang hari. Setelah pergantian lampu dengan spesifikasi lumen yang lebih tinggi, intensitas pencahayaan meningkat menjadi 356 lux sehingga memenuhi standar SNI 6197:2011 yang mensyaratkan minimal 350 lux untuk ruang kelas. Setelah perhitungan kapasitas pendingin udara (AC) pada setiap ruangan, ditemukan bahwa beberapa ruangan memenuhi standar kebutuhan AC, sementara yang lain memerlukan penyesuaian. Misalnya, di ruang kelas lantai 5, kapasitas AC yang terpasang adalah 96.000 Btu/h, sedangkan kebutuhan ruangan adalah 91.091 Btu/h, dan perbedaan ini masih dapat ditoleransi karena nilai Btu/h hanya berselisih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiaksa, G., Basyarach, N. A., & Tasmono, H. (2019). Analisis pemakaian dan upaya untuk pencapaian efisiensi energi listrik di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. *Elsains*, 1(2). <https://doi.org/10.2567/6336>
- Basyarach, N. A., Wardah, I. A., Slamet, P., & Andriawan, A. H. (2023). Analisis dan efisiensi pemakaian energi listrik di CV. WANA INDO RAYA Lumajang. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(1), 38-43.
- Firdaus, W. R., & Andriawan, A. H. (2023). Kajian teknis penerangan bengkel produksi kapal perang di PT. PAL Indonesia. *JTMEI*, 2(3), 1-15.
- Hasan, S. (2014). Pelaksanaan efisiensi energi di bangunan gedung.
- Kartini, P. (2017). Analisis statistik konsumsi energi listrik pada bangunan gedung Yayasan Widya Dharma Pontianak. *Jurnal ELKHA*, 9(2), 45-52.
- Pasisarha, D. S. (2012). Evaluasi IKE listrik melalui audit awal energi listrik di Kampus Polines. *Jurnal JTET*, 1(1), 1-7.
- Prakasa, E. R., & Andriawan, A. H. (2022). Analisa efisiensi energi listrik PT. BANK X.
- Purnami, N. A., Arianti, R., & Setiawan, P. (2022). Analisis intensitas konsumsi energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta.
- Raharjo, M. A., & Selamat Riadi, S. (1967). Audit konsumsi energi untuk mengetahui peluang penghematan energi pada gedung PT Indonesia CAPS and CLOSURES. *Jurnal PASTI*, 10(69), 342-356.
- Setiawan, A., & Budiono, G. (2019). Audit energi listrik gedung Universitas Nahdlatul Ulama kampus B Jemursari Surabaya. *Surabaya*.
- Zydana, K. A., Budiono, G., & Basyarach, N. A. (2022). Audit energi listrik gedung Galaxy Mall 3.