

Audit Energi Listrik Pada Gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

Muhammad Shadiq Adi Nugraha^{*1}, Mahdi Syukri², Rakhmad Syafutra Lubis³, Ramdhan Halid Siregar⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No.7. Darussalam, Banda Aceh, 23111, Aceh, Indonesia

¹Shadiq.b20@mhs.usk.ac.id

²mahdisyukri@usk.ac.id

³rakhmadslubis@usk.ac.id

Abstrak—Keterikatan manusia terhadap energi listrik hingga saat ini tanpa disadari membuat penggunaan energi listrik berlebihan sehingga secara tidak langsung mengancam ketersediaan energi listrik maupun kerugian dari segi komersil bagi suatu instansi. Guna memahami tingkat konsumsi energi listrik pada suatu gedung atau bangunan, dapat dilaksanakan kegiatan audit energi listrik untuk menemukan pola dan kriteria penggunaan energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh Intensitas Konsumsi Energi, tingkat performa konsumsi energi, dan peluang hemat energi pada gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Gedung B Fakultas Teknik USK merupakan salah satu gedung pada fakultas teknik USK yang memanfaatkan energi listrik yang besar dalam operasional sehari-harinya. faktanya setelah melakukan peninjauan terhadap Gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala diketahui bahwa semenjak gedung dibangun sampai saat ini tidak pernah dilakukan audit energi listrik pada Gedung B Fakultas Teknik untuk mengetahui tingkat Intensitas Konsumsi Energi pada gedung. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh IKE gedung B Fakultas Teknik USK sebesar 6.71 kWh/m²/bulan dan kriteria penggunaan energi listrik pada gedung tergolong sangat efisien. Hasil audit rinci memperoleh nilai IKE pada setiap ruangan setelah rekomendasi berkisar antara 2.36 hingga 17.75 kWh/m²/bulan dan jika dirata-ratakan nilai IKE pada gedung B setelah rekomendasi yaitu sebesar 13.82 kWh/m²/bulan. Dengan demikian pencahayaan dan tata udara di tiap ruangan dapat dioptimalkan dengan capaian nilai IKE pada gedung termasuk kriteria efisien.

Kata Kunci— Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Peluang Hemat Energi (PHE)

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu energi utama yang berperan penting dan sangat dibutuhkan oleh manusia sebagai faktor pendukung dalam menjalankan kehidupannya sehari-hari. Seiring bertambahnya waktu permintaan energi listrik ikut terus meningkat khususnya pada dunia industri, rumah tangga, maupun perkantoran guna menunjang kehidupan [1]. Dalam kesehariannya, Universitas merupakan salah satu lembaga pendidikan yang memanfaatkan energi listrik sebagai salah satu faktor pendukung pada setiap aktivitasnya. Hal ini dibuktikan dari penggunaan sistem pendingin, penerangan, dan peralatan elektronik lainnya telah menjadi kebutuhan khusus bagi universitas, juga sebagai faktor

pendukung dalam proses belajar mengajar pada setiap harinya [2].

Gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala (USK) merupakan salah satu gedung pada fakultas teknik USK yang memanfaatkan energi listrik yang besar dalam operasional sehari-harinya. Penggunaan beban yang ada di Gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala sangat besar dimana mahasiswa aktif akan menggunakan peralatan-peralatan listrik setiap harinya, baik peralatan listrik yang membutuhkan daya yang kecil maupun peralatan yang membutuhkan daya yang besar seperti di laboratorium. Penggunaan *Air Conditioner* (AC) dan lampu sampai saat ini menjadi kebutuhan setiap mahasiswa sebagai pendukung kenyamanan dalam proses belajar mengajar. Dan juga faktanya setelah melakukan peninjauan terhadap Gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala diketahui bahwa semenjak gedung dibangun sampai saat ini tidak pernah dilakukan audit energi listrik pada Gedung B Fakultas Teknik untuk mengetahui tingkat Intensitas Konsumsi Energi (IKE).

Keterikatan dengan adanya energi listrik hingga saat ini tanpa disadari membuat penggunaan energi listrik berlebihan sehingga secara tidak langsung mengancam ketersediaan energi listrik maupun kerugian dari segi komersil bagi suatu instansi [3]. Guna memahami tingkat konsumsi energi listrik pada suatu gedung atau bangunan, dapat dilaksanakan kegiatan audit energi listrik dalam menentukan boros tidaknya penggunaan listrik di suatu gedung. Hasil audit energi listrik akan menghasilkan nilai IKE, dimana hasil dari IKE ini memberikan informasi tingkat penggunaan energi listrik suatu gedung berdasarkan standar yang berlaku di Indonesia [4]. Hasil dari kegiatan audit juga menemukan profil penggunaan energi dari gedung meliputi informasi efisiensi sistem penerangan dan pendingin di setiap ruangan pada gedung sesuai standar yang berlaku.

Audit energi merupakan serangkaian kegiatan evaluasi penggunaan energi listrik yang melibatkan identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE), serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan energi listrik dengan tujuan untuk mendorong konservasi energi. Adapun tahapan yang dilakukan saat kegiatan audit suatu gedung yaitu melakukan kegiatan audit awal, dimana kegiatan ini berupa tahapan pengambilan data mengenai historis konsumsi listrik dan luas bangunan pada gedung. Tahapan selanjutnya yaitu

menghitung dan menganalisis IKE berdasarkan standar. Nilai IKE yang dihasilkan menjadi penentu kriteria konsumsi listrik pada sebuah gedung, ketika IKE melebihi nilai yang sudah di standarkan, dengan demikian diperlukan kegiatan audit rinci untuk memperoleh rekomendasi untuk penghematan. Audit rinci dilakukan untuk memperoleh tingkat pencahayaan dan pendingin di setiap ruangan apakah sudah sesuai standar atau tidak untuk memperoleh peluang hemat energi dalam proses penulisan laporan audit energi [5].

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan kegiatan audit energi pada gedung B Fakultas Teknik USK untuk memperoleh nilai IKE dalam menentukan kriteria pemakaian energi listrik, mengetahui Peluang Hemat Energi (PHE), dan rekomendasi untuk penghematan pada gedung [6].

II. DASAR TEORI

A. Audit Energi Listrik

Audit energi merupakan metode evaluasi penggunaan energi listrik yang melibatkan identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE), serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan energi listrik dengan tujuan untuk mendorong konservasi energi. Sasaran dari audit energi adalah untuk menemukan solusi penggunaan energi listrik suatu gedung atau bangunan dalam mengurangi biaya operasional [5]. Audit energi pada sebuah gedung atau bangunan termasuk ke dalam studi kelayakan. Di samping untuk mengenali pemakaian energi listrik serta PHE, kegiatan audit juga sebagai tindakan awal guna mendukung kegiatan manajemen energi. Tindakan manajemen energi ini merupakan sebuah program yang terstruktur untuk monitoring pemakaian energi serta mengurangi pemborosan pemakaian energi di dalam bangunan atau gedung [7].

Audit energi pada dasarnya memiliki berbagai jenis dengan peran yang bermacam-macam. Jenis-jenis audit energi listrik diantaranya seperti audit berjalan, audit awal, audit rinci, serta tindakan implementasi dan pengelolaan energi [8].

B. Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merujuk pada jumlah energi yang terpakai dalam jangka waktu bulanan atau tahunan per unit luas area dalam suatu bangunan atau gedung. Definisi ini menyoroti pentingnya mengukur penggunaan energi di gedung dan mengenali potensi untuk mengurangi konsumsi energi [2]. IKE merupakan formula perhitungan berdasarkan jumlah pemakaian energi listrik per luas gedung atau bangunan yang dikondisikan untuk menentukan kriteria pemakaian listrik pada sebuah gedung boros atau tidak.

Pada dasarnya standar IKE yang dijadikan acuan performa pemakaian energi listrik dalam suatu gedung atau bangunan berbeda-beda, ini diakibatkan oleh pengukuran dan pengumpulan data yang diambil saat kegiatan perumusan standar tersebut. Hasil dari kegiatan perhitungan nilai IKE akan dibandingkan dengan target IKE dan ketika hasil perhitungannya bernilai kurang dari sasaran, maka tahapan audit energi rinci tidak perlu dilakukan dikarenakan telah mencapai target atau dilanjutkan guna memperoleh nilai IKE

yang lebih rendah untuk memaksimalkan konsumsi energi listrik pada gedung [9]. Formula perhitungan IKE merupakan hasil bagi antara konsumsi energi total Kwh/m² selama periode tertentu (satu bulan) dengan luas bangunan. Perhitungan IKE dapat menggunakan perumusan sebagai berikut [9]:

$$IKE = \frac{\text{Jumlah Pemakaian Energi Listrik (Kwh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Perhitungan nilai IKE merujuk pada penelitian ASEAN-USAID standar IKE untuk dijadikan acuan pada setiap jenis gedung. Setiap jenis gedung memiliki standar pemakaian energi listrik yang berbeda-beda tergantung dari kegiatan aktifitasnya dalam menjalankan kegiatan sehari-hari. Tabel I merupakan standarisasi IKE pada bangunan gedung berdasarkan penelitian ASEAN-USAID untuk pemakaian energi listrik pertahun.

TABLE I
STANDARISASI IKE PADA BANGUNAN GEDUNG [2]

No.	Jenis Gedung	IKE (kWh/m ² /tahun)
1	Perkantoran (komersil)	240
2	Pusat Pembelian	300
3	Hotel dan Apartemen	300
4	Rumah Sakit	380

Standar nilai IKE untuk dijadikan acuan setiap gedung pada dasarnya telah ditetapkan dan diputuskan oleh pemerintah yang tercantum dalam Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012 yang berisi standar IKE pada suatu gedung atau bangunan terkhusus untuk Indonesia. Standar IKE terbagi atas dua macam yaitu nilai IKE untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC. Adapun standar IKE pada bangunan gedung pada tabel II dan tabel III.

TABLE II
STANDAR IKE PADA GEDUNG BER-AC [10]

No.	Kriteria	IKE (kWh/m ² /tahun)
1	Sangat Efisien	0 - 8,5
2	Efisien	8,5 - 14
3	Cukup Efisien	14 - 18,5
4	Boros	≥ 18,5

TABLE III
STANDAR IKE PADA GEDUNG TIDAK BER-AC [10]

No.	Kriteria	IKE (kWh/m ² /bulan)
1	Sangat Efisien	0 - 3,4
2	Efisien	3,4 - 5,6
3	Cukup Efisien	5,6 - 7,4
4	Boros	≥ 7,4

C. Konservasi Energi

Konservasi energi adalah sebuah kegiatan yang merujuk pada pengurangan pemakaian daya listrik suatu gedung untuk mengoptimalkan pemakaian listrik. Berdasarkan regulasi pemerintah Nomor 7 tahun 2009, konservasi energi adalah tindakan yang dilakukan secara terencana dan terpadu untuk menjaga sumber daya energi dalam negeri dan meningkatkan

efisiensi penggunaannya. Efisiensi merupakan salah satu tahap dalam melaksanakan kegiatan konservasi energi pada suatu gedung atau bangunan. Efisiensi energi adalah istilah umum yang merujuk pada pemakaian energi yang lebih rendah untuk menghasilkan sejumlah layanan atau keluaran yang bermanfaat yang sama [12].

Saat ini energi listrik menjadi suatu hal yang berperan penting dalam kehidupan masyarakat modern sehingga konservasi energi menjadi bagian yang harus diperhatikan bagi suatu instansi dalam proses penghematan pemakaian energi listrik [13]. Hasil kegiatan audit awal akan dirujuk berdasarkan standar IKE untuk mengenali peluang dan solusi penghematan energi listrik ketika tingkat konsumsinya melebihi target yang telah ditetapkan. Penghematan energi akan memberikan dampak pada penghematan biaya dan mengurangi ketergantungan manusia pada bahan bakar fosil yang saat ini menjadi bahan bakar yang paling banyak digunakan [14].

D. Standarisasi Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan merupakan salah satu faktor pendukung bagi manusia dalam menjalankan aktivitasnya sehari-hari. Setiap gedung pada dasarnya menjadikan sistem pencahayaan menjadi kebutuhan pokok sebagai pendukung seluruh kegiatan yang dilakukan pada setiap harinya. Dalam pemasangan instalasi listrik suatu gedung, sistem pencahayaan memiliki acuan standar dalam pemasangan dan pengaplikasiannya. Di Indonesia standar untuk tingkat pencahayaan tercantum dalam SNI 6197 tahun 2020. Standar ini berisi acuan untuk ketentuan tingkat cahaya pada setiap ruangan guna mengoptimalkan sistem pencahayaan setiap ruangan sehingga pemakaian energi listrik lebih optimal tanpa perlu mengurangi juga mengalihkan peran bangunan, kenyamanan ruangan, kegiatan produktivitas, dan mempertimbangkan aspek biaya [14]. Standar Tingkat Pencahayaan Minimal setiap ruangan pada lembaga pendidikan dapat dilihat pada tabel IV.

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times CU \times n} \quad (2)$$

TABLE IV
STANDAR TINGKAT PENCAHAYAAN MINIMAL [15]

No	Ruangan di Lembaga pendidikan	Tingkat pencahayaan (lux)
1.	Ruang Kelas	350
2.	Perpustakaan	300
3.	Laboratorium	500
4.	Ruang Praktek Komputer	500
5.	Ruang Laboratorium Bahasa	300
6.	Ruang Guru	300
7.	Ruang Olahraga	300
8.	Ruang Gambar	750
9.	Kantin	200

E. Standarisasi Sistem Tata Udara

Standar SNI 03-6390-2011 adalah acuan standar nasional yang telah ditetapkan untuk sistem tata udara di Indonesia. Dalam acuan ini mencakup aspek perhitungan teknis, penyesuaian, pengukuran, pengujian, penghematan energi, dan rekomendasi untuk sistem tata udara di bangunan atau gedung yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi tanpa mengubah atau mengurangi peran bangunan [14].

Dalam memperoleh titik kenyamanan yang optimal pada suatu ruangan, sistem pendingin menjadi peran penting dalam mensirkulasi udara seperti kelembapan, kebersihan, maupun suhu ruangan. Penggunaan *air conditioner* (AC) yang optimal dalam suatu ruangan dapat dikalkulasikan menggunakan satuan British Thermal Unit (BTU) per *hour* atau BTU/hr yang merupakan satuan energi yang digunakan di Amerika Serikat dan biasanya didefinisikan dengan per jam [16].

Dalam kegiatan penghematan energi listrik dalam suatu gedung, diperlukan perhitungan BTU untuk penggunaan AC dalam satu ruangan sehingga penggunaan AC akan lebih efisien [7]. Hasil perhitungan kebutuhan AC akan menjadi salah satu rekomendasi atau solusi penghematan energi pada gedung dengan melakukan pergantian AC pada ruangan yang sesuai. Perhitungan AC yang dibutuhkan untuk ruangan dapat dilakukan menggunakan persamaan 3[17]:

Kebutuhan AC = Luas Ruangan × Koefesien

$$\frac{\text{Koefisien}}{\text{m}^2} = 500 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \quad (3)$$

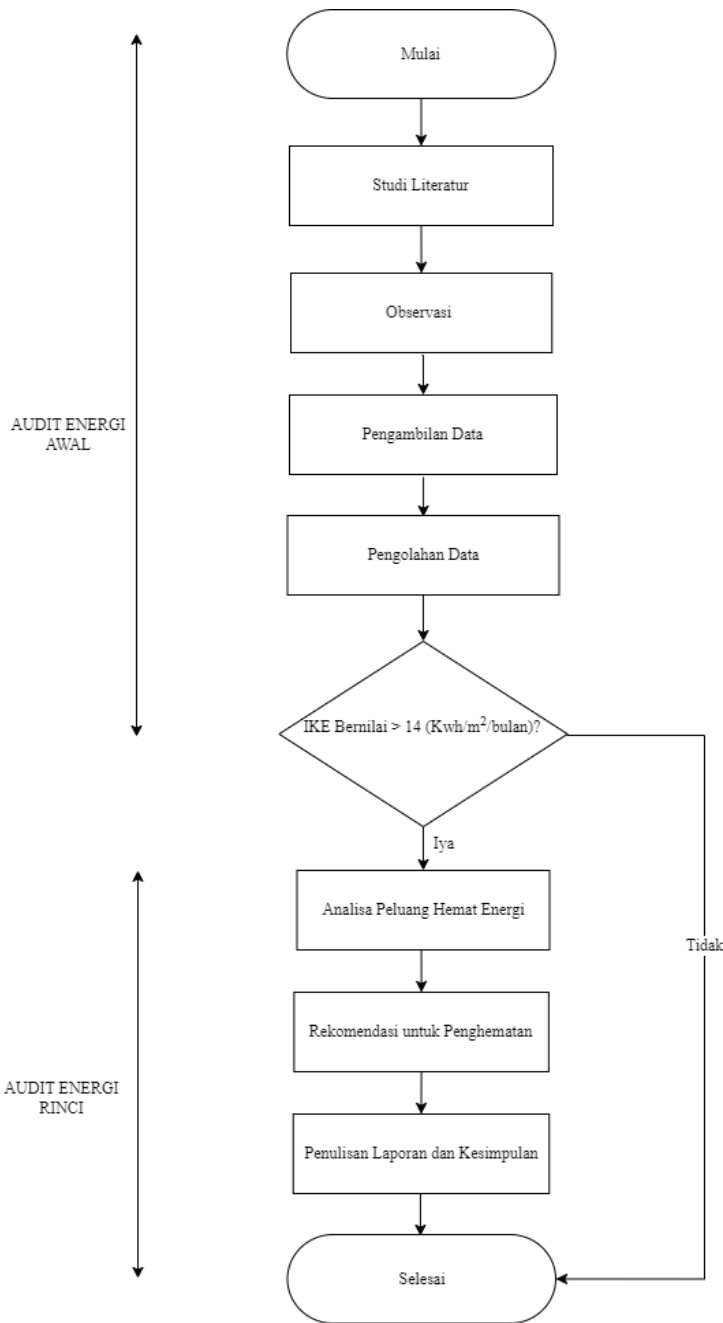
TABLE V
KONVERSI HOUSE POWER (HP) MENJADI BTU/HR [17]

No.	HP	BTU/hr	Luas Ruangan (m ²)
1.	1/2	5.000	9
2.	3/4	7.000	12
3.	1	9.000	16
4.	1/5	12.000	24
5.	2	18.000	48
6.	2/5	24.000	64
7.	3	27.000	80
8.	5	45.000	100

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

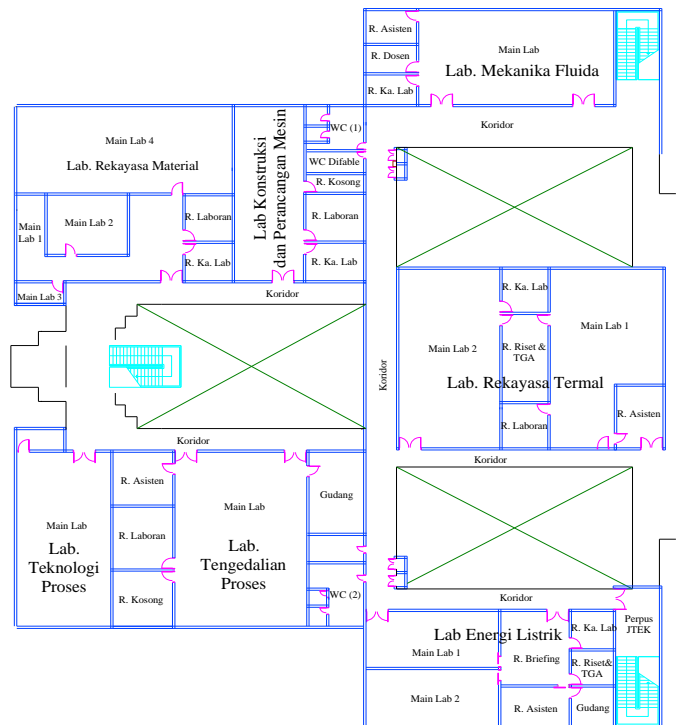
Kegiatan audit energi listrik pada gedung B Fakultas Teknik USK dilakukan dengan berbagai tahapan sehingga memperoleh hasil sesuai harapan serta menyelesaikan penulisan laporan akhir. Adapun *Flowchart* penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat seperti Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

C. Spesifikasi dan Denah Gedung B

Gedung B Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala merupakan salah satu gedung yang ada di fakultas teknik USK yang berlokasi pada Jalan Teungku Syech Abdur Rauf No.7 Darussalam, Banda Aceh. Gedung ini memiliki 3 lantai dengan luas yang berbeda beda, pada lantai 1 memiliki luas sebesar 3803.32 m², lantai 2 sebesar 3534.948 m², dan lantai 3 sebesar 1358.28 m² sehingga total luas bangunan gedung B sebesar 8696.56 m². Gedung B memiliki total ruangan sebanyak 53 ruangan dengan lantai 1 sebanyak 8 ruangan, lantai 2 sebanyak 39 ruangan, dan lantai 3 sebanyak 6 ruangan. Masing-masing ruangan dilengkapi dengan fasilitas dari sistem penerangan, pendingin dan penggunaan kotak kontak yang menggunakan energi listrik sebagai energi utama dalam menjalankannya. Adapun denah gedung B dapat dilihat pada gambar berikut.



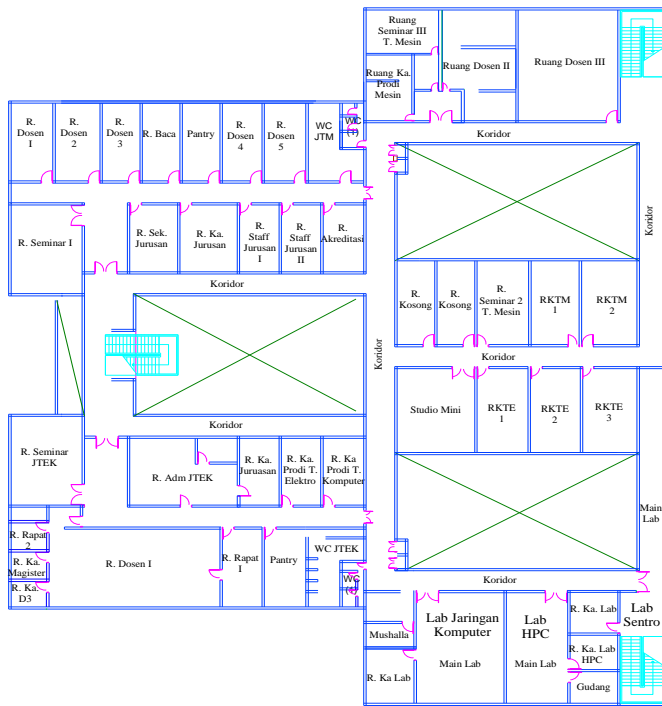
Gambar 2 Denah Lokasi Lantai 1

B. Alat dan Bahan Penelitian

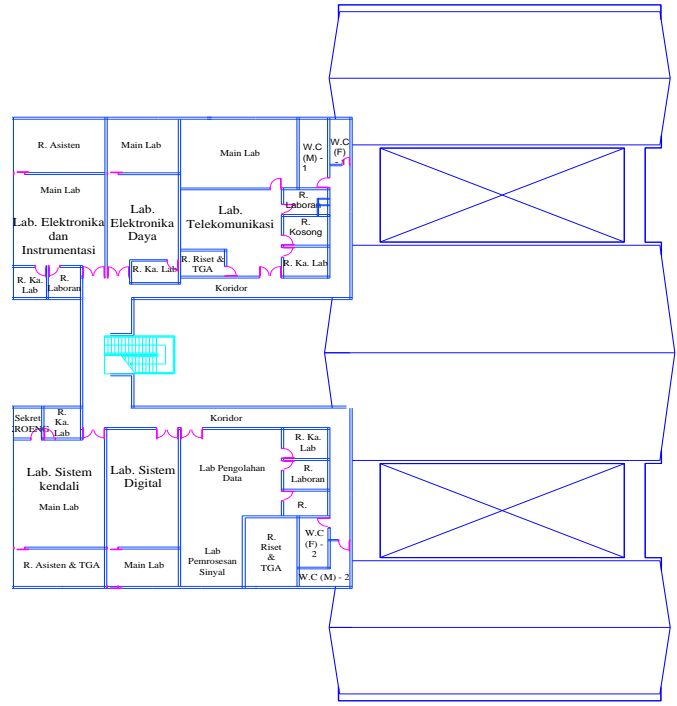
Alat dan bahan penelitian dapat dilihat pada Tabel VI.

TABLE VI
ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

No.	Alat dan Bahan	Jumlah Unit
1.	Laptop	1
2.	AutoCad 2021	1
3.	Clamp Meter	1
4.	Digital Luxmeter	1
5.	Roll Meter	1



Gambar 3 Denah Lokasi Lantai 2



Gambar 4 Denah Lokasi Lantai 3

TABLE VII
DATA BEBAN LANTAI I

Ruangan	Penerangan (Watt)			Pendingin		Kotak Kontak (200 W)	Total (Watt)	
	Lampu TL	Lampu Dinding	Lampu Down Light	Kapasitas AC (PK)	Jenis AC			
Lab Tenggendalian Proses	2×34×36 1×2×36	-	-	1×2 1×1 4×2.5	Split Wall Mounted Split Wall Mounted Ceilling Cassette	21	19.580	
Lab Teknologi Proses	2×18×36	-	-	3×2.5	Ceilling Cassete	40	16.664	
Lab Energi Listrik	2×28×36	-	-	3×2 3×1/2	Split Wall Mounted	14	8.956	
Lab Rekayasa Termal	2×45×36	-	1×1×15	1×1 2×2	Split Wall Mounted	14	11.935	
Lab Rekayasa Material	2×22×36	-	-	5×1	Split Wall Mounted	20	10.184	
Lab Konstruksi dan Perancangan Mesin	2×21×36	-	-	2×2	Split Wall Mounted	7	6.952	
Lab Mekanika Fluida	2×27×36	-	-	3×1	Split Wall Mounted	14	7.504	
Perpustakaan Elektro	2×1×36	-	-	2×2	Split Wall Mounted	2	4.512	
WC (1)	-	-	1×6×15	-	-	-	30	
WC (2)	-	-	1×3×15	-	-	-	90	
WC Difable	-	-	1×1×15	-	-	-	15	
Koridor	1×23×36	-	3×15	-	-	4	1.673	
Total							4	88.095

TABLE VIII
BEBAN LANTAI 2

Ruangan	Penerangan (Watt)			Pendingin		Kotak Kontak (200 W)	Total (Watt)
	Lampu TL	Lampu Dinding	Lampu Down Light	Kapasitas AC (PK)	Jenis AC		
JTEK	2×43×36 1×6×36	-	-	4×2 6×1 2×2.5	Split Wall Mounted Split Wall Mounted Ceiling Cassette	26	27.252
Mushalla	2×1×36 1×1×36	-	-	-	-	18	1.028
Lab HPC	2×5×36	-	1×15	1×2 1×1	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	5	6.335
Lab Jaringan Komputer	2×14×36	-	-	1×2 1×1	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	10	7.968
Ruang Lab Sentro	2×3×36 1×3×36	-	-	3×1	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	26	6.084
Jurusan Teknik Mesin dan Industri	2×46×36 1×7×36	-	-	1×2 1×9 2×2.5	Split Wall Mounted Split Wall Mounted Ceiling Cassette	16	22.024
Ketua Prodi Mesin	2×2×36	-	-	1×1 1×0.5	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	2	2.384
Seminar II T. Mesin	-	-	1×6×15	1×2	Split Wall Mounted	2	2.110
Seminar III T. Mesin	2×2×36	-	-	1×2	Split Wall Mounted	2	2.164
Ketua Prodi D3	2×1×36	-	-	1×1	Split Wall Mounted	36	1.192
Ketua Prodi Magister	2×1×36	-	-	1×1	Split Wall Mounted	-	1.192
Studio Mini	2×9×36	-	-	1×2	Split Wall Mounted	2	2.428
RKTE	2×18×36	-	-	3×2	Split Wall Mounted	15	10.356
RKTM	2×8×36	-	-	2×2	Split Wall Mounted	5	5.616
Ruang Dosen 2	2×5×36	-	-	1×2 2×1	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	8	5.820
Ruang Dosen 3	2×9×36	-	-	2×2	Split Wall Mounted	4	4.688
WC (1)	-	-	2×15	-	-	-	30
WC (2)	1×1×36	-	-	-	-	-	36
Koridor	1×17×36 2×1×36	-	-	-	-	4	2.096
Total							10.9883

TABLE IX
DATA BEBAN LANTAI 3

Ruangan	Sistem Penerangan			Sistem Pendingin		Kotak Kontak (200 W)	Total (Watt)
	Lampu TL (Watt)	Lampu Dinding	Lampu Down Light	AC	Jenis AC		
Lab Sistem Kendali	2×16×36	-	-	2×2 PK 1×1 PK	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	26	11.312
Lab Sistem Digital	2×10×36	-	-	1×2 PK	Split Wall Mounted	18	6.340
Lab Elektronika dan Instrumentasi	2×18×36	-	-	3×2 PK 1×2 PK	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	15	11.276
Lab ELEktronika Daya	2×10×36 1×1×36	-	-	2×2 PK 1×0.5 PK	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	26	10.456
Lab Telekomunikasi	2×20×36	-	-	2×2 PK 2×1 PK	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	28	12.920
Lab Pengolahan Data dan Pemrosesan Sinyal	2×20×36	-	-	2×2 PK 3×1 PK	Split Wall Mounted Split Wall Mounted	36	15.440
WC (1)	-	-	1×5×15	-	-	-	75
WC (2)	-	-	1×5×15	-	-	-	75
Koridor	1×10×36 2×1×36	-	-	-	-	-	432
Total							68.326

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Distribusi Jaringan Listrik Gedung B

Pada kegiatan observasi pada lokasi penelitian, terdapat 2 panel distribusi utama yaitu *Main Distribution Panel* (MDP) dan *Emergency Main Distribution Panel* (EMDP). Panel utama pada gedung B yaitu *Sub Distribution Panel* (SDP) dan *Emergency Distribution Panel* (ESDP) yang terhubung langsung dari panel MDP dan EMDP yang berada pada *Power House*. Pada lantai 1 terdapat 6 panel utama yaitu SDP2, ESDP 2, LP 1.2 kanan, LP 1.2, ELP 1.2 dan ELP 1.3. Dan ada penambahan 1 buah panel yang terletak di samping LP 1.2. Panel-panel ini menyuplai keseluruhan beban yang ada di lantai 1, total beban yang ada di lantai 1 yaitu sebesar 88095 W atau 88.095 kW. Pada lantai 2 terdapat 9 panel yaitu Panel RKTE Kecil, Panel RKTE Besar, Panel Lab Embedded, Panel Depan MTE, Panel Dalam JTE, LP 2.1, LP 2.2, ELP 2.1, dan ELP 2.2, kesembilan panel ini mengaliri keseluruhan beban yang ada di lantai 2, total beban lantai 2 yaitu sebesar 109883 W atau 109.883 kW. Lantai 3 memiliki 6 panel yaitu LP 3.1, LP 3.2, ELP 3.1, ELP 3.2, Panel Luar ELP 3.1, dan Panel Luar ELP 3.2, keenam panel ini mengaliri keseluruhan beban yang ada di ruangan lantai 3, total beban yang ada di lantai 3 yaitu 68326 W atau 68.326 kW. Setelah didapatkan hasil perhitungan pembebanan pada Gedung B dapat diketahui kebutuhan daya pada gedung. Total kebutuhan daya pada Gedung B saat ini berjumlah sekitar 266.304 kW. Oleh karena itu, dengan pemakaian sumber daya dari trafo distribusi berkapasitas 1250 kVA mampu menyuplai daya yang dibutuhkan oleh Gedung B, dan nilai kebutuhan daya sekitar 21.30% dari nilai kapasitas trafo.

B. Perhitungan dan Analisis IKE

Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dapat dihitung melalui total konsumsi energi listrik/bulan pada gedung yang dibandingkan dengan total luas bangunan pada gedung B. Hasil perhitungan IKE akan mengidentifikasi kriteria penggunaan energi listrik pada gedung B. Perhitungan IKE pada gedung B Fakultas Teknik USK dapat dilihat sebagai berikut:

$$IKE = \frac{\text{Jumlah Pemakaian Energi Listrik (Kwh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}}$$

$$IKE = \frac{58331.56}{8696.56}$$

$$IKE = 6.71 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh total konsumsi energi listrik gedung B yaitu sebesar 588331.56 kWh/bulan dan total luas bangunan sebesar 8696.56 m². Dengan demikian diperoleh nilai IKE sebesar 6.71 kWh /m²/bulan. Berdasarkan hasil perhitungan IKE maka konsumsi energi pada gedung B teridentifikasi sangat efisien sesuai pada standar IKE pada bangunan ber-AC. Walaupun termasuk kategori sangat efisien, tahapan audit energi rinci perlu dilakukan upaya memperoleh

peluang hemat energi pada gedung dan meningkatkan efisiensi dari sistem pencahayaan dan pendingin pada gedung.

C. Pengkodisian Sistem Pencahayaan

Pengukuran cahaya dilakukan dengan menggunakan alat ukur Digital Lux meter dalam mengukur intensitas cahaya setiap ruangan yang ada pada gedung B. Hasil Pengukuran dibandingkan dengan standar 6197-2020 untuk setiap ruangan. Adapun pengukuran dan perbandingan sistem pencahayaan pada gedung B dapat dilihat pada tabel dibawah.

TABLE X
PENGUKURAN LUX LANTAI 1

Ruangan	Sub-ruangan	Lux	Standar
Lab Tengendalian Proses	Main Lab	287.3	500
	Ruang Laboran	234	350
	Ruang Asisten	217	350
Lab Tek. Proses	Main Lab	234	500
Lab Energi Listrik	Main Lab 1	250.9	500
	Main Lab 2	265.9	500
	Ruang Briefing	170	350
	Ruang Asisten	166.1	350
	Ruang Ka. Lab	63.7	350
	Ruang Riset dan TGA	63.7	350
Lab Rekayasa Termal	Main Lab 1	212.4	500
	Main Lab 2	226.7	500
	Ruang Laboran	80.2	350
	Ruang Asisten	53.4	350
Lab Rekayasa Material	Ruang Ka. Lab	153.5	350
	Main Lab 1	73.8	500
	Main Lab 2	70.5	500
	Main Lab 3	57.8	500
	Main Lab 4	109.2	500
	Ruang ADM Lab	150	350
Lab Konstruksi dan Perancangan Mesin	Ruang Kepala Lab	126.4	350
	Main Lab	220.3	500
	Ruang Laboran	195.3	350
Lab Mekanika Fluida	Ruang Kepala Lab	202.3	350
	Main Lab	208.2	500
	Ruang Dosen	100	350
	Ruang Asisten	97.2	350
Perpustakaan Elektro	Ruang Kepala Lab	96.3	350
		54.8	350

TABLE XI
PENGUKURAN LUX LANTAI 2

Ruangan	Sub-ruangan	Lux	Standar
JTEK	Ruang Administrasi	169.4	350
	Ruang Dosen 1	273.6	300
	Ruang Ketua Jurusan	136.3	350
	Ruang Ketua Prodi Elektro	176.6	350
	Ruang Ketua Prodi Komputer	182.2	350
	Ruang Rapat 1	127.9	300
	Ruang Seminar JTEK	202.5	300
	Ruang Rapat 2	100	300
	Ruang Pantry	125.5	200
	Koridor	87	
JTM	Ruang Dosen 1	169.4	350
	Ruang Dosen 2	273.6	300
	Ruang Dosen 3	136.3	350
	Ruang Dosen 4	176.6	350
	Ruang Dosen 5	182.2	350
	Ruang Pantry	127.9	300
	Ruang Perpustakaan	202.5	300
	Ruang Sekretaris Jurusan	100	300
	Ruang Ketua Jurusan	125.5	200
	Ruang Staf Jurusan 1	160.5	350
	Ruang Staf Jurusan 2	108.6	350
	Ruang Rapat Akreditasi	162.3	350
	Ruang Seminar I	190.6	300
	WC	88.6	
Koridor	93.8		
Ruang Lab Sentro	Main Lab	107.3	500
	Ruang Briefing	64.4	350
	Ruang Ketua Lab	173.3	350
Lab Jaringan Komputer	Main Lab	287.7	500
	Ruang Kepala Lab	255.6	350
Ruang Lab Hight Performance Computer (HPC)	Main Lab	178.8	500
	Ruang Ketua Lab	124.7	350
	Ruang Gudang	64.4	50
RKTE	RKTE 1	150.3	350
	RKTE 2	148.5	350
	RKTE 3	148.1	350
RKTM	RKTM 1	236.6	350
	RKTM 2	239.5	350
Ruang Dosen II	A	117	300
	B	103.5	300
	C	149.9	300
MTE		249.5	350
Ruang Ketua Prodi D3		249.5	350
Studio Mini		120.7	350
Ruang Dosen III		125.5	300
Ruang Ketua Prodi Mesin		125.5	350
Ruang Seminar II T. Mesin		200.6	300
Ruang Seminar III T. Mesin		130.6	300

TABLE XII
PENGUKURAN LUX LANTAI 3

Ruangan	Jenis Ruangan	Lux	Standar
Lab. Sistem Kendali	Main Lab	215.6	500
	Sekretariat KROENG	150	350
	Ruang Asisten	188.3	350
	Ruang Kepala Lab	155.6	350
Lab. Sistem Digital	Main Lab	188.6	500
Lab. Pengolahan Data	Main Lab Pengolahan Data	233.8	500
	Ruang Laboran	205.3	350
	Ruang Asisten	193.1	350
	Ruang Kepala Lab	192.8	350
Lab. Telekomunikasi dan Multimedia	Main Lab	100	500
	Ruang Laboran	177.3	350
	Ruang Briefing	180	350
	Ruang Kepala Lab	229.6	350
Lab. Elektronika dan Instrumentasi	Ruang Riset	120	350
	Main Lab	356.2	500
	Ruang Laboran	105.8	350
	Ruang Asisten	226.7	350
Lab. Elektronika Daya	Ruang Kepala Lab	155.7	350
	Main Lab	171.7	500
	Ruang Briefing	212.4	350
Lab. Pemrosesan Sinyal	Ruang Kepala Lab	88.2	350
	Main Lab	254.1	500

D. Rekomendasi Sistem Pencahayaan

Dari hasil peninjauan di lokasi, diketahui spesifikasi sistem pencahayaan setiap ruangan pada gedung B menggunakan lampu ballast (Neon) TL 36 Watt dengan total lumen sebesar 2500 lumen. Dengan demikian pada tahapan PHE akan merekomendasikan pergantian penggunaan lampu Neon TL dengan lampu TL berteknologi LED 18 Watt dan total lumen sebesar 2100 pada setiap ruangan. Berikut contoh perhitungan dalam menentukan jumlah titik lampu yang harus terpasang dalam sebuah ruangan dengan menggunakan lampu LED 18 Watt:

1) Laboraturium Elektronika dan Instrumentasi

• Main Lab

Diketahui :

- A = 73.04 m²
- E = 500 Lux
- ∅ = 2100 Lumen
- LLF = 0.7
- Cu = 0.5
- n = 2

Maka diperoleh jumlah lampu yang harus terpasang :

$$N = \frac{E \times A}{\emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{500 \times 73.04}{2100 \times 0.7 \times 0.5 \times 2}$$

$$N = 24.84 = 25 \text{ Titik lampu}$$

• Ruang Asisten

Diketahui :

- A = 43.68 m²
- E = 500 Lux
- ∅ = 2100 Lumen
- LLF = 0.7
- Cu = 0.5
- n = 2

Maka diperoleh jumlah lampu yang harus terpasang :

$$N = \frac{E \times A}{\emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{500 \times 43.68}{2100 \times 0.7 \times 0.5 \times 2}$$

$$N = 9.52 = 9 \text{ Titik Lampu}$$

• Ruang Laboran

Diketahui :

- A = 14.85 m²
- E = 500 Lux
- ∅ = 2100 Lumen
- LLF = 0.7
- Cu = 0.5
- n = 2

Maka diperoleh jumlah lampu yang harus terpasang :

$$N = \frac{E \times A}{\emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{500 \times 14.85}{2100 \times 0.7 \times 0.5 \times 2}$$

$$N = 3.54 = 3 \text{ Titik Lampu}$$

• Ruang Kepala Laboraturium

Diketahui :

- A = 14.85 m²
- E = 500 Lux
- ∅ = 2500 Lumen
- LLF = 0.7

Cu = 0.5

n = 2

Maka diperoleh jumlah lampu yang harus terpasang :

$$N = \frac{E \times A}{\emptyset \times LLF \times Cu \times n}$$

$$N = \frac{500 \times 73.04}{2500 \times 0.7 \times 0.5 \times 2}$$

$$N = 3.54 = 3 \text{ Titik Lampu}$$

TABLE XIII
PERHITUNGAN SISTEM PENCAHAYAAN LAB ELEKTRONIKA DAN INSTRUMENTASI

Ruang	Std	Luas (m ²)	∅	LLF	Cu	n	N
Main Lab	500	73.04	2500	0.7	0.5	2	24.84
Ruang Asisten	350	43.68	2500	0.7	0.5	2	9.52
Ruang Laboran	350	14.85	2500	0.7	0.5	2	3.54
Ruang Kepala Lab	350	14.85	2500	0.7	0.5	2	3.54

E. Perhitungan dan Rekomendasi Sistem Tata Udara

Kebutuhan BTU/hr dihitung berdasarkan persamaan 3 dan hasil perhitungan dikonversikan menjadi PK untuk menentukan kebutuhan AC yang harus terpasang dalam suatu ruangan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan efektifitas. Hasil perhitungan BTU/hr setiap ruangan juga dijadikan referensi untuk pergantian maupun penambahan unit AC pada ruangan serta menjadi rekomendasi pada tahapan PHE ketika ada situasi pemborosan akibat sistem pendingin. Berikut contoh perhitungan kebutuhan BTU/hr pada ruangan:

1) Laboraturium Elektronika dan Instrumentasi

• Main Lab

Kebutuhan AC = Luas Ruangan × 500 $\frac{BTU}{hr}$

Kebutuhan AC = 73.04 × 500 $\frac{BTU}{hr}$

Kebutuhan AC = 36520 $\frac{BTU}{hr}$

• Ruang Asisten

Kebutuhan AC = Luas Ruangan × 500 $\frac{BTU}{hr}$

Kebutuhan AC = 43.68 × 500 $\frac{BTU}{hr}$

Kebutuhan AC = 21840 $\frac{BTU}{hr}$

• Ruang Kepala Lab

Kebutuhan AC = Luas Ruangan × 500 $\frac{BTU}{hr}$

Kebutuhan AC = 14.85 × 500 $\frac{BTU}{hr}$

Kebutuhan AC = 7425 $\frac{BTU}{hr}$

TABLE XIV
PERHITUNGAN BTU DAN REKOMENDASI AC

Ruang	Luas (m ²)	Kebutuhan BTU/hr	Kondisi Eksisting	Rekomendasi
Main Lab	73.04	36520	2×2 PK	1×5 PK
Ruang Asisten	43.68	21840	1×2 PK	1×2.5 PK
Ruang Kepala Lab	14.85	7425	1×1 PK	1×1 PK

F. Kriteria Penggunaan Energi Listrik Gedung B Sebelum dan sesudah Rekomendasi

Perhitungan pemakaian energi listrik pada setiap ruangan dilakukan untuk memperoleh nilai IKE dan dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk menentukan kriteria penggunaan energi listrik pada ruangan. Penggunaan energi listrik setiap ruangan menggunakan data spesifikasi daya setiap peralatan listrik yaitu AC, lampu, dan peralatan elektronik lainnya yang dijumlahkan dengan total waktu pemakaian. Penggunaan energi listrik setiap ruangan pada dapat dilihat pada Tabel XV.

TABLE XV
IKE SEBELUM DAN SESUDAH REKOMENDASI LANTAI 1

Ruangan	Sebelum Rekomendasi		Sesudah Rekomendasi	
	IKE (kWh/m ² /bln)	Kriteria	IKE (kWh/m ² /bulan)	Kriteria
Lab. Tengendalian Proses	4.25	Sangat Efisien	4.06	Sangat Efisien
Lab. Teknologi Proses	2.20	Sangat Efisien	2.36	Sangat Efisien
Lab. Rekayasa Material	6.81	Sangat Efisien	6.34	Sangat Efisien
Lab. Konstruksi dan Perancangan Mesin	5.82	Sangat Efisien	13.07	Efisien
Lab. Energi Listrik	9.52	Efisien	14.35	Cukup Efisien
Lab. Rekayasa Termal	9.64	Efisien	11.18	Efisien
Lab. Mekanika Fluida	5.70	Sangat Efisien	5.74	Sangat Efisien
Perpustakaan JTEK	21.15	Boros	13.68	Efisien

Berdasarkan perhitungan IKE setelah rekomendasi, maka diperoleh nilai IKE pada gedung B setelah rekomendasi dengan menghitung rata-rata IKE yang dihasilkan pada setiap ruangan. Nilai IKE gedung B setelah rekomendasi yaitu sebesar 13.82 kWh/m²/bulan. Dengan demikian berdasarkan peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik

Indonesia No. 13 Tahun 2012 kriteria gedung B setelah rekomendasi termasuk kedalam kriteria efisien. Kegiatan PHE berhasil mengoptimalkan sistem pencahayaan dan tata udara pada setiap ruangan sesuai dengan standar yang berlaku di Indonesia.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung B Fakultas Teknik USK sebesar 6.71 kWh/m²/bulan dan kriteria penggunaan energi listrik pada gedung tergolong sangat efisien berdasarkan Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012. Namun demikian, diperoleh sistem pencahayaan dan tata udara pada gedung B tidak memenuhi standar sehingga pada audit rinci merekomendasikan pergantian lampu dan AC yang terpasang untuk mengaplikasikan lampu TL LED 18 Watt dan AC sesuai perhitungan BTU agar sistem pencahayaan dan tata udara lebih optimal. Hasil audit rinci memperoleh nilai IKE pada setiap ruangan setelah rekomendasi berkisar antara 2.36 hingga 17.75 kWh/m²/bulan dan jika dirata-ratakan nilai IKE pada gedung B setelah rekomendasi yaitu sebesar 13.82 kWh/m²/bulan. Dengan demikian pencahayaan dan tata udara di tiap ruangan dapat dioptimalkan dengan capaian nilai IKE pada gedung termasuk kriteria efisien. Kegiatan PHE berhasil memberikan rekomendasi untuk sistem pencahayaan dan tata udara pada setiap ruangan dalam memperoleh efisiensi dan efektifitas setiap ruangan pada gedung B Fakultas Teknik USK.

REFERENSI

- [1] M. R. Irhami, "Studi Analisis Perencanaan Instalasi Kelistrikan Yang Efisien Di Gedung Fakultas Teknik UMA," Universitas Medan Area, 2020.
- [2] A. R. Hakim, B. Sukoco, and Gunawan, "Audit Energi Listrik Pada Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Islam Sultan Agung Semarang," *Klaster Engineering*, 2019.
- [3] M. Manoa, M. Rumbayan, and Hans Tumaliang. "Audit Energi dan Redesign Instalasi Listrik di TVRI Sulut," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [4] A. Prok, "Penataan Dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT," Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2018.
- [5] S. Musthofi. "Audit Energi Listrik Hotel Kana Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia," Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [6] F. R. Yamali, "Peluang Efisiensi Penggunaan Energi Pada Sektor Perhotelan di Kota Jambi," *Kaji. Azaz Manfaat Jemb. Penyeberangan Orang di Jalan Sultan Thaha Kota Jambi*, vol. 3, no. 1, pp. 9–12, 2018.
- [7] A. Lukman, "Audit Energi Pemakaian Air Conditioning (AC) Di Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kab. Ketapang Propinsi Kalimantan Barat," vol. 10, no.1, pp. 1–5. 2018.
- [8] M. Thahir, Asriyadi, and A. R. Ambo, "AUDIT ENERGI LISTRIK DI INDOMARET PLUS BUMI PERMATA SUDIANG," *Jurnal Teknologi Elekterika*, vol.14, no.1, 2017, doi: 10.31963/elekterika.v1i1.1215.
- [9] M. Sayuti, A. Herlina, and M. Pribadi, "Audit Energi Dan Analisa Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Sistem Air Conditioning Di Ruang Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid", *JECCOM*, vol. 1, No. 1, 2019.

- [10] Republik Indonesia, "Peraturan Menteri ESDM No.13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Energi Listrik," *Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia*, 2012.
- [11] D. Despa G. F. Nama, T. Septiana, and M. B. Syahputra, "Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran Dan Monitoring Besaran Listrik Pada Gedung A Fakultas Teknik Unila," *J. Rekayasa Elektro*, vol. 15, no. 1, pp. 33-38, 2021, DOI: [10.23960/elc.v15n1.2180](https://doi.org/10.23960/elc.v15n1.2180).
- [12] M. S. Samhuddin, and Kadir, "Analisis Konsumsi Energi pada Kantor Pelayanan Kekayaan Negara dan Lelang (KPKNL) Kendari," *ENTHALPY-Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 3, 2017
- [13] Dikpride D., Meizano A. M., Najib A., Gigih F. N., and Yul M., "Dashboard Pengawasan Besaran Listrik Waktu Nyata, Barometer," vol. 4, no.1, pp. 1-4, 2019.
- [14] S. Riadi, and E. Trigunadi, "Audit Energi Untuk Mencapai Peluang Penghematan Energi," *Jurnal Teknologi*, vol. 7 No.1, 2017.
- [15] Standar Nasional Indonesia, "Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan Pada Bangunan Gedung (SNI 6197:2020)", Jakarta (ID) : Badan Standarisasi Nasional, 2020.
- [16] A. Prastyawan "Analisis Audit Energi Listrik Pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10 no.1, pp. 237-243, 2020.
- [17] Fitriana, Saghifa, "Analisis Menentukan Rekomendasi Penyejuk Udara Yang Tepat Menggunakan Metode Moora," *Jurnal Evolusi*, vol. 7, no. 1, 2019.