

Audit Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Ruangan di Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon

Suhendar¹, Ervan Efendi², Herudin³

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Indonesia

h3ru3r11@yahoo.co.id

Abstrak – Semakin meningkatnya penggunaan energi, sejalan dengan berkembangnya perekonomian dan industri, maka sangat perlu dilakukan penghematan energi listrik dari sisi pemakaian. Faktor yang melatarbelakangi penelitian ini adalah terjadinya kenaikan total pemakaian konsumsi energi dari tahun 2010-2012 yaitu sebesar pada tahun 2010 sebesar 1.095.142 kWh pertahun, tahun 2011 sebesar 1.426.199 kwh pertahun, dan ditahun 2012 sebesar 1.650.398 kWh Pertahun. Pada sistem pencahayaan yang ada di rumah sakit masih ada yang dibawah standar yaitu sebesar 101,65 lux pada ruangan instalasi gizi (dapur) dengan standar SNI yaitu sebesar 300 lux, sedangkan suhu dan kelembaban masih melebihi standar yaitu SNI sebesar 30,5°C dengan kelembaban sebesar 69%. Tahapan yang dilakukan adalah melakukan audit awal dengan menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Besar IKE RSUD Cilegon tahun 2012 yaitu sebesar 101,62 kWh/m pertahun". IKE perbulan tahun 2012 rata-rata sebesar 8,13" kWh/" "m" ^2" " perbulan" dimana IKE tersebut masih sesuai standar, Walaupun IKE tersebut masih sesuai standar tetapi hasil pengukuran tidak sesuai standar Sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan mengganti lampu jenis LED dan pada AC mengganti refrigerant yaitu R-22 menjadi musicool M-22 atau dengan mengganti jenis AC menjadi AC Inverter. Penghematan konsumsi energi listrik setelah perbaikan pencahayaan yaitu sebesar 64,07%. Penghematan konsumsi energi listrik pada pendingin ruangan dengan pergantian freon Musicool sebesar 41,26%. Penghematan konsumsi energi listrik setelah pergantian jenis AC Inverter yaitu sebesar 19,6%. Prediksi biaya investasi pergantian lampu LED yaitu Rp. 346.139.311, dengan lama waktu pengembalian yaitu 3 tahun 2 bulan, investasi pergantian musicool yaitu Rp. 86.700.000 dengan lama waktu pengembalian 4 bulan, dan investasi pergantian inverter yaitu Rp. 875.450.000 dengan lama waktu pengembalian 7 tahun 9 bulan.

Kata kunci : Energi terbarukan, PLTS, PLTD, PLTH

Abstract – The increased use of energy , in line with the development perekonomian and industry , it is necessary to save electricity usage terms . Factors underlying this study is the increase of the total consumption of energy consumption in 2010-2012 amounting in 2010 amounted to 1,095,142 kWh per year , the year 2011 was 1,426,199 kWh per year , and in 2012 amounted to 1,650,398 kWh Annually . In the existing lighting system at the hospital there were sub-standard in the amount of 101.65 lux at room nutrition installation (kitchen) with the ISO standard that is equal to 300 lux , while the temperature and humidity are still exceeds the ISO standard is 30.5 ° C with humidity of 69% . Steps being taken is to conduct an initial audit by calculating the intensity of energy consumption (IKE) . Great IKE Hospital Cilegon in 2012 that is equal to " 101.62 kWh /m^ 2 year " . IKE 2012 monthly average of 8.13 " kWh / " " m " ^2 per monthwhich is still compliant IKE , IKE Although the standard is still appropriate but the measurement is not standardized so you will need to be improved by replacing LED type lights and the air conditioning refrigerant that is replacing R - 22 to M -22 Musicool or by changing the type of AC to AC Inverter . Saving electrical energy consumption after repair of lighting that is equal to 64.07 % . Saving electrical energy consumption on air conditioning with freon replacement Musicool of 41.26 % . Saving electrical energy consumption after the turn of the AC Inverter type that is equal to 19.6 % . Prediction LED lamp replacement investment costs Rp . 346 139 311 , with a long payback period is 3 years and 2 months , the turn Musicool investment of Rp . 86.7 million with a payback period of 4 months old , and inverter replacement investment of Rp . 875.45 million with a long payback period of 7 years 9 months .

Keywords : IKE , saving , LED , AC

I. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya penggunaan energi, sejalan dengan berkembangnya perekonomian dan industri, maka disadari juga pentingnya penghematan energi pada sisi pemakaian. Hal ini tertuang dalam instruksi presiden

(INPRES) No. 13 tahun 2011 tertanggal 11 Agustus 2011, yang dikeluarkan oleh pemerintah Republik Indonesia, tentang penghematan energi dan air. Terutama ditunjukkan terhadap pencahayaan gedung, Air

Conditioning (AC), dan perlengkapan kantor yang menggunakan listrik.[1]

Rumah sakit merupakan salah satu gedung atau bangunan yang mengkonsumsi energi cukup besar. Semakin besar atau tinggi konstruksi gedung rumah sakit tersebut, maka energi yang digunakan untuk operasional gedung akan semakin besar.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengertian Audit Energi

Audit energi adalah suatu analisis terhadap konsumsi energi dalam sebuah sistem yang menggunakan energi, seperti gedung bertingkat, pabrik dan sebagainya. Hasil dari audit energi adalah laporan tentang bagian yang mengalami pemborosan energi. Umumnya bentuk energi yang di audit adalah energi listrik.

Macam-macam Audit Energi

1. *Walking audit*

Walking audit ini sering disebut dengan mini audit. Umumnya fokus dari audit ini adalah pada bidang perawatan dan penghematan yang tidak terlalu memerlukan biaya investasi yang besar.

2. *Preliminary audit*

Audit yang hanya dilakukan pada bagian vital saja. Audit ini meliputi identifikasi mesin, analisa kondisi aktual, menghitung konsumsi energi, menghitung pemborosan energi dan beberapa usulan.

3. *Detailed audit*

Audit energi yang dilakukan secara menyeluruh terhadap seluruh aspek yang mengkonsumsi energi listrik beserta semua kemungkinan penghematan yang dapat dilakukan. Biasanya dilakukan oleh lembaga *auditor* yang *professional* dalam jangka waktu tertentu.

4. *Energy management plan and implementation action*

Audit energi yang dilakukan adalah suatu alat dalam manajemen energi, pada dasarnya audit ini sama dengan *detailed audit*, akan tetapi audit ini dilakukan secara berkesinambungan, dalam jangka waktu yang cukup lama.

Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi dalam bangunan gedung dan telah diterapkan di berbagai Negara (ASEAN-APEC), dinyatakan dalam satuan kWh/m² pertahun.[4]

Sebagai target besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik untuk Indonesia, menggunakan hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN_USAID pada tahun 1987 yang laporannya dikeluarkan pada tahun 1992, dengan target (IKE) listrik untuk **Indonesia** adalah seperti tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 1. Standar IKE Listrik pada Bangunan Gedung di Indonesia tahun 1992.

No	Jenis Gedung	IKE (kWh/m ² pertahun)
1	Perkantoran (Komersial)	240
2	Pusat Perbelanjaan	330
3	Hotel dan apartemen	300
4	Rumah Sakit	380

Tabel 2. Standar IKE Listrik Perbulan berdasarkan Ruang ber-AC.

No	Kriteria	Ruangan ber AC (kWh/m ² /bulan
1	Sangat efisien	< 8,5
2	Efisien	8,5 - <14
3	Cukup efisien	14 - <18,5
4	Boros	≥18,5

Dimana rumus mencari besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE), yaitu:

$$IKE = \frac{kWh\ total}{(Luas\ Lantai)} \tag{1}$$

3. Tingkat Pencahayaan

Tingkat pencahayaan merupakan besarnya cahaya yang dibutuhkan untuk menerangi suatu ruangan. Parameter ini dinyatakan dalam satuan *lux*. Alat untuk mengukur tingkat pencahayaan adalah *Luxmeter*. dibawah ini adalah tabel indeks pencahayaan menurut jenis ruangan atau unit di Rumah Sakit berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 6197:2011) tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan.[11]

Tabel 2.2 Standar Tingkat Pencahayaan menurut Ruang atau Unit

No	Ruangan atau unit	Tingkat Pencahayaan (LUX)
1	Ruang Rawat Inap	250
2	Ruang operasi, Ruang Bersalin	300
4	Ruang tunggu	200
5	Laboratorium	500
6	Ruang Reaksi dan Rehabilitasi	250
7	Koridor	Minimal 100
8	Ruang Kantor Staff	350
9	Kamar Mandi	200

A. Intensitas Pencahayaan

Intensitas pencahayaan harus ditentukan di mana pekerjaannya akan dilakukan. Bidang kerja umumnya diambil 80 cm di atas lantai. Bidang kerja ini mungkin sebuah meja, bangku kerja atau suatu bidang horizontal khayalan 80 cm di atas lantai.[6]

Intensitas penerangan E dinyatakan dalam satuan Lux, sama dengan jumlah lm/m². Jadi flux cahaya yang diperlukan untuk suatu bidang kerja seluas A m² ialah:

$$\Phi = E \times A \text{ lumen} \tag{2}$$

Keterangan:

Φ = Flux Cahaya (lumen)

E = Intensitas Pencahayaan (Lux)

A = Luas Bidang Kerja (m²)

Untuk mengetahui berapa jumlah lampu yang digunakan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$n = \frac{E \times A}{\phi\ lampu \times \eta \times d} \tag{3}$$

Keterangan:

n = Jumlah lampu.

E = Intensitas Penerangan (Lux).

A = Luas Bidang Kerja (m^2).

Φ_{lampu} = Flux Cahaya (lumen).

η = efisiensi atau rendemen.

d = faktor depresiasi

B. Sistem Pendingin Ruangan

Prinsip utama dari suatu sistem pendingin ruangan adalah kenyamanan dari pemakai bangunan tidak hanya terhadap temperature saja, namun kenyamanan penghuni bangunan.

Berikut ini merupakan tabel 2.3 standar suhu, kelembaban dan tekanan udara menurut fungsi ruangan atau unit berdasarkan Badan Standarisasi Nasional: SNI 6390:2011 tentang konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung.

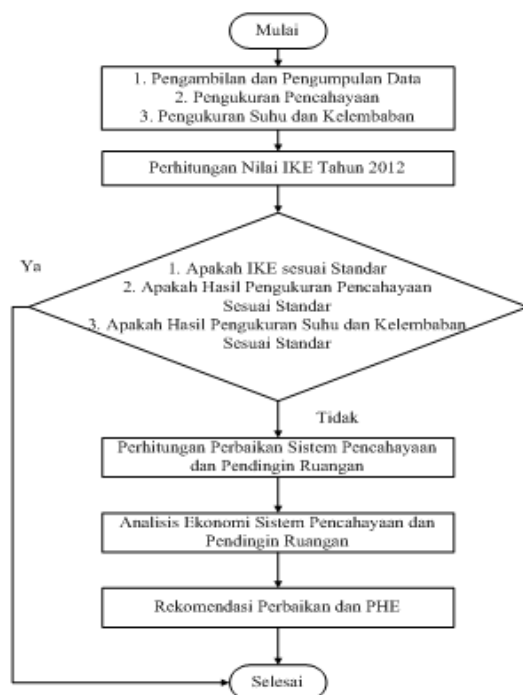
Tabel 2.3 Standar Suhu dan Kelembaban Menurut Ruangan atau Unit

No	Ruangan atau Unit	Suhu (°C)	Kelembaban /RH (%)
1	Ruang Kerja	24-27	60
2	Lobi , Koridor	27-30	60
3	Ruang Perawatan,Operasi	24-27	60

Untuk mencapai suhu yang diinginkan dalam ruangan maka dibutuhkan pendingin ruangan atau *air conditioning* (AC). Audit sistem pendingin ruangan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembaban dalam suatu ruangan dan mengetahui efisiensi penggunaan peralatan pendingin ruangan

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan skripsi ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini



Tabel 3.1 Data Tingkat Hunian

No	BULAN	Bed Occupancy Rate 2011 (%)	Bed Occupancy Rate 2012 (%)
1	Januari	73,82	73,21
2	Februari	78,39	83,48
3	Maret	76,82	85,27
4	April	79,59	71
5	Mei	75,19	77,49
6	Juni	76,6	72,25
7	Juli	80,9	73,76
8	Agustus	67,85	67,8
9	September	63,18	81,58
10	Oktober	68,35	67,73
11	November	74,53	68,49
12	Desember	80,42	63,45
Total		895,64	885,51
Rata-rata		75	73,94

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada audit awal ini kita perlu menghitung IKE Listrik di Rumah Sakit Umum Derah (RSUD) cilegon, untuk menentukan apakah perlu audit rinci atau tidak. Dimana untuk menghitung IKE memerlukan data-data yang sudah didapat pada sub bab 4.1, dan rumus yang digunakan dapat dilihat persamaan 2.1

IKE tahun 2012

$$IKE \text{ Listrik Tahun } 2012 = \frac{1.650.398 \text{ kWh}}{16240 \text{ m}^2} = 101,62 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \text{ pertahun}$$

Untuk nilai IKE perbulan yaitu:

$$IKE \text{ Januari } 2012 = \frac{kWh \text{ Januari } 2012}{Luas \text{ Lantai}} = \frac{134.412 \text{ kWh}}{16240 \text{ m}^2} = 8,28 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \text{ Perbulan}$$

Dari hasil perhitungan IKE tahun 2012 jika disamakan dengan standar nilai IKE untuk Gedung Rumah Sakit yaitu 380 kWh/m² pertahun, maka IKE RSUD Cilegon masih sangat efisien sehingga tidak perlu audit energi rinci lagi. Walaupun tidak melakukan audit rinci , tetapi masih ada hasil pengukura pencahayaan dan pendingin ruangan yang tidak sesuai standar SNI.

Untuk Mengetahui penghematan atau pemborosan yang terjadi bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Penghematan tahun 2012

Base Line 6 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-12	134.412	101.481.100	Ke-1 Dilaporkan Bulan Oktober 2012	Jul-12	149.503	112.874.524	12	12
Feb-12	130.949	98.866.608		Agust-12	166.589	125.774.822		
Mar-12	129.791	97.992.552		Sep-12	126.552	95.546.876		
Apr-12	143.226	108.135.431		Rata-Rata	147.548	111.398.741		
Mei-12	131.853	99.548.740		Ok-12	163.931	123.767.900		
Jun-12	122.098	92.183.829	Ke-2 Dilaporkan Bulan Januari 2013	Nov-12	85.556	64.595.026	5	5
Rata-Rata	132.055	99.701.377		Des-12	165.938	125.282.883		
				Rata-Rata	138.475	104.548.603		

Dilihat dari Tabel 4.1 dimana pada kolom penghematannya terjadi pemborosan karena tidak ada tanda minus di tabel. Maka dari itu penulis merekomendasikan perbaikan khususnya pada sistem pencahayaan dan pendingin ruangan, karena paling sering digunakan setiap harinya.

Perbaikan Sistem Pencahayaan

Karna pengukuran masih ada yang tidak sesuai standar target SNI, maka perlu dilakukan perbaikan .

Sebelum melakukan perbaikan terlebih dahulu menentukan jenis lampu yang dibutuhkan, dimana rekomendasinya yaitu mengganti lampu TL 36 watt dengan lampu LED Tube 20 watt, TL 18 watt dengan Tube 12 Watt, CFL 20 watt diganti dengan LED 10 watt, lampu TL Bulat 22 watt dengan LED Tube 10 watt, selanjutnya menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan. Dimana untuk menentukan jumlah lampu dengan menggunakan persamaan (2.3). sebagai contoh pada ruangan Hemodialisa:

A) Lampu awal TL 36 watt diganti Jenis Lampu LED Tube 20 watt:

Data:

E= 100 Lux (yang dibutuhkan sesuai standar)

A=335 m²

Ølampu = 2600 lumen (data produk lampu)

η = 1 (dianggap 1 karena tabel efisiensi pada lampu tidak ada)

d = 0,8 (tingkat pengotoran)

$$n = \frac{100 \times 335}{2600 \times 1 \times 0,8} = 16,10 \approx 16 \text{ unit}$$

B) Lampu awal CFL 20 Watt diganti dengan jenis lampu LED 10 Watt:

Data:

E= 100 Lux (yang dibutuhkan sesuai standar)

A=15 m²

Ølampu = 1100 lumen (data produk lampu)

η = 1 (dianggap 1 karena tabel efisiensi pada lampu tidak ada)

d = 0,8 (tingkat pengotoran)

$$n = \frac{100 \times 15}{1100 \times 1 \times 0,8} = 1,7 \approx 2 \text{ unit}$$

Jadi Lampu yang di butuhkan di Ruangan Hemodialisa yaitu lampu LED Tube 20 watt sebanyak 16 unit, dan lampu LED (berbentuk bohlam) 10 watt sebanyak 2 Unit.

Setelah mengetahui jumlah lampu yang dibutuhkan, lalu menghitung pemakaian konsumsi energi listrik pada pencahayaan setelah pergantian lampu LED

Sebagai contoh pada ruangan Hemodialisa:

A) Menggunakan lampu LED Tube 20 Watt dengan jumlah 16 Unit lampu dan nyala lampu 12 jam dalam sehari, maka perhitungannya adalah:

$$\text{Konsumsi Energi Listrik (KEL) satu hari} = 20 \times 16 \times 12 = 3,84 \text{ kWh perhari}$$

$$\text{Konsumsi Energi Listrik (KEL) satu Tahun} = 3,84 \times 365 \text{ hari} = 1.401,6 \text{ kWh pertahun}$$

$$\text{Biaya satu tahun} = 1.401,6 \times 755 =$$

Rp. 1.058.208 pertahun

Menggunakan lampu LED 10 Watt dengan jumlah 2 Unit lampu dan nyala lampu 8 jam dalam sehari, maka perhitungannya adalah:

$$\text{Konsumsi Energi Listrik (KEL) Satu Hari} = 10 \times 2 \times 8 = 0,16 \text{ kWh perhari}$$

$$\text{Konsumsi Energi Listrik (KEL) satu Tahun} = 0,16 \times 365 \text{ hari} = 58,4 \text{ kWh pertahun}$$

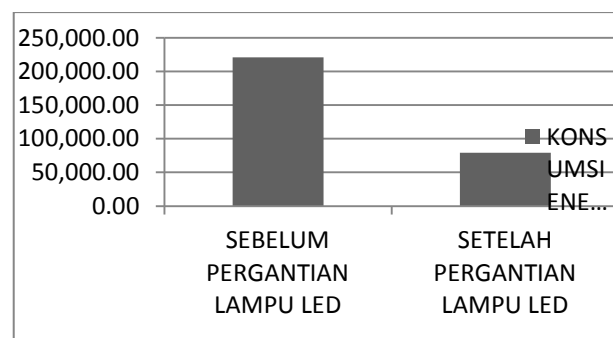
$$\text{Biaya satu tahun} = 58,4 \times 755 =$$

= Rp. 44.092 pertahun

Setelah mengetahui jumlah konsumsi energi listrik dan biaya tagihan selama satu tahun maka bisa dibandingkan jumlah pemakaian konsumsi energi listrik sebelum perbaikan dengan sesudah perbaikan. Dimana perbandingan sebelum dan sesudah pergantian lampu LED dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. Perbandingan Total Konsumsi Energi Listrik dan Biaya yang Dikeluarkan pada Sistem Pencahayaan dalam setahun

Sebelum Pergantian Lampu		Setelah Pergantian Lampu	
Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)	Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)
221.142,04	166.962.243	79.459,026	59.991.558



Gambar 5. Grafik perbandingan sebelum dan sesudah pergantian Lampu LED.

Dari tabel 4.2 diatas terlihat bahwa setelah dilakukan pergantian dari lampu TL dan CFL menjadi lampu LED pertahun atau hemat sebesar 64,07%.

Selanjutnya menghitung biaya investasi pergantian lampu. Dilakukan untuk mengetahui seberapa besar investasi yang dikeluarkan untuk perbaikan atau

pergantian lampu LED. Dimana harga lampu jenis led di pasaran dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini

Tabel 4.3 Harga lampu LED dan ongkos pemasangan

Dari Tabel diatas, maka bisa dihitung berapa total biaya investasi pergantian lampu LED yang dikeluarkan. Cara menghitung biaya investasi yaitu jumlah lampu yang dibutuhkan dikalikan dengan harga per-unit lampu. Sebagai contoh pada ruangan hemodialisa:

Ruangan Hemodialisa membutuhkan lampu LED tube 20 Watt sebanyak 16 unit, sedangkan lampu LED 10 watt sebanyak 2 unit, maka perhitungan biaya investasi:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Investasi LED Tube 20 Watt} &= \\ 16 \times (\text{Rp. } 300.000 + \text{Rp. } 20.000) &= \text{Rp. } 5.120.000,- \\ \text{Biaya Investasi LED 10 Watt} &= \\ 2 \times (\text{Rp. } 144.000 + \text{Rp. } 20.000) &= \text{Rp. } 328.000,- \end{aligned}$$

Jumlah biaya investasi yang dikeluarkan pada sistem pencahayaan dengan mengganti lampu LED yaitu sebesar Rp. 404.473.097,-.

Dari biaya investasi yang sudah dikeluarkan maka dapat diprediksikan *payback period* (PBP) atau lama waktu pengembalian investasi pada Sistem pencahayaan atau pergantian lampu, dimana persamaan untuk PBP yaitu:

$$\begin{aligned} PBP &= \frac{\text{Rp. } 404.473.097}{(\text{Rp. } 192.456.115 - \text{Rp. } 69.585.332)} \\ &= 3,3 \text{ (3 Tahun 3 Bulan)} \end{aligned}$$

jadi masa pengmbalian biaya investasi untuk sistem pencahayaan yaitu selama 3 tahun 3 bulan.

1.1 Perbaikan Sistem Pendingin Ruangan.

Dalam melakukan perbaikan sistem pendingin ruangan harus mengetahui dahulu apakah suhu yang ada dalam ruangan masih ada yang diatas standar atau bisa dikatakan melebihi standar SNI. Jika masih ada, maka dilakukan perbaikan dengan mengganti jenis *refrigerant* R22 menjadi *musicool* M22.

Menghitung konsumsi energi listrik dan menghitung biaya tagihan yang dikeluarkan untuk pergantian *refrigerator* pada AC.

Dimana daya yang dihasilkan setelah melakukan pergantian *musicool* M22 pada AC dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.4 Daya AC pergantian *musicool* M22

Jenis AC	Daya (kW)
AC Window 0,5 pk	0,21
AC splite 0,5 pk	0,25
AC Splite 0,75 pk	0,35
AC Splite 1 PK	0,55
AC Splite 1,5 PK	0,79
AC Splite 2 PK	1,09
AC Flor standing 3 PK	0,9
AC Flor standing 5 PK	1,16
AC Cassete 5 PK	1,04
AC Central 10 PK	5,97

Total konsumsi energi listrik pada sistem pendingin ruangan selama satu tahun dan biaya tagihan yang dikeluarkan setelah pergantian *refrigerant musicool* M22 yaitu. 441.251,6 kWh pertahun, Biaya konsumsi enrgi listrik pada sistem pendingin ruangan (AC) dalam setahun yaitu sebesar Rp. 333.144.923 pertahun.

Perbandingan sebelum dan sesudah pergantian *musicool* yaitu dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4.5 perbandingan sebelum dan sesudah pergantian *musicool* M22

Sebelum Pergantian <i>musicool</i> M22		Setelah Pergantian <i>musicool</i> M22	
Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)	Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)
747.143,07	564.093.032	438.843,8	331.327.133

Tabel diatas terlihat bahwa setelah dilakukan pergantian dari AC *Refrigerant* R22 diganti dengan *Musicool* M22 total konsumsi sebelum perubahan sebesar 747.143,07 kWh pertahun menjadi 438.843,8 kWh pertahun atau hemat sebesar 41,26 %.

Selanjutnya menghitung biaya investasi pergantian *refrigerant musicool* M22 dimana total investasinya sebesar Rp.89.850.000,- dan total tabung yang digunakan sebanyak 999 kg.

Dari biaya investasi yang sudah dikeluarkan maka dapat diprediksikan *payback period* (PBP) atau lama waktu pengembalian investasi pada Sistem pendingin ruangan, dimana persamaan untuk PBP yaitu

$$\begin{aligned} PBP &= \frac{\text{Rp. } 86.700.000}{(\text{Rp. } 564.093.032 - \text{Rp. } 331.327.133)} \\ &= 0,37 \text{ (4 Bulan)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa PBP pada sistem pendingin ruangan yang menggunakan pergantian *refrigeran musicool* M-22 yaitu selama 4 bulan. Perbaikan jika mengganti jenis AC menjadi Inverter. Selain perbaikan dengan mengganti *refrigerant* standar menjadi *musicool*, cara lain untuk menghemat energi listrik dari sistem pendingin ruangan adalah dengan mengganti jenis AC yaitu mengganti AC standar dengan AC inverter.

Untuk pergantian jenis AC inverter ini sebeagai contoh perhitungan yaitu ruangan hemodialisa. AC splite Inverter 1pk dengan daya 730 watt dengan jumlah AC 4 unit dan waktu pemakaian pada ruangan hemodialisa adalah 12 jam perhari maka konsumsi energi listriknya:

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Energi Listrik perhari} &= 730 \times 4 \times 12 \\ &= 35040 \text{ Wh} \approx 35,040 \text{ kWh perhari} \\ \text{Konsumsi Energi Listrik pertahun} &= 35,040 \times 365 \\ &= 12.789,6 \text{ kWh pertahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Energi Listrik pertahun} &= 12.789,6 \times 755 \\ &= \text{Rp. } 9.656,148 \text{ pertahun} \end{aligned}$$

Perbandingan sebelum dan sesudah pergantian AC *Inverter* yaitu dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah

Sebelum Pergantian AC Inverter		Setelah Pergantian AC Inverter	
Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)	Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)
747.143,07	564.093.032	600.258	453.194.818

Pada Tabel diatas terlihat perbandingan antara AC *spilte* standar R-22 dengan AC *splie* Inverter M-410A dan selisih Total Konsumsi Energi Listrik selama satu Tahun yaitu 148.361,065 kWh Pertahun atau Hemat sebesar 19,6 %.

Total Biaya investasi pada pergantian AC Inverter yaitu sebesar Rp.875.450.000 Dari biaya investasi yang sudah dikeluarkan maka dapat diprediksikan *payback period* (PBP) atau lama waktu pengembalian investasi pada Sistem pendingin dengan mengganti AC Inverter , dimana persamaan untuk PBP yaitu:

$$PBP = \frac{Rp. 875.450.000}{(Rp. 564.093.032 - Rp. 453.194.818)} = 7,9 \text{ (7 Tahun 9 Bulan)}$$

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa PBP pada sistem pendingin ruangan yang menggunakan pergantian jenis AC inverter yaitu selama 7 tahun 9 bulan.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Perhitungan dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan dari audit sistem pencahayaan dan pendingin ruangan pada gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon, antara lain:

1. Besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pertahun 2012 pada gedung RSUD Cilegon yaitu 101,62 kWh/m² pertahun, masih dibawah standar penelitian yang dilakukan oleh ASEAN_USAID yaitu sebesar 380 kWh/m² pertahun, sedangkan IKE perbulan rata-rata sebesar 8,13 kWh/m² perbulan, dimana standar dari TIM Nasional penghematan energi dan air dapat dilihat pada tabel 2.2 sehingga Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik yang ada di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon masih efisien.
2. Kondisi dari sistem pencahayaan di RSUD Cilegon masih banyak yang tidak sesuai standar SNI, ini bisa dilihat pada Tabel 2 pada lampiran, sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan mengganti menjadi lampu LED. Prediksi perhitungan konsumsi energi sebelum pergantian LED yaitu sebesar 221.142,04 kWh pertahun, sedangkan setelah pergantian lampu LED menjadi 79.459 kWh pertahun.
3. Kondisi sistem pendingin ruangan pada gedung RSUD masih ada beberapa yang tidak sesuai standar SNI dimana hasil pengukurannya dapat dilihat pada tabel 4 pada lampiran. Perlu dilakukan perbaikan dengan dua cara, yaitu dengan mengganti *freon refrigerant* R-22 menjadi *musicool* M-22, Dan melakukan perbaikan dengan mengganti jenis AC standar menjadi AC Inverter. Prediksi perhitungan

konsumsi energi listrik yang dihasilkan setelah pergantian *musicool* M-22 yaitu sebesar 438.844 kWh pertahun, sedangkan dengan mengganti AC standar menjadi AC inverter prediksi perhitungan konsumsi energi listrik yang dihasilkan yaitu sebesar 600.258,035 kWh pertahun.

4. Penghematan pada sistem pencahayaan dan dan pada sistem pendingin ruangan yaitu:
 - a) Prediksi perhitungan penghematan komsumsi energi listrik setelah pergantian lampu LED memiliki selisih sebesar 141.683,01 kWh pertahun dimana hemat sebesar 64,07%.
 - b) Prediksi perhitungan penghematan konsumsi energi listrik yang dilakukan setelah pergantian *freon musicool* M-22 memiliki selisih sebesar 308.299,27 kWh pertahun hemat sebesar 41,26 %.
 - c) Prediksi perhitungan penghematan konsumsi energi listrik setelah pergantian jenis AC inverter memiliki selisih yaitu 148.361,065 kWh Pertahun dimana Hemat sebesar 19,6 %.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian audit sistem pencahayaan dan sistem pendingin ruangan ini adalah sebagai berikut ini:

- 1) Perlu dilakukan perawatan dan pemeliharaan secara rutin dan berkala terhadap peralatan sistem pendingin ruangan dan sistem pencahayaan, agar performa dari peralatan tersebut terawat dengan baik dan selalu Optimal.
- 2) Saran untuk pihak Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon agar dapat dilakukan perbaikan instalasi listrik pada gedung RSUD Cilegon dan juga merekomendasikan pergantian lampu LED karena dilihat dari penghematannya yaitu sebesar 64,07% dan untuk sistem pendingin merekomendasikan agar memperbaiki AC dengan mengganti jenis freon menjadi *musicool* karena penghematannya mencapai 41,26%.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Instruksi Presiden (INPRES) Republik Indonesia No. 13 Tahun 2011, tentang Penghematan Energi dan Air.
- [2] Resti Permata Dewi, dkk: Audit dan konservasi Energi Pada Rumah Sakit Angkatan Laut dr. Ramelan Surabaya. 2012. FTI-ITS.
- [3] Suteja, I Wayan Arsa. Manajemen Energi Listrik Di Gedung Sentral Telepon Automate Kaliaseem Denpasar. 2011. Denpasar.
- [4] Zulfikar, Riki. TA: Evaluasi Kebutuhan Daya Listrik dan Kemungkinan untuk Penghematan Energi Listrik di Hotel Santika Bogor. 2011. F.T.Elektro Universitas Pakuan Bogor.
- [5] Mukhlis, Baso : Evaluasi Penggunaan Listrik Pada Bangunan Gedung di Lingkungan Universitas Tadulako. Foristek Vol.1 No.2 Tahun 2011. Palu.

-
- [6] P.van.Harten: terjemahan Setiawan.E: Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid 2. 1986 Jakarta: Binacipta.
- [7] Sungadiyanto. TA: Studi Eksperimental Performa Mesin Pengkondisian Udara (AC) MC QUAY Dengan Refrigeran R-22 Pada Laboratorium Teknik MMesin Universitas Negri Semarang. 2006. Semarang.
- [8] Rianto,Agus. TA : audit energi dan analisis peluang penghematan konsumsi energi pada sistem pengkondisian udaradi hotel santika premiere semarang. 2007. Semarang.
- [9] Pasisarha, Daeng Supriyadi. Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines. ISSN:2252-4908 Vol.1 No. 1 2012:1-7. Semarang.
- [10] Tampubolon, Wempi. Analisa Audit Energi Dengan Parameter Beban Penerangan dan Sistem Pengkondisian Udara Pada RSKM Cilegon. 2013. FT.Untirta Cilegon.
- [11] Badan Standarisasi Nasional : SNI 6197:2011 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan.
- [12] Badan Standarisasi Nasional: SNI 6390:2011 tentang konservasi energi sistem tata udara bangunan gedung.
- [13] Dinata,Ikhsan Nursyeha. Audit Sistem Dan Pengembangan Energi Listrik Di Ft. Untirta. 2013. FT.Untirta Cilegon.
- [14] Badan Standarisasi Nasional: Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung.
- [15] Data Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon. 2012