

ANALISIS AUDIT ENERGI DENGAN PENDEKATAN AHP- PROMETHEE PADA GEDUNG RUMAH SAKIT UMUM DAERAH PEMANGKAT

Mudasir¹, M. Iqbal Arsyad², Fitriah³

Sirmuda920@gmail.com¹, iqbal.arsyad@ee.untan.ac.id², fitriah@ee.untan.ac.id³

Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

Audit energi di Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat dilakukan secara rinci pada sistem pencahayaan dan tata udara data yang diperoleh yaitu rekening listrik selama satu tahun januari sampai desember 2023 guna meningkatkan efisiensi penggunaan listrik tanpa mengganggu fungsi sistem kelistrikan. Mengingat Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat belum pernah dilakukan audit energi sebelumnya di fasilitas ini. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi tingkat efisiensi energi melalui perhitungan IKE, serta mengidentifikasi potensi PHE yang dapat dicapai. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai IKE sebesar 76,4244 kWh/m² per tahun termasuk dalam kategori sangat efisien, sesuai dengan standar Kementerian ESDM. Sementara itu, potensi penghematan energi listrik yang dapat dioptimalkan tercatat sebesar 471.644,7213 kWh per tahun. Metode yang digunakan adalah AHP yang dikombinasikan dengan metode PROMETHEE, untuk menentukan prioritas dari sejumlah strategi efisiensi energi. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggantian lampu konvensional dengan lampu LED menjadi alternatif prioritas utama, dengan nilai preferensi tertinggi sebesar 0,5701. Selanjutnya, diikuti oleh strategi optimasi sistem HVAC (0,2574), perawatan rutin unit AC (0,1352), dan pemanfaatan pencahayaan alami (0,0532). Dengan hasil tersebut, penggantian lampu ke jenis LED dinilai sebagai strategi paling efektif dalam mendukung efisiensi energi di RSUD Pemangkat. Implementasi strategi ini diharapkan dapat memberikan dampak signifikan terhadap penghematan energi dan peningkatan efisiensi operasional rumah sakit secara menyeluruh.

Kata Kunci: Audit Energi, (AHP), PROMETHEE, IKE, PHE.

ABSTACT

The energy audit at the Pemangkat Regional General Hospital was carried out in detail on the lighting system and air conditioning data obtained, namely electricity accounts for one year from January to December 2023 in order to improve the efficiency of electricity use without disrupting the function of the electrical system. Given that the Pemangkat Regional General Hospital has never done an energy audit before in this facility. The purpose of this study is to evaluate the level of energy efficiency through the calculation of IKE, and identify the potential PHE that can be achieved. The calculation results show that the IKE value of 76.4244 kWh/m² per year is included in the highly efficient category, in accordance with the standards of the Ministry of Energy and Mineral Resources. Meanwhile, the potential for electrical energy savings that can be optimised is recorded at 471,644.7213 kWh per year. The method used is AHP combined with the PROMETHEE method, to determine the priority of a number of energy efficiency strategies. The analysis results show that replacing conventional lamps with LED lamps is the top priority alternative, with the highest preference value of 0.5701. This is followed by HVAC system optimisation strategies (0.2574), routine maintenance of air conditioning units (0.1352), and utilisation of natural lighting (0.0532). With these results, replacing lamps with LEDs is considered the most effective strategy in supporting energy efficiency at RSUD Pemangkat. The implementation of this strategy is expected to have a significant impact on energy savings and improve the overall operational efficiency of the hospital.

Keywords: Energy Audit, AHP, PROMETHEE, IKE, PHE.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi modern saat ini mengalami pertumbuhan tahunan. Berbagai penemuan baru akan menjadi keunggulan kompetitif dan alternatif bagi semua komunitas. Namun, perkembangan teknologi ini membutuhkan lebih banyak energi listrik, yang mengakibatkan peningkatan permintaan listrik [1]. Menurut data PLN tahun 2021, mayoritas permintaan listrik di Indonesia pada tahun 2021 didominasi oleh sektor perumahan sebesar 42,41%, diikuti oleh sektor industri sebesar 32,32%, sektor bisnis sebesar 18,46%, dan lainnya seperti sektor sosial, gedung pemerintah, dan penerangan umum sebesar 6,81% [2].

Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Pemangkat, adalah bagian dari Unit Pelayanan Teknis Daerah di bawah Dinas Kesehatan Kabupaten Sambas yang dimiliki oleh Pemerintah Kabupaten Sambas. RSUD Pemangkat ini awalnya didirikan oleh kesusteran Belanda yang diperkirakan pada tahun 1955. Selanjutnya di Kelola oleh Yayasan rumah sakit rakyat pemangkat dengan ketua Dr. Lim Tiong Sing. Fokus utama RSUD Pemangkat adalah memberikan layanan kesehatan yang komprehensif kepada individu dalam semua bidang dan jenis pelayanan, sesuai dengan ketentuan dalam Pasal 4 Peraturan Bupati Nomor 17 tahun 2017. Lokasi RSUD Pemangkat berada di Jalan A. Kadir Kasim No. 20 Pemangkat, Desa Gugah Sejahtera, dengan luas lahan mencapai 2,02 HA dan luas bangunan sebesar 4.298 m². Pada tahun 2017, RSUD Pemangkat memiliki total 335 tenaga kerja. Sebagai Rumah Sakit kelas C, RSUD Pemangkat menjadi pusat rujukan utama di Kabupaten Sambas [3].

Pada Mei 2023, RSUD Pemangkat mencatat tagihan listrik sebesar Rp132.459.320. Jumlah ini menunjukkan besarnya kebutuhan energi listrik untuk menjalankan seluruh kegiatan operasional rumah sakit selama satu bulan. Memasuki Juni 2023, terjadi penurunan tagihan menjadi Rp121.303.912. Penurunan ini kemungkinan dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti upaya penghematan dalam pemakaian peralatan listrik, menurunnya intensitas layanan medis, atau kondisi cuaca yang lebih sejuk sehingga mengurangi pemakaian alat pendingin. Sementara itu, pada Juli 2023, tagihan listrik mengalami kenaikan ringan menjadi Rp123.858.632. Kenaikan ini diduga terkait dengan meningkatnya aktivitas operasional atau pemanfaatan tambahan peralatan medis. Variasi ini menegaskan perlunya manajemen energi yang efektif dan terencana di RSUD Pemangkat. Upaya penghematan energi tidak hanya membantu menekan biaya operasional, tetapi juga mendukung upaya pelestarian lingkungan secara berkelanjutan.

Penelitian terdahulu dilakukan dengan melakukan audit energi melalui pengumpulan data dan perhitungan konsumsi energi. Selanjutnya, digunakan Metode AHP yang merupakan salah satu teknik pengambilan keputusan multikriteria yang sering dimanfaatkan untuk menetapkan tingkat kepentingan relatif dari setiap masing-masing kriteria melalui penilaian para ahli. Di sisi lain, Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) digunakan untuk memberikan peringkat terhadap sejumlah alternatif berdasarkan preferensi yang ditentukan terhadap kriteria tertentu. Kombinasi antara AHP dan PROMETHEE memungkinkan pengambilan keputusan dalam audit energi dilakukan secara lebih menyeluruh, adil, dan transparan [4].

METODOLOGI

Metode penelitian ini yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur

Studi literatur yaitu kajian penulis atas referensi-referensi yang ada berupa buku, karya ilmiah, yang berkaitan dengan audit energi yaitu perhitungan nilai IKE dan Analisa PHE, serta standar PUIL SPL dan SNI.

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan mengambil data lapangan berupa data luas setiap bangunan, data sistem pencahayaan dan sistem tata udara di Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat.

3. Metode Deskriptif Analitik

Metode deskriptif analitik adalah metode yang menggambarkan atau memberikan deskripsi hasil yang diteliti melalui data atau sampel yang dikumpulkan. Sebagai hasil perhitungan dibandingkan dengan standar IKE.

Variabel atau Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer diperoleh langsung pada masing masing gedung di Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai referensi berupa buku, jurnal, laporan, dan sumber ilmiah lainnya yang berkaitan dengan penelitian data rekening listrik setiap bulan selama satu tahun dari Januari 2023 sampai Desember 2023, data daya lampu setiap ruangan, data daya sistem tata udara (AC).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini berisi gambaran mengenai langkah langkah penelitian.

Penjelasan mengenai langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut.

1. Persiapan

Tahap persiapan meliputi pengumpulan dan studi literatur serta pengumpulan dokumen ilmiah yang berkaitan dengan audit energi.

2. Pelaksanaan

Pengumpulan data dan observasi lapangan dilakukan dengan mengumpulkan data primer langsung dari Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat. Data yang diperoleh mencakup rekening pembayaran listrik bulanan dari Januari hingga Desember 2023, luas ruangan, daya dan jumlah lampu di seluruh ruangan, serta daya dan jumlah AC di setiap ruangan.

3. Perhitungan

- a. Melakukan perhitungan luas masing-masing ruangan, luas total seluruh ruangan, total daya lampu di setiap ruangan dan keseluruhan ruangan, total daya AC di setiap ruangan dan seluruh ruangan.
- b. Melakukan perhitungan IKE berdasarkan data ruangan dan pembayaran tagihan listrik selama satu tahun terakhir, yaitu dari Januari hingga Desember 2023, serta menyesuaikannya dengan standar IKE yang berlaku.
- c. Menghitung konsumsi energi perhari dari lampu, AC setiap ruangan
- d. Menghitung COP dan EER seluruh ruangan
- e. Menghitung dan langkah langkah AHP
 - Membuat matriks perbandingan berpasangan antar kriteria menggunakan skala 1–9
 - Menjumlahkan setiap kolom dalam matriks.
 - Normalisasi matriks (membagi setiap elemen dengan total kolomnya).
 - Menghitung bobot prioritas (rata-rata tiap baris).
- f. Menghitung dan langkah langkah PROMETHEE
 - Menyusun matriks evaluasi (nilai alternatif terhadap setiap kriteria).
 - Menentukan fungsi preferensi untuk tiap kriteria (misalnya: usual, linear, Gaussian).

4. Analisa perhitungan

- a. Menganalisa PHE No cost, Low cost, Higt cost yang didapat dilakukan pada Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat.
- b. Menghitung IKE akhir setelah melakukan audit energi.
- c. AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria secara objektif melalui perbandingan berpasangan dan uji konsistensi. Bobot tersebut kemudian digunakan dalam PROMETHEE untuk menghitung leaving flow, entering flow, dan net flow, yang menghasilkan peringkat alternatif terbaik berdasarkan nilai net flow tertinggi.

Analisa Hasil

1. Perolehan Data Awal

Data yang dikumpulkan meliputi:

Rekening pembayaran listrik selama 1 tahun, Data sistem pencahayaan dan tata udara, Data dimensi dan penggunaan ruangan.

2. Perhitungan IKE Awal

Menghitung IKE awal berdasarkan data dari rekening listrik tahunan. Nilai IKE ini digunakan untuk melihat efisiensi awal masing-masing gedung di RSUD Pemangkat.

3. Perhitungan Audit Energi dari Data Lapangan

Dilakukan audit energi berdasarkan data primer dengan langkah:

Menghitung ulang nilai IKE berdasarkan hasil survei, Menghitung Coefficient of Performance (COP) untuk sistem tata udara, Menghitung Energy Efficiency Ratio (EER) untuk mendukung analisa performa sistem pendingin ruangan.

4. Identifikasi PHE

Berdasarkan hasil audit, dilakukan perhitungan PHE yang dikelompokkan menjadi No Cost tanpa biaya tambahan, Low Cost dengan biaya rendah, High Cost dengan biaya investasi yang lebih tinggi.

5. Analisis Prioritas PHE dengan AHP-PROMETHEE

AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria evaluasi (biaya, potensi penghematan, kemudahan implementasi). PROMETHEE digunakan untuk merangking alternatif solusi hemat energi berdasarkan preferensi pengambil keputusan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Konsumsi Energi Listrik

Audit energi awal dilakukan dengan menganalisis data konsumsi listrik RSUD Pemangkat periode Januari–Desember 2023. Luas bangunan rumah sakit adalah 17.875,84 m² dengan total konsumsi energi tahunan 1.366.151,96 kWh.

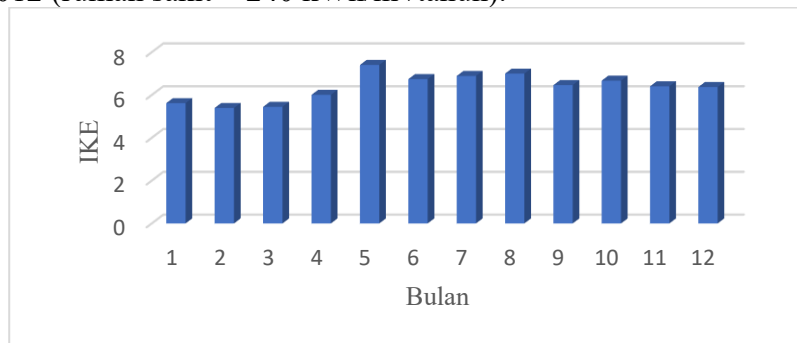
Hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) tahunan adalah 76,4244 kWh/m²/tahun, yang termasuk kategori sangat efisien sesuai standar Kementerian ESDM.

Tabel 1 Perhitungan IKE Tahun 2023

No	Bulan	Luas Bangunan (m ²)	Daya (kWh)	IKE (kWh/m ² /Bulan)	Keterangan
1	Januari	17875,8441	100.454	5,6195	Sangat Efisiens
2	Februari	17875,8441	96.440	5,3949	Sangat Efisiens
3	Maret	17875,8441	97.400	5,4486	Sangat Efisiens
4	April	17875,8441	107.408	6,0085	Sangat Efisiens
5	Mei	17875,8441	132.392	7,4061	Sangat Efisiens
6	Juni	17875,8441	120.544	6,7434	Sangat Efisiens
7	Juli	17875,8441	123.192	6,8915	Sangat Efisiens
8	Agustus	17875,8441	125.136	7,0002	Sangat Efisiens
9	September	17875,8441	115.512	6,4619	Sangat Efisiens
10	Oktober	17875,8441	119.240	6,6704	Sangat Efisiens
11	November	17875,8441	114.513	6,4060	Sangat Efisiens
12	Desember	17875,8441	113.920	6,3728	Sangat Efisiens
	Total	17875,8441	1.366.151	76,4244	Sangat Efisiens

Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Berdasarkan data tersebut, nilai IKE tahunan RSUD Pemangkat adalah 76,4244 kWh/m²/tahun, termasuk dalam kategori sangat efisien menurut standar Permen ESDM No.13 Tahun 2012 (rumah sakit < 240 kWh/m²/tahun).



Gambar 1 Grafik IKE

Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE)

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh potensi penghematan energi (PHE) sebesar 471.644,72 kWh/tahun. Strategi efisiensi dikelompokkan menjadi:

No Cost: perilaku hemat energi (mematikan lampu/AC saat tidak digunakan).

Low Cost: perawatan rutin AC (pembersihan filter, pengecekan refrigeran).

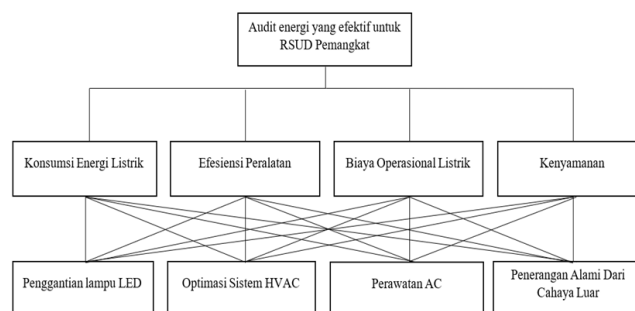
High Cost: - Penggantian lampu konvensional → LED.

Optimasi sistem HVAC.

Analytical Hierarchy Process

Thomas L. Saaty menciptakan Analytical Hierarchy Process, sebuah pendekatan pengambilan keputusan. Paradigma pengambilan keputusan ini mengatur masalah multifaktor atau multikriteria ke dalam struktur hierarki. Menurut Saaty (1993) hierarki digambarkan sebagai gambaran masalah yang rumit dengan struktur multilevel, yang mana tingkatan awal tujuan, disusul level faktor, kriteria, sub kriteria, dan tingkatan akhir

dari alternatif. Setelah mengetahui peluang penghematan yang diberikan kepada institusi maka selanjutnya menyusun data peluang hemat energi ke dalam hierarki AHP yang dimana menetapkan tujuan, kriteria, dan alternatif dibentuk dalam suatu bagan sebagai berikut:



Perbandingan Berpasangan

Perbandingan berpasangan berisi tentang perbandingan kriteria dan perbandingan alternatif. Nilai perbandingan yang tertera diambil dari penilaian google form serta diskusi dari pihak Rumah sakit umum daerah pemangkat mengenai alternatif hemat energi, yang dimana bobot diberi nilai 1 sampai dengan 9 dengan isi bobot google form tersebut termuat sebagai berikut:

Tabel 2 Rasio Perbandingan dan Keterangan

Bobot	Keterangan
1	Sama pentingnya
2	Ragu-ragu antara bobot 1 atau bobot 3
3	Penting
4	Ragu-ragu antara bobot 3 atau bobot 5
5	Sangat penting
6	Ragu-ragu antara bobot 5 atau bobot 7
7	Sangat penting sekali
8	Ragu-ragu antara bobot 7 atau bobot 9
9	Sangat begitu penting sekali

Perbandingan Kriteria

Tabel 3 Matrik Perbandingan Kriteria

		Kriteria																
Konsumsi Energi Listrik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Efisiensi Peralatan
Konsumsi Energi Listrik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Biaya Operasional Listrik
Konsumsi Energi Listrik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kenyamanan
Efisiensi Peralatan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Biaya Operasional Listrik
Efisiensi Peralatan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kenyamanan
Biaya Operasional Listrik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kenyamanan

Setelah memperoleh hasil penilaian dari pihak manajemen Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat terkait perbandingan antar kriteria, nilai bobot masing-masing kriteria dapat dilihat pada tabel 2.13. Sebagai ilustrasi, dalam salah satu perbandingan antara kriteria konsumsi energi listrik dan efisiensi peralatan, nilai bobot sebesar 8 diberikan kepada konsumsi energi listrik. Ini menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik dianggap jauh lebih penting dibandingkan efisiensi peralatan. Prinsip serupa juga diterapkan pada perbandingan kriteria lainnya maupun alternatif yang dianalisis.

Tabel 4 Matrik Perbandingan Nilai Eigen Kriteria

Kriteria	Nilai Eigen				Jumlah	Rata-Rata
Konsumsi Energi Listrik	0,6885246	0,825552826	0,46280992	0,291667	2,268554	0,567138
Efisiensi Peralatan	0,1147541	0,137592138	0,46280992	0,333333	1,048489	0,262122
Biaya Operasional Listrik	0,0983607	0,01965602	0,0661157	0,333333	0,517466	0,129366
Kenyamanan	0,0983607	0,017199017	0,00826446	0,041667	0,165491	0,041373
Jumlah						1

Pada tabel 4 matriks perbandingan kriteria terdapat perbandingan kriteria. Untuk mengetahui nilai-nilai yang harus diisi pada setiap kriteria yaitu dengan cara:

- Untuk perbandingan yang sejenis, seperti konsumsi energi listrik dengan konsumsi energi listrik, efisiensi peralatan dengan efisiensi peralatan, biaya operasional listrik dengan biaya operasional listrik, serta kenyamanan dengan kenyamanan, diberikan nilai 1. Ini karena kedua elemen yang dibandingkan memiliki tingkat kepentingan yang sama atau seimbang.
- Untuk perbandingan antar kriteria yang tidak sejenis, misalnya antara konsumsi energi listrik dan efisiensi peralatan, jika konsumsi energi listrik dinilai lebih penting dengan

bobot 8 dibanding efisiensi peralatan, maka pada tabel perbandingan, angka 8 ditempatkan pada baris konsumsi energi listrik dan kolom efisiensi peralatan. Nilai ini diambil dari Tabel 2.13 mengenai skala perbandingan kriteria, di mana responden kuesioner menganggap konsumsi energi listrik lebih signifikan. Sebaliknya, pada baris efisiensi peralatan dan kolom konsumsi energi listrik, diisikan nilai kebalikannya, yaitu 1/8 atau 0,125. Pengisian tabel matriks perbandingan lainnya mengikuti prinsip yang sama.

- c. Untuk pengisian nilai eigen yaitu dengan cara nilai pada kolom tiap cell kriteria dibagi dengan jumlahnya.

Kemudian untuk menghitung jumlah nilai eigen pada tiap baris yaitu:

Jumlah nilai eigen kriteria = Σ baris nilai eigen pada jenis kriteria jumlah nilai eigen konsumsi energi listrik.

Jumlah nilai eigen konsumsi energi listrik

$$= 0,6885246 + 0,825552826 + 0,46280992 + 0,291667$$

$$= 2,268554$$

Kemudian hitungan nilai rata-rata :

$$\text{Nilai rata-rata kriteria} = \frac{\text{Jumlah nilai eigen pada jenis kriteria}}{\text{Jumlah elemen kriteria nilai}}$$

$$\text{Nilai rata-rata konsumsi energi listrik} = \frac{2,268554}{4} = 0,567138$$

Untuk memastikan ketepatan perhitungan dari tabel matriks perbandingan kriteria hingga matriks nilai eigen, dilakukan dengan menjumlahkan nilai rata-rata. Jika hasil rata-rata tersebut adalah 1, maka perhitungannya dianggap benar. Namun, jika tidak mencapai nilai 1, berarti terdapat kesalahan dalam proses perhitungan, seperti pada tahap penjumlahan, perkalian, atau lainnya. Nilai rata-rata ini mencerminkan tingkat kepentingan dari setiap elemen. Semakin besar nilai rata-ratanya, maka semakin tinggi pula tingkat kepentingannya.

Nilai 1 pada tabel tersebut berasal dari perbandingan masing-masing alternatif terhadap dirinya sendiri. Dalam metode perbandingan berpasangan seperti AHP setiap alternatif dibandingkan dengan dirinya sendiri akan menghasilkan nilai 1, karena suatu alternatif tentu memiliki bobot yang sama dengan dirinya sendiri. Oleh karena itu, pada diagonal utama tabel (dari kiri atas ke kanan bawah), yaitu perbandingan.

KRITERIA	Konsumsi Energi Listrik	Efisiensi Peralatan	Biaya Operasional Listrik	Kenyamanan
Konsumsi Energi Listrik	1	6	7	7
Efisiensi Peralatan	0,16666667	1	7	8
Biaya Operasional Listrik	0,142857143	0,142857143	1	8
Kenyamanan	0,142857143	0,125	0,125	1
Jumlah	1,452380952	7,267857143	15,125	24

Perbandingan Alternatif pada Kriteria Konsumsi energi listrik

Tabel 5 Perbandingan alternatif pada kriteria Konsumsi Energi Listrik

Kriteria Alternatif (Konsumsi Energi Listrik)																		
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Optimasi Sistem HVAC
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perawatan AC
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Optimasi Sistem HVAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perawatan AC
Optimasi Sistem HVAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Perawatan AC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar

Tabel 5 Matriks Perbandingan Alternatif pada Konsumsi Energi Listrik

Kriteria	Penggantian Lampu LED	Optimasi Sistem HVAC	Perawatan AC	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Penggantian Lampu LED	1	7	5	9
Optimasi Sistem HVAC	0,142857143	1	8	7
Perawatan AC	0,2	0,125	1	8
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar	0,111111111	0,125	0,142857143	1
Jumlah	1,453968254	8,25	14,14285714	25

Tabel 6 Matriks Perbandingan Nilai Eigen Alternatif terhadap Kriteria Konsumsi Energi Listrik

Kriteria	Nilai Eigen				Jumlah	Rata-Rata
Penggantian Lampu LED	0,687773	0,848485	0,353535	0,36	2,249793	0,562448
Optimasi Sistem HVAC	0,098253	0,121212	0,565657	0,28	1,065122	0,26628
Perawatan AC	0,137555	0,015152	0,070707	0,32	0,543413	0,135853
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar	0,076419	0,015152	0,010101	0,04	0,141672	0,035418
Jumlah						1

Perbandingan Alternatif pada Kriteria Efisiensi Peralatan

Tabel 7 Perbandingan alternatif pada kriteria Efisiensi Peralatan

Kriteria Alternatif (Efisiensi Peralatan)																		
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Optimasi Sistem HVAC
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perawatan AC
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Optimasi Sistem HVAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perawatan AC
Optimasi Sistem HVAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Perawatan AC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar

Tabel 8 Matriks Perbandingan Alternatif pada Efisiensi Peralatan

Kriteria	Penggantian Lampu LED	Optimasi Sistem HVAC	Perawatan AC	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Penggantian Lampu LED	1	6	7	8
Optimasi Sistem HVAC	0,166666667	1	8	7
Perawatan AC	0,142857143	0,125	1	9
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar	0,125	0,142857143	0,111111111	1
Jumlah	1,43452381	7,267857143	16,11111111	25

Tabel 9 Matriks Perbandingan Nilai Eigen Alternatif terhadap Kriteria Efisiensi Peralatan

Kriteria	Nilai Eigen				Jumlah	Rata-Rata
Penggantian Lampu LED	0,697095	0,825553	0,434483	0,32	2,277131	0,569283
Optimasi Sistem HVAC	0,116183	0,137592	0,496552	0,28	1,030326	0,257582
Perawatan AC	0,099585	0,017199	0,062069	0,36	0,538853	0,134713
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar	0,087137	0,019656	0,006897	0,04	0,15369	0,038422
Jumlah						1

Perbandingan Alternatif pada Kriteria Biaya Operasional Listrik

Tabel 10 Perbandingan alternatif pada kriteria Biaya Operasional Listrik

Kriteria Alternatif (Biaya Operasional Listrik)																		
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Optimasi Sistem HVAC
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perawatan AC
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Optimasi Sistem HVAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perawatan AC
Optimasi Sistem HVAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Perawatan AC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar

Tabel 11 Matriks Perbandingan Alternatif pada Biaya Operasional Listrik

Kriteria	Penggantian Lampu LED	Optimasi Sistem HVAC	Perawatan AC	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Penggantian Lampu LED	1	7	7	7
Optimasi Sistem HVAC	0,142857143	1	5	7
Perawatan AC	0,142857143	0,2	1	9
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar	0,142857143	0,142857143	0,111111111	1
Jumlah	1,428571429	8,342857143	13,11111111	24

Tabel 12 Matriks Perbandingan Nilai Eigen Alternatif terhadap Kriteria Biaya Operasional Listrik

Kriteria	Nilai Eigen				Jumlah	Rata-Rata
Penggantian Lampu LED	0,7	0,839041	0,533898	0,291667	2,364606	0,591152
Optimasi Sistem HVAC	0,1	0,119863	0,381356	0,291667	0,892886	0,223221
Perawatan AC	0,1	0,023973	0,076271	0,375	0,575244	0,143811
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar	0,1	0,017123	0,008475	0,041667	0,167265	0,041816
Jumlah						1

Perbandingan Alternatif pada Kriteria Kenyamanan
Tabel 13 Perbandingan alternatif pada kriteria Kenyamanan

Kriteria Alternatif (Kenyamanan)																		
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Optimasi Sistem HVAC
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perawatan AC
Penggantian Lampu LED	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Optimasi Sistem HVAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Perawatan AC
Optimasi Sistem HVAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Perawatan AC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar

Tabel 14 Matriks Perbandingan Alternatif pada Kenyamanan

Kriteria	Penggantian Lampu LED	Optimasi Sistem HVAC	Perawatan AC	Penerangan Alami Dari Cahaya Luar
Penggantian Lampu LED	1	8	8	8
Optimasi Sistem HVAC	0,125	1	8	6
Perawatan AC	0,125	0,125	1	5
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar	0,125	0,16666667	0,2	1
Jumlah	1,375	9,29166667	17,2	20

Tabel 15 Matriks Perbandingan Nilai Eigen Alternatif terhadap Kriteria Kenyamanan

Kriteria	Nilai Eigen				Jumlah	Rata-Rata
Penggantian Lampu LED	0,727273	0,860987	0,465116	0,4	2,453376	0,613344
Optimasi Sistem HVAC	0,090909	0,107623	0,465116	0,3	0,963649	0,240912
Perawatan AC	0,090909	0,013453	0,05814	0,25	0,412502	0,103125
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar	0,090909	0,017937	0,011628	0,05	0,170474	0,042619
Jumlah						1

Perangkingan PROMETHEE

Berdasarkan perhitungan AHP, diperoleh nilai prioritas untuk setiap alternatif sebagai berikut:

$$P = \sum(\text{Rata rata kriteria} \times \text{rata rata alternatif})$$

Penggantian lampu LED =

$$(0,567138 \times 0,562448282) + (0,262122 \times 0,569282755) + (0,129366 \times 0,591151517) + (0,041373 \times 0,613343888) = 0,570058112$$

Optimasi Sistem HVAC =

$$(0,567138 \times 0,26628049) + (0,262122 \times 0,257581609) + (0,129366 \times 0,223221403) + (0,041373 \times 0,240912172) = 0,25738011$$

Perawatan AC =

$$(0,567138 \times 0,135853293) + (0,262122 \times 0,134713261) + (0,129366 \times 0,143810947) + (0,041373 \times 0,103125385) = 0,135229728$$

Penerangan Alami Dari Cahaya Luar =

$$(0,567138 \times 0,035417935) + (0,262122 \times 0,038422375) + (0,129366 \times 0,041816133) + (0,041373 \times 0,042618554) = 0,053199539$$

Berdasarkan hasil perangkingan, alternatif terbaik untuk efisiensi energi adalah Penggantian Lampu LED dengan nilai 0,570058112 menempati peringkat pertama. Di posisi kedua adalah Otimasi Sistem HVAC dengan nilai 0,25738011 Selanjutnya, Perawatan AC berada di peringkat ketiga dengan nilai 0,135229728, dan terakhir Penerangan Alami Dari Cahaya Luar menempati posisi keempat dengan nilai 0,053199539.

Tabel 16 Hasil Metode PROMETHEE

Alternatif	Hasil	Perangkingan
Penggantian Lampu LED (PHE High Cost)	0,570058112	1
Optimasi Sistem HVAC (PHE No Cost)	0,25738011	2
Perawatan AC (PHE Low Cost)	0,135229728	3
Penerangan Alami Dari Cahaya Luar (PHE No Cost)	0,053199539	4

Direkomendasikan untuk mengganti lampu konvensional seperti TL dan downlight dengan lampu LED yang lebih hemat energi dan memiliki masa pakai lebih lama terbukti dapat menurunkan konsumsi listrik secara signifikan. Langkah ini secara langsung berdampak pada penurunan nilai IKE dan memberikan efisiensi dalam biaya operasional. Meskipun memerlukan investasi di awal, tindakan ini termasuk dalam kategori PHE *High Cost*. Berdasarkan analisis *AHP-PROMETHEE*, opsi penggantian lampu ke LED menjadi pilihan dengan prioritas tertinggi, ditunjukkan oleh nilai preferensi sebesar 0,5701.

Direkomendasikan untuk Optimalisasi sistem HVAC dapat dilakukan melalui penyesuaian jadwal pengoperasian berdasarkan kebutuhan aktual, pemanfaatan sistem kontrol otomatis, serta penggantian unit AC ke tipe inverter yang memiliki efisiensi tinggi dengan nilai EER dan COP yang lebih baik. Langkah ini ditujukan untuk mengurangi konsumsi energi listrik dari sistem tata udara, sehingga berdampak pada penurunan nilai IKE. Karena sebagian besar upaya ini, seperti pengaturan jadwal dan penerapan kontrol otomatis, tidak memerlukan biaya besar, maka termasuk dalam kategori PHE *No Cost*. Berdasarkan analisis *AHP-PROMETHEE*, optimasi HVAC memperoleh nilai preferensi sebesar 0,2574, menjadikannya sebagai alternatif kedua yang paling diutamakan dalam strategi penghematan energi di Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat.

Direkomendasikan melakukan perawatan rutin pada unit AC, seperti membersihkan filter, memeriksa tekanan refrigeran, serta mengevaluasi kondisi komponen mekanik dan listrik, sangat disarankan guna menjaga kinerja sistem tetap optimal. Tindakan ini efektif dalam mengurangi pemborosan energi dan membantu menurunkan nilai IKE bangunan. Karena pelaksanaannya tidak membutuhkan biaya besar namun memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi energi, maka perawatan AC ini digolongkan sebagai PHE *Low Cost*. Berdasarkan hasil analisis *AHP-PROMETHEE*, perawatan AC memperoleh nilai preferensi sebesar 0,1352, menjadikannya sebagai alternatif ketiga yang cukup layak dalam upaya efisiensi energi di Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat. .

Direkomendasikan pemanfaatan pencahayaan alami secara maksimal di RSUD Pemangkat, seperti melalui pemasangan jendela besar pada sisi bangunan yang menghadap timur dan barat serta penambahan skylight di area dalam, menjadi salah satu strategi efisiensi energi yang dianjurkan. Upaya ini dapat mengurangi ketergantungan terhadap pencahayaan buatan di siang hari, sehingga berkontribusi langsung dalam menurunkan nilai IKE. Berdasarkan klasifikasi PHE, langkah ini termasuk kategori PHE *No Cost* karena dapat dilakukan tanpa memerlukan investasi besar. Walaupun dalam analisis *AHP-PROMETHEE* pencahayaan alami memperoleh nilai preferensi terendah sebesar 0,0532, strategi ini tetap relevan dalam mendukung efisiensi energi secara menyeluruh dan berkelanjutan di lingkungan rumah sakit.

Rekomendasi Peluang Hemat Energi

Rekomendasi yang dapat dilakukan dari seluruh PHE yang didapatkan dituliskan pada tabel berikut :

Tabel 17 Rekomendasi Peluang Hemat Energi

Jenis PHE	Tindakan Yang Dilakukan	Penghematan Tahunan (kWh/Pertahun)	Konsumsi Energi Tahunan (kWh)	Biaya Investasi	<i>Payback Period</i>
No Cost	Pengurangan waktu penyalaan sistem pencahayaan	14737,68	115.233,84	-	-
	Pengurangan jumlah lampu sistem pencahayaan	136,08	129835,44	-	-
	Pengurangan waktu penyalaan dan jumlah lampu sistem pencahayaan	14694,48	115.277,04	-	-
	Pengurangan waktu penyalaan sistem tata udara	70.022,52	1.408.690,08	-	-
	Pengurangan jumlah AC sistem tata udara	184307,04	1.294.405,56	-	-
	Pengurangan waktu penyalaan dan jumlah AC sistem tata udara	248834,52	1.229.878,188	-	-
Low Cost	Pemasangan sensor pada sistem pencahayaan	5.230,2	124.741,32	Rp972.000	4 Bulan
	Penggantian jenis refrigerant AC	395429,4828	1.083.283,116	Rp70.750.000	3 Bulan
High Cost	Penggantian jenis lampu menjadi LED	44525,88	85.445,64	Rp 25.353.400	10 Bulan
	Penggantian dan pengurangan jumlah unit AC	418403,88	1.060.308,72	Rp1.198.993.000	47 Bulan

Rekomendasi penghematan energi tanpa biaya *No Cost* yang dapat diterapkan meliputi pengurangan durasi dan jumlah lampu yang dinyalakan pada sistem pencahayaan, serta pengurangan waktu operasi dan jumlah unit AC pada sistem tata udara. Berdasarkan rekomendasi ini, konsumsi energi tahunan menjadi 1.345.112,03 kWh, turun dari sebelumnya 1.608.684,228 kWh. Dengan demikian, diperoleh penghematan energi sebesar 263.572,20 kWh per tahun, atau sekitar 21.964,35 kWh setiap bulan. Untuk sistem pencahayaan, konsumsi energi tahunan berkurang dari 129.971,52 kWh menjadi 115.233,84 kWh, sedangkan pada sistem tata udara menurun dari 1.478.712,708 kWh menjadi 1.229.878,188 kWh. Rekomendasi penghematan ini tidak memerlukan biaya investasi tambahan.

Rekomendasi PHE *Low Cost* yang dapat diterapkan meliputi pemasangan sensor pada sistem pencahayaan serta penggantian jenis freon pada sistem tata udara (AC). Sebelum penerapan PHE, konsumsi energi tahunan tercatat sebesar 1.608.684,228 kWh, dan setelah implementasi menjadi 1.208.024,436 kWh, sehingga diperoleh penghematan energi sebesar 400.659,792 kWh per tahun atau sekitar 33.388,316 kWh per bulan. Pada sistem pencahayaan, konsumsi energi menurun dari 129.971,52 kWh menjadi 124.741,32 kWh, sedangkan pada sistem tata udara, konsumsi turun dari 1.478.712,5988 kWh menjadi 1.083.283,116 kWh. Total biaya investasi untuk penerapan rekomendasi ini adalah Rp 71.722.000, dengan periode pengembalian investasi (*payback period*) selama sekitar 2,5 bulan atau dapat dibulatkan menjadi 3 bulan.

Rekomendasi PHE kategori *High Cost* yang dapat diterapkan mencakup penggantian jenis lampu dari CFL dan Downlight menjadi lampu LED pada sistem pencahayaan, serta penggantian dan pengurangan unit AC menjadi AC inverter berdaya rendah pada sistem tata udara. Total konsumsi energi tahunan setelah penerapan PHE *High Cost* adalah 1.145.754,36 kWh, turun dari sebelumnya 1.608.684,228 kWh, sehingga menghasilkan penghematan sebesar 462.929,928 kWh per tahun atau sekitar 38.577,494 kWh per bulan. Untuk sistem pencahayaan, konsumsi energi tahunan berkurang dari 129.971,52 kWh menjadi 85.445,64 kWh, sedangkan pada sistem tata udara turun dari 1.478.712,58 kWh menjadi 1.315.756,08 kWh. Total biaya investasi yang dibutuhkan untuk implementasi PHE *High Cost* ini adalah Rp1.224.346.400,00, dengan periode pengembalian investasi *payback period* selama 39,0164132 bulan, atau dibulatkan menjadi 40 bulan.

Menghitung Nilai Akhir

Setelah melakukan peluang hemat energi yang dapat dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat, dapat diketahui nilai IKE sebagai berikut :

Total konsumsi energi sebelum PHE	= 1.608.684,228 kWh
Total konsumsi energi PHE <i>No Cost</i>	= 1.345.112,03 kWh
Total konsumsi energi PHE <i>Low Cost</i>	= 1.208.024,436 kWh
Total konsumsi energi PHE <i>High Cost</i>	= 1.145.754,36 kWh
Penghematan energi PHE <i>No Cost</i>	= 274.191,12 kWh
Penghematan energi PHE <i>Low Cost</i>	= 400.659,792 kWh
Penghematan energi PHE <i>High Cost</i>	= 462.929,928 kWh

Luas ruangan Rumah Sakit Umum Daerah Pemangkat adalah sebesar 17.875,8441 m², Perhitungan IKE Sebelum PHE :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1.608.684,228}{17875,8441} \\
 &= 89,9920701 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Perhitungan IKE Setelah PHE *No Cost* :

$$= \frac{1.345.112,03}{17875,8441}$$

$$= 75,2474 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$$

Tabel 18 Perbandingan Nilai IKE

No	PHE	Luas Bangunan (m ²)	Daya (kWh)	IKE	Keterangan
1	Sebelum	17.875,8441 m ²	1.608.684,228 kWh	89,9920	Sangat Efisien
2	<i>No Cost</i>	17.875,8441 m ²	1.345.112,03 kWh	75,2474	Sangat Efisien
3	<i>Low Cost</i>	17.875,8441 m ²	1.208.024,436 kWh	67,5785	Sangat Efisien
4	<i>High Cost</i>	17.875,8441 m ²	1.145.754,36 kWh	64,0951	Sangat Efisien

Konsumsi energi listrik sebelum PHE sebesar 1.608.684,228 kWh dengan biaya sebesar Rp1.447.815.805. Setelah melakukan PHE *No Cost* konsumsi energi listrik sebesar 1.345.112,03 kWh dengan biaya Rp1.210.600.827. Setelah melakukan PHE *Low Cost* konsumsi energi listrik sebesar 1.208.024,436 kWh dengan biaya Rp1.087.221.992. Setelah melakukan PHE *High Cost* konsumsi energi listrik sebesar 1.145.754,36 kWh dengan biaya Rp1.031.178.922 Maka selisih penghematan biaya yang didapatkan PHE *No Cost* sebesar Rp 237.214.978. Pada PHE *Low Cost* sebesar Rp360.593.812. Pada PHE *High Cost* sebesar Rp416.636.881.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa dapat disimpulkan :

1. Nilai IKE pada RSUD Pemangkat tahun 2023 sebesar 76,4244 kWh/m²/Tahun. Dari hasil tersebut nilai IKE pada RSUD Pemangkat masih tergolong efisien dengan standar IKE sebesar 380 kWh/m²/Tahun.
2. IKE awal sebelum melakukan PHE sebesar 1.608.684,228 kWh/m²/tahun dengan biaya sebesar Rp1.447.815.805. Setelah melakukan PHE *No Cost* sebesar 1.345.112,03 kWh/m²/tahun dengan biaya Rp1.210.600.827. Setelah melakukan PHE *Low Cost* sebesar 1.208.024,436 kWh/m²/tahun dengan biaya Rp1.087.221.992. Setelah melakukan PHE *High Cost* sebesar 1.145.754,36 kWh/m²/tahun dengan biaya Rp1.031.178.924.
3. Tindakan PHE *No Cost* yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi waktu penyalaan dan mengurangi jumlah lampu pada sistem pencahayaan, mengurangi waktu penyalaan dan jumlah AC pada sistem tata udara.
4. Tindakan PHE *Low Cost* yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemasangan sensor infra merah dan sensor cahaya pada sistem pencahayaan, dan mengganti jenis refrigerant menjadi jenis refrigerant musicool.
5. Tindakan PHE *High Cost* yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti jenis lampu menjadi LED, mengganti unit AC menjadi AC inverter hemat energi.
6. Penghematan yang didapat dari tindakan PHE *No Cost* sebesar Rp150.391.404. Dari tindakan PHE *No Cost* sebesar Rp237.214.978. Pada PHE *Low Cost* sebesar Rp360.593.812. Pada PHE *High Cost* sebesar Rp462.929,928.
7. Hasil analisa dengan metode AHP–PROMETHEE menunjukkan bahwa alternatif penggantian lampu menjadi LED memperoleh nilai preferensi tertinggi, yakni 0,5701, yang menempatkannya pada peringkat pertama sebagai solusi utama dalam program penghematan energi dan dikategorikan sebagai PHE *High Cost*. Di posisi kedua, terdapat alternatif optimasi sistem HVAC, dengan skor 0,2574 dan dikategorikan sebagai PHE *No Cost*. Perawatan AC berada pada peringkat ketiga dengan nilai 0,1352 dan

dikategorikan sebagai PHE Low Cost, sementara pemanfaatan pencahayaan alami dari luar ruangan menjadi alternatif dengan nilai terendah, yaitu 0,0532, dan berada di peringkat keempat dan dikategorikan sebagai PHE No Cost. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggantian lampu ke jenis LED adalah pilihan paling efektif dan patut dijadikan prioritas dalam penerapan strategi efisiensi energi di RSUD Pemangkat.

Saran

Untuk ke depannya, RSUD Pemangkat disarankan untuk segera mengganti seluruh lampu konvensional dengan lampu LED hemat energi, melakukan peremajaan sistem AC dengan unit yang lebih efisien, serta rutin melaksanakan audit energi minimal dua tahun sekali. Selain itu, perlu dibentuk Tim Manajemen Energi dan dilakukan sosialisasi kepada seluruh pegawai untuk meningkatkan kesadaran dalam penggunaan energi secara efisien, serta mempertimbangkan penggunaan energi terbarukan seperti panel surya untuk mendukung operasional rumah sakit yang lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. F. Rajagukguk, M. Pakiding, and M. Rumbayan, "Kajian perencanaan kebutuhan dan pemenuhan energi listrik di kota Manado," *Teknik Elektro dan Komputer*, no. 2301–8402, pp. 1–12, 2015.
- [10] A. A. Rahmawati and S. Abduh, "Audit Energi Gedung Kampus A Universitas Muhammadiyah Tangerang untuk Penerapan Sistem Manajemen Energi Berbasis ISO 50001:2018," *Jurnal Ilmiah*, vol. 14, no. 2, pp. 1–9, 2022, doi: 10.33322/energi.v14i2.1715.
- [11] 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, pp. 98–108, 2022.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, "konservasi energi pada sistem pencahayaan," 2011, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [13] Ramadhon, "Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Di PT. Harmoni Putra Solusindo Semarang," 2021.
- [14] A. Effendi, "Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik Di RSJ.PROF.HB.SAANIN PADANG," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 5, no. 2, pp. 1–5, 2016.
- [15] S. B. Harsono, "Analisis peluang hemat energi dengan pendekatan analytical hierarchy process (studi kasus rumah sakit tipe D)," Semarang, Aug. 2023.
- [16] S. Widiastuti, "Analisa Efisiensi Biaya di Rumah Susun pada Pemakaian Lampu LED," *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 01, pp. 95–106, Oct. 2023, doi: 10.47709/elektriase.v13i01.3059.
- [17] E. Yuliyanto, "Memanfaatkan Limbah Compact Fluorescent Lamp (CFL)," 2015.
- [18] M. M. Ansor, Purwoharjono, and Fitriah, "Analisis Audit Energi Sistem Pencahayaan dan Tata Udara Di Universitas Muhammadiyah Pontianak," *Teknik Elektro*, pp. 3–8, 2022.
- [19] "Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, "Permen-ESDM-No-7-TAHUN-2024".
- [2] "Statistik PLN 2022, PT PLN (PERSERO)," 2022. [Online]. Available: www.pln.co.id
- [20] H. Hanim and J. Rahmadoni, "Penentuan penerimaan dosen menggunakan analytical hierarchy process (AHP)," *Teknik Terapan dan Ilmu Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 136–141, 2020.
- [21] T. R. A. U. Ciptomulyo, "Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [3] "Keputusan direktur rumah sakit umum daerah pemangkat nomor 011.b tahun 2019 tentang revisi keputusan direktur rsud pemangkat nomor 041.1 tahun 2018 tentang penerapan standar pelayanan pada rumah sakit umum daerah pemangkat kabupaten sambas," 2019.
- [4] N. A. Shidqi, D. Pravitasari, and H. T. Setiawan, "Audit energi dan peluang penghematan

- energi dengan metode ANP-PROMETHEE (Studi kasus : Trio Plaza Magelang),” *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 781–796, 2023.
- [5] G. S. Fahmi, D. Suhardi, and Widiyanto, “Analisis audit dan peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaan dan Air Conditioning (AC) di Gedung Kantor BPJS Daerah Kota Malang dengan pendekatan AHP,” *Seminar Nasional Fortei7-4*, vol. 4, no. 1, pp. 335–343, 2021.
- [6] T. R. A. U. Ciptomulyono, “Audit energi dengan pendekatan metode MCDM-PROMETHEE untuk konservasi serta efisiensi listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya,” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [7] F. P. Djamaludin, V. C. Poekoel, and M. Rumbayan, “Audit energi gedung rektorat universitas sam ratulangi Manado,” *Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 4, pp. 277–284, 2018.
- [8] R. Fitriadi and Y. Werdaningsih, “Audit energi dengan pendekatan metode AHP (Analytical Hierarchy Process) untuk penghematan energi listrik (Studi kasus: PT. ABC),” *Simposium Nasional RAPI XV*, pp. 126–134, 2016.
- [9] R. H. S. N. Rohman, Z. Abidin, and M. I. Arsyad, “Audit Energi Sistem Penerangan, Sistem Pendinginan Udara Dan Peralatan Medis Di RSUD Yarsi Pontianak,” *Telecommunications, Computers, and Electricals Engineering Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, Dec. 2023, doi: 10.26418/telectrical.v1i2.72005.