

Analisis Peluang Efisiensi Melalui Konservasi Energi Pada Sistem Tata Udara Di Gedung Rumah Sakit Umum Nurhayati Garut

Nadya Aprilia¹, Nundang Busaeri², Andri Ulus Rahayu³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

¹187002010@student.unsil.ac.id

²nundangb@unsil.ac.id

³andriulusr@unsil.ac.id

Abstrak— Penelitian membahas tentang konservasi energi pada sistem tata udara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada gedung karena penggunaan energi listrik pada gedung Rumah Sakit Umum Nurhayati 75% digunakan pada sistem tata udara. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis konsumsi energi untuk mendapatkan penghematan energi pada sistem tata udara agar tercapainya konsumsi energi yang lebih efisien. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah konservasi energi dengan audit energi dilakukan perhitungan IKE, dan peluang upaya penghematan energi pada sistem tata udara. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah nilai intensitas konsumsi energi (IKE) pada Rumah Sakit Umum Nurhayati untuk bangunan non AC sebesar 28,68 kWh/m²/tahun termasuk kategori “efisien” sedangkan bangunan ber AC termasuk kriteria “agak boros” yaitu sebesar 183,16 kWh/m²/tahun. Besarnya konsumsi energi sistem tata udara sebesar 470801 kWh/tahun dari total penggunaan energi pada gedung. Peluang penghematan energi yang direkomendasikan dengan hasil paling efisien adalah menggunakan jenis AC inverter hemat energi dan didapatkan penghematan sebesar 209244,2 kWh/tahun atau 44% per tahun, dan nilai IKE setelah penghematan menjadi 101,7 kWh/m²/tahun menjadi kategori “efisien” dengan *payback period* selama 1 tahun 8 bulan dari penghematan yang dilakukan.

Kata Kunci: Air Conditioning, Intensitas Konsumsi Energi (IKE), Konservasi Energi, Payback Period, Peluang Hemat Energi

Abstract— *The study discusses energy conservation in the air conditioning system to increase the efficiency of using electrical energy in buildings because 75% of the electricity used in the Nurhayati General Hospital building is used in the air conditioning system. The purpose of this study is to analyze energy consumption to obtain energy savings in the air conditioning system to achieve more efficient energy consumption. The method used in this study is energy conservation by energy audit calculated energy consumption intensity, and opportunities for energy-saving efforts in the air conditioning system. The results obtained in this study are the value of energy consumption intensity (IKE) at Nurhayati General Hospital for non-AC buildings of 28.68 kWh/m²/year is included in the category of "efficient" while buildings with air conditioning are included in the criteria of "slightly wasteful" which is 183,16 kWh/m²/year. The energy consumption of the AC system is 470801 kWh/year of the total energy use in the building. The recommended energy saving opportunity with the most efficient results is using an energy-efficient and inverter AC type, and a*

savings of 209244,2kWh/year or 44% per year, and the IKE value after saving becomes 101,7 kWh/m²/year into the "efficient" category, with a payback period of 1 year and 8 months from the savings obtained.

Keywords: Air Conditioning, Energy Conservation, Energy Consumption Intensity, Energy Saving Opportunities, Payback Period

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia masih jarang adanya analisis pada intensitas konsumsi energi terutama pada gedung komersil seperti rumah sakit. Namun nyatanya berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya bahwa dengan melakukan analisis pada IKE akan memberikan gambaran tentang profil konsumsi energi setiap tahunnya untuk mengetahui efisien atau tidaknya penggunaan energi sehingga mencari peluang penghematan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi [1].

Penggunaan AC cukup dominan memegang peran dalam penggunaan listrik dapat mencapai hingga 57% dari total penggunaan energi pada gedung [2]. Dalam usaha mengurangi pemborosan energi, melakukan identifikasi peluang hemat energi sangat diperlukan, apabila besarnya intensitas konsumsi energi tidak sesuai standar dan dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan nilai intensitas konsumsi energi yang lebih rendah lagi guna memperoleh penghematan energi [3].

Berdasarkan besarnya penghematan energi yang dapat dilakukan, maka dapat diperhitungkan biaya investasi berdasarkan jenis penghematan yang dilakukan. Biaya investasi dapat dikatakan menguntungkan apabila pengembaliannya kurang dari lima tahun [4].

A. Konservasi Energi

Konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana dan terpadu untuk melindungi sumber daya energi domestik dan meningkatkan efisiensi penggunaannya. Konservasi energi pada sistem tata udara yaitu dapat bekerja dengan menghemat energi tanpa mengurangi kenyamanan dan penggunaannya [5].

B. Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas konsumsi energi (IKE) merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar jumlah dari

penggunaan energi setiap meter persegi luas bangunan dalam jangka waktu tertentu dalam satuan kWh/m²/tahun [6].

1. Konsumsi energi perluas lantai tidak menggunakan AC

$$IKE = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)} - \text{konsumsi Energi AC (kWh)}}{\text{Total Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

2. Konsumsi energi perluas lantai menggunakan AC

$$IKE = \frac{\text{konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai ber-AC}} \quad (2)$$

C. Efisiensi Air Conditioner

Efisiensi dinyatakan sebagai perbandingan antara daya keluaran dengan satuan watt dan daya masukan [7].

$$\eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100\% \quad (3)$$

Semakin efisien AC maka nilai EER semakin tinggi [8].

$$EER = \frac{\text{kapasitas pendinginan (} \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \text{)}}{\text{energi input listrik (W)}} \quad (4)$$

CSPF merupakan pengukuran efisiensi energi pada AC yang semakin besar nilainya maka biaya yang dikeluarkan rendah [9].

$$CSPF = EER \times 0,293 \quad (5)$$

Tabel1. Standar EER dan CSPF

EER	CSPF	Keterangan
9	2	Sangat buruk
9,95	2,5 – 2,9	Buruk
10,4	3 – 3,8	Baik
>10,41	3,8 – 4,20	Sangat baik

D. Peluang Penghematann Energi

Berdasarkan peraturan penghematan energi yang terdapat pada Permen ESDM No.13 tahun 2012. Setelah melakukan beberapa langkah konservasi dan memperoleh data dari pengukuran, maka akan dianalisis untuk merekomendasikan penghematan energi berdasarkan kemungkinan yang dapat dilakukan pada suatu bangunan. Perhitungan kebutuhan beban *air conditioner* dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar kalor yang ada di suatu ruangan dan dapat ditentukan besar *air conditioner* yang dibutuhkan untuk membuat ruangan tetap nyaman [10].

$$BP = BSB + BSO + BLO + CFM_1 + CFM_2 \quad (6)$$

a. Beban Sensibel Bangunan

$$BSB = L_{\text{bidang}} \times \text{Beban}_{\text{kalor}} \quad (7)$$

b. Beban Kalor Internal

$$BSO = \text{okupansi} \times 200 \quad (8)$$

$$BSB = \text{okupansi} \times 250 \quad (9)$$

c. Beban Kalor Eksternal

d. Beban Infiltrasi

$$CFM_1 = \frac{(P) \times (L) \times (T) \times (AC) \times 35,31}{60} \quad (10)$$

Keterangan:

P = Panjang ruangan (m)

L = Lebar ruangan (m)

T = Tinggi ruangan (m)

AC = pertukaran udara per jam yaitu 2

Tabel 2. Konversi kapasitas AC (PK)

Kapasitas (PK)	Beban kalor (Btu/h)
0,5	± 5.000
0,75	± 7.000
1	± 9.000
1,5	± 12.000
2	± 18.000
2,5	± 24.000

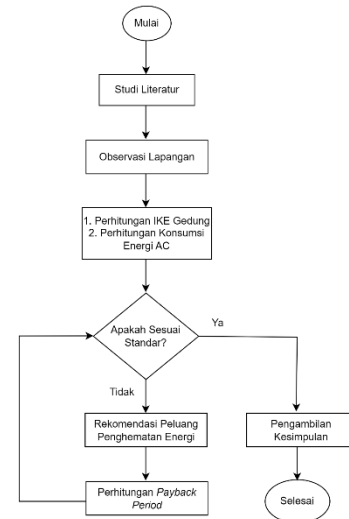
E. Payback Period

Payback period merupakan investasi yang menggambarkan lamanya waktu yang dibutuhkan dana untuk dipulihkan kembali seluruhnya [11].

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Investasi pembelian alat (Rp)}}{\text{penghematan yang dihasilkan (Rp/tahun)}} \quad (11)$$

II. METODE

A. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Gambar 1 merupakan flowchart penelitian yang menjelaskan tentang tahapan pada penelitian yang dilakukan observasi lapangan untuk mendapatkan data berupa data historis konsumsi energi, luas bangunan serta data system tata udara yang digunakan. Kemudian dilakukan pengukuran pada setiap ruangan seperti konsumsi energi AC, suhu serta kelembaban.

Hasil data tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai standar dan mengestimasi besarnya penghematan energi yang dapat dilakukan pada sistem tata udara dan berapa lama waktu pengembalian dana dari penghematan yang didapatkan.

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi dilaksanakannya penelitian di gedung Rumah Sakit Umum Nurhayati yang beralamat di Jalan Jendral Sudirman No.6, Suci, Kecamatan Karangpawitan, Kabupaten Garut, Jawa Barat 44116. Penelitian yang dilakukan dimulai Januari 2023 sampai dengan selesai.

C. Pengukuran



Gambar 2. Alat pengukur suhu dan kelembaban

Pengukuran beban konsumsi daya *air conditioner* (AC), dengan mengukur daya mesin dalam mencapai suhu target standar ruangan yang ditetapkan Kementerian Kesehatan, setelah itu diukur berapa daya mesin dengan lama waktu pencapaiannya. Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan untuk mendapatkan suhu dan kelembaban rata-rata diluar dan didalam ruangan secara langsung, pengukuran dilakukan pada waktu pagi hari 09.00, waktu siang hari sekitar pukul 12.00 dan pada waktu sore hari sekitar pukul 17.00.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Intensitas Konsumsi Energi

Tabel 3. Konsumsi energi bulan Januari – Desember 2021

Bulan	Jumlah kWh
Januari	33.064
Februari	36.007
Maret	33.820
April	35.354
Mei	36.869
Juni	35.383
Juli	36.651
Agustus	36.776
September	41.142
Oktober	66.849
November	92.665
Desember	91.938
Total	576.524

Dari data diatas didapatkan nilai Intensitas Konsumsi Energi menggunakan persamaan (1) untuk bangunan non AC sebesar **28, 68 kWh/m²/tahun** (efisien) dan untuk bangunan ber AC dengan persamaan (2) didapatkan sebesar **183,16**

kWh/m²/tahun termasuk kategori agak boros. Hal ini menunjukkan bahwa IKE pada bangunan ber AC diperlukan upaya penghematan energi terutama pada sistem tata udara untuk penggunaan energi yang lebih efisien.

B. Konsumsi Energi Sistem Tata Udara

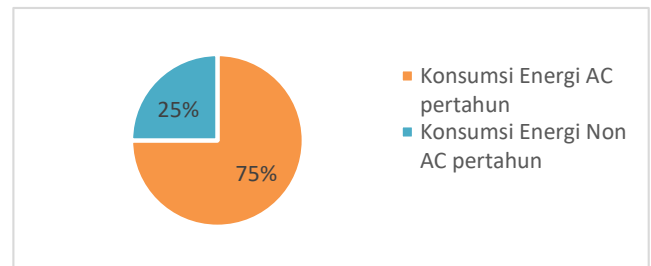
1. Perhitungan Konsumsi Energi Sistem Tata Udara

Tabel 4. Data Konsumsi Energi Sistem Tata Udara

No	Ruang	Energi(kWh)
Lantai 1		
1.	Ruang Screening	13586,4
2.	IGD	7848 7747,2
3.	Pendaftaran	2697,6
4.	Poli Umum	2455,2
5.	PIPP	2568
6.	Farmasi	2529,6
7.	Ruang Admin PCR & Radiologi	2608,8
8.	Ruang CT Scan	5155,2
9.	Ruang Radiologi	5140,8
10.	Ruang Rawat Pisang	7365,6
11.	Ruang Rawat Apel	7524
12.	Ruang Rawat Jeruk	7257,6
13.	Ruang Rawat Anggur	7257,6
14.	Ruang Rawat Pepaya	7257,6
15.	Ruang Direktur	2532
16.	Ruang Pertemuan	1710,9
Total		93242,1
Lantai 2		
1.	Gudang Farmasi	7797,6
2.	Instalasi Farmasi	2568
3.	Poli Mata	1278
4.	Poli Kandungan	1318,8
5.	Poli Dalam	1318,8
6.	Poli Paru	1318,8
7.	Poli Bedah	1318,8
8.	Poli Gigi	1318,8
9.	Laboratorium	5076
10.	Ruang Server	7250,4
11.	Radiologi USG	5212,8
12.	Poli THT	1287,6
13.	Poli DOT	1204,8
14.	Poli Kulit	1214,4
15.	Poli Saraf	1214,4
16.	Poli Orthopedi	1214,4
17.	Poli Anak	1214,4
18.	Poli Rehabilitasi Medik	1308
19.	Ruang Konsul	1266
20.	Poli Jiwa	1266
21.	Poli Jantung	1266
22.	Ruang Rawat Melati	7797,6

No	Ruang	Energi(kWh)
23.	Ruang Rawat Teratai	7797,6
24.	Ruang Rawat Mawar	7797,6
25.	Ruang Rawat Dahlia	7862,4
26.	Ruang Rawat Kenanga	7862,4
27.	Ruang Rawat Tulip	7862,4
Total		95212,8
Lantai 3		
1.	Ruang VK	15660
2.	Ruang Operasi	5277,6
3.	Ruang Operasi 2	5184
4.	Ruang Dokter	2426,4
5.	Ruang Farmasi	7243,2
6.	Ruang Alat Steril	7200
7.	NICU	3264
8.	Ruang Bidan	2577,6
9.	Ruang Perinatologi	3222
10.	CSSD	5148
11.	HCU	7905,6
12.	Ruang Rawat Anyelir	7812
13.	Ruang Rawat Asoka	7812
14.	Ruang Rawat Alamanda	7768,8
15.	Ruang Rawat Akasia	7776
16.	Ruang Rawat Nusa Indah	7826,4
17.	Ruang Rawat Flamboyan	7524
18.	Ruang Rawat Edelweis	7740
19.	Ruang Rawat Cempaka	7740
20.	Ruang Rawat Sakura	7740
Total		140002,8
Lantai 4		
1.	Ruang Rawat Flaminggo	7545,6
2.	Ruang Rawat Dara	7696,8
3.	Ruang Rawat Glatik	7783,2
4.	Ruang Rawat Beo	7783,2
5.	Ruang Rawat Maleo	7243,2
6.	Ruang Rawat Merak	7272
7.	Ruang Rawat Elang	7401,6
8.	Ruang Rawat Dadali	7488
9.	Ruang Rawat Kakatua	7488
10.	Ruang Rawat Garuda	7624,8
11.	Ruang Rawat Camar	7502,4
12.	Ruang Rawat Cenderawasih	7416
13.	Ruang Rawat Rajawali	7416
14.	Ruang Rawat Merpati	7502,4
15.	Ruang Dokter	2534,4
16.	Ruang Rawat Kenari	5767,2
17.	Ruang Rawat Nuri	5767,2
18.	Ruang Rawat Kutilang	5767,2
19.	Ruang Rawat Kaswari	5781,6
20.	Ruang Rawat Bangau	5781,6
21.	Ruang Rawat Belibis	5781,6
Total		142344

No	Ruang	Energi(kWh)
	Total konsumsi energi AC	470801,2



Gambar 3. Presentase Konsumsi energi AC dan Non AC

Pada tabel dan gambar diatas konsumsi energi peralatan AC yang digunakan selama satu tahun menunjukkan nilai 75% dari total seluruh konsumsi energi pada gedung rumah sakit nurhayati. Nilai yang didapatkan dari perhitungan nilai konsumsi energi AC sebesar 470801,2 kWh dari total keseluruhan konsumsi energi gedung rumah sakit Nurhayati yaitu 576524 kWh per tahun. Besarnya konsumsi energi pada sistem tata udara disebabkan karena banyak AC yang sudah menurun tingkat efisiensinya dan masih menggunakan AC jenis non inverter dengan refrigerant R22 dengan umur peralatan AC sudah lumayan lama serta kurangnya kesadaran perilaku hemat energi bagi penghuninya seperti membuka jendela saat AC menyala.

C. Efisiensi Sistem Tata Udara

Tabel 5 Data Perhitungan Efisiensi AC

No	Ruang	Daya Output (watt)	Daya Input (watt)	Efisiensi (%)
Lantai 1				
1	Ruang Screening	1492	1887	79%
2	IGD	746	1090	68%
		746	1076	69%
3	Pendaftaran	746	1124	66%
4	Poli Umum	746	1023	73%
5	PIPP	746	1070	70%
6	Farmasi	746	1054	71%
7	R. Admin PCR	746	1087	69%
8	Ruang CT Scan	660	716	92%
9	Ruang Radiologi	660	714	92%
10	R. Rawat Pisang	746	1023	73%
11	R. Rawat Apel	746	1045	71%
12	R. Rawat Jeruk	746	1008	74%
13	R. Rawat Anggur	746	1008	74%
14	R. Rawat Pepaya	746	1008	74%
15	Ruang Direktur	746	1055	71%
16	R. Pertemuan	1492	1901	78%

No	Ruang	Daya Output (watt)	Daya Input (watt)	Efisiensi (%)
Lantai 2				
1	Gudang Farmasi	746	1083	69%
2	Instalasi Farmasi	746	1070	70%
3	Poli Mata	746	1065	70%
4	Poli Kandungan	746	1099	68%
5	Poli Dalam	746	1099	68%
6	Poli Paru	746	1099	68%
7	Poli Bedah	746	1099	68%
8	Poli Gigi	746	1099	68%
9	Laboratorium	660	705	94%
10	Ruang Server	746	1007	74%
11	Radiologi USG	660	724	91%
12	Poli THT	746	1073	70%
13	Poli DOT	746	1004	74%
14	Poli Kulit	746	1012	74%
15	Poli Saraf	746	1012	74%
16	Poli Orthopedi	746	1012	74%
17	Poli Anak	746	1012	74%
18	Poli RehabMedik	746	1090	68%
19	Ruang Konsul	746	1055	71%
20	Poli Jiwa	746	1055	71%
21	Poli Jantung	746	1055	71%
22	R Rawat Melati	746	1083	69%
23	R. Rawat Teratai	746	1083	69%
24	R. Rawat Mawar	746	1083	69%
25	R. Rawat Dahlia	746	1092	68%
26	R. Rawat Kenanga	746	1092	68%
27	Ruang Rawat Tulip	746	1092	68%
Lantai 3				
1	Ruang VK	1492	2175	69%
2	Ruang Operasi	660	733	90%
		660	716	92%
3	Ruang Operasi 2	660	720	92%
4	Ruang Dokter	746	1011	74%
5	Ruang Farmasi	746	1006	74%
6	Ruang Alat Steril	746	1000	75%
7	NICU	746	1088	69%
8	Ruang Bidan	746	1074	69%
9	Ruang Perinatologi	746	1074	69%
10	CSSD	660	715	92%
11	HCU	746	1098	68%
12	R. Rawat Anyelir	746	1085	69%
13	R. Rawat Asoka	746	1085	69%
14	R Rawat Alamanda	746	1079	69%
15	R Rawat Akasia	746	1080	69%
16	Rawat Nusa Indah	746	1087	69%
17	Rawat Flamboyan	746	1045	71%

No	Ruang	Daya Output (watt)	Daya Input (watt)	Efisiensi (%)
18	R.Rawat Edelweis	746	1075	69%
19	R.Rawat Cempaka	746	1075	69%
20	R.Rawat Sakura	746	1075	69%
Lantai 4				
1	RRawat Flaminggo	746	1048	71%
2	Ruang Rawat Dara	746	1069	70%
3	R. Rawat Glatik	746	1081	69%
4	Ruang Rawat Beo	746	1081	69%
5	R. Rawat Maleo	746	1006	74%
6	R. Rawat Merak	746	1010	74%
7	R. Rawat Elang	746	1028	73%
8	R. Rawat Dadali	746	1040	72%
9	R. Rawat Kakatua	746	1040	72%
10	R. Rawat Garuda	746	1059	70%
11	R. Rawat Camar	746	1042	72%
12	R.Rawat Cenderawasih	746	1030	72%
13	R. Rawat Rajawali	746	1030	72%
14	R. Rawat Merpati	746	1042	72%
15	Ruang Dokter	746	1056	71%
16	R. Rawat Kenari	660	801	82%
17	Ruang Rawat Nuri	660	801	82%
18	R. Rawat Kutilang	660	801	82%
19	R. Rawat Kaswari	660	803	82%
20	R. Rawat Bangau	660	803	82%
21	R. Rawat Belibis	660	803	82%

Pada Tabel 5 merupakan hasil perhitungan nilai efisiensi kinerja pada peralatan AC yang digunakan pada rumah sakit nurhayati, dengan menggunakan persamaan (3) menunjukkan bahwa AC yang digunakan memiliki nilai efisiensi yang berbeda – beda dengan nilai efisiensi yang berada dibawah 80% sebanyak 72 AC sedangkan AC dengan nilai efisiensi lebih dari 80% sebanyak 14 unit AC dari seluruh unit AC yang digunakan, maka perlu dilakukan langkah konservasi energi pada sistem tata udara.

D. Peluang Penghematan Energi pada Sistem Tata Udara

1. Penghematan Energi Biaya Hemat

Tabel 6 Data Pengurangan Jam Operasional AC

No	Ruang	Total Energi pertahun (kWh)	
		Sebelum	Sesudah
Lantai 1			
1	Ruang Screening	13586,4	13586,4

No	Ruang	Total Energi pertahun (kWh)	
		Sebelum	Sesudah
2	IGD	7848 7747,2	7848 7747,2
3	Pendaftaran	2697,6	2360,4
4	Poli Umum	2455,2	2148,3
5	PIPP	2568	2247
6	Farmasi	2529,6	2213,4
7	Ruang Admin PCR & Radiologi	2608,8	2282,7
8	Ruang CT Scan	5155,2	5155,2
9	Ruang Radiologi	5140,8	5140,8
10	Ruang Rawat Pisang	7365,6	7365,6
11	Ruang Rawat Apel	7524	7837,5
12	Ruang Rawat Jeruk	7257,6	7560
13	Ruang Rawat Anggur	7257,6	7560
14	Ruang Rawat Pepaya	7257,6	7560
15	Ruang Direktur	2532	2215,5
16	Ruang Pertemuan	1710,9	1140,6
Total		93242,1	91968,6
Lantai 2			
1	Gudang Farmasi	7797,6	7797,6
2	Instalasi Farmasi	2568	2247
3	Poli Mata	1278	958,5
4	Poli Kandungan	1318,8	989,1
5	Poli Dalam	1318,8	989,1
6	Poli Paru	1318,8	989,1
7	Poli Bedah	1318,8	989,1
8	Poli Gigi	1318,8	989,1
9	Laboratorium	5076	5076
10	Ruang Server	7250,4	7250,4
11	Radiologi USG	5212,8	5212,8
12	Poli THT	1287,6	965,7
13	Poli DOT	1204,8	903,6
14	Poli Kulit	1214,4	910,8
15	Poli Saraf	1214,4	910,8
16	Poli Orthopedi	1214,4	910,8
17	Poli Anak	1214,4	910,8
18	Poli Rehabilitasi Medik	1308	981
19	Ruang Konsul	1266	949,5
20	Poli Jiwa	1266	949,5
21	Poli Jantung	1266	949,5
22	Ruang Rawat Melati	7797,6	7797,6
23	Ruang Rawat Teratai	7797,6	7797,6
24	Ruang Rawat Mawar	7797,6	7797,6
25	Ruang Rawat Dahlia	7862,4	7862,4
26	Ruang Rawat Kenanga	7862,4	7862,4
27	Ruang Rawat Tulip	7862,4	7862,4
Total		95212,8	89809,8
Lantai 3			
1	Ruang VK	15660	652,5
2	Ruang Operasi	5277,6	5277,6

No	Ruang	Total Energi pertahun (kWh)	
		Sebelum	Sesudah
		5155,2	5155,2
3	Ruang Operasi 2	5184	5184
4	Ruang Dokter	2426,4	2123,1
5	Ruang Farmasi	7243,2	2112,6
6	Ruang Alat Steril	7200	7200
7	NICU	3264	2611,2
8	Ruang Bidan	2577,6	2255,4
9	Ruang Perinatologi	3222	2577,6
10	CSSD	5148	5148
11	HCU	7905,6	7905,6
12	Ruang Rawat Anyelir	7812	7812
13	Ruang Rawat Asoka	7812	7812
14	Ruang Rawat Alamanda	7768,8	7768,8
15	Ruang Rawat Akasia	7776	7776
16	Ruang Rawat Nusa Indah	7826,4	7826,4
17	Ruang Rawat Flamboyan	7524	7524
18	Ruang Rawat Edelweis	7740	7740
19	Ruang Rawat Cempaka	7740	7740
20	Ruang Rawat Sakura	7740	7740
Total		140002,8	117942
Lantai 4			
1	Ruang Rawat Flaminggo	7545,6	7545,6
2	Ruang Rawat Dara	7696,8	7696,8
3	Ruang Rawat Glatik	7783,2	7783,2
4	Ruang Rawat Beo	7783,2	7783,2
5	Ruang Rawat Maleo	7243,2	7243,2
6	Ruang Rawat Merak	7272	7272
7	Ruang Rawat Elang	7401,6	7401,6
8	Ruang Rawat Dadali	7488	7488
9	Ruang Rawat Kakatua	7488	7488
10	Ruang Rawat Garuda	7624,8	7624,8
11	Ruang Rawat Camar	7502,4	7502,4
12	R.Rawat Cenderawasih	7416	7416
13	Ruang Rawat Rajawali	7416	7416
14	Ruang Rawat Merpati	7502,4	7502,4
15	Ruang Dokter	2534,4	2217,6
16	Ruang Rawat Kenari	5767,2	5767,2
17	Ruang Rawat Nuri	5767,2	5767,2
18	Ruang Rawat Kutilang	5767,2	5767,2
19	Ruang Rawat Kaswari	5781,6	5781,6
20	Ruang Rawat Bangau	5781,6	5781,6
21	Ruang Rawat Belibis	5781,6	5781,6
Total		142344	142027,2
Total Konsumsi Energi AC		470801,2	441747,6
Total Penghematan Energi per Tahun		29053,6	

Tabel diatas menunjukkan penghematan energi tanpa biaya dengan pengurangan jam operasional pada ruangan tertentu yang dapat dikurangi jam operasional AC dan didapatkan penghematan sebesar 29053,6 kWh/tahun atau 6% per tahun

dari konsumsi energi 470801,2 kWh/tahun menjadi **441747,6 kWh/tahun.**

Setelah diketahui besar konsumsi energi setelah dilakukan penghematan, maka nilai intensitas konsumsi energi (IKE) dihitung kembali dengan menggunakan persamaan (2) dan didapatkan nilai IKE sebesar **171,853 kWh/m²/tahun** dan sudah termasuk kedalam standar cukup efisien.

2. Penghematan Energi Biaya Tinggi

Tabel 8. Data Kebutuhan Beban Pendingin

No	Ruang	Total Beban (Btu/h)	Daya AC (PK)
Lantai 1			
1	Ruang Screening	11851	1,5
2	IGD	14658	2
3	Pendaftaran	7862	1
4	Poli Umum	2807,5	0,5
5	PIPP	2807,5	0,5
6	Farmasi	2807,5	0,5
7	R. Ad. Radiologi	2242	0,5
8	Ruang Rawat Pisang	5117	0,75
9	Ruang Rawat Apel	7714,5	1
10	Ruang Rawat Jeruk	6537	0,75
11	Ruang Rawat Anggur	6537	0,75
12	Ruang Rawat Pepaya	6537	0,75
13	Ruang Direktur	3616,5	0,5
14	Ruang Pertemuan	9611,5	1,5
Lantai 2			
1	Gudang Farmasi	6983	0,75
2	Instalasi Farmasi	3523,7	0,5
3	Poli Mata	3523,7	0,5
4	Poli Kandungan	3423	0,5
5	Poli Dalam	3135,4	0,5
6	Poli Paru	3135,4	0,5
7	Poli Bedah	3135,4	0,5
8	Poli Gigi	3135,4	0,5
9	Laboratorium	3135,4	0,5
10	Ruang Server	1653,9	0,5
11	Radiologi USG	3881,7	0,5
12	Poli THT	3206,7	0,5
13	Poli DOT	1673,1	0,5
14	Poli Kulit	4037	0,5
15	Poli Saraf	4037	0,5
16	Poli Orthopedi	4037	0,5
17	Poli Anak	4037	0,5
18	Poli Rehabilitasi Medik	5624,5	0,75
19	Ruang Konsul	4906,4	0,5
20	Poli Jiwa	4906,4	0,5
21	Poli Jantung	4906,4	0,5
22	Ruang Rawat Melati	3672,5	0,5
23	Ruang Rawat Teratai	3672,5	0,5
24	Ruang Rawat Mawar	3672,5	0,5
25	Ruang Rawat Dahlia	4906,4	0,75

26	Ruang Rawat Kenanga	4906,4	0,75
27	Ruang Rawat Tulip	4906,4	0,75
Lantai 3			
1	Ruang VK	8558,9	1
2	Ruang Dokter	3133,2	0,5
3	Ruang Farmasi	1444,8	0,5
4	Ruang Alat Steril	1444,8	0,5
5	NICU	3138,75	0,5
6	Ruang Bidan	3523,7	0,5
7	Ruang Perinatologi	3523,7	0,5
8	HCU	6535,5	0,75
9	Ruang Rawat Anyelir	6130,5	0,75
10	Ruang Rawat Asoka	6130,5	0,75
11	R. Rawat Alamanda	2704,5	0,5
12	Ruang Rawat Akasia	3641,5	0,5
13	R. Rawat Nusa Indah	3826,9	0,5
14	R. Rawat Flamboyan	3641,5	0,5
15	Ruang Rawat Edelweis	5425,5	0,75
16	Ruang Rawat Cempaka	5425,5	0,75
17	Ruang Rawat Sakura	5425,5	0,75
Lantai 4			
1	R. Rawat Flaminggo	9680,2	1,5
2	Ruang Rawat Dara	6478,5	0,75
3	Ruang Rawat Glatik	6235,5	0,75
4	Ruang Rawat Beo	6235,5	0,75
5	Ruang Rawat Maleo	4418	0,5
6	Ruang Rawat Merak	2700,5	0,5
7	Ruang Rawat Elang	7596,9	1
8	Ruang Rawat Dadali	2700,5	0,5
9	Ruang Rawat Kakatua	2700,5	0,5
10	Ruang Rawat Garuda	5364,75	0,75
11	Ruang Rawat Camar	3580,8	0,5
12	R Rawat Cenderawasih	3312,5	0,5
13	Ruang Rawat Rajawali	3312,5	0,5
14	Ruang Rawat Merpati	3580,8	0,5
15	Ruang Dokter	3312,5	0,5

Pada table diatas merupakan data kebutuhan kapasitas daya AC di gedung rumah sakit yaitu dengan kapasitas 0,5 PK sebanyak 44 unit, AC kapasitas 0,75 PK sebanyak 19 unit, AC kapasitas 1 PK sebanyak 4 unit, AC kapasitas 1,5 PK sebanyak 3 unit, dan AC kapasitas 2 PK sebanyak 1 unit. Maka total seluruh AC yang dibutuhkan adalah 71 unit.

Tabel 8. Data Konsumsi Energi Penggantian AC Inverter

No	Ruang	Total Energi pertahun (kWh)	
		Sebelum	Sesudah
Lantai 1			
1	Ruang Screening	13586,4	8640
2	IGD	7848	12456
3	Pendaftaran	2697,6	1944
4	Poli Umum	2455,2	744
5	PIPP	2568	744

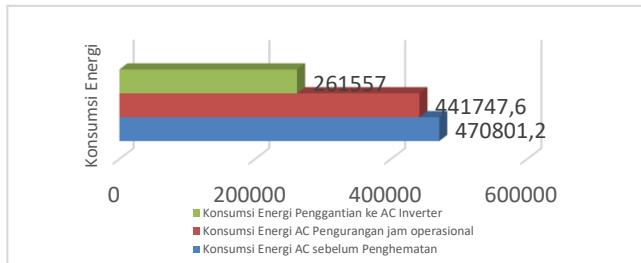
No	Ruang	Total Energi pertahun (kWh)	
		Sebelum	Sesudah
6	Farmasi	2529,6	744
7	Ruang Admin PCR & Radiologi	2608,8	744
8	Ruang CT Scan	5155,2	5155,2
9	Ruang Radiologi	5140,8	5140,8
10	Ruang Rawat Pisang	7365,6	8640
11	Ruang Rawat Apel	7524	5832
12	Ruang Rawat Jeruk	7257,6	8640
13	Ruang Rawat Anggur	7257,6	8640
14	Ruang Rawat Pepaya	7257,6	8640
15	Ruang Direktur	2532	744
16	Ruang Pertemuan	1710,9	1080
Total		93242,1	78528
Lantai 2			
1	Gudang Farmasi	7797,6	3672
2	Instalasi Farmasi	2568	744
3	Poli Mata	1278	372
4	Poli Kandungan	1318,8	372
5	Poli Dalam	1318,8	372
6	Poli Paru	1318,8	372
7	Poli Bedah	1318,8	372
8	Poli Gigi	1318,8	372
9	Laboratorium	5076	5076
10	Ruang Server	7250,4	2232
11	Radiologi USG	5212,8	5212,8
12	Poli THT	1287,6	372
13	Poli DOT	1204,8	372
14	Poli Kulit	1214,4	372
15	Poli Saraf	1214,4	372
16	Poli Orthopedi	1214,4	372
17	Poli Anak	1214,4	372
18	Poli Rehabilitasi Medik	1308	612
19	Ruang Konsul	1266	372
20	Poli Jiwa	1266	372
21	Poli Jantung	1266	372
22	Ruang Rawat Melati	7797,6	2232
23	Ruang Rawat Teratai	7797,6	2232
24	Ruang Rawat Mawar	7797,6	2232
25	Ruang Rawat Dahlia	7862,4	3672
26	R. Rawat Kenanga	7862,4	3672
27	Ruang Rawat Tulip	7862,4	3672
Total		95212,8	40840,8
Lantai 3			
1	Ruang VK	15660	243
2	Ruang Operasi	5277,6	5277,6
3	Ruang Operasi 2	5184	5184
4	Ruang Dokter	2426,4	744
5	Ruang Farmasi	7243,2	2232

No	Ruang	Total Energi pertahun (kWh)	
		Sebelum	Sesudah
6	Ruang Alat Steril	7200	2232
7	NICU	3264	930
8	Ruang Bidan	2577,6	744
9	Ruang Perinatologi	3222	930
10	CSSD	5148	5148
11	HCU	7905,6	3672
12	Ruang Rawat Anyelir	7812	3672
13	Ruang Rawat Asoka	7812	3672
14	R. Rawat Alamanda	7768,8	2232
15	Ruang Rawat Akasia	7776	2232
16	R. Rawat Nusa Indah	7826,4	2232
17	R. Rawat Flamboyan	7524	2232
18	R. Rawat Edelweis	7740	3672
19	R. Rawat Cempaka	7740	3672
20	Ruang Rawat Sakura	7740	3672
Total		140002,8	59779,8
Lantai 4			
1	R. Rawat Flaminggo	7545,6	8640
2	Ruang Rawat Dara	7696,8	3672
3	Ruang Rawat Glatik	7783,2	3672
4	Ruang Rawat Beo	7783,2	3672
5	Ruang Rawat Maleo	7243,2	2232
6	Ruang Rawat Merak	7272	2232
7	Ruang Rawat Elang	7401,6	5832
8	Ruang Rawat Dadali	7488	2232
9	R. Rawat Kakatua	7488	2232
10	Ruang Rawat Garuda	7624,8	3672
11	Ruang Rawat Camar	7502,4	2232
12	R. Rawat Cenderawasih	7416	2232
13	R Rawat Rajawali	7416	2232
14	R. Rawat Merpati	7502,4	2232
15	Ruang Dokter	2534,4	744
16	Ruang Rawat Kenari	5767,2	5767,2
17	Ruang Rawat Nuri	5767,2	5767,2
18	R. Rawat Kutilang	5767,2	5767,2
19	R. Rawat Kaswari	5781,6	5781,6
20	Ruang Rawat Bangau	5781,6	5781,6
21	Ruang Rawat Belibis	5781,6	5781,6
Total		142344	82406,4
Total Konsumsi Energi AC		470801,2	261557
Total Penghematan Energi per Tahun		209244,2	

Tabel diatas menunjukkan penghematan energi biaya tinggi dengan menggunakan jenis AC inverter hemat energi didapatkan penghematan energi sebesar 209244,2 kWh/tahun atau 44% per tahun, yang awalnya konsumsi energi AC sebesar 470801,2 kWh menjadi 261557 kWh/tahun.

Setelah diketahui besar konsumsi energi setelah dilakukan penghematan, maka nilai intensitas konsumsi energi (IKE)

dihitung kembali dengan menggunakan persamaan (2) dan didapatkan nilai IKE sebesar **101,7 kWh/m²/tahun** dan sudah termasuk kedalam standar efisien.



Gambar 4. Perbandingan Konsumsi Energi

Gambar diatas merupakan data hasil perhitungan penghematan energi dengan rekomendasi penghematan energi hemat biaya pada jam operasional AC khusus pada ruangan yang bisa dilakukan pengurangan jam operasional seperti pada ruang karyawan (poli medis) sehingga didapatkan nilai pengurangan konsumsi energi sebesar 29053,6 kWh per tahun. Rekomendasi penghematan energi biaya tinggi dilakukan dengan mengganti jenis AC non inverter menjadi AC inverter yang lebih hemat energi sehingga didapatkan nilai pengurangan konsumsi energi sebesar 209244,2 kWh per tahun.

E. Payback Period

Setelah dilakukan penghematan energi dengan biaya tinggi yaitu dengan menggunakan AC Inverter hemat energi, maka dilakukan perhitungan *payback period*. Dengan data kebutuhan kapasitas daya AC inverter di gedung rumah sakit umum Nurhayati dengan kapasitas 0,5 PK sebanyak 44 unit, kapasitas 0,75 PK 19 unit, kapasitas 1 PK 4 unit, kapasitas 1,5 PK 3 unit dan kapasitas 2 PK 1 unit dengan total seluruh AC inverter yang dibutuhkan 71 unit. Dan didapatkan biaya pembelian seluruh AC Inverter sebesar Rp. 378.000.000 dan besar *payback period* atau periode pengembalian investasi dengan menggunakan persamaan (10) didapatkan selama **1 tahun 8 bulan**.

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perhitungan konsumsi energi pada gedung Rumah Sakit Umum Nurhayati Garut diperoleh bahwa hasil dari perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk bangunan non AC sebesar 28,68 kWh/m²/tahun termasuk kategori 'efisien'. Sedangkan, untuk Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada bangunan ber AC sebesar 183,16 kWh/m²/tahun termasuk kategori 'agak boros'.

Konsumsi energi sistem tata udara pada gedung Rumah Sakit Umum Nurhayati sebesar 75% dari total penggunaan energi pada gedung rumah sakit. Total konsumsi energi dari sistem

tata udara adalah sebesar 470801,2 kWh/tahun. Nilai efisiensi AC yang digunakan dengan nilai dibawah 80% yaitu 72 unit dan nilai diatas 80% yaitu 14 unit.

Rekomendasi penghematan energi tanpa biaya, dilakukan dengan pengurangan jam operasional AC pada ruangan khusus yang penggunaan AC masih bisa dikurangi seperti pada ruang karyawan (penginderaan medis) didapatkan penghematan energi sebesar 29053,6 kWh atau 6% per tahun. Nilai IKE setelah penghematan menjadi 171,853 kWh/m²/tahun.

REFERENSI

- [1] S. A. Kartika, "Analisis Konsumsi Energi Dan Program Konservasi Energi (Studi Kasus: Gedung Perkantoran Dan Kompleks Perumahan Ti)," *Sebatik*, vol. 22, no. 2, pp. 41–50, 2018, doi: 10.46984/sebatik.v22i2.306.
- [2] X. Han, J. Chen, C. Huang, W. Weng, L. Wang, and R. Niu, "Energy audit and air-conditioning system renovation analysis on office buildings using air-source heat pump in Shanghai," *Build. Serv. Eng. Res. Technol.*, vol. 35, no. 4, pp. 376–392, 2014, doi: 10.1177/0143624413498608.
- [3] D. S. Lambey, N. Amin, Y. S. Pirade, and R. Santoso, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Kantor Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Tojo Una-Una," *Foristek*, vol. 11, no. 2, pp. 108–114, 2021, doi: 10.54757/fs.v11i2.112.
- [4] M. Zaky Zaim Muhtadi, "Peluang Penghematan Energi Listrik Sistem Tata Udara," vol. 7, no. 2, pp. 117–124, 2015.
- [5] K. Naimah, "Analisa Konsumsi Energi Dan Sistem Pencahayaan Gedung C Institut Teknologi Sumatera," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–5, 2021, doi: 10.37058/jeee.v2i2.2607.
- [6] ' S., "Analisis Penghematan Energi Listrik Pada Rumah Sakit Umum Daerah Dokter Soedarso Pontianak Ditinjau Dari Desain Instalasi," *Elkha*, vol. 8, no. 1, pp. 13–19, 2016, doi: 10.26418/elkha.v8i1.16192.
- [7] T. Akhir, "Analisis peluang efisiensi melalui konservasi energi pada sisi pencahayaan dan pendingin udara di gedung rumah sakit jiwa tapan provinsi riau tugas akhir," 2021.
- [8] M. M. Ansor, "Analisis Audit Energi Sistem Pencahayaan Dan Tata Udara Di Universitas Muhammadiyah Pontianak," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/52046>.
- [9] A. R. Irsyad, A. D. Pasek, and E. Philander, "Cooling Seasonal Performance Factor (CSPF) Application in Indonesia for Residential Air Conditioning (AC) Unit," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 927, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/927/1/012008.
- [10] M. Sayuti, A. Herlina, and M. Pribadi, "Audit Energi Dan Analisa Peluang Pada Sistem Air Conditioning Di Ruang Teknik Universitas Nurul Jadid," *Jecom*, vol.



1, no. 1, pp. 25–32, 2019.
[11] A. D. Ramadhon, J. T. Elektro, F. Teknik, U. Semarang,
T. Kulon, and K. Semarang, “Audit energi dan analisis

peluang penghematan konsumsi energi di pt. harmoni
putra solusindo semarang,” pp. 1–7.