

Analisa Beban Kalor pada Ruang Bagian Kepegawaian Rektorat Universitas Nusa Cendana

Abraham Oematan¹, Ben Vasco Tarigan¹, Muhamad Jafri¹

¹Jurusan Teknik Mesin FST Undana.

Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597.

E-mail: abrahamoematan@gmail.com

Abstrak

Perhitungan beban kalor perlu dilaksanakan terlebih dahulu sebelum dilakukan perencanaan sistem pengkondisian udara di suatu ruangan. Hal ini diperlukan karena besarnya beban kalor sangat berpengaruh terhadap kapasitas pendinginan yang dibutuhkan, sehingga kenyamanan dapat diperoleh. Salah satu ruangan yang menggunakan AC adalah ruang Kepegawaian Rektorat Undana. Kapasitas AC yang terpasang adalah 16 PK. Berdasarkan rekening listrik bulanan di gedung Rektorat Undana, biaya pemakaian listrik berkisar sekitar Rp.801.301.531.- per tahun atau sekitar Rp.66.775.128.- per bulannya. Sehingga perlu dilakukan pengamatan kembali terhadap Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dari AC apakah masih hemat atau tidak. Berdasarkan hasil penelitian, beban kalor pada ruang tersebut berkisar antara 175.491,3685 Btu/h sampai dengan 306.961,6477 Btu/h. Namun kondisi yang terjadi didapati ada jendela yang terbuka akibatnya infiltrasi beban kalor pada ruang tersebut besar, sehingga membuat 16 PK AC yang terpasang menyerap arus listrik yang besar akibatnya IKE dari 16 PK sebesar 31,06 kWh/m²/bulan, tergolong sangat boros. Apabila tidak ada jendela yang terbuka maka beban kalor puncak yang seharusnya terjadi adalah 125.434,6370 Btu/h, sehingga AC yang seharusnya beroperasi adalah 14 PK. Nilai IKE dari 14 PK adalah 6,63 kWh/m²/bulan tergolong dalam kriteria sangat efisien.

Kata Kunci: beban kalor, intensitas konsumsi energi (IKE) listrik.

Abstract

The calculation of heat load should be carried out before planning an air conditioning system in a room. This is necessary due to the capacity of head load greatly affect the capacity of required cooling capacity so that comfort can be obtained. One of the room which uses the air conditioning (AC) is a Staff Room at the Rectorate building of Nusa Cendana University. The capacity of AC installed is 16 PK. Based on the electrical monthly account in the Rectorate building, the cost of electricity consumption ranged in Rp. 801.301.531 per year or about Rp. 66.775.128 per month. So, it is needed to be done reobservation to the intensity of electrical energy consumption of AC whether saving or not. Based on the result of the research, the required heat load is between 175.491,3685 Btu/h to 306.961,6477 Btu/h. However, the situation that happened was found that there were windows opened and officer was smoking it causes infiltration heat load in the room, so that made 16 PK AC installed in the room absorbs a large electricity current, consequently the intensity of electrical energy of 16 PK is about 31,06 kWh/m²/month, it is categorized very wasteful. If there is no window opens and no officer smokes, so the heat load that might be happened is 125.434,6370 Btu/h. So, the AC is supposed to operate is 14 PK. The intensity of electrical energy value of 14 PK is 6,63 kWh/m²/month, it is categorized as highly efficient.

Keywords: Heat load, the intensity of the electrical energy consumption.

PENDAHULUAN

Sistem pendinginan udara telah menjadi suatu kebutuhan pokok bagi bangunan-bangunan besar seperti gedung perkantoran, hotel, rumah, supermarket, industri, dan lain-lain, terutama di wilayah yang memiliki musim

panas. Untuk itu, pengkondisian udara di dalam ruangan suatu gedung yang menggunakan *air conditioning* (AC) harus diusahakan supaya dalam keadaan aman dan nyaman agar penghuninya terhindar dari perasaan gelisah dan membosankan. Oleh karena itu, perhitungan beban kalor ruangan merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kapasitas

pendinginan yang dibutuhkan. Sehingga pemasangan AC didasarkan pada besarnya beban kalor pada ruang yang akan dikondisikan.

Salah satu ruangan yang menggunakan AC adalah ruang Kepegawaian Rektorat Undana. AC yang dipasang di ruang tersebut adalah AC *split*. AC *Split* adalah AC yang evaporator dan kondensor berada di dua mesin yang berbeda. Evaporatornya terletak di dalam ruangan, sedangkan kondensornya terletak di luar ruangan. Banyaknya AC yang ada di gedung Rektorat Undana berjumlah 86 unit, sedangkan yang dipasang di ruang Bagian Kepegawaian berjumlah 8 unit atau sama dengan 16 PK. Oleh karena itu, dengan jumlah yang begitu banyak tentu konsumsi energi listrik dari AC di gedung tersebut pasti besar, untuk itu perlu dilakukan perhitungan kembali terhadap beban kalor sehingga pemasangan AC didasarkan pada besarnya beban kalor.

Selain banyaknya AC yang terpasang, berdasarkan rekening listrik bulanan di gedung Rektorat Undana, biaya pemakaian listrik berkisar antara Rp.801.301.531.- per tahun atau sekitar Rp.66.775.128.- per bulannya. Sehingga perlu dilakukan pengamatan kembali terhadap Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dari AC khususnya pada ruang Bagian Kepegawaian Rektorat Undana apakah masih hemat dan efisien atau belum.

Salah satu cara untuk mengetahui besar konsumsi energi listrik pada AC adalah dengan audit energi. Audit energi merupakan suatu analisis terhadap konsumsi energi dalam sebuah sistem yang menggunakan energi, seperti gedung bertingkat, pabrik dan sebagainya. Dengan audit energi akan diperoleh data yang konkrit mengenai kondisi peralatan, biaya operasional kebutuhan energi dan manajemen energi yang dipakai pada gedung tersebut. Dari data ini dapat dianalisa dan diidentifikasi untuk mengetahui sejauh mana peluang penghematan energi dan nilai uang dapat dihemat seperti yang dinyatakan oleh Hali Abdurachim, 2002 dalam (Rianto, 2007). Dengan audit energi akan diketahui besarnya konsumsi energi listrik pada AC, sehingga dari besarnya konsumsi energi listrik akan diketahui nilai intensitas konsumsi energi (IKE) listrik dari AC.

Melihat beberapa persoalan di atas, maka penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian

agar dapat mengetahui beban kalor pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana dan membandingkan dengan kapasitas AC yang terpasang. Selanjutnya menghitung IKE listrik pada AC untuk mengetahui konsumsi energi listrik pada AC apakah sudah memenuhi syarat hemat atau tidak.

LANDASAN TEORI

Beban Kalor

Beban kalor terdiri dari beban kalor ruangan dan beban kalor alat penyejuk udara yang ada di dalam ruangan. Komponen beban kalor ruangan terdiri dari kalor yang bersumber di dalam ruangan itu sendiri (beban kalor interior, "*interior head load*") dan kalor yang masuk dari luar ruangan ke dalam ruangan (beban kalor perimeter, "*perimeter head load*"). Sedangkan komponen beban kalor yang harus diatasi oleh alat penyejuk udara adalah beban kalor ruangan, beban kalor udara yang masuk kedalam alat penyejuk udara, beban blower, motor, dan kebocoran saluran (W. Arismunandar, 1981).

Secara umum, beban kalor dibagi dalam empat kelompok yaitu :

- *Transmisi*, yaitu kehilangan kalor atau perolehan kalor yang disebabkan oleh beda suhu antara kedua sisi elemen bangunan.

Persamaan yang digunakan untuk menganalisa kalor yang diperoleh melalui transmisi termal adalah sebagai berikut:

$$q = U A (t_o - t_i) \quad (1)$$

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (2)$$

dimana, U adalah koefisien perpindahan kalor total, $kcal / m^2 jam^o C$, A luas permukaan, $t_o - t_i$

adalah selisih suhu luar dan dalam, $^o C$ serta R_T adalah hambatan termal total dinding, $m^2 jam^o C / kcal$

Sedangkan hambatan termal total dinding adalah :

$$R_T = R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_a \dots + R_{so} \quad (3)$$

dimana, R_{si} adalah tahanan perpindahan kalor

dari lapisan permukaan dalam dinding, R_{so} tahanan perpindahan kalor dari lapisan luar dinding, dan $R_1 \dots R_n$ adalah tahanan perpindahan kalor dari setiap lapisan dinding

- *Solar* (panas matahari), yaitu perolehan kalor yang disebabkan oleh penjaralan energi matahari melalui komponen bangunan udara luar ke dalam ruangan yang dikondisikan.

Persamaan yang digunakan untuk menganalisa kalor yang diperoleh melalui transmisi termal adalah sebagai berikut:

$$q = k A (CLTD)_{maks} \quad (4)$$

dimana, k adalah koefisien perpindahan kalor total dinding, $kcal / m^2 jam^oC$, A luas permukaan dinding, m^2 dan $(CLTD)_{maks}$ adalah beda suhu beban pendinginan (*cooling*

load temperatur difference)

Penyesuaian harga CLTD adalah :

$$CLTD_{maks} = CLTD_{tab} + (25-t_i) + (t_{rat} - 29) \quad (5)$$

dimana, $CLTD_{tab}$ adalah CLTD untuk atap datar dan t_i suhu bola kering rancangan dalam, oC , serta t_{rat} suhu bola kering rancangan luar ruangan, oC . Untuk dinding yang bersebelahan dengan ruangan yang juga dikondisikan, maka perhitungan beban panasnya diabaikan.

- *Infiltrasi* (perembesan udara), yaitu kehilangan udara atau perolehan kalor yang disebabkan oleh perembesan udara kedalam ruangan yang dikondisikan.

Menurut Wiranto Arismunandar (1991), persamaan yang digunakan untuk menghitung beban kalor ini yaitu :

$$q = \{ \text{Volume ruang} \times (\text{Jumlah penggantian ventilasi alamiah} - \text{Jumlah udara luar}) \}$$

$$\times \frac{0,24}{\text{Volume Spesifik}} \times T \quad (6)$$

- *Internal*, (sumber dalam), yaitu kehilangan kalor yang disebabkan oleh pelepasan energi di dalam ruangan (oleh lampu, orang atau penghuni, peralatan dan sebagainya).

Sumber-sumber utama perolehan kalor interior adalah lampu-lampu, penghuni dan peralatan-peralatan yang dioperasikan di dalam ruangan. Jumlah perolehan kalor dari dalam ruangan yang disebabkan oleh

$$q = (\text{Jumlah orang}) \times (\text{Kalor sensibel dari manusia kcal/h.orang}) \times (\text{Koreksi faktor kelompok}) \quad (7)$$

$$q = (\text{Jumlah orang}) \times (\text{Kalor laten dari manusia kcal/h.orang}) \times (\text{Koreksi faktor kelompok}) \quad (8)$$

- Beban kalor dari peralatan

Untuk peralatan yang menghasilkan kalor, perlu diperkirakan daya yang digunakan bersama dengan periode penggunaannya dengan cara yang sama dengan yang diterapkan pada penerangan. Untuk peralatan yang meradiasikan energi, CLF dapat dilihat pada lampiran I.N. Persamaan yang digunakan untuk menghitung beban kalor ini yaitu :

$$q = (\text{daya ,Watt}) (F_u) (F_b) (CLF) \quad (9)$$

penerangan tergantung pada daya dan cara pemasangan serta lama penyalaan atau pemakaiannya.

- Beban kalor dari tubuh manusia

Jika jumlah orang tidak diketahui secara pasti, maka besar besaran yang dimuat dalam faktor-faktor beban pendinginan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung beban kalor ini yaitu :

Konsep Audit Energi

Audit energi merupakan usaha atau kegiatan untuk mengidentifikasi jenis dan besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri/pabrik atau bangunan dan mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Sasaran dari audit energi adalah untuk mencari cara mengurangi konsumsi energi persatuan output dan mengurangi biaya operasi. (Abdurachim, 2002) dalam (Rianto, 2007)

Berdasarkan (Parlindungan M, 2005) dalam (Mukhlis, 2010) cara cepat untuk

menghitung biaya energi suatu fasilitas atau peralatan energi adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya Energi} = \text{Jumlah Peralatan} \times \text{beban (kW)} \times \text{jam operasi perhari} \times \text{hari kerja per tahun} \times \text{Biaya energi (Rp/tahun)} \quad (10)$$

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik pada AC

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada

suatu sistem (bangunan). Namun energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik. Pada hakekatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu tahun) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m² per tahun (Rianto, 2007). Persamaan yang digunakan untuk menghitung IKE adalah sebagai berikut.

$$\text{IKE} = \frac{\text{Total konsumsi listrik}}{\text{Luas ruangan}} \quad (\text{kWh/ m}^2) \quad (11)$$

Tabel 1. Kriteria IKE Bangunan Gedung ber-AC

Kriteria	Keterangan
Sangat Efisien (4,17 – 7,92) kWh/m ² /bulan	- Desain gedung sesuai standar tata cara perencanaan teknis konservasi energi - Pengoperasian peralatan energi dilakukan dengan prinsip-prinsip management energi
Efisien (7,93 – 12,08) kWh/m ² /bulan	- Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur - Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu
Cukup Efisien (12,08 – 14,58) kWh/m ² /bulan	- Penggunaan energi cukup efisien melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih memungkinkan - Pengoperasian dan pemeliharaan gedung belum mempertimbangkan prinsip konservasi energi
Agak Boros (14,58 – 19,17) kWh/m ² /bulan	- Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan - Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi
Boros (19,17 – 23,75) kWh/m ² /bulan	- Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari - Instalasi peralatan dan desain pengopeasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penhematan energi
Sangat Boros (23,75 – 37,5) kWh/m ² /bulan	- Agar ditinjau ulang atas semua instalasi / peralatan energi serta penerapan managemen energi dalam pengelolaan bangunan - Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan

Sumber : Efendi, 2012

METODE PENELITIAN

Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengumpulkan rekening listrik bulanan selama 3 tahun terakhir yaitu tahun 2011-2014.
- Mengumpulkan data material dan luas dari

tembok, pintu, jendela, plafon dan lantai pada ruang bagian Kepegawaiaan Rektorat Undana.

- Melakukan observasi langsung dan mendata peralatan yang ada di ruang tersebut dan mendata jumlah AC, daya AC dan lamanya operasi dari AC terhitung selama lima hari kerja ketika penelitian dilakukan.
- Melakukan pengukuran langsung dan mengumpulkan data temperatur dan kelembaban yang terdiri dari temperatur

lingkungan, temperatur ruangan, temperatur bola basah di dalam ruang dan lingkungan, temperatur bola kering di dalam ruang dan lingkungan, serta kecepatan angin

- Melakukan pengukuran langsung dan mengumpulkan data arus listrik yang diserap oleh AC.

Analisa Data

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Menghitung beban kalor pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana berdasarkan data temperatur ruang, temperatur lingkungan, luas ruangan, luas pintu, luas tembok, luas jendela, luas plafon dan luas lantai.
- Membandingkan besar beban kalor dengan kapasitas pendingin yang terpasang di ruangan tersebut, apakah AC yang terpasang di sesuaikan dengan besar beban kalor atau tidak.
- Menentukan kapasitas AC yang seharusnya dipasang di ruangan tersebut berdasarkan besar beban kalor hasil perhitungan.
- Menghitung konsumsi energi listrik pada AC di ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana untuk mengetahui apakah AC yang terpasang hemat energi listrik atau boros.
- Setelah mendapat hasil konsumsi energi listrik pada AC, langkah berikutnya yaitu menghitung IKE listrik pada AC dan membandingkan dengan kriteria IKE bangunan gedung ber-AC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban Kalor Ruang

Beban kalor pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana berkisar antara 175.491,3685 Btu/h sampai dengan 306.961,6477 Btu/h. Sehingga dapat diketahui beban kalor puncak pada ruang tersebut terjadi pada hari selasa pukul 11.00 sebesar 306.961,6477 Btu/h. 1 PK = 9000 Btu/h, sehingga AC yang seharusnya beroperasi berdasarkan beban kalor pada ruang tersebut

adalah $306.961,6477 / 9000 = 34,1$ PK.

Kondisi di lapangan yang terjadi dalam penelitian ini didapati ada jendela yang terbuka saat AC beroperasi pada ruang tersebut akibatnya infiltrasi beban kalor sensible dan laten yang terjadi saat beban kalor puncak adalah 181.527,0107 Btu/h. Berarti ada kerugian kalor sebesar 181.527,0107 Btu/h. Apabila jendela tertutup saat AC beroperasi, maka beban kalor yang seharusnya terjadi pada beban kalor puncak adalah sebagai berikut :

$$q_{\text{puncak}} = 306.961,6477 \text{ Btu/h} - 181.527,0107 \text{ Btu/h} \\ = 125.434,6370 \text{ Btu/h}$$

1 PK = 9000 Btu/h, sehingga AC yang seharusnya beroperasi berdasarkan beban kalor pada ruang tersebut adalah : $125.434,6370 / 9000 = 14$ PK. Atau sama dengan AC 2 PK sebanyak 7 unit.

IKE Listrik pada AC

IKE AC yang Sudah Terpasang

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap 16 PK AC yang terpasang, maka total konsumsi energi listrik pada AC selama lima hari penelitian yaitu 391,37 kW. Maka persamaan yang digunakan untuk menghitung konsumsi energi listrik dari AC per bulan di ruang tersebut adalah :

$$\text{Konsumsi Listrik} = \text{Daya (kW)} \times \text{lamanya operasi (hari)} \\ = 391,37 \text{ kW} \times 20 \text{ hari} = 7827,49 \text{ kWh/bulan}$$

Sehingga IKE listrik pada AC per bulan dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{IKE} = \frac{\text{Total konsumsi listrik}}{\text{Luas ruangan}} \left(\frac{\text{kWh/bulan}}{\text{m}^2} \right) \\ = \frac{7827,49 \text{ kWh/bulan}}{252 \text{ m}^2} = 31,06 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$$

Nilai IKE tersebut di atas jika dibandingkan dengan nilai kriteria IKE bangunan gedung ber-AC tergolong dalam kriteria sangat boros, sehingga hal ini akan berdampak pada biaya listrik. Berikut ini perhitungan biaya listrik yang harus dibayar per bulan.

Tarif listrik yang digunakan untuk menghitung biaya listrik adalah tarif listrik untuk golongan S2 yang ditetapkan oleh Menti

Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.19 Tahun 2014, yaitu sebesar Rp.925.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Energi} &= \text{Beban (kW)} \times \text{Hari kerja per bulan} \times \text{Biaya energi (Rp/bulan)} \\ &= 391,37 \text{ kW} \times 20 \text{ hari/bulan} \times \text{Rp.925/bulan} = \text{Rp.7.240.345} \end{aligned}$$

IKE AC Berdasarkan Beban Kalor

Apabila tidak ada kerugian kalor sebesar 181.527,0107 Btu/h, maka beban kalor puncak pada ruang tersebut adalah 125.549,3647 Btu/h. 1 PK = 9000 Btu/h, sehingga AC yang seharusnya beroperasi adalah 125.549,3647 /

$$9000 = 14 \text{ PK.}$$

Berikut ini analisa IKE dan biaya listrik per bulan pada 14 PK AC, dengan ketentuan bahwa tiga buah jendela yang sering terbuka harus tertutup sehingga tidak mengakibatkan infiltrasi beban kalor sensible dan laten pada ruang tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik} &= \text{Daya (kW)} \times \text{waktu operasi (jam)} \times \text{lamanya operasi (hari)} \\ &= 10,44 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$= 1.671,04 \text{ kWh/bulan}$$

Sehingga IKE listrik pada 14 PK tersebut adalah :

$$\begin{aligned} \text{IKE} &= \frac{\text{Total konsumsi listrik}}{\text{Luas ruangan}} \text{ (kWh/bulan / m}^2 \text{)} \\ &= \frac{1.671,04 \text{ kWh/bulan}}{252 \text{ m}^2} = 6,63 \text{ kWh/m}^2 \text{ /bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Energi} &= \text{Beban (kW)} \times \text{Waktu operasi (jam)} \times \text{lamanya operasi (hari)} \times \text{Biaya energi (Rp/bulan)} \\ &= 10,44 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} \times \text{Rp.925 per bulan} \\ &= \text{Rp.1.545.712} \end{aligned}$$

Nilai IKE tersebut di atas dibandingkan dengan nilai kriteria IKE bangunan gedung ber-AC maka tergolong dalam kriteria sangat efisien. Sehingga biaya energi listrik pada 14,6 PK per bulannya adalah sebagai berikut.

Pembahasan

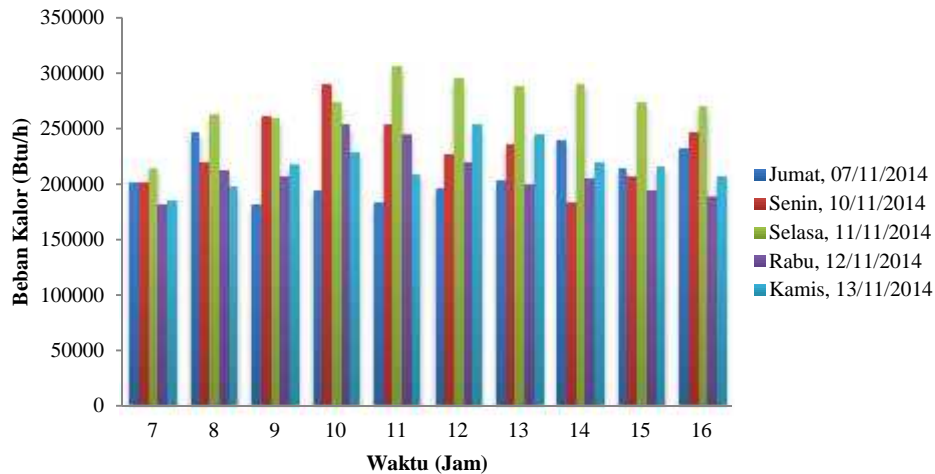
Beban kalor pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana sangat besar karena berkisar antara 175.491,3685 Btu/h sampai dengan 306.961,6477 Btu/h. Berikut ini grafik beban kalor selama lima hari penelitian. Dari grafik di atas, terlihat bahwa kenaikan beban kalor pada ruang tersebut selama lima hari tidak sama. Hal ini disebabkan karena pengaruh suhu ruang yang selalu berubah-ubah akibat dari tiga buah jendela yang terbuka

sehingga mengakibatkan infiltrasi beban kalor sensibel dan infiltrasi beban kalor laten pada ruang tersebut.

Kondisi di lapangan yang terjadi dalam penelitian ini didapati ada jendela yang terbuka saat AC beroperasi pada ruang tersebut. Oleh karena itu, infiltrasi beban kalor sensibel dan laten sangat besar, sehingga beban AC akan naik untuk mengkondisikan udara dalam ruang. Akibatnya arus listrik yang diserap semakin besar. Hal ini dibuktikan dengan beban kalor puncak pada ruang tersebut adalah 306.961,6477 Btu/h, terjadi pada tanggal 11 Nopember pukul 11.00. 1 PK = 9000 Btu/h, sehingga kapasitas AC yang seharusnya terpasang adalah 34,1 PK. Sedangkan kapasitas AC yang sudah terpasang adalah 16 PK. Akibat dari beban kalor yang ada, maka membuat

jumlah AC yang terpasang menyerap arus listrik lebih besar sehingga IKE listrik pada AC sebesar 31,06 kWh/m²/bulan, nilai ini jika dibandingkan dengan kriteria IKE bangunan gedung ber-AC tergolong sangat boros.

Dampaknya adalah biaya energi listrik pada AC pada ruang tersebut yang harus dibayar perbulan adalah Rp.7.240.345.



Gambar 1. Grafik Beban Kalor Selama Lima Hari Penelitian

Besar infiltrasi beban kalor sensible dan laten saat terjadi beban kalor puncak adalah 181.527,0107 Btu/h. Berarti ada kerugian kalor sebesar 181.527,0107 Btu/h. Apabila jendela tertutup saat AC beroperasi maka beban kalor yang seharusnya terjadi pada saat beban puncak adalah 125.434,6370 Btu/h. 1 PK = 9000 Btu/h, sehingga AC yang seharusnya beroperasi pada ruang tersebut adalah 14 PK, atau sama dengan AC 2 PK sebanyak 7 unit. Nilai IKE dari 14 PK adalah 6,63 kWh/m²/bulan. Nilai ini jika dibandingkan dengan nilai kriteria IKE gedung ber-AC maka tergolong dalam kriteria sangat efisien. Sehingga biaya energi listrik pada 14 PK per bulannya adalah Rp.1.545.712.

Biaya energi listrik per bulan antara kapasitas AC 16 PK yang sudah terpasang dengan kapasitas AC hasil perhitungan beban kalor diperoleh selisih biaya sebesar Rp.5.695.633, atau bisa dikatakan ada pemborosan biaya per bulan sebesar Rp. 5.695.633.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana dan hasil analisa beban kalor diperoleh kesimpulan antara lain:

- Beban kalor pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana saat AC beroperasi adalah 175.491,3685 Btu/h sampai dengan 306.961,6477 Btu/h, dengan besar beban kalor puncak adalah 306.961,6477 Btu/h, terjadi pada hari Selasa 11 Nopember 2014 pukul 11.00 WITA. Namun kondisi di lapangan yang terjadi dalam penelitian ini didapati ada jendela yang terbuka saat AC beroperasi akibatnya infiltrasi beban kalor sensible dan laten saat beban kalor puncak adalah 181.527,0107 Btu/h. Apabila jendela tertutup saat AC beroperasi, maka beban kalor yang seharusnya terjadi pada beban kalor puncak adalah 125.434,6370 Btu/h.
- Penentuan AC didasarkan pada beban kalor puncak. Oleh karena itu, beban kalor yang seharusnya terjadi pada beban kalor puncak

adalah 125.434,6370 Btu/h. 1 PK = 9000 Btu/h, sehingga AC yang seharusnya beroperasi pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana adalah $125.434,6370 / 9000 = 14$ PK, atau sama dengan AC 2 PK berjumlah 7 unit.

- Total konsumsi energi listrik pada 8 unit AC atau 16 PK yang terpasang pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana adalah 7.827,49 kWh/bulan. Apabila tidak ada jendela yang terbuka sehingga menyebabkan infiltrasi beban kalor sensible dan laten, maka AC yang seharusnya beroperasi pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana adalah 14 PK, sehingga besar konsumsi listrik dari 14 PK per bulan adalah 1.671,04 kWh/bulan.
- Besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik pada 16 PK AC yang sudah terpasang pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana adalah 31,06 kWh/m²/bulan, nilai ini jika dibandingkan dengan kriteria IKE bangunan gedung ber-AC tergolong sangat boros. Dampaknya adalah biaya energi listrik pada AC pada ruang tersebut yang harus dibayar perbulan adalah Rp.7.240.345. Sedangkan nilai IKE listrik pada 14 PK berdasarkan perhitungan beban kalor adalah 6,63 kWh/m²/bulan. Nilai ini jika dibandingkan dengan nilai kriteria IKE gedung ber-AC maka tergolong dalam kriteria sangat efisien. Sehingga biaya energi listrik pada 14 PK per bulannya adalah Rp.1.545.712.

SARAN

- AC yang seharusnya dipasang pada ruang bagian Kepegawaian Rektorat Undana adalah 14 PK atau AC dengan kapasitas 2 PK berjumlah 7 unit.
- Perilaku hemat energi listrik perlu diterapkan oleh Pegawai Rektorat Undana agar tidak terjadi pemborosan energi, seperti hal-hal berikut ini :
- Jendela dan pintu harus tertutup rapat saat AC beroperasi.
- Tidak boleh merokok di dalam ruangan saat AC beroperasi.
- Pegawai kantor pada Rektorat Undana harus berpartisipasi aktif dalam perilaku hemat energi listrik. Oleh karena itu, pihak Rektorat

harus membuat suatu peraturan atau standar operasional tentang langkah-langkah penghematan energi listrik pada AC.

- Agar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada AC di gedung Rektorat Undana, maka perhitungan beban kalor perlu dilaksanakan terlebih dahulu sehingga penentuan AC berdasarkan beban kalor, dan menghitung kembali IKE listrik pada AC di gedung tersebut apakah masi hemat dan efisien atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar, W. Saito, F., (1991). *Penyegaran Udara*. Cetakan ke empat, Erlangga, Jakarta.
- [2] Ashraf ASHRAE (1998), *Handbook Fundamental, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*, Atlanta.
- [3] Badan Standardisasi Nasional SNI 03-6196-2000, *Prosedur Audit Energi Pada Pembangunan Gedung*, BSN, Jakarta.
- [4] Badan Standardisasi Nasional SNI 03-6390-2000, *Konservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung*, BSN, Jakarta.
- [5] Berman, E. T., (2013), *Modul Teknik Pendingin*, PLPG, Jakarta.
- [6] Direktorat Pengembangan Energi, *Petunjuk teknis konservasi energi; Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*, Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jendral Pengembangan Energi.
- [7] Effendi, A. ST, (2012), *Audit Awal Energi Listrik Pada Gedung PS Kedokteran Universitas Lampung*, Lampung.
- [8] Georg Lippsmeier, (1994), Alih bahasa Syahmir Nasution, *Bangunan Tropis*, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- [9] Holman, J.P., (1997), Alih bahasa Jasjfi, E., edisi ke-enam, Erlangga, Jakarta.
- [10] Iman Syahrizal, (2013), *Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruang (Studi Kasus Di Politeknik Terpikat Sambas)*, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

- [11] Nababan, T.S., (2008), *Analisa Permintaan Energi Listrik Rumah Tangga (Studi Kasus pada Pengguna Kelompok Rumah Tangga Listrik PT PLN (Persero) di Kota Medan)*, Program Studi Doktor Ilmu Ekonomi Universitas Diponegoro, Semarang.
- [12] Rianto, A., (2007), *Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Sistem Pengkondisian Udara Di Hotel Santika Premiere Semarang*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- [13] Smith, D. G. C., (1989), "Combination of Forecasts in Electricity Demand Prediction", *Journal of Forecasting (JOF)*, Vol. 8, Iss. 3, July-September 1989, pp. 349-356.
- [14] Stoecker, W.F., Jones, W.T., (1996). *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*. Edisi kedua. Erlangga. Jakarta.
- [15] Sunyoto, 2010, *Dasar Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, (<http://www.crayonpedia.org>, diakses tanggal 21 Mei 2015).
- [16] Suteja, A.W., (2011), *Manajemen Energi Listrik Di Gedung Sentral Telepon Automat Kaliaseem Denpasar*, Teknik Elektro, Bali.
- [17] Yue Ting, Long Ruyin, Hong Cen., (2014). *Factors Influencing Energy-Saving Behavior Of Urban Households In Jiangsu Province*. *Journal Energy Policy* 62 (2014) 665-675. Jiangsu, China.
- [18] Zhang Yixiang, Wang Zhaohua, Zhou Guanghui., (2014), *Determinants Of Employee Electricity Saving : The Role Of Social Benefits, Personal Benefits, And Organizational Electricity Saving Climate*. *Journal of cleaner production* 66 (2014) 280-287. Beijing, China.
- [19] Zhuang Xiangling, Wu Changxu., (2014)., *Saving Energy When Using Air Conditioners In Offices – Behavioral Pattern And Design Indications*, *Journal Energy and Buildings* 76 (2014) 661-668, Beijing, China.
- [20] <http://klinikac.com/index.php/tips/88-mengenal-komponen-ac>, diakses pada tanggal 01 juli 2014 pukul 19.00

