

Audit Energi dan Analisis Penghematannya pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Malikussaleh

Alfis Syahri¹, Asri^{*2}, Badriana³, Muhammad Daud⁴, Taufiq⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh

*e-mail: alfis.200150061@mhs.unimal.ac.id¹, asri@unimal.ac.id², badriana@unimal.ac.id³, mdaud@unimal.ac.id⁴, taufiq@unimal.ac.id⁵

Received:	Revised:	Accepted:	Available online:
21.08.2024	11.09.2024	19.10.2024	30.10.2024

Abstrak: Listrik adalah kebutuhan utama di berbagai bidang aktivitas. Konservasi energi adalah kunci untuk mengatasi masalah ini, didukung oleh peraturan pemerintah seperti Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2012. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi kasus dan metode observasi untuk memungkinkan identifikasi dan pemahaman yang baik dan mendalam tentang pola penggunaan energi di gedung-gedung dengan perhitungan langsung beban listrik yang digunakan di setiap ruangan. Beban yang diaudit meliputi beban pencahayaan, beban ber-AC, dan beban peralatan listrik lainnya. Nilai IKE berdasarkan rekening pembayaran listrik selama 12 bulan terakhir adalah 44,3 kWh/m²/tahun termasuk kategori efisien menurut standar ASEAN USAID. Sedangkan IKE menurut penggunaan energi oleh ruang AC dan non-AC masing-masing sebesar 5,12 kWh/m²/bulan dan 0,2 kWh/m²/bulan termasuk dalam kategori sangat efisien untuk ruang ber-AC dan ruang non-AC menurut Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2012. Adapun nilai IKE jika lampu yang ada disesuaikan dengan standar persyaratan pencahayaan SNI 6197:2020, akan menjadi 5,7 kWh/m²/bulan untuk ruang ber-AC dan 0,2 kWh/m²/bulan untuk ruang non-AC, sehingga masih sangat efisien.

Kata kunci: Audit energi, intensitas konsumsi energi (IKE), tingkat pencahayaan, penghematan energi.

Abstract: Electricity is a major necessity in various fields of activity. Energy conservation is the key to addressing this issue, supported by government regulations such as the Minister of Energy and Mineral Resources Regulation No. 13 Year 2012. The methods used in this research are case study method and observation method to enable a good and in-depth identification and understanding of energy usage patterns in buildings by direct calculation of the electrical loads used in each room. The audited loads include lighting loads, air-conditioned loads, and other electrical equipment loads. The ECI value based on electricity payment accounts for the last 12 months is 44.3 kWh/m²/year, including the efficient category according to the ASEAN USAID standard. While ECI according to energy use by air-conditioned and non-air-conditioned rooms is 5.12 kWh/m²/month and 0.2 kWh/m²/month respectively, including in the highly efficient category for air-conditioned rooms and non-air-conditioned rooms according to Regulation of ESDM No. 13 Year 2012. The ECI value if the existing lights are adjusted to the standard lighting requirements of SNI 6197:2020, will be 5.7 kWh/m²/month for air-conditioned spaces and 0.2 kWh/m²/month for non-AC spaces, so it is still very efficient.

Keywords: Energy audit, energy consumption intensity (ECI), lighting level, energy savings.

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar produsen energi listrik di Indonesia menggunakan sumber bahan bakar energi fosil seperti batubara dan minyak bumi. Sumber energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga menyebabkan cadangan energi berkurang. Salah satu metode yang dipakai untuk meningkatkan efisiensi pemakaian energi listrik adalah konservasi energi. Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebijakan mengenai konservasi energi sebagai usaha untuk peningkatan efisiensi energi yang digunakan [1].

Menurut Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Listrik menyatakan bahwa dalam rangka meningkatkan penghematan energi maka wajib dan harus melaksanakan program penghematan energi listrik secara efisien pada sistem air conditioning (AC), tata cahaya dan peralatan pendukung lainnya di seluruh bangunan gedung kantor pemerintah baik di pusat maupun daerah tanpa mengurangi rasa kenyamanan pengguna. Dalam rangka mendukung Peraturan Menteri tersebut, tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan proses audit energi listrik di semua sektor industri maupun non industri[2].

Audit energi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur seberapa besar konsumsi energi dan mengidentifikasi strategi untuk menghematnya serta untuk memahami pola penggunaan energi di suatu bangunan atau gedung, sambil mencari cara-cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi tanpa mengurangi tingkat kenyamanan.

Universitas Malikussaleh sendiri merupakan universitas yang terletak di Kota Lhokseumawe Provinsi Aceh. Universitas Malikussaleh memiliki tujuh fakultas yang salah satunya adalah Fakultas Teknik. Fakultas Teknik memiliki tujuh jurusan dan 13 program studi. Salah satu gedung yang terdapat pada Fakultas Teknik adalah Gedung Jurusan Teknik Elektro. Pada gedung tersebut menggunakan beban listrik berupa beban pencahayaan, beban tata udara dan beban peralatan listrik lainnya.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan di atas, maka penulis mengambil judul penelitian tugas akhir “Audit Energi dan Analisis Penghematan Energi Pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Malikussaleh”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Audit Energi*

Langkah pertama dalam melaksanakan program konservasi energi adalah audit energi. Audit dapat memberikan gambaran umum tentang penggunaan, distribusi, biaya, dan konversi energi. Audit juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi sumber pemborosan energi guna menghemat uang dan meningkatkan efisiensi penggunaan [6].

Selain itu audit energi listrik dapat dipakai untuk mengetahui bagian/unit mana yang pemakaian energi listriknya tertinggi, sehingga langkah penghematan dapat lebih efektif dilakukan. Pelaksanaan audit energi listrik dilaksanakan berdasarkan ketentuan dan cara-cara tertentu melalui metode Intensitas Konsumsi Energi (IKE) [10]. Audit energi dapat dilaksanakan setiap saat atau sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan [1]. Audit energi terbagi menjadi tiga, yaitu:

1. Audit Energi Singkat

Audit energi singkat merupakan proses awal kegiatan audit energi berupa pengumpulan data historis konsumsi energi, luas bangunan, daya terpasang, beban hunian, dan observasi visual. Audit energi singkat tidak memerlukan pengukuran peralatan listrik, yang membedakannya dengan audit energi lainnya. Hasil audit energi singkat berupa gambaran penggunaan energi gedung dan rekomendasinya

2. Audit Energi Awal (AEA)

Kegiatan audit energi awal terdiri dari pengumpulan data bangunan dengan menggunakan data yang sudah ada dan tidak memerlukan pengukuran. Tujuan dari audit energi awal adalah untuk mengukur produktivitas dan efisiensi penggunaan energi dan untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi.

3. Audit Energi Rinci (AER)

Audit energi rinci merupakan audit energi yang dilaksanakan dengan menggunakan alat-alat ukur yang terpasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Audit energi rinci dilaksanakan untuk mengetahui profil penggunaan energi bangunan, sehingga dapat ditemukan peralatan pengguna energi apa saja yang penggunaannya cukup besar.

2.2. *Intensitas Konsumsi Energi*

Konsumsi Energi (IKE), adalah pembagian antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung. Intensitas konsumsi energi (IKE) adalah suatu istilah yang digunakan untuk mengetahui intensitas penggunaan energi pada suatu bangunan. Energi yang dimaksudkan disini adalah energi listrik. Pengontrolan penggunaan energy dilakukan dengan segala upaya untuk manajemen dan mengelola penggunaan energy seefisien mungkin pada bangunan tanpa mengurangi tingkat kenyamanan ataupun produktivitas di lingkungan kerja [8].

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh/Bulan)}}{\text{Luas Total Bangunan (m}^2\text{)}}$$

Setelah hasil perhitungan IKE didapatkan, IKE ini dibandingkan dengan standar pemerintah yang mengatur mengenai penghematan penggunaan energi listrik, yaitu Peraturan Menteri ESDM No.13 Tahun 2012[3]. Analisis penggunaan energi listrik untuk ruangan ber-AC dan ruangan non-AC menggunakan persamaan berikut.

$$IKE\ AC = \frac{\text{Konsumsi Ruang AC}}{\text{Luas Lantai AC (m}^2\text{)}} + \frac{\text{Total Konsumsi Energi} - \text{Konsumsi Ruang AC}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}}$$

$$IKE\ Non\ AC = \frac{Total\ Konsumsi\ Energi\ (kWh) - Konsumsi\ Ruang\ AC\ (kWh)}{Luas\ Lantai\ Total\ (m^2)}$$

2.2.1 Standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi disuatu bangunan atau gedung dapat dijadikan acuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan energi di dalam gedung atau bangunan tersebut. Standar Intensitas Konsumsi Energi menurut pedoman Permen ESDM No.13 tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini [11].

Tabel 1. Standar IKE Berdasarkan Permen ESDM No.13 Tahun 2012

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik	
	Ruang Ber-AC	Ruang Non-AC
Sangat Efisien	$IKE < 8,5$	$IKE < 3,4$
Efisien	$8,5 \leq IKE < 14$	$3,4 \leq IKE < 5,6$
Cukup Efisien	$14 \leq IKE < 18,5$	$5,6 \leq IKE < 7,4$
Boros	$IKE \geq 18,5$	$IKE \geq 7,4$

2.3. Beban Pencahayaan

Faktor penting yang perlu diperhatikan dalam sistem pencahayaan buatan antara lain tingkat pencahayaan, yang meliputi koefisien pemanfaatan dan penyusutan, serta pengukuran tingkat pencahayaan, daya pencahayaan, dan jenis lampu yang digunakan [2]. Adapun standar intensitas pencahayaan berdasarkan SNI 6197:2020 dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Standar Intensitas Pencahayaan Berdasarkan SNI 6197:2020

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Ruang Kelas	350
Perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang Gambar	750
Kantin	200
Mushalla	200
Ruang Kerja/Kantor	350
Ruang Rapat	300
Lobi/Koridor	100
Teras	40
Ruang Arsip	150
Toilet	200
Gudang	100
Pantry/Dapur	250

2.3.1 Daya Pencahayaan

Untuk menghitung daya pencahayaan untuk tiap ruangan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Pc = \frac{Pt}{A}$$

Dimana:

- Pc = Daya Pencahayaan (W/m²)
- Pt = Daya listrik yang dikonsumsi lampu (W)
- A = Luas Ruangan (m²)

2.3.2 Intensitas Pencahayaan

Intensitas pencahayaan rata-rata (Erata-rata) adalah tingkat pencahayaan pada suatu ruangan yang biasanya gambarkan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Adapun bidang kerja yang dimaksud ialah bidang horizontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada

seluruh bagian ruangan [15]. Tingkat pencahayaan rata-rata Erata-rata (lux), dapat dihitung dengan persamaan.

$$E_{rata-rata} = \frac{(F_{total} \times K_p \times K_d)}{A}$$

Dimana:

- $E_{rata-rata}$ = Tingkat pencahayaan ruangan (Lux)
- F_{total} = Fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)
- k_p = Koefisien penggunaan
- k_d = Koefisien dperesiasi (penyusutan)
- A = Luas ruangan

2.3.3 Jumlah Luminer (Armature)

Jumlah luminer yang dibutuhkan untuk mendapatkan intensitas pencahayaan tertentu. Untuk perhitungan jumlah luminer, terlebih dahulu menghitung fluks luminus total, dengan memakai persamaan:

$$F_{total} = (E \times A) / (k_p \times k_d)$$

Kemudian jumlah luminer dihitung menggunakan persamaan:

$$N_{total} = (F_{total}) / (F_1 \times n)$$

Dimana:

- N_{total} = Jumlah luminer
- F_{total} = fluks luminous total dari semua lampu yang menerang bidang kerja (lumen)
- F_1 = Fluks luminous (lumen) satu buah lampu
- n = jumlah lampu dalam satu luminer

2.4. Beban Tata Udara

Temperatur dan kelembaban udara disesuaikan dengan desain bangunan dan pengaturan AC. Kondisi ruang, seperti volume ruang, posisinya terhadap matahari, posisinya terhadap ruang lain, dan sistem isolasinya akan menentukan jumlah daya yang dibutuhkan sistem pengkondisian udara (AC). BTU per jam atau PK adalah satuan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya AC ruangan. Kapasitas AC ruangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [10].

$$Kebutuhan\ Btu/h = \frac{L \times W \times H \times I \times E}{60}$$

Dimana:

- L = Panjang ruangan (*feet*)
- W = Lebar ruangan (*feet*)
- H = Tinggi ruangan (*feet*)
- I = Nilai 10 jika ruangan berinsulasi (berada di lantai bawah atau terhimpit dengan ruangan lain), Nilai 18 jika ruangan tidak berinsulasi (lantai di atas)
- E = Nilai 16 jika dinding terpanjang menghadap ke utara, nilai 17 jika menghadap ke timur, nilai 18 jika menghadap ke Selatan, nilai 20 jika menghadap ke barat

3. METODE

3.1 Tempat Penelitian

Lokasi penelitian dalam penelitian ini adalah di Gedung Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh tepatnya berada di Jalan Batam, Gampong Blang Pulo Kecamatan Muara Satu Kota Lhokseumawe Provinsi Aceh.

3.2 Alur Penelitian

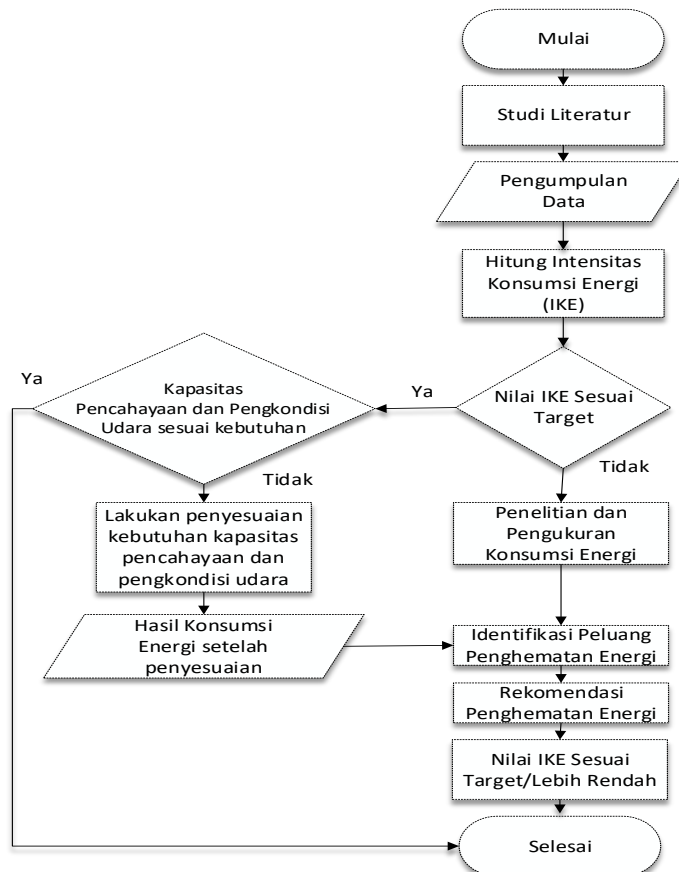
Alur penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1.

3.3 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam melakukan penelitian ini terdapat beberapa tahapan. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan Data

- Melakukan pengumpulan data, berupa data fisik bangunan gedung, kapasitas peralatan listrik *existing*.
2. **Audit Energi Awal (AEA)**
Melakukan perhitungan konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik tahun sebelumnya dan menghitung luas seluruh ruangan gedung Jurusan Teknik Elektro.
 3. **Hitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE)**
 - a. Menghitung nilai IKE gedung 1 tahun terakhir berdasarkan data konsumsi energi dari rekening pembayaran listrik 1 tahun terakhir.
 - b. Menghitung konsumsi energi listrik oleh beban pencahayaan, beban tata udara dan beban peralatan listrik lainnya pada setiap ruangan.
 - c. Menghitung IKE hasil dari pengukuran.
 - d. Melakukan perhitungan penghematan energi pada gedung Jurusan Teknik Elektro.
 4. **Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sesuai target**
Apabila nilai IKE berdasarkan dari rekening pembayaran listrik dan pendataan beban *existing* sesuai atau kurang dari target maka kegiatan Audit Energi Rinci (AER) dapat dihentikan.
 5. **Audit Energi Rinci (AER)**
Audit energi rinci (AER) hanya dilakukan apabila nilai IKE yang ditunjukkan pada saat melakukan AEA sesuai target atau dikategorikan sangat efisien.
 6. **Rekomendasi Penghematan Energi**
Melakukan perhitungan estimasi terhadap beban pencahayaan berupa penggantian lampu *existing* dengan lampu yang lebih hemat namun dengan tingkat pencahayaan yang sama.



Gambar 1. Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Gedung

Gedung Jurusan Teknik Elektro merupakan salah satu gedung yang terdapat pada Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh yang terletak di Jalan Batam Gampong Blang Pulo Kecamatan

Muara Satu Kota Lhokseumawe Provinsi Aceh. Gedung ini terdiri dari dua lantai dengan luas keseluruhan 2.138 m² dan total 58 ruangan dengan luas ruangan masing-masing lantai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas Ruang ber-Ac dan non-AC Pada Gedung JTE

Lantai	Luas Ruang	
	Ber-AC	Non-AC
1	722,75	308,65
2	795,33	311,31
Total	1.518,1	620,0
Persentase (%)	71%	29%

4.2 Rekening Pembayaran dan Pemakaian Listrik

Adapun besarnya daya terpasang dari PLN untuk Gedung Jurusan Teknik Elektro adalah 197.000 VA dengan golongan tarif S-2. Konsumsi energi pada Gedung Jurusan Teknik Elektro selama 12 bulan dengan periode bulan April 2023 s/d Maret 2024 rata-rata setiap bulannya adalah sebesar 7.880 kWh/bulan dengan biaya sebesar Rp. 7.102.000/bulan. Adapun data konsumsi energi listrik pada pada Gedung Jurusan Teknik Elektro selama 12 bulan dengan periode bulan April 2023 s/d Maret 2024 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekening Pembayaran dan Pemakaian Listrik

No.	Bulan	Golongan Tarif	Daya Terpasang PLN (kVA)	Biaya (Rp)	Pemakaian Daya (kWh)
1	April 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
2	Mei 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
3	Juni 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
4	Juli 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
5	Agustus 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
6	September 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
7	Oktober 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
8	November 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
9	Desember 2023	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
10	Januari 2024	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
11	Februari 2024	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
12	Maret 2024	S2	197	Rp 7.102.000	7.880
Total				Rp 85.224.000	94.560

4.3 IKE Berdasarkan Rekening Pembayaran dan Pemakaian Listrik

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat dihitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) selama 12 bulan terakhir yaitu mulai dari April 2023 sampai dengan Maret 2024 pada Gedung Jurusan Teknik Elektro. Adapun perhitungannya adalah total konsumsi energi selama periode tersebut sebesar 94.560 kWh/Tahun, sedangkan luas bangunan menggunakan luas gross (kotor) yaitu gabungan dari luas ruang ber-AC dan luas ruang non-AC sebesar 2.138 m².

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh/Tahun)}}{\text{Luas Gross (m}^2\text{)}}$$

$$IKE = \frac{94.560 \text{ (kWh/Tahun)}}{2.138 \text{ (m}^2\text{)}}$$

$$IKE = 44,2 \text{ (kWh/m}^2\text{/Tahun)}$$

Hasil perhitungan di atas maka IKE yang diperoleh pada Gedung Jurusan Teknik Elektro selama periode bulan April 2023 sampai dengan bulan Maret 2024 sebesar 44,2 kWh/m²/Tahun masih dikategorikan efisien berdasarkan standar IKE dari ASEAN-USAID yang dikeluarkan pada tahun 1987 untuk gedung perkantoran sebesar 240 kWh/m²/Tahun.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada kegiatan Audit Energi Awal (AEA) yaitu berupa nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang masih tergolong efisien dan jauh dari batas standar yang telah ditetapkan maka kegiatan Audit Energi Rinci (AER) dapat dihentikan.

4.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Ruang Ber-AC dan Ruang Non-AC

Setelah menghitung IKE berdasarkan rekening pembayaran listrik selanjutnya menghitung IKE berdasarkan hasil pendataan beban pada setiap ruangan di Gedung Jurusan Teknik Elektro. Untuk memudahkan perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) maka ruangan pada Gedung Jurusan Teknik Elektro dikelompokkan menjadi ruang ber-AC dan ruang non-AC. Estimasi konsumsi energi ini diperoleh berdasarkan jumlah jam operasional yang berbeda-beda tiap ruangan dan hari kerja dalam satu bulan sebanyak 22 hari kerja.

$$Konsumsi\ Energi\ (kWh) = Daya\ (W) \times Waktu\ Pakai\ (Jam) \times 22\ (Hari) / 1000$$

Adapun besarnya konsumsi energi pada Gedung Jurusan Teknik Elektro untuk lantai 1 dan lantai 2 baik untuk ruang ber-AC maupun ruang non-AC masing-masing disajikan dalam Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8.

Tabel 5. Konsumsi Energi Ruang Ber-AC Lantai 1

No.	Nama Ruangan	Luas Ruangan (m ²)	Konsumsi Energi (kWh/bulan)
1	Ruang Rapat	25,40	260,17
2	Ruang Kujur	50,83	245,52
3	Ruang Sekjur	50,83	267,87
4	Ruang FT.04.02.02	49,84	651,73
5	Lab Komputer	76,25	434,61
6	Ruang Teknisi	12,25	202,61
7	Ruang Dosen 1	12,25	134,82
8	Lab Mesin Listrik	116,64	381,78
9	Ruang Dosen 2	13,32	118,76
10	Ruang Dosen 3	13,32	118,76
11	Lab Distribusi dan Proteksi	116,64	225,87
12	Ruang Dosen 5	13,32	134,82
13	Ruang Dosen 6	13,32	134,82
14	Ruang Adm Elektro	38,88	228,10
15	Ruang 8	12,96	191,84
16	Ruang 9	12,96	137,46
17	Pantry	12,96	148,81
18	Ruang FT.04.02.01	116,64	724,99
19	Ruang 10	25,20	147,14
20	Ruang 11	12,60	218,59
Total		796,41	5109,05

Tabel 6. Konsumsi Energi Ruang Non-AC Lantai 1

No.	Nama Ruangan	Luas Ruangan (m ²)	Konsumsi Energi (kWh/bulan)
1	Teras	25,50	0,84
2	Lobby dan Koridor	162,09	79,64
3	Galeri Tugas Akhir	12,32	9,636
4	Ruang Dosen 4	12,32	11,016
5	Ruang Dosen 7	15,99	10,912
6	Mushalla	15,99	10,912
7	Ruang Kontrol Panel	37,80	1,128
8	Toilet Dosen Pria	13,32	6,336
9	Toilet Dosen Wanita	13,32	6,336
Total		308,65	136,756

Tabel 7. Konsumsi Energi Ruang Ber-AC Lantai 2

No.	Nama Ruangan	Luas Ruangan (m ²)	Konsumsi Energi (kWh/bulan)
1	Ruang FT.04.02.03	49,84	514,32
2	Ruang FT.04.02.04	49,84	587,58
3	Ruang Dosen 13	12,25	145,38
4	Koridor Ruang Dosen	25,92	162,62
5	Lab Elektronika Daya	154,44	36,61
6	Lab Mekatronika	154,44	97,89
7	Lab Sistem Telekomunikasi	154,44	445,98
8	Ruang FT.04.02.05	154,44	441,67
9	Ruang Sidang 1	13,24	1,70
10	Ruang Sidang 2	13,24	1,70
11	Ruang Sidang 3	13,24	1,63

Total	795,33	2.437,08
--------------	---------------	-----------------

Tabel 8. Konsumsi Energi Ruang Non-AC Lantai 2

No.	Nama Ruangan	Luas Ruangan (m ²)	Konsumsi Energi (kWh/bulan)
1	Koridor	81,00	85,7824
2	Gudang	12,32	0,36
3	Ruang Panel	12,32	18,144
4	Toilet Mahasiswa	15,99	7,128
5	Toilet Mahasiswi	15,99	7,128
6	Ruang Dosen 12	12,55	23,936
7	Ruang Dosen 14	12,96	12,672
8	Ruang Dosen 15	12,96	12,672
9	Ruang Dosen 16	8,64	12,672
10	Ruang Dosen 17	8,64	12,672
11	Ruang Dosen 18	13,104	0,576
12	Ruang Dosen 19	13,104	0,576
13	Ruang Dosen 20	13,104	0,576
14	Ruang Dosen 21	13,104	0,144
15	Ruang Dosen 22	13,104	0,144
16	Ruang Dosen 23	13,104	0,144
17	Ruang Dosen 24	13,104	3,168
18	Ruang Dosen 25	13,104	3,168
19	Ruang Dosen 26	13,104	1,584
Total	311,31	203,2464	

Berdasarkan data konsumsi energi di atas maka total konsumsi energi pada ruang ber-AC dan ruang non-AC adalah seperti ditunjukkan oleh Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Total Konsumsi Energi (kWh/Bulan) Ruang Ber-AC dan Non-AC

Lantai	Ruangan	
	Ber-AC	Non-AC
1	5.109,05	136,76
2	2.437,08	203,25
Total (kWh/Bulan)	7.546,13	340,00

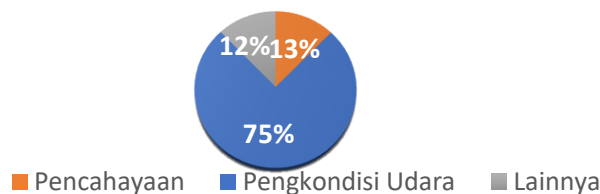
Tabel 10. Konsumsi Energi Perbulan Pada Lantai 1 dan Lantai 2

Lantai	Jumlah kWh/Bulan
1	5.245,80
2	2.640,33
Total	7.886,13

Pemakaian energi pada lantai 1 dan lantai 2 tersebut terbagi menjadi tiga macam beban yaitu beban pencahayaan, beban pengkondisi udara dan beban peralatan lainnya. Adapun persentase pemakaian energi pada Gedung Jurusan Teknik Elektro ditunjukkan pada Tabel 11 dan dapat disajikan juga dalam diagram lingkaran pada Gambar 2.

Tabel 11. Persentase Konsumsi Energi Gedung JTE

No.	Klasifikasi Beban	Total Daya (kWh)/bulan	Persentase
1	Pencahayaan	975,96	13%
2	Pengkondisi Udara	5.949,45	75%
3	Lainnya	960,72	12%



Gambar 2. Perbandingan Konsumsi Energi Berdasarkan Jenis Beban

Adapun perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) ruang ber-AC dan ruang non-AC dapat dilakukan sebagai berikut:

a. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Ruang ber-AC

$$\begin{aligned} \text{Luas lantai total} &= 2.135,6 \text{ m}^2 \\ \text{Luas ruang ber-AC} &= 1.515,9 \text{ m}^2 \\ \text{Konsumsi energi total} &= 7.886,13 \text{ kWh/bulan} \\ \text{Konsumsi energi ruang ber-AC} &= 7.546,13 \text{ kWh/bulan} \end{aligned}$$

$$\text{IKE} = \frac{\text{Konsumsi Ruang AC}}{\text{Luas Lantai AC (m}^2\text{)}} + \frac{\text{Total Konsumsi Energi} - \text{Konsumsi Ruang AC}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}}$$

$$\text{IKE} = \frac{7.546,13}{1.515,9} + \frac{7.886,13 - 7.546,13}{2.135,6}$$

$$\text{IKE} = 5,13 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan}$$

b. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Ruang non-AC

$$\begin{aligned} \text{Luas lantai total} &= 2.135,6 \text{ m}^2 \\ \text{Konsumsi energi total} &= 7.886,13 \text{ kWh/bulan} \\ \text{Konsumsi energi ruang ber-AC} &= 7.546,13 \text{ kWh/bulan} \end{aligned}$$

$$\text{IKE} = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)} - \text{Konsumsi Energi Ruang AC (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}}$$

$$\text{IKE} = \frac{7.886,13 \text{ (kWh)} - 7.546,13 \text{ (kWh)}}{2.135,6 \text{ (m}^2\text{)}}$$

$$\text{IKE} = 0,15 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan}$$

Hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) di atas diperoleh bahwa IKE untuk ruang ber-AC sebesar 5,13 kWh/m²/bulan dan IKE untuk ruang non-AC sebesar 0,15 kWh/m²/bulan. Berdasarkan Standar IKE yang ditetapkan oleh Permen ESDM No.13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik nilai IKE pada Gedung Jurusan Teknik Elektro tergolong sangat efisien dimana standar tersebut menetapkan IKE < 8,5 untuk ruang ber-AC dan IKE < 3,4 untuk ruang non-AC sebagai batas kriteria sangat efisien. Dengan demikian kegiatan Audit Energi Rinci (AER) dapat dihentikan.

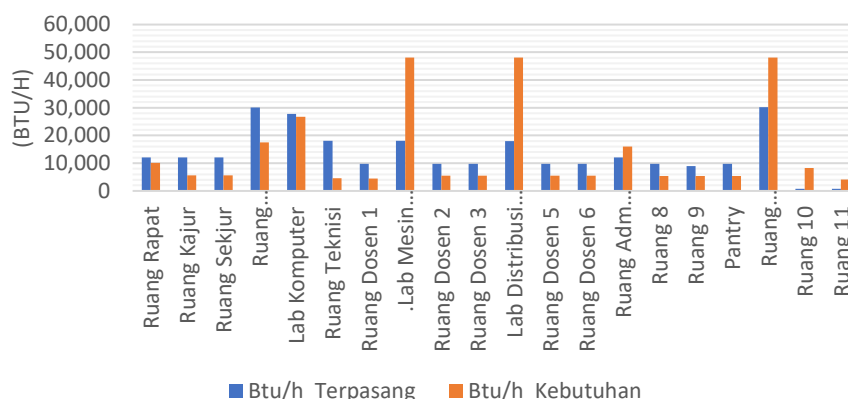
4.5 Menghitung Kebutuhan Btu/h Ruang Ber-AC

Setiap ruangan menggunakan Air Conditioner (AC) yang kapasitasnya berbeda-beda. Adapun AC yang digunakan pada setiap ruangan di lantai 1 ditunjukkan pada Tabel 12 dan dapat disajikan juga dalam bentuk diagram batang pada Gambar 3. Sedangkan penggunaannya pada setiap ruangan di lantai 2 ditunjukkan pada Tabel 13 dan dapat disajikan juga dalam bentuk diagram batang pada Gambar 4.

Tabel 12. Kebutuhan Btu/h Ruangan Lantai 1

No.	Nama Ruangan	L (ft)	W (ft)	H (ft)	I	E	Btu/h	
							Terpasang	Kebutuhan
1	Ruang Rapat	11,81	23,16	13,12	10	17	12.075	10.172,32
2	Ruang Kajur	13,12	11,48	13,12	10	17	12.075	5.603,26
3	Ruang Sekjur	13,12	11,48	13,12	10	17	12.075	5.603,26
4	Ruang FT.04.02.02	23,16	23,16	11,48	10	17	30.075	17.455,42
5	Lab Komputer	35,43	23,16	11,48	10	17	27.725	26.702,34
6	Ruang Teknisi	11,48	11,48	11,48	10	18	18.084	4.542,35
7	Ruang Dosen 1	11,48	11,48	11,15	10	18	9.725	4.412,57
8	.Lab Mesin Listrik	35,43	35,43	11,48	10	20	18.084	48.056,20
9	Ruang Dosen 2	12,14	11,81	11,48	10	20	9.725	5.487,90
10	Ruang Dosen 3	12,14	11,81	11,48	10	20	9.725	5.487,90
11	Lab Distribusi dan Proteksi	35,43	35,43	11,48	10	20	18.000	48.056,20
12	Ruang Dosen 5	12,14	11,81	11,48	10	20	9.725	5.487,90
13	Ruang Dosen 6	12,14	11,81	11,48	10	20	9.725	5.487,90
14	Ruang Adm Elektro	11,81	35,43	11,48	10	20	12.075	16.018,73
15	Ruang 8	11,81	11,81	11,48	10	20	9.725	5.339,58
16	Ruang 9	11,81	11,81	11,48	10	20	9.000	5.339,58
17	Pantry	11,81	11,81	11,48	10	20	9.725	5.339,58

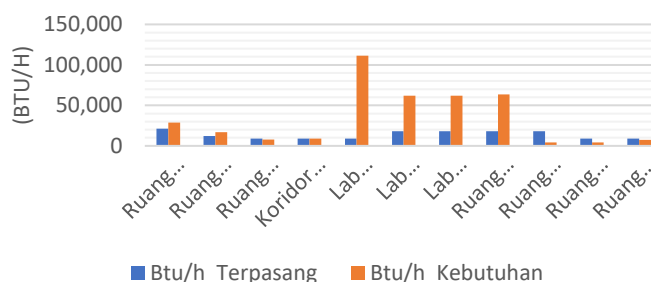
18	Ruang FT.04.02.01	35,43	35,43	11,48	10	20	30.159	48.056,20
19	Ruang 10	11,48	23,62	11,48	10	16	9.724	8.306,01
20	Ruang 11	11,48	11,81	11,48	10	16	12075	4.153,00



Gambar 3. Perbandingan Kapasitas Terpasang dan Kebutuhan Btu/h Lantai 1

Tabel 13. Kebutuhan Btu/h pada Lantai 2

No.	Nama Ruangan	L (ft)	W (ft)	H (ft)	I	E	Btu/h	
							Terpasang	Kebutuhan
1	Ruang FT.04.02.03	23,16	23,16	11,15	18,00	16,00	21.075	28.726,63
2	Ruang FT.04.02.04	23,16	23,16	11,15	10,00	17,00	12.075	16.956,69
3	Ruang Dosen 13	11,48	11,48	11,48	18,00	17,00	9000	7.721,99
4	Koridor Ruang Dosen	35,43	7,87	11,48	10,00	17,00	9000	9.077,28
5	Lab Elektronika Daya	46,92	35,43	11,15	18,00	20,00	9000	111.261,54
6	Lab Mekatronika	46,92	35,43	11,15	10,00	20,00	18.084	61.811,97
7	Lab Sistem Telekomunikasi	46,92	35,43	11,15	10,00	20,00	18.084	61.811,97
8	Ruang FT.04.02.05	46,92	35,43	11,48	10,00	20,00	18.084	63.629,97
9	Ruang Sidang 1	11,81	11,94	11,15	10,00	16,00	18.084	4.195,72
10	Ruang Sidang 2	11,81	11,94	11,15	10,00	16,00	9000	4.195,72
11	Ruang Sidang 3	11,81	11,94	11,15	18,00	16,00	9000	7.552,30



Gambar 4. Perbandingan Kapasitas Terpasang dan Kebutuhan Btu/h Lantai 2

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa kebutuhan Btu/h setiap ruangan berbeda-beda. Ada ruangan yang telah memenuhi kebutuhan Btu/h bahkan melebihi kebutuhan Btu/h berdasarkan perhitungan dan ada pula ruangan-ruangan yang belum memenuhi kebutuhan Btu/h. Pada lantai 1 sebanyak 14 ruangan telah memenuhi kebutuhan Btu/h ruangnya dan sebanyak 6 ruangan lainnya belum memenuhi kebutuhan Btu/h ruangnya. Pada lantai 2 sebanyak 5 ruangan telah memenuhi bahkan melebihi kebutuhan Btu/h ruangnya dan sebanyak 6 belum memenuhi kebutuhan Btu/h ruangnya.

4.6 Analisis Sistem Pencahayaan

Analisis sistem pencahayaan dilakukan untuk upaya penghematan energi pencahayaan namun tetap mempertimbangkan kenyamanan aktivitas dan kesesuaian tingkat pencahayaan dengan standar SNI 6197:2020.

4.6.1 Data Lampu Ruangan

Adapun lampu yang digunakan pada setiap ruangan lantai 1 dan lantai 2 Gedung Jurusan Teknik Elektro masing-masing ditunjukkan pada Tabel 14 dan Tabel 15.

Tabel 14. Kebutuhan Btu/h Pada Lantai 2

No.	Nama Ruangan	Jenis Lampu	Jumlah Lampu	Daya Lampu (Watt)	Total Daya Lampu (Watt)
1	Teras	Lampu Merkuri	1	70	70
2	Lobby dan Lorong	Lampu Merkuri	1	70	
		Lampu CFL	7	26	182
		Lampu TL	11	18	198
3	Mushalla	Lampu TL	2	18	36
4	Ruang Kontrol Panel	Lampu TL	2	18	36
5	Toilet Dosen Pria	Lampu TL	2	18	36
		Lampu CFL	1	26	26
6	Toilet Dosen Wanita	Lampu TL	2	18	36
		Lampu CFL	1	26	26
7	Ruang Rapat	Lampu TL	4	36	144
8	Ruang Kajur	Lampu TL	2	36	72
9	Ruang Sekjur	Lampu TL	2	36	72
10	Ruang FT.04.02.02	Lampu TL	4	18	72
11	Lab Komputer	Lampu TL	11	18	198
12	Ruang Teknisi	Lampu TL	2	18	36
13	Ruang Dosen 1	Lampu TL	2	18	36
14	Galeri Tugas Akhir	Lampu Merkuri	3	70	210
		Lampu CFL	2	36	72
15	Lab Mesin Listrik	Lampu TL	11	18	198
16	Ruang Dosen 2	Lampu TL	2	18	36
17	Ruang Dosen 3	Lampu TL	2	18	36
18	Ruang Dosen 4	Lampu TL	2	18	36
19	Lab Distribusi dan Proteksi	Lampu TL	12	18	216
20	Ruang Dosen 5	Lampu TL	2	18	36
21	Ruang Dosen 6	Lampu TL	2	18	36
22	Ruang Dosen 7	Lampu TL	2	18	36
23	Ruang Adm Elektro	Lampu TL	5	18	90
		Lampu CFL	1	36	36
24	Ruang 8	Lampu TL	2	18	36
25	Ruang 9	Lampu TL	2	18	36
26	Pantry	Lampu TL	2	18	36
27	Ruang FT.04.02.01	Lampu TL	15	18	270
28	Ruang 10	Lampu TL	2	18	36
29	Ruang 11	Lampu TL	4	18	72
Total					2.800

Tabel 15. Data Lampu Pada Lantai 2

No.	Nama Ruangan	Jenis Lampu	Jumlah Lampu	Daya Lampu (Watt)	Total Daya Lampu (Watt)
1	Koridor	Lampu TL	8	36	288
		Lampu CFL	2	26	52
2	Gudang	Lampu TL	2	18	36
3	Ruang Panel	Lampu TL	2	18	36
4	Toilet Mahasiswa	Lampu TL	1	36	36
5	Toilet Mahasiswi	Lampu TL	1	36	36
6	Ruang FT.04.02.03	Lampu TL	8	36	288
7	Ruang FT.04.02.04	Lampu TL	8	36	288
8	Ruang Dosen 12	Lampu TL	2	36	72
9	Ruang Dosen 13	Lampu TL	2	36	72
10	Ruang Dosen 14	Lampu TL	2	36	72
11	Ruang Dosen 15	Lampu TL	2	36	72
12	Ruang Dosen 16	Lampu TL	2	36	72
13	Ruang Dosen 17	Lampu TL	2	36	72
14	Koridor Ruang Dosen	Lampu TL	2	36	72
		Lampu CFL	2	26	52
15	Lab Elektronika Daya	Lampu TL	12	18	216
16	Ruang Dosen 18	Lampu TL	2	36	72
17	Ruang Dosen 19	Lampu TL	2	36	72

18	Ruang Dosen 20	Lampu TL	2	36	72
19	Lab Mekatronika	Lampu TL	12	36	432
20	Ruang Dosen 21	Lampu TL	1	18	18
21	Ruang Dosen 22	Lampu TL	1	18	18
22	Ruang Dosen 23	Lampu TL	1	18	18
23	Lab Sistem Telekomunikasi	Lampu TL	12	36	432
24	Ruang Dosen 24	Lampu TL	2	36	72
25	Ruang Dosen 25	Lampu TL	2	36	72
26	Ruang Dosen 26	Lampu TL	1	36	36
27	Ruang FT.04.02.05	Lampu TL	11	36	396
28	Ruang Sidang 1	Lampu TL	2	36	72
29	Ruang Sidang 2	Lampu TL	2	36	72
30	Ruang Sidang 3	Lampu TL	1	36	36
Total					3.722

4.6.2 Daya Pencahayaan

Adapun untuk menghitung daya pencahayaan dilakukan menggunakan persamaan di atas. Perhitungannya adalah daya yang digunakan untuk pencahayaan dibagi dengan luas ruangan yang hasilnya untuk lantai 1 disajikan dalam Tabel 16.

Tabel 16. Daya Pencahayaan Lantai 1

No.	Nama Ruangan	Luas (m ²)	Total Daya Konsumsi Pencahayaan (W)	Daya Pencahayaan (W/m ²)	Standar Maksimum Daya Pencahayaan (W/m ²)
1	Teras	25,5	70	2,75	1,08
2	Lobby dan Lorong	162,09	380	2,34	9,04
3	Mushalla	12,32	36	2,92	7,53
4	Ruang Kontrol Panel	12,32	36	2,92	5,49
5	Toilet Dosen Pria	15,99	62	3,88	6,78
6	Toilet Dosen Wanita	15,99	62	3,88	6,78
7	Ruang Rapat	25,42	144	5,66	7,53
8	Ruang Kajur	50,83	72	1,42	7,53
9	Ruang Sekjur	50,83	72	1,42	7,53
10	Ruang FT.04.02.02	49,84	72	1,44	11,95
11	Lab Komputer	76,25	198	2,60	10,12
12	Ruang Teknisi	12,25	36	2,94	7,53
13	Ruang Dosen 1	12,25	36	2,94	7,53
14	Galeri Tugas Akhir	37,8	282	7,46	3,88
15	.Lab Mesin Listrik	116,64	198	1,70	12,16
16	Ruang Dosen 2	13,32	36	2,70	7,53
17	Ruang Dosen 3	13,32	36	2,70	7,53
18	Ruang Dosen 4	13,32	36	2,70	7,53
19	Lab Distribusi dan Proteksi	116,64	216	1,85	12,16
20	Ruang Dosen 5	13,32	36	2,70	7,53
21	Ruang Dosen 6	13,32	36	2,70	7,53
22	Ruang Dosen 7	13,32	36	2,70	7,53
23	Ruang Adm Elektro	38,88	90	2,31	7,97
24	Ruang 8	12,96	36	2,78	7,53
25	Ruang 9	12,96	36	2,78	7,53
26	Pantry	12,96	36	2,78	7,53
27	Ruang FT.04.02.01	116,64	270	2,31	12,16
28	Ruang 10	25,2	36	1,43	7,53
29	Ruang 11	12,6	72	5,71	7,53

Berdasarkan hasil perhitungan daya pencahayaan pada setiap ruangan lantai 1 dapat dilihat bahwa rata-rata daya pencahayaan masih di bawah batas standar daya pencahayaan maksimum. Hanya dua ruangan yang telah melebihi standar maksimum daya pencahayaan yaitu teras dan ruang galeri tugas akhir. Adapun besarnya daya pencahayaan pada ruangan lantai 2 dapat diperhatikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Daya Pencahayaan Lantai 2

No.	Nama Ruangan	Luas (m2)	Total Daya Konsumsi Pencahayaan (W)	Daya Pencahayaan (W/m2)	Standar Maksimum Daya Pencahayaan (W/m2)
1	Koridor	81	340	4,20	4,41
2	Gudang	12,32	36	2,92	3,88
3	Ruang Panel	12,32	72	5,84	5,49
4	Toilet Mahasiswa	15,99	36	2,25	6,78
5	Toilet Mahasiswi	15,99	36	2,25	6,78
6	Ruang FT.04.02.03	49,8436	288	5,78	11,95
7	Ruang FT.04.02.04	49,8436	288	5,78	11,95
8	Ruang Dosen 12	12,25	72	5,88	7,53
9	Ruang Dosen 13	12,25	72	5,88	7,53
10	Ruang Dosen 14	12,96	72	5,56	7,53
11	Ruang Dosen 15	12,96	72	5,56	7,53
12	Ruang Dosen 16	8,64	36	4,17	7,53
13	Ruang Dosen 17	8,64	36	4,17	7,53
14	Koridor Ruang Dosen	25,92	72	2,78	4,41
15	Lab Elektronika Daya	154,44	216	1,40	12,16
16	Ruang Dosen 18	13,104	72	5,49	7,53
17	Ruang Dosen 19	13,104	72	5,49	7,53
18	Ruang Dosen 20	13,104	72	5,49	7,53
19	Lab Mekatronika	154,44	432	2,80	7,53
20	Ruang Dosen 21	13,104	18	1,37	7,53
21	Ruang Dosen 22	13,104	18	1,37	7,53
22	Ruang Dosen 23	13,104	18	1,37	7,53
23	Lab Sistem Telekomunikasi	154,44	432	2,80	9,04
24	Ruang Dosen 24	13,104	72	5,49	7,53
25	Ruang Dosen 25	13,104	72	5,49	7,53
26	Ruang Dosen 26	13,104	36	2,75	7,53
27	Ruang FT.04.02.05	154,44	396	2,56	11,95
28	Ruang Sidang 1	13,104	72	5,49	7,53
29	Ruang Sidang 2	13,104	72	5,49	7,53
30	Ruang Sidang 3	13,104	36	2,75	7,53

Berdasarkan hasil perhitungan daya pencahayaan pada setiap ruangan lantai 2 dapat dilihat bahwa rata-rata daya pencahayaan masih di bawah batas standar maksimum daya pencahayaan. Hanya satu ruangan yang telah melebihi standar maksimum daya pencahayaan yaitu ruang panel. Selain itu koridor juga bisa dikatakan telah mendekati nilai standar maksimum daya pencahayaan.

4.6.3 Intensitas Pencahayaan Ruangan

Selain melakukan perhitungan, dilakukan juga pengukuran Intensitas cahaya menggunakan alat luxmeter. Pengukuran dilakukan pada pukul 11.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB. Adapun cara pengukurannya adalah dengan meletakkan luxmeter di bawah masing-masing titik pencahayaan dengan letak ketinggian alat ukur 80 cm dari permukaan lantai dan nilai lux ruangan tersebut diperoleh dengan mengambil nilai rata-ratanya. Hasil perhitungan beserta hasil pengukuran intensitas pencahayaan ruangan pada lantai 1 dan lantai 2 masing-masing disajikan dalam Tabel 18 dan Tabel 19.

Tabel 18. Intensitas Pencahayaan Ruangan Lantai 1

No.	Nama Ruangan	Perhitungan Intensitas Pencahayaan (Lux)	Pengukuran Intensitas Pencahayaan (Lux)	Standar SNI 6197:2020 (Lux)
1	Teras	116,5	138	40
2	Lobby dan Koridor	39,5	46	100
3	Mushalla	86,5	70	200
4	Ruang Kontrol Panel	86,5	75	150
5	Toilet Dosen Pria	66,7	60	200
6	Toilet Dosen Wanita	66,7	63	200
7	Ruang Rapat	130,9	126	300
8	Ruang Kajar	118,9	115	300
9	Ruang Sekjur	118,9	115	300
10	Ruang FT.04.02.02	42,8	53	350
11	Lab Komputer	76,9	50	500

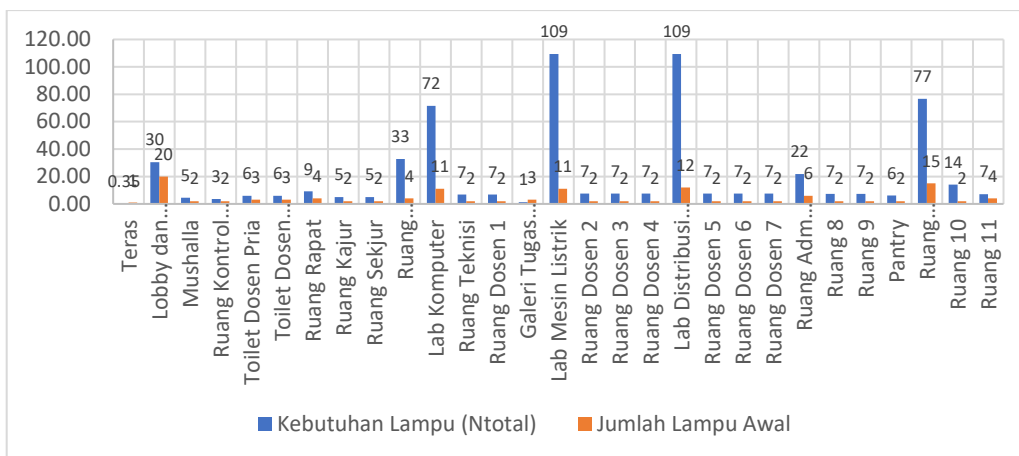
12	Ruang Teknisi	87,0	50	300
13	Ruang Dosen 1	87,0	70	300
14	Galeri Tugas Akhir	231,1	261	100
15	Lab Mesin Listrik	50,3	84	500
16	Ruang Dosen 2	80,0	60	300
17	Ruang Dosen 3	80,0	60	300
18	Ruang Dosen 4	80,0	80	300
19	Lab Distribusi dan Proteksi	54,8	80	500
20	Ruang Dosen 5	80,0	70	300
21	Ruang Dosen 6	80,0	70	300
22	Ruang Dosen 7	80,0	92	300
23	Ruang Adm Elektro	68,5	77	300
24	Ruang 8	82,3	65	300
25	Ruang 9	82,3	65	300
26	Pantry	82,3	80	250
27	Ruang FT.04.02.01	68,5	65	350
28	Ruang 10	84,6	80	300
29	Ruang 11	84,6	85	300

Tabel 19. Intensitas Pencahayaan Ruangan Lantai 2

No.	Nama Ruangan	Perhitungan Intensitas Pencahayaan (Lux)	Pengukuran Intensitas Pencahayaan (Lux)	Standar SNI 6197:2020
1	Koridor	102,7	102	100
2	Gudang	86,5	70	150
3	Ruang Panel	135,1	120	150
4	Toilet Mahasiswa	52,0	60	200
5	Toilet Mahasiswi	52,0	60	200
6	Ruang FT.04.02.03	133,5	130	350
7	Ruang FT.04.02.04	133,5	131	350
8	Ruang Dosen 12	135,8	105	300
9	Ruang Dosen 13	135,8	105	300
10	Ruang Dosen 14	128,4	126	300
11	Ruang Dosen 15	128,4	126	300
12	Ruang Dosen 16	96,3	55	300
13	Ruang Dosen 17	96,3	55	300
14	Koridor Ruang Dosen	64,2	60	100
15	Lab Elektronika Daya	41,4	70	500
16	Ruang Dosen 18	127,0	110	300
17	Ruang Dosen 19	127,0	105	300
18	Ruang Dosen 20	127,0	120	300
19	Lab Mekatronika	64,6	83	500
20	Ruang Dosen 21	81,3	74	300
21	Ruang Dosen 22	81,3	76	300
22	Ruang Dosen 23	81,3	90	300
23	Lab Sistem Telekomunikasi	64,6	87	500
24	Ruang Dosen 24	127,0	120	300
25	Ruang Dosen 25	127,0	120	300
26	Ruang Dosen 26	63,5	120	300
27	Ruang FT.04.02.05	59,3	140	350
28	Ruang Sidang 1	127,0	115	300
29	Ruang Sidang 2	127,0	125	300
30	Ruang Sidang 3	63,5	120	300

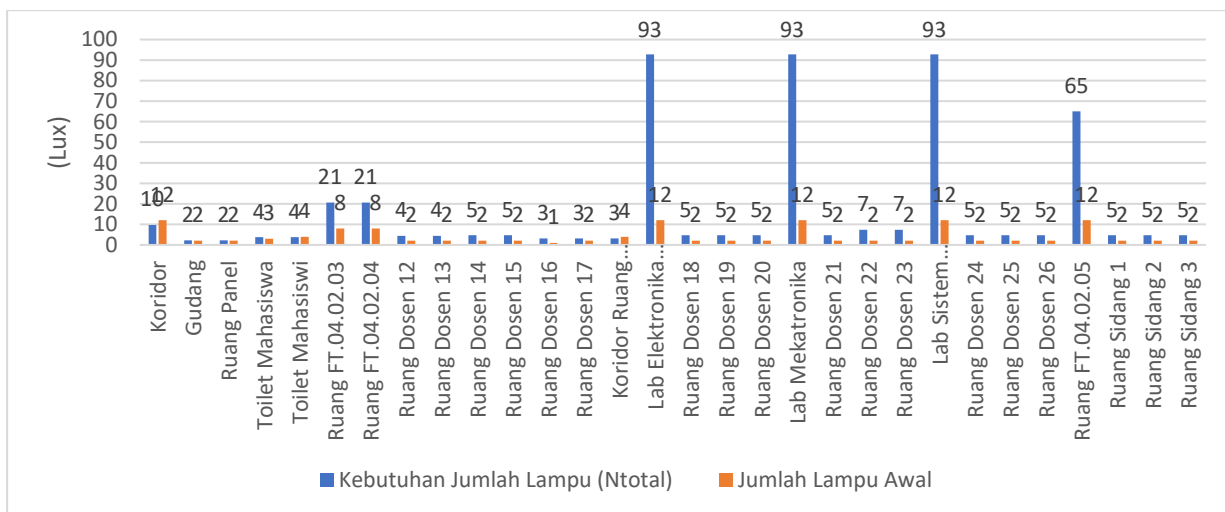
4.6.4 Kebutuhan Pencahayaan Ruangan

Kebutuhan pencahayaan ruangan sesuai dengan SNI 6197:2020 dihitung menggunakan persamaan fluks luminous total dari semua lampu yang menerangi ruangan. Tingkat pencahayaan rata-rata yang digunakan dalam perhitungan ini adalah nilai yang sesuai dengan SNI 6197:2020. Sedangkan nilai lumen lampu yang digunakan untuk perhitungan ini adalah nilai lumen dari lampu TL 18 watt untuk perhitungan lantai 1 dan nilai lumen dari lampu TL 36 watt untuk perhitungan lantai 2 kecuali pada ruang galeri tugas akhir dan teras. Kebutuhan jumlah lampu lantai 1 disajikan pada Gambar 5 sedangkan kebutuhan jumlah lampu lantai 2 disajikan pada Gambar 6.



Gambar 5. Kebutuhan Jumlah Lampu Lantai 1

Pada hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa pada beberapa ruangan jumlah lampu yang dibutuhkan masih belum mencukupi kebutuhan pencahayaan atau jumlah lampu berdasarkan standar tingkat pencahayaan SNI 6197:2020 terutama ruangan yang berukuran besar seperti laboratorium dan ruang kelas.

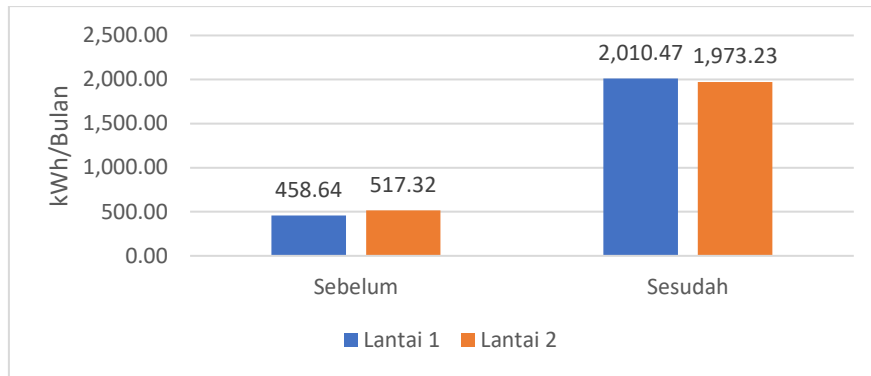


Gambar 6. Kebutuhan Jumlah Lampu Lantai 2

Pada hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa pada beberapa ruangan jumlah lampu yang dibutuhkan masih belum mencukupi kebutuhan pencahayaan berdasarkan standar tingkat pencahayaan SNI 6197:2020 terutama ruangan yang berukuran besar seperti laboratorium dan ruang kelas seperti ditunjukkan pada Tabel 20 dan disajikan dalam Gambar 7.

Tabel 20. Konsumsi Energi Untuk Pencahayaan Gedung JTE Sesuai SNI 6197:2020

Lantai	Konsumsi Energi Pencahayaan (kWh/Bulan)		Selisih
	Sebelum	Sesudah	
1	458,64	2.010,47	1.551,82
2	517,32	1.973,23	1.455,91
Total	975,96	3.983,70	3.007,74



Gambar 7. Konsumsi Energi Pencahayaan Setelah Penyesuaian Kebutuhan Jumlah Lampu

4.7 Peningkatan Efisiensi dan Analisis Penghematan

Salah satu penghematan yang dapat diterapkan pada Gedung Jurusan Teknik Elektro adalah dengan penggunaan teknologi lampu hemat energi seperti LED atau T5 yang lebih efisien dan tahan lama. Adapun lampu yang akan dijadikan percobaan perhitungan penghematan energi pada Gedung Jurusan Teknik Elektro adalah lampu LED *Downlight* 19 Watt dan lampu T5 36 Watt sebagaimana dirinci dalam Tabel 21 dan Tabel 22.

Tabel 21. Spesifikasi Philips LED *Downlight* 19 Watt

Spesifikasi	LED <i>Downlight</i>	T5
Tipe Lampu	LED	LED
Daya	19 watt	36 Watt
Tegangan	220-240	55 – 85 V
Sudut Pancar Cahaya	150°	200°
Fluks Luminous	2.100	5.600 lumen
Suhu Warna	4000 (Putih Hangat) dan 6500 (Putih Dingin)	4000k (Putih Hangat) dan 6500k (Putih Dingin)
Umur Lampu	15.000 jam	60.000 Jam
Dimensi	Diameter 135 mm x Tinggi 70 mm	Panjang 1500 mm x Diameter 19 mm

Tabel 22. Perbandingan Konsumsi Energi Berdasarkan Penggunaan Lampu

Penggunaan Lampu	Konsumsi Energi (kWh/bulan)
<i>Existing</i>	10.893,87
LED <i>Downlight</i> 19 W	8.775,36
T5 36 W	8.200,56

Tabel 23. Perbandingan IKE Berdasarkan Penggunaan Lampu

Penggunaan Lampu	IKE (kWh/m ² /bulan)	
	Ruang ber-AC	Ruang non-AC
<i>Existing</i>	6,22	0,27
LED <i>Downlight</i> 19 W	5,7	0,14
T5 36 W	5,37	0,09

Hasil yang tertera pada Tabel 23 di atas menunjukkan bahwa konsumsi energi pada kondisi penggunaan lampu existing masih bisa dilakukan penghematan dengan penggunaan lampu LED *Downlight* 19 Watt dan lampu T5 36 W.

5. KESIMPULAN

Besarnya konsumsi energi untuk beban pencahayaan adalah sebesar 975,96 kWh/bulan (13%), beban pengkondisi udara sebesar 5.949,45 kWh/bulan (75%) dan beban peralatan listrik lainnya sebesar 960,72 kWh/bulan (12%). Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) berdasarkan data rekening pembayaran listrik 12 bulan terakhir adalah sebesar 44,3 kWh/m²/tahun termasuk kriteria efisien berdasarkan standar ASEAN USAID. Sedangkan nilai IKE berdasarkan pendataan ruang ber-AC dan ruang non-AC masing-masing sebesar 5,13 kWh/m²/bulan dan 0,15 kWh/m²/bulan termasuk kategori sangat efisien berdasarkan Permen ESDM No.13 Tahun 2012. Solusi untuk meningkatkan efisiensi

penggunaan energi listrik pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Malikussaleh adalah dengan menggantikan penggunaan lampu *existing* dengan lampu LED *Downlight* 19 Watt dan Lampu *LEDtube* T5 36 Watt.

Adapun saran yang dapat diberikan adalah pengelola Gedung Jurusan Teknik Elektro dan pihak yang berkepentingan hendaknya mempertimbangkan penggunaan kipas angin seperti pada Ruang FT.04.02.02 karena kapasitas AC yang terpasang sudah memenuhi kebutuhan Btu/h ruang tersebut. Namun perlu mempertimbangkan pula penambahan kapasitas AC pada ruang-ruang yang belum memenuhi kebutuhan Btu/h. Pengelola Gedung Jurusan Teknik Elektro dan pihak yang berkepentingan hendaknya mengimplementasikan hasil dan rekomendasi dari audit energi yang telah dilakukan berupa penggantian lampu. Namun perlu mempertimbangkan penggantian lampu pada ruang yang berukuran besar karena jumlah lampu yang dibutuhkan tidak sedikit sehingga tidak mengurangi estetika ruang tersebut. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan analisis penghematan pada pengkondisi udara dan peralatan listrik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Machmud, "Audit Energi Dan Peluang Konservasi Energi Listrik Di PT. Arelsi Karya Sejahtera," 2019.
- [2] Muhammad Fahmi Hakim, Ahmad Hermawan, Fandi Kurniawan, and Kumala Mahda Habsari, "Audit Energi dan Rekomendasi Penghematan Energi Listrik di Gedung Rumah Sakit," *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 136–141, 2023, doi: 10.33795/elposys.v10i2.2522.
- [3] A. I. T. Amali, Lanto Kamil, Yasin Mohamad, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Metode Internsitas Konsumsi Energi," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, pp. 103–107, 2024.
- [4] D. S. Lambey, N. Amin, Y. S. Pirade, and R. Santoso, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Kantor Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Tojo Una-Una," *Foristek*, vol. 11, no. 2, pp. 108–114, 2021, doi: 10.54757/fs.v11i2.112.
- [5] Direktorat Konservasi Energi, 2020. *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan*. Jakarta: BSN.
- [6] T. W. Budiman, "Audit Energi Listrik Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pendingin Dan Pencahayaan Di Gedung D3 Ekonomi Uii," Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2019.
- [7] Kementerian Perindustrian, *Pedoman Teknis Audit Energi Dalam Implementasi Konservasi Energi Dan Pengurangan Emisi CO2 Di Sektor Industri (Fase I)*, vol. 1. 2011.
- [8] M. Aris raharjo and S. Riadi, "Audit Konsumsi Energi Untuk Mengetahui Peluang Penghematan Energi Pada Gedung Pt Indonesia Caps And Closures Muhamad," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 9, no. 9, pp. 1689–1699, 2013, [Online]. Available: <https://publikasi.mercubuana.ac.id/files/journals/3/articles/1718/submission/original/1718-3807-1-SM.pdf>
- [9] L. S. Ariyanti and E. Mulyana, "Analisis Audit Energi Dan Kebutuhan Cahaya Pada Bangunan Pasar Modern Bsd City Tangerang Selatan," no. 1, pp. 24–30, 2025.
- [10] S. Salim, A. I. Tolago, and M. R. P. Syafi'i, "Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik Untuk Penghematan Listrik Di Fakultas Teknik UNG," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf. /*, vol. 11, no. 1, 2022.
- [11] D. Sri Indarto, "Audit Energi Di Pt Nasmoco Majapahit Semarang," 2019.
- [12] Suharto, "Analisis Penghematan Energi Listrik Pada Rumah Sakit Umum Daerah Dokter Soedarso Pontianak Ditinjau Dari Desain Instalasi," *Elkha*, vol. 8, no. 1, pp. 13–19, 2016, doi: 10.26418/elkha.v8i1.16192.
- [13] A. Effendi, "Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik Di Rsj.Prof.Hb.Saanin Padang," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 5, no. 2, pp. 103–107, 2016.
- [14] A. Pramono, A. Aditya, and A. Ningsih, "Analisis Intensitas Penerangan Pada Laboratorium Komputer Universitas Amikom Purwokerto," *J. Simetris*, vol. 14, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [15] BSN, *Konservasi energi pada sistem pencahayaan*. 2020. Jakarta: BSN
- [16] T. Nugraheni, "Perancangan Pencahayaan Buatan di Aula B.G. Munaf ITS," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017. [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/45584/1/2413100049_Undergraduate_Thesis.pdf
- [17] M. Z. Z. Muhtadi, "Peluang Penghematan Energi Listrik Sistem Tata Udara," vol. 7, no. 2, pp. 117–124, 2015.
- [18] D. D. Putra, "Audit Energi Air Conditioner Di Gedung K.H. Mas Mansur," pp. 1–44, 2017.
- [19] M. F. Saleh, Y. Helen, and F. Anita, "Penggunaan Ac Split Dan Ac Sentral Pada Bangunan Hotel Di Makassar," 2022.
- [20] D. Wiratmaja, I Gede., "Analisis Pengaruh Variasi Jarak Katup Ekspansi Dengan Kondensor Terhadap

- Laju Pendinginan Ruangan Dan COP Mesin Pengkondisian Udara Tipe Split Air Conditioning,” vol. 10, no. 1, pp. 75–85, 2022, doi: 10.23887/jptm.v10i1.45806.
- [21] Hartoyo, “Teknik Pendingin dan Tata Udara pada AC Window dan AC Split,” *Univ. Negeri Yogyakarta*, pp. 1–33, 2009.
- [22] M. Sayuti, A. Herlina, and M. Pribadi, “Audit Energi Dan Analisa Peluang Pada Sistem Air Conditioning Di Ruangan Teknik Universitas Nurul Jadid,” *Jeecom*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2019.
- [23] A. Shafa and S. R. Sari, “Penilaian Kenyamanan Termal pada Ruang Baca Perpustakaan Umum Kota Pekalongan,” *Rev. Urban. Archit. Stud.*, vol. 20, no. 1, pp. 23–32, 2022, doi: 10.21776/ub.ruas.2022.020.01.3.
- [24] Watkins, AJ. 2004. *Electrical Installation Calculations*. Jakarta: Erlangga.