

## EVALUASI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG PERPUSTAKAAN PUSAT UNIVERSITAS TANJUNGPURA

Tegar Al Azhar<sup>1</sup>, F. Trias Pontia W<sup>2</sup>, Danial<sup>3</sup>  
[tegaralazhar1818@student.untan.ac.id](mailto:tegaralazhar1818@student.untan.ac.id)<sup>1</sup>, [trias.pontia@ee.untan.ac.id](mailto:trias.pontia@ee.untan.ac.id)<sup>2</sup>,  
[danial.noah@ee.untan.ac.id](mailto:danial.noah@ee.untan.ac.id)<sup>3</sup>  
Universitas Tanjungpura

### ABSTRAK

Audit energi di Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpura bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan energi listrik melalui penghematan energi tanpa mengurangi fungsi dan kenyamanan sistem. Penelitian ini mengacu pada teori intensitas konsumsi energi (IKE) dan peluang hemat energi (PHE) dengan kajian pustaka terkait efisiensi sistem pencahayaan dan tata udara. Metode yang digunakan adalah audit energi rinci dengan pengumpulan data melalui pengukuran arus listrik, waktu operasi, serta analisis beban pada sistem pencahayaan dan tata udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IKE awal tahun 2022 sebesar 121,46 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Setelah implementasi PHE dengan pengurangan waktu penyalaan pada masa tidak aktif kuliah, nilai IKE turun menjadi 84,96 kWh/m<sup>2</sup>/tahun, dan setelah PHE lebih lanjut menjadi 67,84 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Pada masa aktif kuliah, nilai IKE berkurang dari 75,69 kWh/m<sup>2</sup>/tahun menjadi 60,32 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Penghematan biaya energi yang diperoleh mencapai Rp57.871.575 pada masa tidak aktif kuliah dan Rp51.975.166 pada masa aktif kuliah. Hasil ini menegaskan bahwa manajemen energi yang tepat dapat memberikan penghematan signifikan.

**Kata Kunci:** Audit Energi, IKE, PHE, Efisiensi Energi, Perpustakaan.

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan Infrastruktur dan Operasional Kampus Universitas Tanjungpura mengalami pertumbuhan signifikan dengan bertambahnya jumlah gedung dan program studi. Gedung Perpustakaan adalah bagian dari proyek besar (7in1), yang kini menjadi fasilitas utama dengan penggunaan energi tertinggi. Tingginya Konsumsi Energi Listrik Gedung Perpustakaan Pusat memiliki konsumsi listrik tahunan sebesar 533.464,76 kWh dengan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebesar 121,4628kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Hal ini menunjukkan potensi inefisiensi dan pemborosan energi. Belum Adanya Evaluasi Khusus Energi di Gedung Perpustakaan Hingga saat ini, belum ada audit energi yang secara khusus mengevaluasi konsumsi listrik di Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpura. Padahal, perpustakaan adalah gedung yang vital, digunakan oleh seluruh civitas akademika, dan berpotensi menjadi pusat efisiensi energi. Komitmen Institusi terhadap Efisiensi Energi Rektor Universitas Tanjungpura telah menerbitkan SK Pembentukan Tim Manajemen Energi (No. 2574/UN22/HK.02/2023). Penelitian ini mendukung kebijakan tersebut dan dapat dijadikan bahan pertimbangan manajemen dalam mengambil langkah nyata menuju penghematan energi. Bagaimana menentukan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) berdasarkan observasi penggunaan energi listrik secara detail dengan berbagai peralatan yang mengkonsumsi energi listrik dan waktu penggunaannya. Bagaimana mencari peluang-peluang untuk penghematan energi listrik dan penghematan biaya berdasarkan kondisi aktual di lapangan, serta tetap menjaga pelayanan yang baik dan wajar pada gedung perpustakaan pusat Universitas Tanjungpura. Penelitian ini dengan bertujuan Dapat menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) berdasarkan observasi penggunaan energi listrik terhadap berbagai peralatan yang menggunakan energi listrik. Dapat mencari peluang-peluang untuk penghematan energi listrik dan penghematan biaya berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpura yang berlokasi di Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat. Direncanakan penelitian ini dapat selesai dalam waktu kurang lebih 4 bulan.

Dalam kondisi eksisting menunjukkan bahwa konsumsi listrik di lingkungan 7in1 yang setiap tahunnya mengalami peningkatan penggunaan energi listrik. Penggunaan konsumsi energi listrik yang terbesar di lingkungan 7in1 adalah Gedung Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpura selain empat gedung lainnya. Perpustakaan Pusat Universitas Tanjungpura yang berlokasi di Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat dengan luas bangunan gedung 4392 m<sup>2</sup> yang memiliki gedung 3 lantai dengan jam operasional senin – kamis jam: 07.30 - 16.00 WIB dan pada hari jumat jam: 07.30 – 16.30 WIB.

A. Daya Listrik adalah energi yang dibutuhkan peralatan listrik untuk dapat bekerja secara normal setiap detik. Satuan daya listrik adalah Watt.

1. Daya Aktif adalah yang digunakan untuk kerja atau daya yang dapat dikonversikan dalam bentuk kerja.

$$P = V \times I \times \cos \varphi \quad (2.1)$$

dengan:

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

$\cos \varphi$  = Faktor daya

2. Daya reaktif ini mengandung  $\sin \varphi$ , yang nilainya berganti-ganti antara positif dan negatif dan nilai rata-ratanya nol.

$$Q = V \times I \times \sin \varphi \quad (2.2)$$

dengan:

Q = Daya reaktif (Var)

V = Tegangan (V)

I = Arus listrik (A)

$\sin \varphi$  = Faktor reaktif

3. Daya semu adalah penjumlahan geometrik dari daya aktif dan daya reaktif.

$$S = V \cdot I \quad (2.3)$$

dengan:

S = Daya Kompleks (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

B. Energi Listrik dalam suatu sistem atau perangkat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$E = P \times t \quad (2.4)$$

Di mana:

E = Energi Listrik (Wh)

P = Daya listrik (W)

T = Waktu (h)

C. Manajemen Energi didefinisikan sebagai pendekatan yang sistematis dan terintegrasi untuk membuat penggunaan sumber daya energi secara efisien, efektif dan rasional tanpa mengurangi kuantitas dan kualitas fungsi bangunan utama. Fungsi manajemen berguna untuk memantau, menganalisis, dan mengontrol aliran energi dalam sistem

untuk efisiensi energi maksimum.

- D. Konservasi Energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya [12]. Langkah kebijakan yang paling mudah dilakukan dan biaya termurah, dan sekarang bisa dilakukan di semua lapisan masyarakat. Kebijakan energi ini bertujuan untuk memanfaatkan sumber daya energi secara maksimal yang tersedia, juga untuk mengurangi ketergantungan pada minyak bumi, dengan memahami bahwa penghematan energi tidak boleh menjadi hambatan untuk pekerjaan operasional atau rencana pengembangan.
- E. Audit Energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi. Audit energi pada bangunan secara umum menekankan pada pemenuhan persyaratan bangunan gedung, tata udara, pemanasan, dan pencahayaan. Sementara itu, audit yang dilakukan pada manufaktur atau pabrik atau industri lebih menekankan pada persyaratan proses. Tujuan dari audit energi adalah untuk menemukan cara mengurangi konsumsi energi per unit produksi dan mengurangi biaya operasi. Hasil audit energi juga dapat menunjukkan besarnya potensi penghematan energi dari peningkatan efisiensi.
- Adapun ada 3 tahapan dalam audit energi:
1. Audit Energi Singkat (Walk Through Audit)
  2. Audit Energi Awal (Preliminary Audit)
  3. Audit Energi Rinci (Detail Audit)
- F. Sistem pencahayaan Sistem pencahayaan gedung berfungsi untuk menunjang kegiatan dan berfungsi agar dapat beroperasi secara efektif dan aman. Audit energi sistem pencahayaan bertujuan untuk mengetahui tingkat pencahayaan pada suatu ruangan, apakah sesuai dengan fungsi ruangan tersebut atau tidak. Sistem pencahayaan dibagi menjadi dua, yaitu:
1. sistem Pencahayaan Alami
  2. Sistem Pencahayaan Buatan

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Rederasi Warna	Temperatur Warna		
			Warm <3300Kelvin	Warm White 3300 Kelvin - 5300 Kelvin	Cool Daylight >5300Kelvin
<b>Perkantoran:</b>					
Ruang Resepsionis	300	1 atau 2	•	•	
Ruang Direktur	350	1 atau 2		•	•
Ruang Kerja	350	1		•	•
Ruang Komputer	350	1		•	•
Ruang Rapat	300	1 atau 2	•	•	
Ruang Gambar	750	1 atau 2		•	•
Ruang Arsip	150	1 atau 2		•	•
Ruang Arsip Aktif	300	1 atau 2		•	•
Ruang Tangga Darurat	150	1 atau 2			•
Ruang Parkir	100	1 atau 2			•
<b>Lembaga Pendidikan:</b>					
Ruang Kelas	350	1 atau 2		•	•

Fungsi Ruang	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Rederasi Warna	Temperatur Warna		
			Warm <3300Kelvin	Warm White 3300 Kelvin - 5300 Kelvin	Cool Daylight >5300Kelvin
Perpustakaan	300	1		•	•
Laboratorium	500	1 atau 2		•	•
Ruang Praktek Komputer	300	1 atau 2		•	•
Ruang Labororium Bahasa	300	1 atau 2		•	•
Ruang Guru	300	1 atau 2		•	•
Rung Olahraga	300	2 atau 3		•	•
Ruang Gambar	750	1		•	•
Kantin	200	1	•	•	

Tabel 1 Tingkat Pencahayaan Minimal

G. Sistem Tata Udara Tujuan pengkondisian udara adalah untuk mencapai kondisi suhu, kelembaban, kebersihan dan distribusi udara di dalam ruangan yang dapat dipertahankan pada keadaan yang diharapkan. Pada iklim (tropis) Indonesia, pengkondisian udara berupa pendingin tersebar luas. Pendingin ini menciptakan kondisi yang nyaman untuk berbagai aktivitas manusia.

Pada sistem tata udara dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Sistem Tata Udara Alami
2. Sistem Tata Udara Buatan

Btu/h ( <i>British Thermal Unit</i> )	PK Tata Udara ( <i>Paard Kracht</i> )
±5000	0,5 PK
±7000	0,75 PK
±9000	1 PK
±12.000	1,5 PK
±18.000	2 PK
±24.000	3 PK

Tabel 2 Konversi BTU/h ke PK

Untuk menentukan kebutuhan PK AC tergantung luas ruangan digunakan rumus sebagai berikut:

PK AC = Besar Ruangan x konstanta BTU

Untuk menghitung COP digunakan rumus sebagai berikut:

$$COP = \frac{Q_e (kW)}{W (kW)} \quad (2.5)$$

Keterangan:

COP = Koefisien Kinerja

Qe = Kapasitas Pendingin (kW)

W = Daya Input Kompresor (kW)

EER adalah indikator efisiensi energi yang dinyatakan sebagai rasio BTU/jam yang dihasilkan oleh daya AC terhadap Watt listrik yang dikonsumsi.

$$EER = \frac{T (Btu/h)}{W (kWh)} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$EER$  = Tingkat Efisiensi Penggunaan Energi  
 $T$  = Kapasitas Pendingin AC ( $Btu/h$ )  
 $W$  = Energi Listrik ( $kWh$ )

Btu/h	Qe (kW)
1	0,00029
5000	1,465
7000	2,051
9000	2,637
12000	3,516
18000	5,274
24000	7,032

Tabel 3 Konversi Btu/h ke Qe

No.	Kriteria	EER	COP
1	Superior	20	6,0
2	Baik Sekali	>14	4,0
3	Baik	11 - 14	3,0 - 4,0
4	Buruk	8,5 - 10	2,5 - 3,0
5	Buruk Sekali	6,8	2,0

Tabel 4 Kriteria Efisiensi EER dan COP

#### H. Intensitas Konsumsi energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar pemakaian energi pada bangunan. Energi yang dimaksud ini adalah energi listrik. Intensitas Konsumsi Energi didapatkan dengan cara membagi hasil antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu tahun) dan total luas bangunan. Satuan dari IKE adalah kWh/m<sup>2</sup> pertahun. Cara mencari nilai dari IKE adalah:

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad (2.7)$$

NO	Kriteria	Ruangan ber-AC (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)	Ruangan tanpa AC (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)
1	Sangat Efisien	4,17 - 7,92	0,8 - 1,67
2	Efisien	7,92 - 12,08	1,67 - 2,50
3	Cukup Efisien	12,08 - 14,58	-
4	Agak Boros	14,58 - 19,17	-
5	Boros	19,17 - 23,57	2,50 - 3,34
6	Sangat Boros	23,75 - 37,75	3,34 - 4,17

Tabel 5 Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia tahun 2014

#### I. Peluang Hemat Energi (PHE)

PHE (Peluang Hemat Energi) merupakan suatu cara yang mungkin bisa diperoleh dalam usaha untuk mengurangi pemborosan energi. Potret penggunaan energi adalah gambaran menyeluruh tentang pemanfaatan energi pada bangunan gedung meliputi: jenis, jumlah penggunaan energi, peralatan energi, intensitas energi, profil beban penggunaan energi, kinerja peralatan energi dan peluang hemat energi, serta keseluruhan maupun per-area di bangunan gedung pada periode tertentu.

menghitung total luas gedung, yang kemudian rumus dari PHE:

$$PHE = \Delta IKE \times \Delta \text{area} \quad (2.8)$$

Dimana:

$\Delta IKE$ : nilai IKE yang terjadi (kWh/m<sup>2</sup>)

$\Delta \text{area}$ : Luas Ruangan (m<sup>2</sup>)

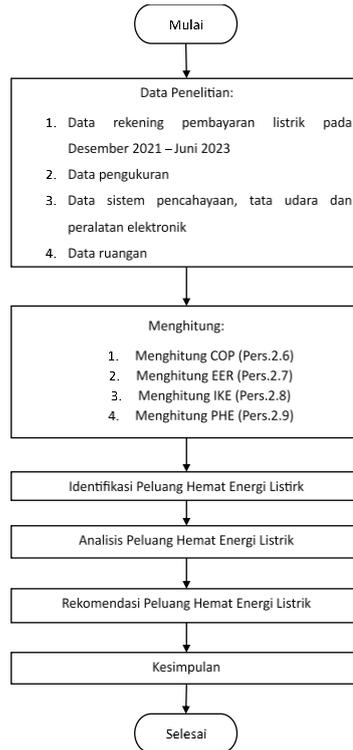


Diagram Alir Penelitian

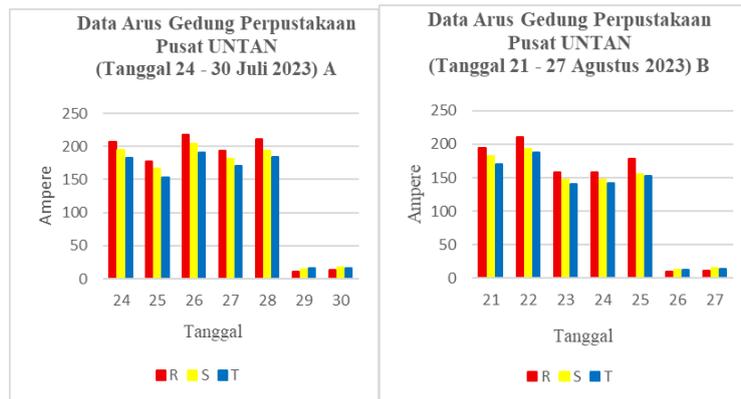
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Penggunaan Energi Listrik

Tahun	Bulan	Pembayaran (Rp)	Konsumsi Energi Listrik (kWh/bulan)
2021	Desember	32.405.244	42.066,08
2022	Januari	27.681.142	35.993,16
	Februari	26.911.288	36.606,80
	Maret	33.937.175	44.055,12
	April	27.443.965	35.548,80
	Mei	38.132.489	48.361,18
	Juni	33.871.077	44.012,80
	Juli	33.112.887	43.113,50
	Agustus	41.429.640	53.841,62
	September	38.571.850	50.138,62
	Oktober	36.110.651	46.573,16
	November	40.613.129	52.910,58
2023	Desember	32.770.730	42.309,42
	Januari	27.315.656	35.517,06
	Februari	39.796.617	51.556,34
	Maret	37.836.990	48.995,98
	April	29.574.671	38.066,84
	Mei	52.149.270	67.616,78
	Juni	38.725.974	49.842,38

Tabel 6 Data Pembayaran kWh Pemakaian Gedung Perpustakaan Pusat UNTAN

## Data Arus



Gambar 1 Grafik Arus Pada Gedung Perpustakaan Pusat UNTAN (Masa Tidak Aktif Kuliah) (a) dan Grafik Arus Pada Gedung Perpustakaan Pusat UNTAN (b)

## Data Daya Sistem Pencahayaan

Lantai	Nama Ruangan	Jenis Lampu	Daya (Watt)	Jumlah	Total Daya (Watt)
Lantai 1	R.Kepala Perpustakaan	LED	19	4	76
	R.Penyerahan Skripsi	LED	19	16	304
	R.Kasubag Perpustakaan	LED	19	4	76
	R.Tata Usaha (TU)	LED	19	4	76
	R.BMN	LED	19	4	76
	R.Mushola	DL LED	5	8	40
	R.Desk Study 1	LED	19	2	38
	R.Desk Study 2	LED	19	2	38
	R.Desk Study 3	LED	19	2	38
	R.Baca	LED	19	24	456
	R.Administrasi( Loby)	LED	10	28	280
	R. Digitalisasi Perpustakaan 1	LED	19	6	114
	R. Digitalisasi Perpustakaan 2	LED	19	6	114
	R.Rapat	LED	19	12	228
	R.Studio 1	LED	19	12	228
	R.Studio 2	LED	19	24	456
	R.ARC	LED	19	24	456
	R.Server	LED	19	2	38
	R.Cctv	LED	19	2	38
	R.Security	LED	19	1	19
	R.Book Store	LED	19	4	76
	Toilet 1 (L)	DL LED	5	4	20
	Toilet 2 (P)	DL LED	5	3	15
	Toilet 3 (L)	DL LED	5	4	20
	Toilet 4 (P)	DL LED	5	3	15
	R.Panel	LED	19	1	19
	R. Gudang	DL LED	5	1	5
Tangga	LED	19	3	57	

Lantai	Nama Ruangan	Jenis Lampu	Daya (Watt)	Jumlah	Total Daya
Lantai 1	Lorong	DL LED	10	21	210
	Selasar	LED	10	22	220
Lantai 2	R.Digitalisasi 1	LED	19	18	342
	R.Digitalisasi 2	LED	19	18	342
	R.Rapat	LED	10	8	80
	R.Teater	LED	10	8	80
	R.Oprasional	LED	19	4	76
	R.Baca	LED	19	56	1064
	R.Desk Study 1	LED	19	2	38
	R.Desk Study 2	LED	19	2	38
	R.Gudang Buku	LED	19	6	114
	Toilet 1 (L)	DL LED	5	4	20
	Toilet 2 (P)	DL LED	5	3	15
	R.Panel	LED	19	1	19
	R. Gudang	DL LED	5	1	5
	Tangga	LED	19	3	57
Lorong	DL LED	10	9	90	
Lantai 3	R.Baca	LED	19	64	1216
	R.Peminjaman Buku	LED	19	80	1520
	Toilet 1 (L)	DL LED	5	4	20
	Toilet 2 (P)	DL LED	5	3	15
	R.Panel	LED	19	1	19
	R. Gudang	DL LED	5	1	5
	Tangga	LED	19	3	57
	Lorong	LED	19	3	57
Rooftop	Control Lift	LED	19	1	19
Total			<b>804</b>	<b>556</b>	<b>9154</b>

Tabel 7 Gedung Perpustakaan Pusat UNTAN

### Data Daya Sistem Tata Udara

Lantai	Nama Ruangan	Jenis AC	PK	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
Lantai 1	R.Kepala Perpustakaan	Split	2	1	1524	1524
	R.Penyerahan Skripsi	Central	3	2	2380	4760
	R.Kasubag Perpustakaan	Split	2	1	1524	1524
	R.Tata Usaha (TU)	split	0,75	1	633	633
	R.Mushola	Split	2	2	1524	3048
	R.Desk Study 1	Split	0,75	1	633	633
	R.Desk Study 2	Split	0,75	1	633	633
	R.Desk Study 3	Split	0,75	1	633	633
	R.Baca	central	15	1	14800	14800
	R.Administrasi( Loby)	central	15	1	14800	14800
	R. Digitalisasi Perpustakaan 1	Split	1,5	1	933	933
	R.Rapat	central	3	1	2380	2380
	R.Studio 1	central	3	1	2380	2380
R.Studio 2	central	3	3	2380	7140	

Lantai	Nama Ruangan	Jenis AC	PK	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya
Lantai 1	R.ARC	central	4	2	3310	6620
	R.Server	Split	1,5	2	933	1866
	R.Cciv	Split	0,5	1	400	400
	R.Security	Split	0,5	1	400	400
Lantai 2	R.Digitalisasi 1	Central	3	2	2380	4760
	R.Digitalisasi 2	Central	3	2	2380	4760
	R.Rapat	Central	10	1	10000	10000
	R.Teater	Central	10	1	10000	10000
	R.Membaca	Central	15	2	14800	29600
	R.Desk Study 1	Split	0,75	1	633	633
	R.Desk Study 2	Split	0,75	1	633	633
Lantai 3	R.Membaca	Central 1	20	2	19700	39400
		Central 2	25	2	23880	47760
	R.Peminjaman Buku	Central	15	4	14800	59200
Rooftop	R.Control Lift	Split	2	2	1600	3200
<b>Total</b>				<b>44</b>	<b>153006</b>	<b>275053</b>

Tabel 8 Gedung Perpustakaan Pusat UNTAN

### Data Daya Beban Listrik

Lantai	Nama Ruangan	Jenis Barang	Jumlah	Daya (Watt)	Daya Total (Watt)
Rooftop	R.Control Lift	AC Split	2	1600	3200
		Lampu	1	19	19
	Balkon	Jet Pum	4	1100	4400
<b>Total</b>			<b>7</b>	<b>2719</b>	<b>7619</b>

Tabel 9 Rooftop Gedung Perpustakaan Pusat UNTAN

### Perhitungan Sistem Pencahayaan beban terpasang

Perhitungan konsumsi energi sistem pencahayaan ruangan di lantai 1 sebagai berikut:

Pada ruangan kepala perpustakaan Diketahui: Lampu LED dengan daya 19 watt sebanyak 4 buah bola lampu dengan waktu penyalaan 12 jam.

Maka:

$$W = \frac{P \times t}{1000}$$

$$= \frac{(19 \times 4) \times 12}{1000} = 0,912 \text{ kWh/hari}$$

NO	Lantai	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/hari)
1	Lantai 1	3846	46,15
2	Lantai 2	2380	26,18
3	Lantai 3	2928	29,546
<b>Total</b>		<b>9154</b>	<b>101,876</b>

Tabel 10 Total konsumsi Energi sistem pencahayaan

### Perhitungan Sistem Tata Udara Beban Terpasang

Perhitungan konsumsi energi AC pada ruangan kepala perpustakaan di lantai 1  
 Diketahui: AC split 2 pk dengan daya 1365 W sebanyak 1 unit, waktu penyalaan 12 jam.

$$W = \frac{P \times t}{1000}$$

$$= \frac{(1365 \times 1) \times 12}{1000} = 16,38 \text{ kWh/har}$$

NO	Lantai	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/hari)
1	Lantai 1	69475	833,7
2	Lantai 2	70400	774,4
3	Lantai 3	149560	1540,4
Total		289435	3148,5

Tabel 11 Total Konsumsi Energi Sistem Tata Udara

### Hasil Perhitungan COP dan EER

Perhitungan COP pada ruangan kepala perpustakaan.

Pada ruangan kepala perpustakaan, diketahui AC 2 PK sebanyak 1 unit dengan daya 1365 W dan  $Q_e$  5,2753. Maka nilai COP adalah:

$$COP = \frac{Q_e(kW)}{W(kW)} = \frac{5,2753 \text{ kW}}{1,365 \text{ kW}} = 3,86469$$

Perhitungan EER pada ruangan kepala perpustakaan.

Pada ruangan kepala perpustakaan, diketahui AC 2 PK sebanyak 1 unit dengan daya 1365 W dan T 18000 Btu/h. Maka nilai EER adalah:

$$EER = \frac{T (Btu/h)}{W (kWh)} \times \text{Jumlah AC} = \frac{18000 \text{ Btu/h}}{1,365 \text{ kWh}} =$$

No	Nama Ruangan	AC									
		Jenis	PK	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)	Btu/h	Qe	COP	EER	
Lantai 1	R. Kepala Perpustakaan	Split	2	1	1365	1365	18000	5,2753	3,8647	13,18681	
	R. Penyewahan Skripsi	Central	4	2	3310	6620	36000	10,5505	3,1875	21,75227	
	R. Kasubag Perpustakaan	Split	1	2	1365	2730	18000	5,2753	3,8647	26,37363	
	R. Tata Usaha (TU)	split	0,75	1	540	540	7000	2,0515	3,7991	12,96296	
	R. Meubela	Split	2	2	1365	2730	18000	5,2753	3,8647	26,37363	
	R. Desk Study 1	Split	0,75	1	540	540	7000	2,0515	3,7991	12,96296	
	R. Desk Study 2	Split	0,75	1	540	540	7000	2,0515	3,7991	12,96296	
	R. Desk Study 3	Split	0,75	1	540	540	7000	2,0515	3,7991	12,96296	
	R. Baca	central	15	1	14800	14800	150000	43,9606	2,9703	10,13514	
	R. Administrasi (Loby)	central	15	1	14800	14800	150000	43,9606	2,9703	10,13514	
	R. Digitalisasi Perpustakaan 1	Split	1,5	1	1700	1700	12000	3,5168	2,9407	10	
	R. Rapat	central	3	1	2530	2530	26000	7,6198	3,0118	10,27668	
	R. Studio 1	central	3	1	2530	2530	26000	7,6198	3,0118	10,27668	
	R. Studio 2	central	3,5	3	2730	8190	30000	8,7921	3,2205	32,96703	
	R. ABC	central	4	2	3310	6620	36000	10,5505	3,1875	21,75227	
	R. Server	Split	1,5	2	1200	2400	12000	3,5168	2,9407	20	
	R. Cctv	Split	0,5	1	400	400	5000	1,4653	3,6633	12,5	
	R. Security	Split	0,5	1	400	400	5000	1,4653	3,6633	12,5	
	Lantai 2	R. Digitalisasi 1	Central	3	2	2530	5060	26000	7,6198	3,0118	20,55336
		R. Digitalisasi 2	Central	3	2	2530	5060	26000	7,6198	3,0118	20,55336
R. Rapat		Central	15	1	14800	14800	150000	43,9606	2,9703	10,13514	
R. Teater		Central	15	1	14800	14800	150000	43,9606	2,9703	10,13514	
R. Membaca		Central	15	2	14800	29600	150000	43,9606	2,9703	20,27027	
R. Desk Study 1		Split	0,75	1	540	540	7000	2,0515	3,7991	12,96296	
Lantai 3	R. Desk Study 2	Split	0,75	1	540	540	7000	2,0515	3,7991	12,96296	
	R. Membaca	Central 1	20	2	19700	39400	200000	58,6142	2,9753	20,30457	
		Central 2	25	2	23800	47600	250000	73,2677	3,0682	20,93802	
R. Peminjaman Buku	Central	15	4	14800	59200	150000	43,9606	2,9703	40,54054		
Rooftop	R. Control Lift	Split	2	2	1600	3200	18000	5,2753	3,2971	22,5	

Tabel 12 Tabel Hasil Perhitungan COP dan EER

### Perhitungan Daya dan Energi Listrik Sistem Pencahayaan dan Tata Udara Masa Tidak Aktif Kuliah dan Masa Aktif Kuliah

Pada hari senin sistem pencahayaan masa tidak aktif perkuliahan di lantai 1 gedung perpustakaan pada jam 06.00 arus yang terukur adalah untuk fasa R 4,8 A, fasa S 3,9 A, fasa T 8,4 A. Dari hasil pengukuran, rata-rata tegangan yang didapat adalah sebesar 230 volt dan factor daya sebesar 0,9.

Pada Jam 06:00

$$P_R = 4,8 \text{ A} \times 230 \text{ V} \times 0,9 = 993,6$$

$$P_S = 3,9 \text{ A} \times 230 \text{ V} \times 0,9 = 807,3$$

$$P_T = 8,4 A \times 230 V \times 0,9 = 1738,8$$

Maka: Untuk P\_RST nya bisa dihitung sebagai berikut:

$$P_{RST} = P_R + P_S + P_T = 993,6 W + 807,3 W + 1738,8 W = 3539,7 W$$

$$\text{Hasil perhitungan pada Energi Listrik} = \frac{3539,7 W}{1000} = 3,5397 \text{ kWh}$$

Pada hari senin sistem tata udara masa tidak aktif perkuliahan di lantai 1 gedung perpustakaan UNTAN untuk pada sistem tata udara pada jam 06.00 arus yang terukur adalah untuk fasa R 38,6 A, fasa S 36,2 A, fasa T 31,3 A. Dari hasil pengukuran, rata-rata tegangan yang didapat adalah sebesar 230 volt dan factor daya sebesar 0,9.

Pada Jam 06:00

$$P_R = 38,6 A \times 230 V \times 0,9 = 7990,2 W$$

$$P_S = 36,2 A \times 230 V \times 0,9 = 7493,4 W$$

$$P_T = 31,3 A \times 230 V \times 0,9 = 6479,1 W$$

Maka: Untuk P\_RST nya bisa dihitung sebagai berikut:

$$P_{RST} = P_R + P_S + P_T = 7990,2 W + 7493,4 W + 6479,1 W = 21962,7 W$$

$$\text{Hasil perhitungan pada Jam 06:00 : Energi Listrik} = \frac{21962,7 W}{1000} = 21,9627 \text{ kWh}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama seperti pada slide sebelumnya maka didapat nilai konsumsi energi sistem pencahayaan dan tata udara pada masa tidak aktif kuliah dan aktif kuliah , yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

NO	Lantai	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/Minggu)
1	Lantai 1	295492,5	295,4925
2	Lantai 2	68040,9	68,0409
3	Lantai 3	156057,3	156,0573
Total		<b>519590,7</b>	<b>519,5907</b>

Tabel 13 Total Konsumsi Energi Pada Sistem Pencahayaan Masa Tidak Aktif Kuliah

NO	Lantai	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/Minggu)
1	Lantai 1	2469841,2	2469,8412
2	Lantai 2	709968,6	709,9686
3	Lantai 3	4073987,7	4073,9877
Total		<b>7253797,5</b>	<b>7253,7975</b>

Tabel 14 Total Konsumsi Energi Pada Sistem Tata Udara Masa Tidak Aktif Kuliah

NO	Lantai	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/Minggu)
1	Lantai 1	309320,1	309,3201
2	Lantai 2	85304,7	85,3047
3	Lantai 3	157340,7	157,3407
Total		<b>551965,5</b>	<b>551,9655</b>

Tabel 15 Total Konsumsi Energi Pada Sistem Pencahayaan Masa Aktif Kuliah

NO	Lantai	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/Minggu)
1	Lantai 1	2006554,5	2006,5545
2	Lantai 2	802828,8	802,8288
3	Lantai 3	3564498,6	3564,4986
Total		<b>6373882</b>	<b>6373,8819</b>

Tabel 16 Total Konsumsi Energi Pada Sistem Tata Udara Masa Aktif Kuliah  
**Perhitungan IKE Listrik**

$$IKE = \frac{\text{Total kWh perbulan}}{\text{Luas Bangunan}}$$

Maka untuk menghitung IKE perbulan sebagai berikut:

Diketahui: Total kWh bulan Januari 2022 pada kWh meter = 35.993 k Luas Bangunan 4392 m<sup>2</sup>

$$IKE = \frac{\text{Total kWh perbulan}}{\text{Luas Bangunan}} = \frac{35.993}{4392} = 8,1951 \text{ (kWh/m}^2\text{/bulan)}$$

$$IKE = \frac{\text{Total kWh pertahun}}{\text{Luas Bangunan}}$$

Maka untuk menghitung IKE pertahun sebagai berikut:

Diketahui: Total kWh tahun 2022 = 533.464,76 kWh

Luas Bangunan = 4392 m<sup>2</sup>

$$IKE = \frac{\text{Total kWh pertahun}}{\text{Luas Bangunan}}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama seperti pada slide sebelumnya maka didapat nilai IKE sebagai berikut :

Tahun	Bulan	Luas Bangunan (m2)	Daya (kWh)	IKE	Keterangan
2021	Desember	4392	42.066,08	9,577887067	Efisien
2022	Januari	4392	35.993,16	8,195163934	Sangat Efisien
	Februari	4392	36.606,80	8,334881603	Sangat Efisien
	Maret	4392	44.055,12	10,03076503	Efisien
	April	4392	35.548,80	8,093989071	Efisien
	Mei	4392	48.361,18	11,01119763	Efisien
	Juni	4392	44.012,80	10,02112933	Efisien
	Juli	4392	43.113,50	9,816370674	Efisien
	Agustus	4392	53.841,62	12,25902095	Efisien
	September	4392	50.138,62	11,41589709	Efisien
	Oktober	4392	46.573,16	10,60408925	Efisien
	November	4392	52.910,58	12,04703552	Efisien
	Desember	4392	42.309,42	9,63329235	Efisien
2023	Januari	4392	35.517,06	8,086762295	Sangat Efisien
	Februari	4392	51.556,34	11,73869308	Efisien
	Maret	4392	48.995,98	11,15573315	Efisien
	April	4392	38.066,84	8,667313297	Sangat Efisien
	Mei	4392	67.616,78	15,39544171	Cukup Efisien
	Juni	4392	49.842,38	11,34844718	Efisien

Tabel 17 Hasil Perhitungan Nilai IKE

### Peluang Hemat Energi

1. Sistem Pencahayaan Nilai konsumsi energi setelah dilakukan PHE sebesar 1384,56 kWh, maka penghematan energi perbulan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Penghematan perbulan} &= \text{Konsumsi energi awal} - \text{konsumsi energi setelah PHE} \\ &= 1384,56 \text{ kWh} - 1153,8 \text{ kWh} \\ &= 230,76 \text{ kWh/bulan} \end{aligned}$$

Dan perhitungan penghematan pertahun:

$$\text{Penghematan pertahun} = \text{Penghematan perbulan} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 230,76 \text{ kWh} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 2769,12 \text{ kWh/tahun}$$

Lantai	Konsumsi Energi Sebelum PHE (kWh)	Konsumsi Energi Sesudah PHE (kWh)	Penghematan Konsumsi Energi Perbulan (kWh)	Penghematan Konsumsi Energi Pertahun (kWh)
Lantai 1	1384,56	1153,8	230,76	2769,12
Lantai 2	785,4	642,6	142,8	1713,6
Lantai 3	886,38	711,84	174,54	2094,48
<b>Total</b>	<b>3056,34</b>	<b>2508,24</b>	<b>548,1</b>	<b>6577,2</b>

Tabel 18 Perbandingan Sebelum dan Sesudah PHE Sistem Pencahayaan

## 2. Sistem Tata Udara

Nilai konsumsi energi yang didapatkan setelah dilakukan PHE sebesar 21851 kWh/bulan. Maka penghematan energi perbulan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Penghematan perbulan} = \text{konsumsi energi awal} - \text{konsumsi energi setelah PHE}$$

$$= 25875 \text{ kWh} - 21851 \text{ kWh}$$

$$= 4024,5 \text{ kWh/bulan}$$

Nilai penghematan pertahun sebesar:

$$\text{Penghematan pertahun} = \text{Penghematan perbulan} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 4024,5 \text{ kWh} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= 48294 \text{ kWh/tahun}$$

Lantai	Konsumsi Energi Sebelum PHE (kWh)	Konsumsi Energi Sesudah PHE (kWh)	Penghematan Konsumsi Energi Perbulan (kWh)	Penghematan Konsumsi Energi Pertahun (kWh)
Lantai 1	25875	21850,5	4024,5	48294
Lantai 2	23232	19008	4224	50688
Lantai 3	46212	37430,4	8781,6	105379,2
<b>Total</b>	<b>95319</b>	<b>78288,9</b>	<b>17030,1</b>	<b>204361,2</b>

Tabel 19 Perbandingan Sebelum dan Sesudah PHE Sistem Tata Udara

## Menghitung IKE Akhir

### 1. Masa Tidak Aktif Kuliah

Diketahui bahwa luas ruangan pada lantai 1 adalah sebesar  $1962 \text{ m}^2$ , maka perhitungan IKE akhir adalah sebagai berikut:

Perhitungan IKE sebelum PHE:

$$\text{IKE} = \frac{\text{kWh Total}}{\text{Luas Bangunan}} = \frac{132736,0176}{1962} = 67,6534 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$$

Perhitungan IKE sesudah PHE:

$$\text{IKE} = \frac{107750,952}{1962} = 54,9189 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$$

Lantai	Luas Bangunan	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/Min ggu)	Total Konsumsi Energi (kWh/Bulan)	Total Konsumsi Energi (kWh/Tahun)	IKE Perbulan	IKE Pertahun	Keterangan
Lantai 1	1962	2765334	2765,3337	11061,335	132736,02	5,637785	67,65342	Sangat Efisien
Lantai 2	899	778010	778,0095	3112,038	37344,456	3,461666	41,54	Sangat Efisien
Lantai 3	1531	4230045	4230,045	16920,18	203042,16	11,05172	132,6206	Efisien
<b>Total</b>	<b>4392</b>	<b>7773388</b>	<b>7773,3882</b>	<b>31093,553</b>	<b>373122,63</b>	<b>7,079589</b>	<b>84,95506</b>	Sangat Efisien

Tabel 20 Perhitungan Nilai IKE sebelum PHE

Lantai	Luas Bangunan	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/Minggu)	Total Konsumsi Energi (kWh/Bulan)	Total Konsumsi Energi (kWh/Tahun)	IKE Perbulan	IKE Pertahun	Keterangan
Lantai 1	1962	2244812	2244,8115	8979,246	107750,95	4,576578	54,91894	Sangat Efisien
Lantai 2	899	617625,9	617,6259	2470,5036	29646,043	2,748057	32,97669	Sangat Efisien
Lantai 3	1531	3345161	3345,1614	13380,646	160567,75	8,739808	104,8777	Efisien
<b>Total</b>	<b>4392</b>	<b>6207599</b>	<b>6207,5988</b>	<b>24830,395</b>	<b>297964,74</b>	<b>5,653551</b>	<b>67,84261</b>	Sangat Efisien

Tabel 21 Perhitungan Nilai IKE Sesudah PHE

## 2. Masa Aktif Kuliah

Diketahui bahwa luas ruangan pada lantai 1 adalah sebesar  $1962 m^2$ , maka perhitungan IKE akhir adalah sebagai berikut:

Perhitungan IKE sebelum PHE:

$$IKE = \frac{kWh\ Total}{Luas\ Bangunan} = \frac{111161,9808}{1962} = 56,6575\ kWh/m^2/tahun$$

Perhitungan IKE sesudah PHE:

$$IKE = \frac{88957,008}{1962} = 45,34\ kWh/m^2/tahun$$

Lantai	Luas Bangunan	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/Minggu)	Total Konsumsi Energi (kWh/Bulan)	Total Konsumsi Energi (kWh/Tahun)	IKE Perbulan	IKE Pertahun	Keterangan
Lantai 1	1962	2315875	2315,9	9263,5	111162	4,7215	56,66	Sangat Efisien
Lantai 2	899	888133,5	888,13	3552,5	42630,4	3,9517	47,42	Sangat Efisien
Lantai 3	1531	3721839	3721,8	14887	178648	9,7239	116,7	Efisien
<b>Total</b>	<b>4392</b>	<b>6925847</b>	<b>6925,8</b>	<b>27703</b>	<b>332441</b>	<b>6,3077</b>	<b>75,69</b>	Sangat Efisien

Tabel 22 Perhitungan Nilai IKE Sebelum PHE

Lantai	Luas Bangunan	Total Daya (Watt)	Total Konsumsi Energi (kWh/Minggu)	Total Konsumsi Energi (kWh/Bulan)	Total Konsumsi Energi (kWh/Tahun)	IKE Perbulan	IKE Pertahun	Keterangan
Lantai 1	1962	1853271	1853,27	7413,1	88957	3,7783	45,34	Sangat Efisien
Lantai 2	899	707753,7	707,754	2831	33972	3,1491	37,789	Sangat Efisien
Lantai 3	1531	2958568	2958,57	11834	142011	7,7298	92,757	Sangat Efisien
<b>Total</b>	<b>4392</b>	<b>5519593</b>	<b>5519,59</b>	<b>22078</b>	<b>264940</b>	<b>5,027</b>	<b>60,323</b>	Sangat Efisien

Tabel 23 Perhitungan Nilai IKE Sesudah PHE

## Analisa dan Rekomendasi Peluang Hemat Energi (PHE)

### 1. Analisa Konsumsi Energi

- Audit energi listrik penting untuk mengetahui tingkat konsumsi energi di gedung perpustakaan.
- Sistem pencahayaan dan sistem tata udara merupakan dua komponen utama yang menyumbang konsumsi energi listrik.

### 2. Analisa Sistem Pencahayaan

- Mengonsumsi sekitar 36.676,08 kWh/tahun sebelum PHE dan 30.098,88 kWh/tahun sesudah PHE, atau sekitar 8,9% dari total konsumsi gedung perpustakaan.
- Penerapan PHE pada sistem pencahayaan dapat menghemat sekitar 6.577,2 kWh/tahun atau dirupiahkan sekitar Rp 5.064.444 per tahun.

### 3. Analisa Sistem Tata Udara

- Mengonsumsi sekitar 1.143.828 kWh/tahun sebelum PHE dan 939.466,8 kWh/tahun sesudah PHE, atau sekitar 79,1% dari total konsumsi gedung perpustakaan.
- Penerapan PHE pada sistem tata udara dapat menghemat sekitar 204.361,2 kWh/tahun atau dirupiahkan sekitar Rp 157.358.124 per tahun.

### 4. Masa Tidak Aktif Kuliah

- Mengonsumsi sekitar 373.122,634 kWh/tahun sebelum PHE dan 297.964,742 kWh/tahun sesudah PHE.
- Penerapan PHE pada sistem pencahayaan dapat menghemat sekitar 751.57,8912 kWh/tahun atau dirupiahkan sekitar Rp 57.871.576 per tahun.

#### 5. Masa Aktif Kuliah

- Mengonsumsi sekitar 332.440,6752 kWh/tahun sebelum PHE dan 264.940,4592 kWh/tahun sesudah PHE.
- Penerapan PHE pada sistem pencahayaan dapat menghemat sekitar 67.500,216 kWh/tahun atau dirupiahkan sekitar Rp 51.975.166 per tahun.

#### 6. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

- Nilai IKE tahun 2022 pada bulan Januari 8,1951 kWh/m<sup>2</sup>/bulan, termasuk dalam kategori sangat efisien.
- Penyesuaian pada titik lampu dan kebutuhan AC di setiap ruangan dapat meningkatkan efisiensi.

#### 7. Rekomendasi Umum

- Melakukan audit energi secara berkala untuk mengidentifikasi peluang penghematan lebih lanjut.
- Menggunakan teknologi pencahayaan LED dan sistem HVAC yang lebih efisien.
- Mengurangi jam operasional pada sistem pencahayaan dan tata udara agar lebih efisien penggunaannya.
- Menerapkan kontrol otomatis untuk pencahayaan dan tata udara agar lebih responsif terhadap kebutuhan.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang diperoleh pada Gedung Perpustakaan Pusat UNTAN maka didapatkanlah berbagai kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. PHE dilakukan dengan cara mengurangi waktu penggunaan pada sistem pencahayaan dan sistem tata udara.
2. Total konsumsi pada sistem pencahayaan pada lantai 1 sebelum dilakukan PHE sebesar 1384,56 kWh/bulan, hasil yang didapatkan setelah melakukan PHE sebesar 1153,8 kWh/bulan. Penghematan yang didapat sebesar 230,76 kWh/bulan.
3. Total konsumsi pada sistem pencahayaan pada lantai 2 sebelum dilakukan PHE sebesar 785,4 kWh/bulan, hasil yang didapatkan setelah melakukan PHE sebesar 642,6 kWh/bulan. Penghematan yang didapat sebesar 142,8 kWh/bulan.
4. Total konsumsi pada sistem pencahayaan pada lantai 3 sebelum dilakukan PHE sebesar 886,38 kWh/bulan, hasil yang didapatkan setelah melakukan PHE sebesar 711,84 kWh/bulan. Penghematan yang didapat sebesar 174,54 kWh/bulan.
5. Total konsumsi pada sistem tata udara pada lantai 1 sebelum dilakukan PHE sebesar 25875 kWh/bulan, hasil yang didapatkan setelah melakukan PHE sebesar 21851 kWh/bulan. Penghematan yang didapat sebesar 4024,5 kWh/bulan.
6. Total konsumsi pada sistem tata udara pada lantai 2 sebelum dilakukan PHE sebesar 23232 kWh/bulan, hasil yang didapatkan setelah melakukan PHE sebesar 19008 kWh/bulan. Penghematan yang didapat sebesar 4224 kWh/bulan.
7. Total konsumsi pada sistem tata udara pada lantai 3 sebelum dilakukan PHE sebesar 46212 kWh/bulan, hasil yang didapatkan setelah melakukan PHE sebesar 37430,4 kWh/bulan. Penghematan yang didapat sebesar 8781,6 kWh/bulan.
8. Biaya yang dapat dihemat setelah melakukan PHE pada sistem pencahayaan sebesar Rp. 5.064.444 per tahun dan pada sistem tata udara sebesar Rp. 157.358.124

### **DAFTAR PUSTAKA**

- A. Agus Ardiansyah Yasin, R. Ahdiyati Duyo, and H. Nirwana, "Analisis Intensitas Konsumsi Energi Terhadap Biaya Penggunaan Energy Listrik," Vertex Elektro, vol. 14, no. 2, 2022.

- A. Martin, R. Asrian, and J. Suriyadi, "Audit Energi Sistem Tata Cahaya dan Tata Udara pada Basement dan Lantai 1 Toko Buku Pekanbaru," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, 2022.
- A. R. H, S. M. Said, and I. Kitta, "Audit Penggunaan Energi Listrik Gedung Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa," *Jurnal Teknik Elektro UNHAS*, 2019.
- Afyudin. M. Umanailo, M. Rumbayan, and V. C. Poekoel, "Audit Energi Di Kantor Walikota Manado Sulawesi Utara," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 2, 2018.
- Badan Standardisasi Nasional, "Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan SNI 6197:2011," Jakarta, 2011. [Online]. Available: [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- Badan Standardisasi Nasional, "Prosedur Audit Energi pada Bagunan Gedung SNI 6196:2011," 2011.
- Dewan Perwakilan Rakyat, "Undang-Undang Republik Indonesia No. 30 Tahun 2007 Tentang Energi," Jakarta, Aug. 2007.
- Dewan Perwakilan Rakyat, "Undang-Undang Republik Indonesia No. 33 Tahun 2023 Tentang Konservasi Energi," Jakarta, Jun. 2023.
- F. Mulyani, H. Suyono, and R. N. Hasanah, "Audit dan Rancangan Implementasi Manajemen Energi berbasis ISO 50001 di Universitas Brawijaya Malang," *Jurnal EECCIS*, vol. 12, no. 2, 2018.
- M. M. Ansor, Purwoharjono, and Fitriah, "Analisis Audit Energi Sistem Pencahayaan Dan Tata Udara Di Univeristas Muhammadiyah Pontianak," *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, vol. 10, no. 1, 2022.
- Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, "Permen ESDM No.14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi," Jakarta, May 2012.
- Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, "Permen ESDM No.13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik," Jakarta, May 2012.
- R. Oktafianus, R. Gianto, and Purwoharjono, "Evaluasi Sistem Pencahayaan Di Perpustakaan Untan Gedung Lama Berdasarkan Standar Puil 2011," *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, vol. 7, no. 2, 2019.
- S. Bianda, M. I. Arsyad, and Fitriah, "Audit Energi Sistem Pencahayaan Dan Sistem Pengkondisian Udara Di Rsud Abdul Aziz Singkawang," *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, vol. 10, no. 2, 2022.
- T. W. Budiman and H. Mubarak, "Audit Energi Listrik Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pendingin Dan Pencahayaan Di Gedung D3 Ekonomi UII," *Jurnal Universitas Islam indonesia*, 2019.
- Tim Manajemen Energi, *Audit Pemakaian Energi Listrik di Lingkungan Universitas Tanjungpura. Pontianak: Universitas Tanjungpura*, 2023.
- Y. Prasetya, M. Dhofir, and H. Suyono, "Analisis Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan Dan Air Conditioning (AC) Di Gedung Perpustakaan Umum Dan Arsip Daerah Kota Malang," *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 2014.