

Analisis Intensitas Energi Listrik dalam Menghemat Penggunaan Listrik di Fakultas Teknik UNG

Sardi Salim¹, Ade Irawaty Tolago², Maharani R.P. Syafii³

Intisari—Penggunaan energi listrik di gedung-gedung pemerintahan terkesan kurang memperhatikan ketentuan penghematan energi listrik. Pada kenyataannya, banyak ruangan yang masih menyalakan lampu penerangan pada siang hari meskipun pencahayaan ruangan sudah cukup terpenuhi oleh sinar matahari. Penggunaan *air conditioner* (AC) banyak yang tidak sesuai dengan volume ruangan dan jumlah orang yang beraktivitas dalam ruangan tersebut. Hal ini menyebabkan terjadinya pemborosan energi listrik. Universitas Negeri Gorontalo (UNG) mempunyai permasalahan dalam pemborosan energi listrik. Berdasarkan data dari bagian rumah tangga UNG, penggunaan daya listrik bulan Maret 2021 adalah 65.291.330 VA. Hal tersebut sangat membebani anggaran biaya operasional universitas ($\pm 60,30\%$ dari dana operasional rumah tangga UNG). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis intensitas penggunaan energi listrik dan menetapkan kebijakan penghematan penggunaan energi listrik. Studi penelitian dilakukan di Fakultas Teknik UNG. Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis audit intensitas konsumsi energi (IKE). Tingkat pencahayaan ruangan sesuai cahaya lampu penerangan dan cahaya matahari yang masuk dalam ruangan diukur secara langsung dengan *lux meter* dan dianalisis sesuai ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6197-2011. Penggunaan energi listrik pada ruangan ber-AC maupun tidak ber-AC dianalisis menggunakan metode analisis IKE. Tingkat penggunaan energi mengacu pada standar efisiensi sesuai Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata 23,43% dari 233 ruangan memiliki intensitas pencahayaan melebihi standar SNI. Penggunaan daya listrik pada ruangan ber-AC selama satu bulan (26 hari kerja) adalah 14,73 kWh/m²/bln. Berdasarkan standar efisiensi Peraturan Menteri ESDM, hal ini termasuk pada kategori agak boros. Penghematan energi listrik dilakukan dengan menerapkan efisiensi sistem pencahayaan ruangan dan penggunaan AC dengan daya sesuai standar kebutuhan kesejukan ruangan serta penerapan pola hidup hemat energi listrik.

Kata Kunci—Intensitas, Konsumsi, Energi, Listrik, Hemat Energi.

I. PENDAHULUAN

Sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia masih menggunakan bahan baku dari sumber energi tak terbarukan. Selain itu, masyarakat pengguna energi listrik banyak yang tidak efisien dalam menggunakan energi listrik, baik pada skala

rumah tangga, keperluan pekerjaan kantor, maupun kegiatan industri [1]. Hal ini menjadi kontradiktif karena di satu sisi pemerintah terus berupaya memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat, tetapi di sisi lain banyak masyarakat pengguna energi listrik di gedung-gedung pemerintah tidak melakukan penghematan energi listrik dalam kegiatan sehari-hari.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Energi Listrik menyatakan bahwa bangunan gedung kantor pemerintah di tingkat pusat dan daerah diwajibkan melaksanakan program hemat energi, baik pada sistem tata udara, tata cahaya, dan penggunaan listrik lainnya [2]. Dalam upaya menurunkan pemakaian energi nasional, pemerintah telah mengeluarkan kebijakan konservasi energi. Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi menyatakan bahwa konservasi energi merupakan upaya secara sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber energi dan pemanfaatannya secara lebih efisien [3]. Disebutkan pula bahwa kebijakan energi nasional mewajibkan penggunaan energi yang lebih besar atau sama dengan 6.000 *ton oil equivalent* (TOE) per tahun untuk menerapkan ketentuan konservasi energi [3].

Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo (FT UNG) merupakan fakultas yang penggunaan energi listriknya cukup besar dibanding fakultas lain (FMIPA, FAPERTA, FSB) yang berada di Kampus Baru UNG Kabupaten Bone Bolango Gorontalo. Berdasarkan data bagian Rumah Tangga UNG, penggunaan energi listrik FT UNG pada bulan Maret 2021 adalah sebesar 65.291.330 VA. Penggunaan daya listrik tersebut merupakan penggunaan daya terbesar dibandingkan fakultas lainnya dengan daya rata-rata 2.180.000 VA per bulan.

Berdasarkan hal tersebut, pihak Pimpinan UNG perlu melakukan upaya penghematan energi listrik melalui efisiensi sistem penerangan dan memperkecil daya beban *air conditioner* (AC) serta peralatan listrik lainnya sesuai standar efisiensi penggunaan daya listrik yang ditetapkan pemerintah. Setiap individu di seluruh unit kerja wajib menerapkan pola hidup hemat energi listrik.

Pelaksanaan audit energi merupakan salah satu metode untuk menentukan penggunaan energi listrik suatu gedung, lebih banyak dikonsumsi oleh beban peralatan listrik (AC, kulkas, *sound system*) atau dikonsumsi oleh beban sistem penerangan (lampu). Selain itu, melalui audit energi listrik dapat diketahui bagian/unit yang penggunaan energi listriknya cukup tinggi. Hal ini penting diketahui agar upaya penghematan dapat lebih efektif dilakukan. Audit energi listrik dilaksanakan melalui metode analisis intensitas konsumsi energi (IKE).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan melakukan analisis audit intensitas energi listrik di gedung FT

¹ Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, Jl. B.J. Habibie Kec. Tilongkabila Kabupaten Bone Bolango – Gorontalo, 96554 INDONESIA (telp.: 081288823621; email: sardi@ung.ac.id)

^{2,3} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNG, 96554, INDONESIA (email: ²adeirawaty75@ung.ac.id, ³maharanisyafii61@gmail.com)

[Diterima: 19 Januari 2022, Revisi: 26 Juni 2022]

TABEL I
STANDAR TINGKAT PENCAHAYAAN UNTUK LEMBAGA PENDIDIKAN DAN PERKANTORAN

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)
Ruang kelas	250
Ruang perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang praktek gambar	750
Kantin	200
Musholla	200
Ruang kerja/kantor	350
Ruang rapat	300
Lobi/koridor	100

Sumber: SNI 03-6197-2000.

UNG serta merumuskan strategi dan kebijakan dalam melakukan penghematan listrik di FT UNG. Penelitian ini melakukan studi kasus penggunaan energi listrik di FT UNG.

II. INTENSITAS KONSUMSI ENERGI (IKE)

IKE adalah suatu besaran energi yang digunakan untuk mengetahui penggunaan energi suatu bangunan gedung per luas area yang dikondisikan dalam satu bulan atau satu tahun [4], [5]. Metode analisis IKE untuk sistem penerangan per bulan dan per tahun menggunakan perbandingan antara nilai energi yang digunakan per bulan dan per tahun sebagaimana dituliskan pada (1) dan (2).

$$IKE \text{ per bulan} = \text{nilai kWh per bulan} / \text{luas lantai} \quad (1)$$

$$IKE \text{ per tahun} = \text{nilai kWh per tahun} / \text{luas lantai}. \quad (2)$$

Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah menetapkan standar pencahayaan ruangan pada suatu gedung. Untuk lembaga pendidikan dan perkantoran, standar pencahayaan ruangan mengacu pada SNI 03-6197-2000 [6]. Berdasarkan standar tersebut, dapat diketahui pencahayaan suatu ruangan sudah terpenuhi sesuai fungsi penggunaan ruangan atau belum. Pada Tabel I ditunjukkan standar tingkat pencahayaan di lembaga pendidikan dan perkantoran.

A. Daya Pencahayaan Ruangan

Untuk menghitung kebutuhan daya dalam suatu sistem pencahayaan ruangan berdasarkan luas ruangan, dapat digunakan perhitungan seperti pada (3) [7].

$$P_c = \frac{P_t}{A} \quad (3)$$

dengan

P_c = daya pencahayaan ruangan (W/m^2),

P_t = daya yang digunakan lampu penerangan (W),

A = luas ruangan (m^2).

Untuk mengetahui kebutuhan daya maksimum suatu sistem pencahayaan ruangan, digunakan standar SNI 6197-2011 seperti pada Tabel II [8].

B. IKE untuk Ruangan Ber-AC dan Tidak Ber-AC

Untuk ruangan ber-AC, perhitungan IKE menggunakan metode seperti pada (4).

TABEL II
STANDAR DAYA UNTUK PENCAHAYAAN

No.	Ruangan	Daya Maksimum Pencahayaan (W/m^2)
1.	Ruang kelas	15
2.	Ruang perpustakaan	11
3.	Ruang laboratorium	13
4.	Ruang komputer	12
5.	Ruang kerja	12
6.	Ruang gambar	20
7.	Kantin	8
8.	Musholla	10
9.	Lobi/koridor	12
10.	Toilet	7

Sumber: SNI 6197-2011.

TABEL III
STANDAR IKE GEDUNG BER-AC DAN TIDAK BER-AC

Gedung Ber-AC		Gedung Tidak Ber-AC	
Sangat efisien	4,17–7,92 kWh/m ² /bln	Sangat efisien	0,84–1,67 kWh/m ² /bln
Efisien	7,92–12,08 kWh/m ² /bln	Efisien	1,67–2,50 kWh/m ² /bln
Cukup efisien	12,08–14,58 kWh/m ² /bln	Cukup efisien	-
Agak boros	14,58–19,17 kWh/m ² /bln	Agak boros	-
Boros	19,17–23,75 kWh/m ² /bln	Boros	2,50–3,34 kWh/m ² /bln
Sangat boros	23,75–37,5 kWh/m ² /bln	Sangat boros	3,34–4,17 kWh/m ² /bln

Sumber: Permen ESDM No. 13 Tahun 2012.

$IKE \text{ ber-AC} =$

$$\frac{\text{Konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai Ber AC (m}^2\text{)}} + \frac{\text{Total Konsumsi Energi} - \text{Konsumsi AC}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \quad (4)$$

Untuk ruangan tidak ber-AC, digunakan metode IKE seperti pada (5).

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)} - \text{Konsumsi Energi AC (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \quad (5)$$

Penentuan suatu gedung berkategori efisien atau tidak dalam penggunaan energi mengacu pada standar nilai IKE yang ditetapkan sesuai Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012, seperti ditunjukkan pada Tabel III. Kebutuhan temperatur udara ruangan dan desain ruangan akan menentukan daya AC yang digunakan. Daya AC ditentukan berdasarkan kondisi ruangan, yang meliputi volume ruangan, posisi ruangan terhadap arah matahari, posisi ruangan yang memengaruhi ruangan lain, dan sistem isolasi ruangan [9]. Satuan daya AC adalah BTU per jam atau *paard kracht* (PK) atau *horsepower* (HP).

Untuk menentukan daya AC yang akan digunakan dalam ruangan, digunakan (6) [10], [11].

$$\text{Daya AC} = \frac{L \times W \times H \times I \times E}{60} \text{ BTU/h} \quad (6)$$

dengan L adalah panjang ruangan dalam ft ($1 \text{ m} = 3,28 \text{ ft}$); W menyatakan lebar ruangan (ft); H merupakan tinggi ruangan (ft); I bernilai 10 untuk ruangan berisolasi (berada di lantai

bawah atau terhimpit dengan ruangan lain) dan bernilai 18 jika ruangan tidak berisolasi (berada di lantai atas); kemudian *E* bernilai 16 jika dinding terpanjang menghadap ke utara, bernilai 17 jika dinding menghadap ke timur, bernilai 18 jika dinding menghadap ke selatan, dan bernilai 20 jika dinding menghadap ke barat. Ketentuan penggunaan suhu ruangan ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 261 Tahun 1998 [12] dan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI Nomor 14 Tahun 2012 [13], yang mengatur standar suhu udara ruangan.

III. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan analisis audit IKE. Analisis audit IKE listrik dilakukan menggunakan teknik audit intensitas energi singkat (*walk through audit*) [14]. Analisis IKE dilakukan untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan listrik di fakultas. Pengukuran intensitas pencahayaan dan penggunaan daya peralatan listrik dilakukan di seluruh ruangan gedung FT UNG. Diagram alir pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Gbr. 1.

A. Data Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dan teknik pengumpulan data dijelaskan sebagai berikut. Data luas masing-masing ruangan di Gedung FT UNG diperoleh melalui *layout* gambar proyek pembangunan gedung (proyek IDB). Luas ruangan yang tidak terdapat dalam *layout* proyek didapatkan melalui pengukuran secara langsung. Pengumpulan data luas ruangan dilakukan selama sepuluh hari. Lalu, data intensitas penerangan masing-masing ruangan diukur secara langsung menggunakan *lux meter*. Waktu pelaksanaan pengukuran intensitas cahaya dilakukan pada pagi hari (pukul 8.30), siang hari (pukul 13.30) dan sore hari (pukul 16.00). Pengukuran dilakukan di masing-masing ruangan pada saat ada aktivitas maupun tidak ada aktivitas dalam ruangan.

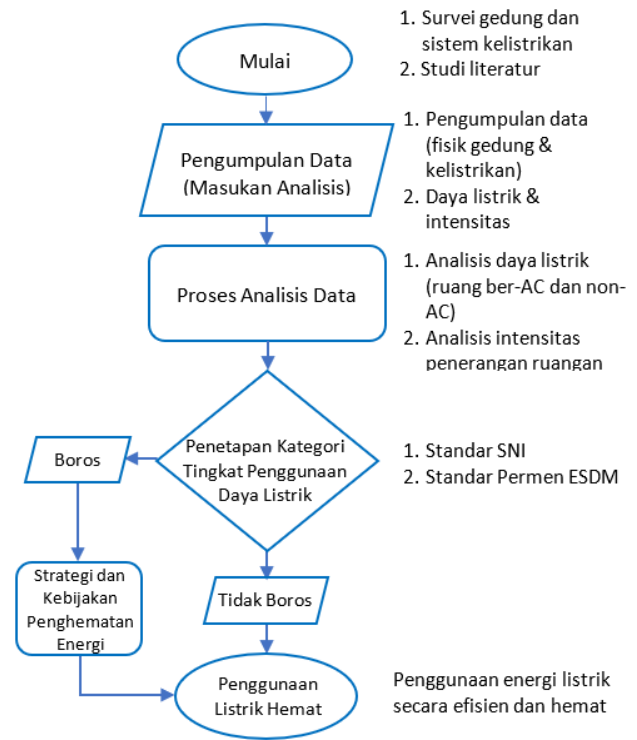
Data suhu ruangan diukur menggunakan termometer pada masing-masing ruangan ber-AC. Daya AC diukur menggunakan tang ampere dan pembacaan spesifikasi daya pada AC *indoor/outdoor*. Data penggunaan daya peralatan listrik lainnya (pompa air, dispenser, proyektor LCD, kulkas, komputer, dan *sound system*) diperoleh melalui peninjauan langsung dengan melihat spesifikasi daya masing-masing peralatan listrik tersebut. Sementara itu, data waktu nyala lampu penerangan dan AC diperoleh melalui pengamatan waktu kerja saat lampu dan AC dinyalakan dan dimatikan.

B. Tahapan Penelitian

Tahapan kegiatan penelitian ditunjukkan oleh diagram alir pada Gbr. 1. Penelitian dimulai dengan melakukan survei gedung dan studi literatur. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data untuk dianalisis. Hasil analisis digunakan sebagai dasar penetapan kategori tingkat penggunaan energi listrik. Kebijakan penghematan energi perlu dilakukan jika penggunaan listrik dinyatakan boros.

C. Teknik Analisis Data

Untuk menganalisis intensitas pencahayaan suatu ruangan, telah memenuhi kebutuhan cahaya sesuai volume ruangan dan



Gbr. 1 Diagram alir penelitian.

jenis kegiatan yang dilakukan dalam ruangan atau belum, intensitas cahaya ruangan tersebut diukur terlebih dahulu menggunakan *lux meter*. Mengingat penelitian ini dilakukan di gedung kampus, maka standar pencahayaan ruangan yang digunakan adalah SNI 03-6197-2000 yang mengatur standar tingkat pencahayaan untuk lembaga pendidikan dan perkantoran. Berdasarkan perbandingan intensitas cahaya ruangan dengan SNI 03-6197-2000, dapat diketahui kebutuhan pencahayaan ruangan tersebut telah sesuai standar atau belum.

Kebutuhan daya listrik yang digunakan dalam sistem pencahayaan ruangan dianalisis menggunakan perhitungan pada (3). Kebutuhan daya maksimum pencahayaan ruangan ditetapkan menggunakan standar SNI 6197-2011, seperti pada Tabel II. Persamaan (4) digunakan untuk menentukan IKE gedung berdasarkan ruangan ber-AC, sedangkan (5) digunakan untuk menentukan IKE ruangan tidak ber-AC.

Penetapan penggunaan energi, termasuk dalam kategori efisien atau tidak, dilakukan dengan menyesuaikan hasil perhitungan IKE dengan nilai efisiensi penggunaan energi listrik sesuai Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012, seperti ditunjukkan pada Tabel III. *Potential saving* atau potensi penghematan energi sistem tata udara ruangan ber-AC dianalisis menggunakan perhitungan pada (6).

D. Penetapan Dasar Kebijakan Penghematan Penggunaan Energi Listrik

Sebelum memberikan rekomendasi yang akan menjadi dasar dalam penetapan kebijakan penghematan energi listrik, perlu ditentukan terlebih dahulu faktor-faktor penyebab terjadinya pemborosan energi listrik. Berdasarkan data pemborosan energi yang diperoleh dari hasil analisis IKE penerangan dan IKE konsumsi daya ruang ber-AC dan tidak ber-AC,

diidentifikasi faktor penyebab terjadinya pemborosan energi sebagai berikut.

- Intensitas penerangan dan suhu ruangan yang tidak sesuai atau melebihi standar yang telah ditetapkan sesuai Peraturan Menteri dan BSN.
- Kondisi penempatan peralatan listrik seperti sakelar lampu yang terlalu jauh dari pintu ruangan, sehingga orang yang akan keluar atau meninggalkan ruangan kesulitan menjangkau saklar (untuk mematikan lampu ruangan).
- Kondisi stopkontak yang telah longgar atau rusak yang menyebabkan terjadinya *lost contact*, sehingga peralatan listrik bekerja tidak normal.
- Pola kebiasaan meninggalkan ruangan dengan tidak terlebih dahulu mematikan lampu penerangan, AC, dan peralatan listrik lainnya.
- Penggunaan lampu taman yang tidak menerapkan sistem otomatis (pada saat menjelang malam lampu penerangan otomatis akan menyala dan saat menjelang pagi lampu otomatis padam).
- Penggunaan pompa air otomatis yang bekerja menghidupkan dan mematikan pompa air saat penampungan air hampir kosong atau hampir penuh.

Penerapan penghematan energi listrik yang didasarkan pada hasil audit intensitas konsumsi energi dilakukan untuk meminimalkan atau meniadakan faktor-faktor penyebab terjadinya pemborosan energi, yaitu dengan menerapkan pola hidup hemat energi listrik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi dan Beban Listrik Gedung Fakultas Teknik UNG

Gedung FT UNG beralamat di Jalan B.J. Habibi Kecamatan Tilogkabila Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo. Gedung ini terdiri atas lima *section* (C2–C6) dengan konstruksi tiga lantai. Ruangan C2-C6 berfungsi sebagai ruang kelas, perpustakaan, laboratorium, ruang praktikum komputer, ruang praktik gambar (studi), ruang kerja/kantor, kantin, musholla, lobi/koridor, dan toilet.

Gedung FT UNG terdiri atas enam jurusan, yaitu Jurusan Teknik Sipil, Jurusan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Informatika, Jurusan Teknik Industri, Jurusan Teknik Arsitektur, dan Jurusan Pendidikan Seni Rupa dan Desain. Gedung FT UNG dibangun pada tahun 2019 melalui bantuan dana *Islamic Development Bank* (IDB). Penataan lampu penerangan di setiap ruangan secara umum telah disesuaikan dengan standar kebutuhan intensitas pencahayaan ruangan sesuai fungsinya. Demikian juga dengan pemasangan AC di masing-masing ruang kelas, kantor, dan laboratorium. Daya AC secara umum telah disesuaikan dengan luas ruangan dan fungsi ruang tersebut. Sumber listrik utama yang digunakan untuk menyuplai gedung FT dan fakultas lainnya di kampus baru UNG untuk seluruh bangunan berasal dari Perusahaan Listrik Negeri (PLN), dengan daya sebesar 2.180 kVA

FT UNG mempunyai lima gedung atau lima *section*, yaitu Gedung C2 (untuk kegiatan administrasi fakultas dan jurusan), Gedung C3 (untuk perkuliahan), Gedung C4 (laboratorium), Gedung C5 (laboratorium), dan Gedung C6 (laboratorium).



Gbr. 2 Gedung Fakultas Teknik UNG.

TABEL IV
DAYA BEBAN PENCAHAYAAN, AC, DAN PERALATAN LISTRIK LAINNYA DI GEDUNG FT UNG

Lantai	Section	Daya Pencahayaan (W)	Daya AC (W)	Peralatan Lainnya (W)
Lantai 1	C2	6.120	31.110	21.494
Lantai 2	C2	7.221	32.155	2.427
Lantai 3	C2	7.425	46.050	2.274
Lantai 1	C3	1.964	13.650	164
Lantai 2	C3	1.913	16.380	0
Lantai 3	C3	2.134	22.060	0
Lantai 1	C4	2.726	16.785	540
Lantai 2	C4	2.713	14.450	14.450
Lantai 3	C4	2.072	19.050	0
Lantai 1	C5	1.850	21.650	0
Lantai 2	C5	2.760	15.285	3.439
Lantai 3	C5	1.102	28.020	0
Lantai 1	C6	1.963	20.920	364
Lantai 2	C6	2.140	19.585	14
Lantai 3	C6	2.013	22.100	5.409

Sumber: Hasil pengukuran, 2021.

Catatan: Peralatan listrik lainnya: dispenser, kulkas, komputer, *sound system*, LCD, dan pompa air.

Masing-masing gedung terdiri atas tiga lantai yang terbagi menjadi beberapa ruangan. Gbr. 2 menunjukkan gedung FT UNG. Berdasarkan hasil pengukuran beban listrik gedung FT, diperoleh daya listrik seperti disajikan pada Tabel IV.

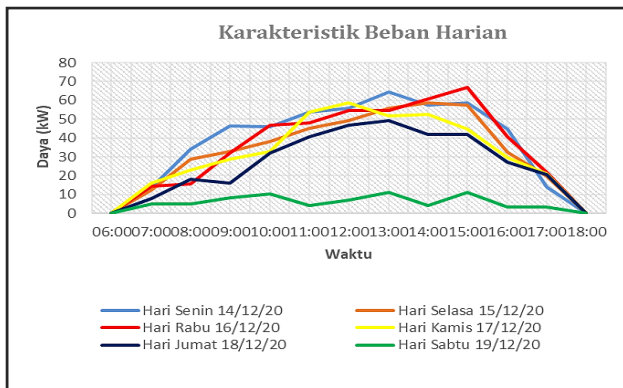
B. Konsumsi Daya Listrik

Konsumsi daya listrik di gedung FT UNG disajikan pada Tabel V. Konsumsi daya listrik rata-rata per hari di gedung FT UNG sebesar 367,37 kWh. Grafik karakteristik beban harian dalam pemakaian energi listrik gedung FT UNG diperlihatkan pada Gbr. 3.

C. Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Berdasarkan gambar *layout* proyek dan hasil pengukuran, gedung FT UNG memiliki luas total 8.909,12 m². Luas ruangan yang tidak menggunakan AC adalah 2.775,16 m² dan luas ruangan yang menggunakan AC adalah 6.133,97 m².

1) *Analisis IKE Sistem Pencahayaan*: Hasil pengukuran intensitas cahaya yang dilakukan pada jam kerja (pagi jam 8.30, siang jam 13.30, dan sore jam 16.00) adalah sebagai berikut.



Gbr. 3 Karakteristik beban harian pemakaian energi listrik gedung FT UNG.

TABEL V
TOTAL KONSUMSI BEBAN LISTRIK GEDUNG FT UNG

Gedung/ Section	Daya Pencapaian (kWh)	Daya AC (kWh)	Daya Peralatan Lainnya (kWh)
C2	114,25	718,96	58,09
C3	32,60	364,63	49,20
C4	33,15	289,00	25,11
C5	21,54	227,63	23,41
C6	31,36	402,24	41,22
Jumlah	323,90	2.002,46	197,03
Total			2.523,39 kWh

Sumber: Hasil analisis, 2021.

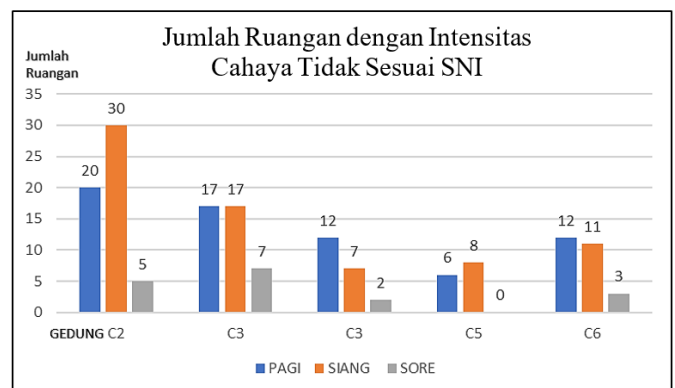
Gedung C2, yang memiliki tiga lantai (lantai 1, 2, dan 3), terdiri atas 99 ruangan, dengan pencahayaan matahari dan lampu penerangan. Hasil pengukuran intensitas cahaya ruangan gedung FT UNG menunjukkan bahwa pada pagi hari terdapat dua puluh ruangan, pada siang hari terdapat tiga puluh ruangan, dan pada sore hari terdapat lima ruangan yang intensitas pencahayaan ruangnya melebihi standar SNI 6197-2011.

Gedung C3 juga memiliki tiga lantai (lantai 1, 2, dan 3) dan terdiri atas 33 ruangan, dengan pencahayaan matahari dan lampu penerangan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada pagi hari terdapat tujuh belas ruangan, pada siang hari terdapat tujuh belas ruangan, dan pada sore hari terdapat tujuh ruangan yang intensitas pencahayaannya melebihi standar SNI 6197-2011.

Gedung C4 memiliki tiga lantai (lantai 1, 2, dan 3), terdiri atas 32 ruangan, dengan pencahayaan matahari dan lampu penerangan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada pagi hari terdapat dua belas ruangan, pada siang hari terdapat tujuh ruangan, dan pada sore hari terdapat dua ruangan yang pencahayaan ruangnya melebihi standar SNI 6197-2011.

Gedung C5 memiliki tiga lantai (lantai 1, 2, dan 3), terdiri atas enam belas ruangan, dengan pencahayaan matahari dan lampu penerangan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada pagi hari terdapat enam ruangan, pada siang hari terdapat delapan ruangan, dan pada sore hari tidak terdapat ruangan yang intensitas penerangannya melebihi standar SNI 6197-2011.

Gedung C6 memiliki tiga lantai (lantai 1, 2, dan 3), terdiri atas 33 ruangan, dengan pencahayaan matahari dan lampu



Gbr. 4 Jumlah ruangan dengan intensitas cahaya tidak sesuai SNI.

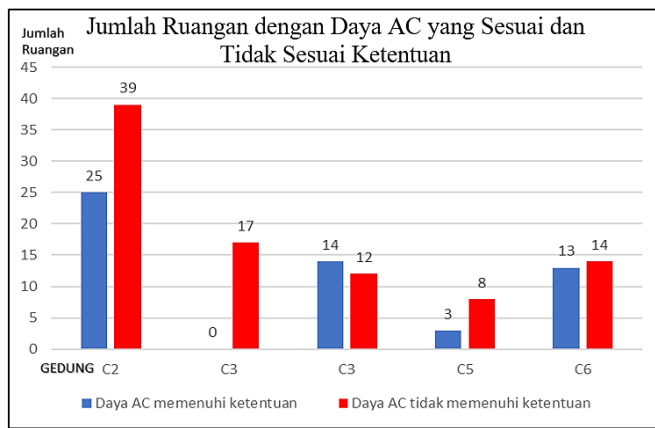
penerangan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada pagi hari terdapat dua belas ruangan, pada siang hari terdapat sebelas ruangan, dan pada sore hari terdapat tiga ruangan yang intensitas penerangannya melebihi standar SNI 6197-2011.

Grafik jumlah ruangan dengan intensitas penerangan tidak sesuai atau melebihi SNI 6197-2011 di gedung FT UNG ditunjukkan pada Gbr. 4. Berdasarkan hasil audit sistem pencahayaan di gedung FT UNG, terdapat rata-rata 23,43% dari 233 ruangan dengan intensitas pencahayaan tidak sesuai atau melebihi standar SNI 6197-2011.

2) Analisis IKE Ruangan Ber-AC: Berdasarkan hasil analisis, luas ruangan yang menggunakan AC adalah 6.133,97 m². Total konsumsi energi listrik gedung FT sebesar 2.513 kWh, dengan total konsumsi energi ruangan ber-AC sebesar 2.002 kWh. Dari analisis IKE ruangan ber-AC selama satu bulan (26 hari kerja) dengan menggunakan (4), diperoleh penggunaan energi efektif ruangan ber-AC sebesar 14,73 kWh/m²/bln. Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012, seperti di Tabel III, luas ruangan menggunakan AC dengan nilai IKE 14,33 kWh/m²/bln termasuk kategori agak boros.

3) Analisis IKE Ruangan Tidak Ber-AC: Berdasarkan hasil analisis, luas ruangan yang tidak menggunakan AC adalah 2.775,16 m². Total konsumsi energi listrik gedung FT sebesar 2.513 kWh, dengan total konsumsi energi ruangan tidak ber-AC sebesar 125 kWh. Analisis IKE ruangan tidak ber-AC selama satu bulan (26 hari kerja) dengan menggunakan (5), diperoleh penggunaan energi efektif ruangan tidak ber-AC sebesar 4,9 kWh/m²/bln. Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012 pada Tabel III, luas ruangan tidak ber-AC dengan nilai IKE 4,9 kWh/m²/bln termasuk kategori cukup efisien.

4) Analisis IKE Sistem Tata Udara sesuai Daya AC: Audit energi pada sistem tata udara ruangan dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kesesuaian daya AC terpasang dengan daya AC seharusnya, sesuai dengan volume ruangan dan banyaknya orang di dalam ruangan. Berdasarkan hasil audit pada gedung FT, jumlah ruangan yang daya AC-nya memenuhi ketentuan dan tidak memenuhi ketentuan sebagaimana diatur dalam Permen ESDM No. 13 Tahun 2012 (Tabel III) ditunjukkan pada Gbr. 5.



Gbr. 5 Grafik jumlah ruangan dengan daya AC sesuai dan tidak sesuai ketentuan.

Potential saving energi sistem tata udara ruangan ber-AC gedung FT dianalisis menggunakan persamaan satuan daya AC ruangan seperti pada (6). Sebagai contoh, dianalisis *potential saving* di Ruang Penjaminan Mutu FT yang terletak di Gedung C2. Analisis IKE sistem tata udara sesuai daya AC dilakukan terhadap Ruang Penjaminan Mutu FT, dengan AC dioperasikan rata-rata selama tujuh jam per hari selama 26 hari. Ruang Penjaminan Mutu menggunakan dua buah AC 1,5 PK dengan daya $2 \times 1,365 = 2,730$ kW.

Analisis *potensial saving* energi sistem tata udara Ruang Penjaminan Mutu adalah sebagai berikut.

- Konsumsi daya AC terpasang = $2,730 \times 7 \times 26 = 496,86$ kWh/bln.
- Daya AC sesuai ketentuan yang seharusnya dipasang untuk volume ruangan 120 m^3 adalah $1,260$ kW.
- Konsumsi daya AC sesuai ketentuan = $1,260 \times 7 \times 26 = 229,32$ kWh/bln.
- *Potential saving* = $496,86 - 229,32 = 267,54$ kWh/bln.

Hasil analisis *potential saving* daya listrik untuk penggunaan AC di seluruh ruangan gedung FT UNG adalah sebagai berikut.

- Gedung C2 = 4.081 kWh/bln
- Gedung C3 = 2.636 kWh/bln
- Gedung C4 = 1.959 kWh/bln
- Gedung C5 = 2.558 kWh/bln
- Gedung C6 = 4.192 kWh/bln.

Total *potential saving* daya listrik AC di gedung FT UNG adalah 15.426 kWh/bln.

D. Upaya Penghematan dalam Penggunaan Energi Listrik

Berdasarkan hasil analisis IKE sebagaimana yang telah dibahas sebelumnya, terdapat $23,43\%$ ruangan yang sistem pencahayaannya melebihi standar SNI. Selain itu, nilai IKE untuk ruangan ber-AC, sebesar $14,33$ kWh/m²/bln, termasuk kategori agak boros. Beberapa penyebab terjadinya pemborosan energi listrik dapat dijelaskan sebagai berikut. Di beberapa ruangan, lampu penerangan dinyalakan semua pada siang hari, walaupun pencahayaan ruangan telah memenuhi standar kebutuhan. Juga terdapat ruangan yang walaupun tidak ada aktivitas di dalamnya, lampu tetap dinyalakan. Dari sisi

penggunaan AC, terdapat daya AC yang melebihi kapasitas sesuai volume ruangan. AC juga terus dibiarkan menyala walaupun di dalam ruangan tidak terdapat aktivitas kerja. Selain itu, pengguna ruangan belum secara sadar mematikan lampu, AC, dan peralatan listrik lainnya saat tidak ada aktivitas atau saat meninggalkan ruangan.

Berdasarkan penjelasan di atas, dirumuskan beberapa hal penting sebagai rekomendasi penghematan energi listrik. Pertama, pimpinan fakultas mengeluarkan ketentuan atau edaran tata tertib penggunaan ruangan, yang meliputi hal-hal berikut.

- Pengguna ruangan wajib mematikan lampu, AC, dan peralatan listrik lainnya saat meninggalkan ruangan.
- AC pendingin ruangan diatur pada mode sejuk sesuai kebutuhan dan luas ruangan. AC yang tidak berfungsi baik segera dilaporkan ke bidang perlengkapan untuk dilakukan perbaikan.
- Pada ruang-ruang tertentu (ruang kelas) ditempel pemberitahuan penggunaan ruangan agar jika penerangan ruangan kurang pada siang hari, pengguna ruangan cukup menyalakan lampu yang sakelarnya sudah diberi tanda/label.
- Dosen, pegawai, dan mahasiswa diharapkan selalu memperhatikan ketentuan penghematan energi listrik dan saling mengingatkan satu sama lainnya.

Kedua, perlu dibiasakan agar sebelum meninggalkan ruangan, pengguna mematikan lampu ruangan; kecuali pada koridor yang memerlukan penerangan pada malam hari. Ketiga, setiap pengguna ruangan harus membiasakan diri untuk mematikan (mencabut konektor) komputer, TV, dan pemanas air (dispenser) sebelum meninggalkan ruangan.

V. KESIMPULAN

Penggunaan energi listrik di gedung FT UNG dianalisis menggunakan metode analisis IKE. Hasil analisis dibandingkan dengan standar SNI dan Peraturan Menteri. Hasil menunjukkan bahwa terdapat rata-rata $23,43\%$ ruangan yang intensitas penerangannya melebihi atau tidak sesuai dengan SNI 6197-2011. Di beberapa ruangan, lampu ruangan tetap dinyalakan walaupun intensitas cahaya ruangan sudah terpenuhi sesuai kebutuhan. Mengacu pada Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012, hasil analisis IKE ruangan ber-AC, dengan nilai $14,73$ kWh/m²/bln, termasuk dalam kategori agak boros. Total *potential saving* daya dengan penerapan tata udara yang baik (daya AC yang dipasang sesuai volume dan kebutuhan kesejukan ruangan) adalah 15.426 kWh/bln. Langkah penghematan energi listrik dapat dilakukan oleh pimpinan fakultas dengan menerbitkan surat keputusan tentang tata tertib penghematan energi listrik dan menerapkan pola hidup hemat energi listrik bagi seluruh civitas di lingkungan FT UNG.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Negeri Gorontalo yang telah membiayai penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, tidak terdapat konflik kepentingan, baik secara pribadi maupun organisasi yang memberi pesan khusus.

KONTRIBUSI PENULIS

Konseptualisasi, Sardi Salim dan Ade I. Tolago; metodologi, Sardi Salim; perangkat lunak, Sardi Salim dan Maharani R.P. Syafii; validasi, Sardi Salim, Ade I. Tolago, dan Maharani R.P. Syafii; analisis formal, Sardi Salim; investigasi, Sardi Salim, Ade I. Tolago, dan Maharani R.P. Syafii; sumber daya, Sardi Salim; kurasi data, Sardi Salim dan Ade I. Tolago; penulisan-penyusunan draf asli, Sardi Salim dan Ade I. Tolago; penulisan-peninjauan dan penyuntingan, Sardi Salim; visualisasi, Sardi Salim; pengawasan, Sardi Salim dan Ade I. Tolago; administrasi proyek, Ade I. Tolago; akuisisi pendanaan, Sardi Salim; pelaporan, Sardi Salim dan Ade I. Tolago.

REFERENSI

- [1] A. Kumar, dkk., "Electrical Energy Audit in Residential House," *Procedia Technol.*, Vol. 21, hal. 625-630, Nov. 2015.
- [2] "Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik," Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral RI, No. 13, 2012.
- [3] "Konservasi Energi," Peraturan Pemerintah RI, No. 70, 2009.
- [4] "Bangunan Gedung Hijau," Peraturan Gubernur DKI Jakarta, No. 38, 2012.
- [5] A.C. Farhani dan D. Supriyadi, "Audit and Analysis of Energy Consumption of Official Buildings in ITERA Campus," *J. Sci., Appl. Technol.*, Vol. 2, No. 1, hal. 62-66, 2018.
- [6] *Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung*, SNI 03-6196-2000, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia, 2011.
- [7] F.D. Luca, R. Simson, H. Voll, dan J. Kurnitski, "Electric Lighting Predictions in the Energy Calculation Methods," dalam *Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings and Smart Communities. Springer Proceedings in Energy*, P. Bertoldi, Ed., Cham, Swiss: Springer, 2020, hal. 123-141.
- [8] *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*, SNI 6197-2011, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia, 2005.
- [9] K.R. Wagiman dan M.N. Abdullah, "Lighting System Design According to Different Standards in an Office Building: A Technical and Economic Evaluations," *J. Phys.: Conf. Ser.*, Vol. 1049, hal. 1-10, 2010.
- [10] D.M. Hall, *Energy Conservation for Environmental Protection*. (Summer 2020). IGEE 102. Pennsylvania, AS: PennState College of Earth and Mineral Science.
- [11] M. Shivam, A. Ansari, dan A. Pathak, "Electrical Energy Audit of an Institution," *Int. J. Adv. Sci., Technol.*, Vol. 29, No. 8s, hal. 4812-4828, 2020.
- [12] "Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja," Keputusan Menteri Kesehatan RI, No. 261, 1998.
- [13] "Manajemen Energi," Peraturan Menteri ESDM RI, No. 14, 2012.
- [14] Suharto, "Analisis Penghematan Energi Listrik pada Rumah Sakit Umum Daerah Dokter Soedarso Pontianak Ditinjau dari Desain Instalasi," *J. ELKHA*, Vol. 8, No. 1, hal. 13-19, Mar. 2016.