

Analisis Audit Energi Listrik Pada Gedung Rumah Sakit Hermina Ciruas

Romi Wiryadinata¹, Fachrian Luthfi Fadillah¹, Wahyuni Martiningsih¹, Masjudin¹, Ceri Ahendyarti¹, Fadil Muhammad¹, Rustamaji²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.

²Pusat Penelitian Teknologi Raket, Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional, Bogor.

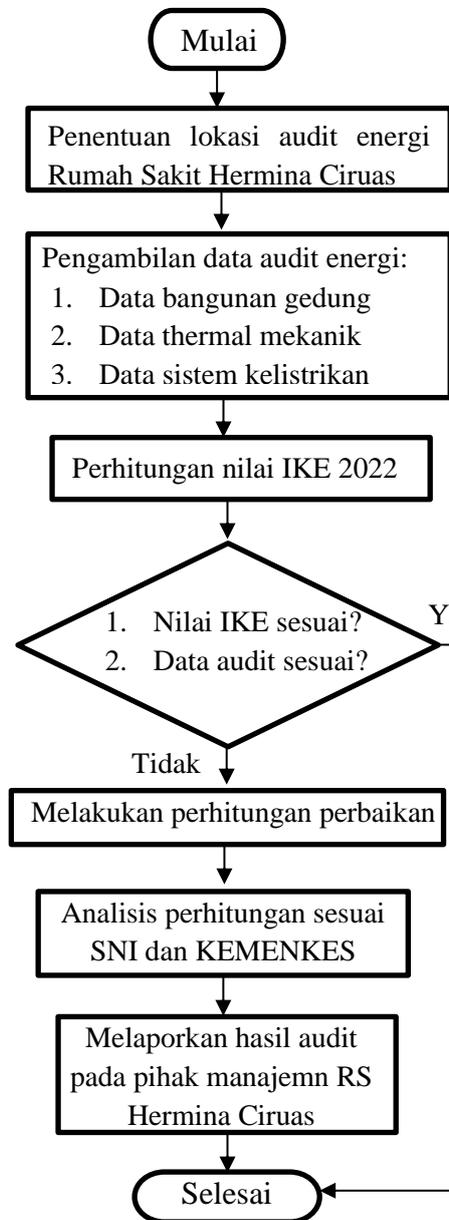
Informasi Artikel

Naskah Diterima : 31 Mei 2024

Direvisi : 1 Juni 2024

Disetujui : 3 Juni 2024

*Korespondensi Penulis :
wiryadinata@untirta.ac.id



Abstract

Hermina Ciruas Hospital building is a building has 7 floors with 225 beds and excellent facilities. The level of use of electrical energy consumption is quite wide and allows waste in energy use. Therefore, it is necessary to carry out energy audits and analysis in each building sector. The IKE value was recorded at 195.95kWh/m²/per year 2022, including the category of quite efficient. Observation of electrical devices is the largest use in medical equipment such as ST Scan with a total usage of 1,227,600kWh and Radiology 1,178,496 kWh. The result of the calculation of the installed condition of the total capacity of 2635Watt, based on the calculation of 2476Watt needs. The cooling system calculated by installed conditions (PK) totaled 37 total BTU 336,000, while the calculation result of requirement (PK) 28 total BTU 263,237. Recommendations for savings opportunities made there are three stages of No Cost lighting systems, for rooms to get sunlight as natural lighting from morning to evening and turn off lights in non-24-hour work areas. Cooling system by turning on at the start of working hours and turning off 1 hour before working hours are over. Low Cost of making posters call to save electrical energy. High Cost simulates the change to the type of inverter AC because of the use of standard type AC with an annual use of 274,526.72kWh, inverter AC with an annual use of 203,130.274kWh so that there can be a chance of saving of 15.09%. The final IKE value after the replacement of the inverter AC is 180,214kWh/m²/year.

Keywords : Energy Audit, IKE, and Energy Saving Opportunities

Abstrak

Bangunan rumah sakit RS Hermina Ciruas adalah sebuah gedung bangunan memiliki 7 lantai dengan 225 tempat tidur dan fasilitas unggulan. Tingkat pemakaian konsumsi energi listrik yang cukup luas serta memungkinkan terjadinya pemborosan dalam pemakaian energi. Oleh karena itu perlu adanya tindakan pelaksanaan audit energi dan analisis pada setiap sektor gedung. Nilai IKE tercatat 195,95kWh/m²/pertahun 2022 termasuk kategori cukup efisien. Pengamatan terhadap perangkat listrik penggunaan terbesar pada peralatan medis seperti ST Scan dengan total pemakaian sebesar 1.227.600kWh dan Radiologi 1.178.496 kWh. Hasil perhitungan kondisi terpasang kapasitas total 2635Watt, berdasarkan perhitungan kebutuhan 2476Watt. Sistem pendingin hasil perhitungan kondisi terpasang (PK) total 37 total BTU 336.000, sedangkan hasil perhitungan kebutuhan (PK) 28 total BTU 263.237. Rekomendasi peluang penghematan yang dilakukan terdapat tiga tahapan No Cost sistem penerangan, untuk ruangan mendapat sinar matahari sebagai penerangan alami dari pagi sampe sore hari dan mematikan lampu pada wilayah kerja non-24 jam. Sistem pendingin dengan menyalakan pada saat mulai jam kerja dan mematikan 1 jam sebelum jam kerja selesai. Low Cost pembuatan poster ajakan untuk hemat energi listrik. High Cost simulasi pergantian ke jenis AC inverter karena penggunaan AC jenis standar dengan pemakaian pertahun 274.526,72kWh, AC inverter dengan pemakaian pertahun 203.130,274kWh sehingga dapat terjadi peluang penghematan sebesar 15,09%. Nilai IKE akhir setelah pergantian AC inverter 180,214kWh/m²/tahun.

Kata Kunci : Audit Energi, IKE, dan Peluang Hemat Energi

© 2024 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved.



1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan infrastruktur yang diperlukan warga untuk kehidupan sehari-hari. Penggunaan energi listrik di Indonesia terdiri dari berbagai sektor, seperti industri 36%, rumah tangga 16%, kegiatan komersial 6%, dan transportasi 40% [1]. Regulasi atau kebijakan tentang audit energi merupakan salah satu kebijakan untuk meningkatkan efisiensi energi listrik.

Peraturan Menteri ESDM No. 13 Tahun 2012 menyatakan bahwa dalam rangka meningkatkan penghematan pemakaian tenaga listrik perlu dilakukan penggunaan energi listrik secara efisien dan juga perlu dilakukan audit energi [2]. Secara definisi audit energi memerlukan tinjauan sistematis, terdokumentasi, berkala, dan objektif oleh entitas yang diatur dari operasi dan praktik fasilitas yang terkait dengan pemenuhan syarat lingkungan [3].

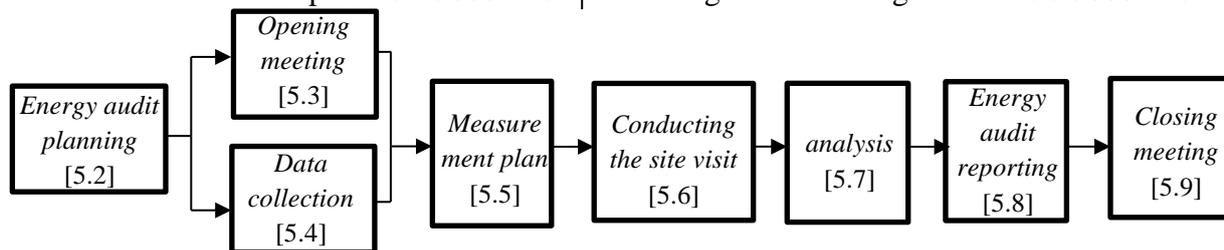
Pelaksanaan audit energi secara internasional mengacu pada ISO (*Internasional Organization for Standardization*) 50002:2014. Di Indonesia, pelaksanaan audit energi berpedoman pada SNI-6196-2011 tentang prosedur audit energi pada bangunan. Proses audit energi dimulai dari pengumpulan data historis seperti luas bangunan, beban terpasang, dan konsumsi energi listrik bulanan.

Audit energi juga perlu dilakukan pada fasilitas umum yang memberikan pelayanan 24 jam non-stop seperti salah satunya rumah sakit. Sangat penting setiap rumah sakit untuk menerapkan program manajemen energi yang komprehensif sehingga biaya utilitas dapat dikurangi dan penghematan digunakan untuk hal bermanfaat [4][5]. Hal ini juga tertuang pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor No. 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Berdasarkan ASEAN (*Association of Southeast Asian Nation*)-USAID (*United States Agency for Internasional Development*) standar IKE (Intensitas Konsumsi Energi) pada bangunan rumah sakit adalah sebesar 380kWh/m²[6][7].

Salah satu rumah sakit yang berada di Provinsi Banten adalah rumah sakit Hermina. Rumah sakit Hermina terletak di Ciruas, Kota Serang, Provinsi Banten. Bangunannya memiliki 7 lantai dengan 225 tempat tidur dan beberapa fasilitas unggulan lainnya. Contoh studi dari konsumsi energi di rumah sakit Malaysia yang dilakukan pada tahun 2014 menemukan bahwa 63% energi yang digunakan oleh sistem pendingin ruangan dan 17% energi dari sistem Pencahayaan [8]. Penelitian lainnya juga menyatakan bahwa sistem pendingin udara di berbagai ruangan memainkan peran mendasar dalam sektor kesehatan seperti di rumah sakit [9][10].

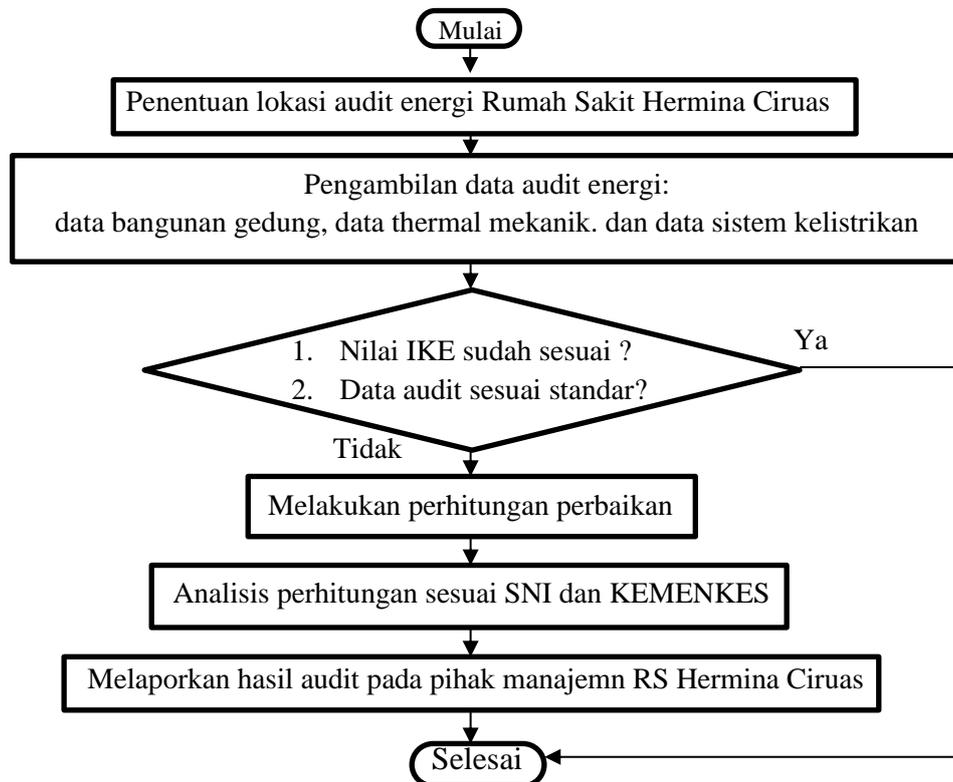
2. METODE PENELITIAN

Dalam proses audit energi di Rumah Sakit Hermina Ciruas. Tahapan-tahapan yang dilakukan berdasarkan pada ISO 50002:2014. Berikut gambar 2.1 diagram alir ISO 50002:2014



Gambar 2.1 Diagram Alir ISO 50002:2014

Secara sederhana proses penelitian analisis Audit Energi di bawah ini merupakan *flowchart* diagram penelitian Rumah Sakit Hermina diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 2.2 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan membutuhkan beberapa peralatan guna membantu agar penelitian dapat dilaksanakan dengan lancar. Alat dan K3 (Kesehatan Keselamatan Kerja) penunjang yang dibutuhkan dalam kegiatan audit energi yaitu sebagai berikut:

- a. Luxmeter merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui serta mengukur seberapa besar intensitas cahaya yang berada di suatu tempat.
- b. Hygrometer merupakan sebuah alat yang dapat mengetahui tingkat kelembapan dan *relative humidity* merupakan jumlah air yang terdapat di udara dan dinyatakan dalam persen dari total jumlah air maksimum.
- c. Tespen merupakan alat yang berfungsi untuk mendeteksi arus dan tegangan listrik.
- d. Tang meter dan Multimeter sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus pada konduktor tanpa memutus kabel yang tersambung. *Clamp* meter juga mempunyai bagian yang berfungsi untuk mengukur arus listrik hanya dengan menjepit kabel yang tersambung.
- e. *Roll* meter (30m) untuk mengukur dari luas sebuah ruangan mengukur panjang dan lebar.
- f. Perlengkapan K3 meliputi helm *Safety*, rompi, sepatu *safety* dan sarung tangan untuk digunakan pada saat pengukuran.

2.4.1. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini memerlukan data dan informasi sebagai bahan untuk penyusunan laporan skripsi, terdapat beberapa cara, di antaranya:

1. Studi literatur merupakan membaca beberapa sumber referensi, yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan dilakukan yaitu tentang audit energi pada sebuah

bangunan, konservasi energi listrik dan peluang penghematan energi yang terpakai untuk sebagai bahan referensi dalam penelitian ini.

2. Pengamatan lapangan (Observasi) merupakan tahap yang perlu melakukan datang ke tempat lokasi dilakukan penelitian untuk pengamatan terhadap bidang pembahasan pada penelitian yang akan dilaksanakan.
3. Wawancara merupakan tahap dengan pihak yang terkait dengan melakukan diskusi, terhadap bidang pembahasan yang akan diteliti.

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian Skripsi ini dilaksanakan di Rumah Sakit Hermina Ciruas Kabupaten Serang. Rumah Sakit ini berlokasi di Jl. Raya Serang Jakarta KM 9 Kp.Ranjeng, RT 001/001, Kec. Ciruas, Kab Serang Banten 42182. Waktu pengerjaan penelitian ini dimulai dari bulan Maret sampai april.

2.2 Data Bangunan Rumah Sakit Hermina Ciruas

Gedung Rumah Sakit Hermina Ciruas pemilik yaitu PT Medikaloka Ciruas, klasifikasi rumah sakit umum tipe-C, memiliki Luas Tanah 8.584m², Luas Bangunan 12.180 m², dan jumlah gedung 7 lantai. Berikut Gambar 3.2 merupakan bangunan gedung Rumah Sakit Hermina Ciruas.



Gambar 1 Bangunan Gedung Rumah Sakit Hermina

Gedung bangunan diresmikan pada 31 Oktober 2014. Memiliki berbagai macam ruang didalam dan fungsi yang berbeda untuk pekerja dan pasien. Tingkat konsumsi energi listrik yang digunakan pada Rumah Sakit Hermina Ciruas dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Konsumsi Energi Listrik Tahun 2022 RS Hermina Ciruas

No	Tahun 2022	Pembayaran tagihan kWh (Rp)	Pemakaian kWh
1	Januari	68.331.880	80.492
2	Februari	68.331.880	80.492
3	Maret	69.876.820	81.736
4	April	69.958.900	81.816
5	Mei	69.958.900	81.816
6	Juni	69.331.420	81.458
7	Juli	69.331.420	81.458
8	Agustus	63.960.200	70.567
9	September	64.192.400	71.378
10	Oktober	61.694.200	68.532
11	November	65.146.420	72.289
12	Desember	61.694.200	68.532
Jumlah		801.808.640	920.566
Rata-rata		66.817.387	76.713,83

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan menjelaskan hasil berdasarkan data yang sudah diukur dengan melakukan perbandingan yang sesuai dengan standar tingkat Standar Nasional Indonesia (SNI), serta menjelaskan berdasarkan cara perhitungan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik, perhitungan terhadap sistem kebutuhan pencahayaan, sistem pendingin termal mekanik serta peralatan listrik yang digunakan serta mencari peluang penghematan energi listrik yang dapat diterapkan.

3.1. Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik.

Hasil Perhitungan nilai IKE listrik pada Rumah Sakit Hermina Ciruas pada kWh dengan kapasitas 197 kVA pemakaian selama satu tahun dan juga menggunakan data dari luas bangunan. Hasil dari perhitungan yang dilakukan nilai IKE pada tahun 2022 yaitu sebesar 705,95 kWh/m² pertahun, maka nilai Intensitas Konsumsi Energi untuk tahun 2022 masih di atas Standar IKE yang ditetapkan, untuk nilai standar IKE berlaku yaitu 380 kWh/m² pertahun.

3.1.1 Hasil Perhitungan Pencapaian Target Penghematan Konsumsi Listrik

Hasil perhitungan yang sudah dilakukan baik dari segi penggunaan konsumsi energi listrik, penghematan energi listrik serta penghematan dalam biaya tagihan rekening listrik. Berikut ini adalah tabel 2 data pencapaian target penghematan listrik

Tabel 2. Data Pencapaian Target Penghematan Listrik

Baseline 6 (enam) bulan terakhir			Pengamatan Tahun Berjalan				Penghematan Listrik (%)	Penghematan Biaya Listrik (%)
Bulan	Pemakaian Listrik (kWh)	Biaya Listrik (Rp)	Periode Laporan	Bulan	Pemakaian Listrik (kWh)	Biaya Listrik (Rp)		
Jan-22	80492	68.331.880	Ke-1 Dilaporkan Bulan Oktober 2022	Jul-22	81458	69.331.420	-8	-5
Feb-22	80492	68.331.880		Aug-22	70567	64.960.200		
Mar-22	81736	69.876.820		Sep-22	71378	64.192.400		
Apr-22	81816	69.958.900		Rata-Rata	74.468	65.828.007		
May-22	81816	69.958.900	Ke-2 Dilaporkan Bulan Januari 2022	Oct-22	68532	61.694.200	-14	-9
Jun-22	81458	69.331.420		Nov-22	72289	65.146.420		
Rata-Rata	81.302	69.298.300		Dec-22	68532	62.844.200		
				Rata-Rata	69.784	62.844.940		

Berdasarkan tabel 2, hasil perhitungan yang sudah dilakukan menunjukkan penggunaan dari konsumsi energi listrik dengan nilai rata-rata pada 6 bulan Januari s.d. bulan Juni 2022 sebagai *baseline* adalah sebesar 81.302 kWh. Rata-rata konsumsi energi pada masa periode pelaporan ke-1 dari bulan Juli s.d. bulan September 2022 dengan nilai sebesar 74.468 kWh. Hasil proses perhitungan ini penghematan konsumsi energi listrik sebesar -8.04% sedangkan untuk penghematan tarif biaya listrik sebesar -5%. Rata-rata konsumsi energi pada masa periode pelaporan ke-2 dari bulan Oktober s.d. Desember 2022 dengan nilai didapatkan sebesar

69.784 kW. Hasil dari perhitungan yang sudah dilakukan untuk penghematan konsumsi energi listrik sebesar 14.16% sedangkan untuk penghematan pada tarif listrik sebesar -9.31%.

3.1.2 Hasil Nilai IKE Kriteria Ruangan

Perhitungan luas Lantai total memiliki nilai 5.220 m², luas lantai kondisi ber-AC sebesar 1.304 m². Nilai IKE pada ruangan kondisi bangunan ber-AC pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Kriteria IKE Ruangan Ber-AC dan Tanpa-AC

Bulan	Total Listrik KWH	Lantai ber-AC	
		Konsumsi Energi	Kriteria
Januari	80492	15,42	Cukup Efisien
Februari	80492	15,42	Cukup Efisien
Maret	81736	15,66	Cukup Efisien
April	81816	15,67	Cukup Efisien
Mei	81816	15,67	Cukup Efisien
Juni	81458	15,60	Cukup Efisien
Rata-rata	81.464	15,58	Cukup Efisien

Berdasarkan pada Tabel 3 merupakan hasil dari perhitungan IKE selama kurun waktu 6 Bulan dari Januari s.d. Juni 2022, yang tercatat rata-rata konsumsi energi berkisar 81.464 dengan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) lantai ber-AC dan lantai tanpa AC sebesar 15,58 kWh/m² termasuk dalam kategori cukup efisien untuk lantai ber-AC dan kategori boros tanpa AC.

3.2. Analisis *Bed Occupation Rate*

Pembahasan menggunakan data tahun 2022 sesuai dengan penggunaan kWh. Berikut tabel 4 data tingkat *occupancy* pada Rumah Sakit Hermina Ciruas.

Tabel 4. Tingkat BOR Rumah Sakit Hermina Ciruas

Uraian	Target	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
BOR	75	71,46	65,24	68,89	64,47	67,33	71,59
Kelahiran	10,45	8,48	8,68	7,97	9,07	9,06	8,77
Operasi	28,36	25,35	24,21	26,90	24,03	24,19	26,90
IGD	61,40	42,16	49,18	36,84	37,40	43,87	43,93
Target	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
75	73,55%	79,10%	85,84	78,78%	79,01%	77,94%	73,65%
10,45	8,16	8,77	8,87	8,90	8,60	8,13	8,62
28,36	26,29	27,68	28,43	26,00	27,47	28,94	26,38
61,40	47,26	52,97	52,97	50,81	55,47	49,16	46,52

Tabel 4 merupakan hasil tingkat *Bed Occupation Rate* pada Rumah Sakit Hermina Ciruas. Jumlah *Bed* yang dimiliki sebanyak 225 dengan rata-rata digunakan pada kebutuhan perawatan rawat inap, IGD, kebutuhan operasi bedah dan kebutuhan untuk melahirkan. Berdasarkan dari data terdapat nilai BOR yang melebihi dari target yang ditentukan. Pada bulan Agustus s.d. Desember 2022 nilai BOR melebihi dari target. Bulan September dan Desember nilai yang melebihi dari target Operasi.

3.3. Analisis Sistem Kelistrikan Gedung Rumah Sakit Hermina Ciruas

Analisis sistem kelistrikan pada gedung rumah RS Hermina Ciruas menggunakan desain perancangan instalasi sistem kelistrikan PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero). Sistem kelistrikan pada RS Hermina Ciruas dengan kapasitas daya sebesar 197 kVA. Berikut adalah hasil pengukuran arus dan tegangan pada MCB lantai 1,2, dan 3 pada tabel 5 nilai tegangan dan arus panel RS Hermina Ciruas.

Tabel 5. Nilai Tegangan dan Arus Lantai 1,2, dan 3

Lantai	No	Sumber Tegangan	Tegangan (V)
Lantai 1	1	R-S	391
	2	S-T	389
	3	T-R	381
	4	R-N	224
	5	S-N	229
	6	T-N	226
	No	Sumber Arus	Arus (I)
	1	R	288
	2	S	298
	3	T	297
Lantai 2	No	Sumber Tegangan	Tegangan (V)
	1	R-S	389
	2	S-T	388
	3	T-R	384
	4	R-N	226
	5	S-N	225
	6	T-N	229
	No	Sumber Arus	Arus (I)
	1	R	287
	2	S	293
3	T	295	
Lantai 3	No	Sumber Tegangan	Tegangan (V)
	1	R-S	390
	2	S-T	389
	3	T-R	387
	4	R-N	227
	5	S-N	225
	6	T-N	228
	No	Sumber Arus	Arus (I)
	1	R	286
	2	S	297
3	T	294	

Kebutuhan lantai 1 seperti pendaftaran administrasi rawat jalan atau rawat inap, kasir, farmasi dan lain sebagainya. Lantai 2 untuk kebutuhan seperti hermodialisa, ICU dan lain sebagainya. Lantai 3 untuk kebutuhan perawatan anak, perawatan umum, bank darah dan ruang server.

3.4. Hasil Analisis Perangkat Listrik

Pemakaian konsumsi energi listrik pada perangkat listrik sangat berpengaruh pada kegiatan yang sedang dilakukan. Tabel 6 hasil perhitungan konsumsi energi pada perangkat listrik di RS Hermina Ciruas Serang.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Perangkat Listrik

No	Nama Perangkat	Jam	Jumlah	Daya (kW)	Konsumsi (kWh)	Konsumsi (kWh) Tahunan
1	Komputer Administrasi	8	23	0,952	162,866	59.446,090
2	Komputer Poli	10	22	0,952	194,766	71.089,590
3	Komputer Perawatan (IGD,OK,RPA,RPU)	24	11	0,952	233,728	85.310,72
4	Printer	10	12	0,57	63,6	13.359
5	Tv	10	38	0,75	1.464,75	534.633,75
6	Dispanser	24	6	0,389	52,092	19.013,58
7	Kulkas	24	6	0,125	16,74	6.110,1
8	Ventilator	24	20	0,70	312,48	114.005,2
9	Dental Unit	10	2	0,798	11,874	4.334,01
10	USG Unit	12	5	0,300	11,16	4.073,4
11	ST Scan Siemens	24	1	55	1.227.600	448.074.000
12	Radiologi	24	1	22	491.040	179.229.600
13	Lift	24	3	17,6	1.178.496	430.151.040

Konsumsi energi listrik pada perangkat listrik yang dipakai Rumah Sakit Hermina Ciruas yang sering digunakan Pengambilan data perangkat listrik pada lantai 1,2, dan 3.

3.5. Hasil Analisis PHE Sistem Pencahayaan

Penggunaan energi listrik untuk konsumsi sistem pencahayaan pada suatu bangunan gedung sangat dipengaruhi pada kegiatan dan juga aktivitas pada masing-masing ruangan. Berikut adalah tabel 4 Hasil pengukuran dan perhitungan sistem pencahayaan.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Kebutuhan Sistem Pencahayaan

Ruangan	Terpasang			Perhitungan	
	Luas (m ²)	Kapasitas & Jumlah lampu	Jumlah Kapasitas (Watt)	Kapasitas & Jumlah lampu	Jumlah Kapasitas (Watt)
Kasir	19,5	7 x 9	63	6 x 11	66
Lobby	67,26	14 x 14	196	16 x 14,5	232
ADM RI/RJ	15	6 x 9	54	5 x 11	55
IGD Eksekutif	28,95	6 x 14	84	7 x 14,5	101,5
R.Farmasi	50	16 x 9	144	12 x 14	108
R.Obgyn	35	14 x 14	28	12 x 14	168
Toilet Pria/wanita	11,25	4 x 9	36	2 x 9	18
R.Hemodialisa	68,75	11 x 14	154	16 x 14,5	232
R. ICU 3 TT	25,00	6 x 14	84	6 x 14,5	87
NS ICU	10,00	9 x 14	126	3 x 14	42
R.Dokter	20,47	4 x 14	56	4 x 14,5	58
R.CSSU	24,8	12 x 9	108	6 x 14	36
R. Pre Operasi	25,75	12 x 14	168	9 x 14	126
R. Pemulihan Operasi	54,8	16 x 14	224	13 x 14	182
NS Operasi	6,36	4 x 14	56	2 x 14	28
R.Operasi 1	30	8 x 18	144	10 x 14,5	145
NS RPA	6	4 x 9	36	2 x 14	28
R.Kelas 3	41,25	6 x 14	84	7 x 14,5	101,5
R. Bank Darah	20,00	4 x 9	36	3 x 14	42
R. Server	10,00	2 x 14	28	7 x 14	98
Total			2635	Total	2476

Hasil Perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas total lampu menghasilkan nilai total jumlah sebesar 2.635 Watt, sedangkan dari perhitungan kebutuhan pencahayaan mendapatkan nilai total jumlah sebesar 2.476 Watt dengan memiliki nilai selisih perbedaan kebutuhan lantai 1,2, dan 3 sebesar 159 Watt.

3.6. Hasil Analisis Sistem Pendingin Udara

Sistem pendingin ruangan yang digunakan pada bangunan Rumah Sakit Hermina AC (*Air Conditioner*). Berikut adalah tabel 8 hasil pengukuran dan perhitungan sistem pendingin.

Tabel 8. Sistem Pendingin Udara Terpasang Lantai 1,2, dan 3

Lantai	Ruangan	Jenis AC	PK	Jumlah	Jam
Lantai 1	Lobby	Cassette	3,5	2	24
	Kasir	Split	1,5	2	8
	Adm Ri/Rj	Split	1,5	2	8
	IGD Reguler	Split	1,5	1	24
		Cassette	3	1	24
	IGD Eksekutif	Cassette	3	2	24
		Split	1,5	2	24
	Farmasi	Cassette	3	3	24
		Split	1,5	3	24
	Poli Obgyn 1&2	Split	1,5	2	12
	Kamar Jenazah	Split	1,5	1	8
	ST Scan	Split	1,5	2	24
	Radiologi	Split	1,5	1	24
Lantai 2	Hermodialisa	Split	1,5	3	12
		Cassette	3	1	12
	CSSU	Split	1,5	1	24
		Split	1	1	24
	Dokter OK	Split	1,5	1	24
		Cassette	2	3	24
	ICU	Cassette	1	2	24
		Split	1,5	1	24
	ICU Perawatan	Split	1,5	2	24
	Tunggu OK	Split	1,5	1	8
	OK	Split Duct	1,5	7	24
	Pre OK	Split	2	3	24
	Pemulihan OK	Split	2	2	24
Lantai 3	NS RPA	Split	1,5	1	24
	Lorong RPA	Cassette	3	3	24
	Lorong RPU	Cassette	3	3	24
	RPA kelas 2	Split	1,5	1	12
	RPU kelas 2	Split	1,5	1	12
	Bank Darah	Split	1,5	1	24
Server	Split	1,5	2	24	



Sistem pendingin pada ruangan dilantai 1, 2, dan 3 hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat ruangan dengan pemakaian AC 24 jam sehari ruangan harus terjaga suhu dan kelembapan. Berikut adalah tabel 9 yang merupakan hasil perhitungan kapasitas AC pada setiap ruangan Rumah Sakit Hermina Cirus.

Tabel 9. Hasil Perbandingan Kebutuhan AC Terpasang dan Perhitungan

Ruangan	Terpasang				Perhitungan		
	P (m ²)	L (m ²)	T (m ²)	Kapasitas Pendingin (BTU)	Kapasitas Mesin (PK)	Kapasitas Pendingin (BTU)	Kapasitas Mesin (PK)
Lobby	11,8	5,7	2,7	30.000	3,5	18,156	2
Kasir	6,5	3	2,7	12.000	1,5	4,954	0,5
ADM RI/RJ	5	3	2,7	12.000	1,5	4,287	0,5
IGD Eksekutif	9,65	3	2,7	27.000	3	7,355	0,75
R.Farmasi	10	5	2,7	12.000	1,5	12,703	1,5
				30.000	3,5		
R.Obgyn	7	5	2,7	12.000	1,5	8,982	1
R.Laboratorium	12	5	2,7	12.000	1,5	17,149	2
R.Tunggu	20	4,5	2,7	45.000	5	22,866	2,5
R.Jenazah	6	4,75	2,7	12.000	1,5	7,693	0,75
R.Hemodialisa	13,75	5	2,7	12.000	1,5	31,441	3
				27.000			
R. ICU 5 TT	10	5	2,7	12.000	1,5	22,866	2
R.CSSU	6,2	4	2,7	12.000	1,5	12,050	1,5
				9.000	1		
R. Pre Operasi	5,15	5	2,7	12.000	1,5	11,776	1,5
R.Pemulihan Operasi	13,70	4	2,7	18.000	2	28,194	3
OK I	6	5	2,7	12.000	1,5	13,719	1,5
NS RPA	3,5	3	2,7	12.000	1,5	5,402	0,5
R. Kelas 3 RPA	8,25	5	2,7	12.000	1,5	18,864	2
R. Bank Darah	5	4	2,7	12.000	1,5	10,289	1
R. Server	5	2	2,7	12.000	1,5	4,573	0,5
Total				366.000	37	263.237	28

Berdasarkan dari hasil pengamatan pada setiap kondisi ruangan yang dilakukan audit, jumlah AC yang terpasang sebesar 37 PK sedangkan dilakukan mencari nilai kebutuhan AC dengan perhitungan jumlah sebesar 28 PK, sehingga dengan begitu dari hasil tersebut terdapat adanya peluang penghematan energi listrik. Berikut ini adalah tabel 10 hasil perhitungan konsumsi energi listrik sebelum pergantian jenis *inverter*.

Tabel 10. Perhitungan Konsumsi Sebelum Pergantian *Inverter*

Jenis AC	(PK)	(kW)	(Jam)	Unit	Daya harian (kWh)	kWh/tahun
Split	1,5	1,17	8	19	165.391	60.367,715
Cassette	3	2,7	24	3	60.264	65.989,08
Cassette	3	2,7	15	1	37.665	13.747,72
Cassette	3,5	3,30	24	5	368.28	134.422,2
Total					752.128	274.526,72

Sebelum pergantian jenis AC *inverter* yang terdiri jenis split 1,5 PK untuk ruangan operator, Adm Ri/Rj, poli obgyn, poli mata, poli THT, poli othopedi, dan lain sebagainya. Jenis *Cassette* 3 PK 24 jam untuk IGD, *Cassette* 3 PK 8 jam ruang hermodialisa dan *Cassette* 3,5 PK 24 JAM lobby dan farmasi. Tabel 11 hasil dari perhitungan untuk melakukan pergantian dari jenis AC non *inverter* menjadi AC *inverter*.

Tabel 11. Perhitungan Sesudah Pergantian *Inverter*

Jenis AC	(PK)	(kW)	(Jam)	Unit	Daya harian (kWh)	kWh Pertahun
Split	1,5	0,9	8	19	127.224	46.436,76
Cassette	3	2,23	15	1	31.108	11.354,602
Cassette	3	2,23	24	8	49,733	145.338,912
Total					158.730,18	203.130,274

Hasil perhitungan sebelum dilakukan pergantian daya pertahun sebesar 274.526,72 kWh setelah pergantian *inverter* daya pertahun sebesar 203.130,274 kWh sehingga peluang penghematan sebesar 71.396,45 kWh. Tabel 12 merupakan hasil perhitungan dari biaya investasi yang diperlukan untuk melakukan pergantian jenis AC *inverter* pada setiap ruangan yang ada di Rumah Sakit Hermina Ciruas.

Tabel 12. Biaya Investasi Pergantian AC *Inverter*

Jenis	Jumlah PK	Jumlah AC (unit)	Harga AC (Rp/unit)	Harga Jasa Pasang (Rp/unit)	Total Investasi
<i>Split</i>	1,5	19	7.099.000	100.000	136.781.000
<i>Cassete</i>	3	9	25.779.000	100.000	232.111.000
Total		27	32.878.000	200.000	368.892.000

Maka *payback period* yang akan dicapai adalah 2,79 artinya adalah selama 2 tahun 7 bulan. untuk ruangan-ruangan yang belum menggunakan jenis AC *inverter*.

3.7. Peluang Penghematan Energi

Pengamatan dengan melakukan peninjauan secara langsung untuk mengetahui sistem operasional RS Hermina yang telah berjalan mendapatkan peluang penghematan yang dapat dilakukan sebagai berikut:

- Peluang penghematan energi listrik *no cost*. Sistem pencahayaan tindakan peluang penghematan mematikan lampu pada saat jam kerja selesai dan memanfaatkan pencahayaan alami seperti matahari dari pagi sampai sore hari. Sistem Pendingin ruangan dengan menggeser jam nyala AC selama satu jam. Pemakaian AC yaitu dinyalakan satu jam sebelum masuk jam kerja. Sebaiknya dinyalakan pada saat jam kerja dimulai dan dimatikan pada saat 1 jam sebelum jam kerja selesai. Berlaku untuk ruangan daerah kerja non-24 jam.
- Peluang penghematan energi listrik *low cost*. Peluang penghematan energi listrik pada Rumah Sakit Hermina Ciruas dengan mengeluarkan biaya yang rendah berlaku semua sistem kelistrikan yang terpasang pada bangunan. Tindakan yang dilakukan dengan membuat poster atau stiker berupa ajakan untuk hemat penggunaan energi yang terpasang pada setiap lorong, ruangan pekerja dan ruangan perawatan pasien.
- Peluang penghematan energi listrik *high cost*. Peluang penghematan energi listrik pada Rumah Sakit Hermina Ciruas dengan mengeluarkan biaya yang tinggi untuk sistem tata udara yaitu dengan melakukan pergantian pada jenis AC yang belum menggunakan jenis *inverter* dengan biaya investasi sebesar.

3.8. Hasil IKE Akhir

Besarnya kWh pada AC sebelum dilakukan pergantian ke jenis AC *inverter* sebesar 274.526,72 kWh/tahun, setelah dilakukan pergantian besarnya kWh pada AC dengan pergantian ke jenis *inverter* sebesar 203.130,27 kWh/tahun. Maka total kWh dalam satu tahun adalah sebesar 849.169,55 kWh/tahun. Dengan menggunakan Persamaan 2.9 dan menggunakan kWh perhitungan tahun 2022 maka hasil dari perhitungan yang dilakukan nilai IKE 180,214 kWh/m²/tahun

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan analisis audit energi pada bangunan RS Hermina Ciruas yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Besarnya nilai (IKE) listrik pada audit energi awal tahun 2022 sebesar 195,95 kWh/m²/tahun. Hasil nilai IKE masih di bawah standar dari penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID dengan nilai sebesar 380 kWh/m²/tahun kategori termasuk efisien.
2. Pemborosan konsumsi energi listrik lantai 1, 2, dan 3 menunjukkan penggunaan dari sistem penerangan total terpasang 2635 Watt dan perhitungan 2.476 Watt dengan selisih lebih hemat sebesar 159 Watt dengan kondisi sebagian ruangan kerja 24 jam seperti IGD, ICU OK, sistem pendingin ruangan lantai 1,2,3 menunjukkan total yang terpasang kapasitas kebutuhan BTU/H 366.000 dan 37 PK, sedangkan berdasarkan perhitungan kebutuhan BTU/H 263.237 dan 28 PK. Perhitungan perangkat listrik dengan pemakaian terbesar terdapat pada Komputer untuk perawatan, CT Scan, Radiologi, dan Lift
3. Hasil pengukuran tingkat pencahayaan Lux tidak ada yang sesuai dengan standar dari SNI 6197-2011 dan KEMENKES Nomor 7 Tahun 2019, maka sebagai rekomendasi dengan melakukan perhitungan tingkat kebutuhan penerangan. Sistem pendingin ruangan untuk nilai pengukuran pada suhu, kelembapan dan kecepatan angin sudah ada data yang sesuai dan tidak sesuai dengan standar KEMENKES Nomor 7 Tahun 2019. Maka sebagai rekomendasi sistem pendingin ruangan dengan melakukan pergantian oleh sebagian ruangan yang belum menggunakan jenis AC *inverter*. Simulasi perhitungan dengan pergantian ke jenis AC *inverter* maka nilai IKE sebesar 180,214 kWh/m²/tahun. Serta dilakukan perawatan rutin untuk penggunaan perangkat listrik lain dengan penjadwalan servis berkala setiap 1/3 bulan.

4.2 Saran

Berikut saran untuk penelitian terkait dengan audit energi yang dilaksanakan di Rumah Sakit Hermina Ciruas yaitu:

1. Dapat melaksanakan hasil rekomendasi PHE *no cost* penjadwalan jam nyala penggunaan perangkat listrik sesuai dengan jam kerja dan jam istirahat pasien yang melakukan rawat inap.
2. Dapat melaksanakan hasil rekomendasi PHE *low cost* dengan membuat stiker atau poster untuk penghematan penggunaan konsumsi energi listrik, untuk ruangan dengan wilayah kerja non-24 jam serta untuk pasien yang sudah selesai rawat inap untuk selalu mematikan lampu dan AC saat tidak digunakan
3. Dapat melaksanakan hasil rekomendasi PHE *High cost* dengan melakukan pergantian ke jenis AC *inverter* dengan kelebihan hemat konsumsi listrik sampai 30%.

REFERENSI

- [1] Anonim, “*Handbook Of Energy & Economic Statistic Of Indonesia*,” *Ministry of Energy Mineral Resources Republic of Indonesia*, Jakarta, Januari. 2019.
- [2] Anonim, “Menteri Energi Dan Sumber Mineral Republik Indonesia Nomor: 13 Tahun 2012,” Jakarta, Mei. 2012.
- [3] Yajima N., and T. H. Arimura, “*Promoting energy efficiency in Japanese manufacturing industry through energy audits: Role of information provision, disclosure, target setting, inspection, reward, and organizational structure*,” *Energy Economics*, vol. 114, Oct. 2022.
- [4] Rahman N. M. A., C. H. Lim., and A. Fazlizan, “*Optimizing the energy saving potential of public hospital through a systematic approach for green building certification in Malaysia*,” *Journal of Building Engineering*, vol. 43, November. 2021.
- [5] Praja R. B., “Analisis Pengaruh Pembangunan Infrastruktur Jalan, Sekolah, Rumah Sakit, Puskesmas, Dan Penyediaan Air Bersih Terhadap PDRB Di Seluruh Provinsi Di Indonesia Tahun 2016 - 2018,” *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika dan Ekonometrika*, vol. 3, no 2, September. 2023.

- [6] Irawan A., Nugroho, M. N. Alif, dan J. Sutopo, “Audit Energi Listrik Di Hotel Grand Dafam Roha Jogja,” Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, August. 2019. URL: <http://eprints.uty.ac.id/id/eprint/3346>.
- [7] Anonim, *Energy audits - Requirements with guidance for use Internasional Standard Organization ISO 50002:2014*.
- [8] Moghimi S., F. Azizpour, S. Mat, C. H. Lim, E. Salleh, and K. Sopian, “Building energy index and end-use energy analysis in large-scale hospitals-case study in Malaysia,” *Energy Efficiency*, Solar Energy Research Institute, Universiti Kebangsaan Malaysia vol. 6, pp. 243–256, 17 Juni. 2013.
- [9] Martínez C. I. P., and A. C. Poveda, “Challenges and opportunities in the management of refrigeration and air conditioning systems to reduce environmental impacts in the Colombian health sector,” *International Journal of Refrigeration*, vol. 141. Elsevier Ltd, pp. 54–65, June. 2022.
- [10] Kang Z., Y. Zhang., J. Dong., X. Cheng., and G. Feng, “The Status of Research on Clean Air Conditioning System in Hospital Operation Room,” in *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 2017, pp 4129–4134, 2017.

