

**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI
LISTRIK PADA SISTEM PENCAHAYAAN DAN *AIR CONDITIONING*
(AC) DI GEDUNG PERPUSTAKAAN UMUM DAN ARSIP DAERAH
KOTA MALANG**

JURNAL SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK



Disusun oleh:

**YOGA PRASETYA
NIM. 115060309111006-63**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG
2014**

**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA SISTEM
PENCAHAYAAN DAN AIR CONDITIONING (AC) DI GEDUNG PERPUSTAKAAN UMUM DAN
ARSIP DAERAH KOTA MALANG**

Yoga Prasetya¹, Drs. Ir. Moch. Dhofir, MT.², Hadi Suyono, ST., M.T., Ph.D.³

¹Mahasiswa Teknik Elektro, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya

E-mail: yoga.prasetya58@yahoo.com

Abstrak – Penggunaan energi listrik di lingkungan Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Saat ini pemakaian AC sudah semakin banyak digunakan hampir di setiap ruangan. Dengan pola pemakaian beban AC maupun lampu yang rata-rata 12 jam dalam sehari, maka peran serta sumber daya manusia juga sangat penting dalam melakukan pengelolaan energi listrik dengan membiasakan budaya hemat energi dengan cara mematikan AC dan lampu pencahayaan setelah selesai digunakan. Sebagai upaya nyata penghematan energi salah satunya dengan peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah konservasi energi. Konservasi energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi [1].

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai IKE gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang untuk lantai tidak menggunakan AC yaitu 4,12 kWh/m²/bulan termasuk kategori sangat boros dan untuk lantai menggunakan AC yaitu 12,12 kWh/m²/bulan termasuk kategori cukup efisien. Berdasarkan perhitungan dan analisis yang dilakukan maka potensi penghematan energi listrik dari tindakan konservasi energi yang dapat dilakukan yaitu dengan penggunaan lampu LED tube 18 watt dan LED bulb 9 watt dan pemenuhan standar SNI 03-6575-2001, didapatkan hasil penghematan untuk sistem pencahayaan sebesar 19.69 kWh/hari atau 590,7 kWh/bulan. Penghematan dengan meminimalkan kerja AC dengan suhu sesuai standar penggantian AC konvensional yang usianya lebih dari 5 tahun diganti dengan AC teknologi inverter dan didapatkan hasil penghematan sebesar 149,86 kWh/hari atau 4.495,8 kWh/bulan.

Kata Kunci – Intensitas Konsumsi Energi, Sistem Pencahayaan, Air Conditioning (AC), lampu LED,

I. PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik di gedung perpustakaan sangatlah penting. Hal ini dapat dilihat bahwa beban-beban listrik seperti lampu, Air

Conditioning (AC), komputer, dan printer merupakan beban-beban listrik dominan yang digunakan. Penggunaan energi listrik tersebut menunjukkan adanya peningkatan dari tahun ke tahun. Saat ini pemakaian AC juga sudah semakin banyak digunakan hampir di setiap ruang di Gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang. Dengan pola pemakaian beban AC maupun lampu yang rata-rata 12 jam dalam sehari, maka peran serta sumber daya manusia juga sangat penting dalam melakukan pengelolaan energi listrik dengan membiasakan perilaku budaya hemat energi dengan cara mematikan AC dan lampu pencahayaan setelah selesai digunakan.

Sebagai upaya nyata penghematan energi salah satunya adalah dengan peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah konservasi energi. Konservasi energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi [1]. Dalam proses ini meliputi adanya evaluasi pemakaian energi listrik dan menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan, yang mana hasilnya nanti akan dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk kemudian dicari solusi penghematannya.

Berdasarkan analisis dan perhitungan awal didapatkan nilai IKE gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang untuk lantai tidak menggunakan termasuk kategori sangat boros dan untuk lantai menggunakan AC termasuk kategori cukup efisien. Oleh karena itu perlu dilakukan langkah – langkah penghematan diantaranya yaitu dengan peningkatan efisiensi penggunaan AC dan sistem pencahayaan gedung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Konservasi Energi

Konservasi adalah pelestarian atau perlindungan. Sedangkan untuk konservasi energi adalah kegiatan pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Tujuan konservasi energi adalah untuk memelihara kelestarian sumber daya alam yang berupa sumber energi melalui kebijakan pemilihan teknologi dan pemanfaatan energi secara efisien untuk mewujudkan kemampuan penyediaan energi [2].

B. Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi listrik pada suatu sistem (bangunan). Pada hakekatnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah pembagian antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung.

Menurut pedoman pelaksanaan konservasi energi listrik dan pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional dalam menentukan prestasi penghematan energi untuk gedung dan bangunan gedung komersial dapat mengacu kepada standar nilai IKE yang diperlihatkan sebagai berikut [3] :

1. Untuk Gedung Ber-AC :

- Sangat efisien = (4,17 – 7,92) kWh/m²/bln
- Efisien = (7,92 – 12,08) kWh/m²/bulan
- Cukup efisien = (12,08 – 14,58) kWh/m²/bulan
- Agak boros = (14,58 – 19,17) kWh/m²/bulan
- Boros = (19,17 – 23,75) kWh/m²/bulan
- Sangat boros = (23,75 – 37,5) kWh/m²/bulan

2. Untuk Gedung Tidak Ber-AC :

- Efisien = (0,84 – 1,67) kWh/m²/bulan
- Cukup efisien = (1,67 – 2,5) kWh/m²/bulan
- Boros = (2,5 – 3,34) kWh/m²/bulan
- Sangat boros = (3,34 – 4,17) kWh/m²/bulan

Bila nilai IKE hasil perhitungan telah dibandingkan dengan target IKE dan hasilnya ternyata sama atau kurang dari target IKE, maka kegiatan audit selanjutnya dapat dihentikan atau diteruskan dengan harapan diperoleh nilai IKE yang lebih rendah lagi [3].

Konsumsi energi spesifik per luas lantai menggunakan AC dan atau tidak menggunakan AC yaitu [4] :

- Jika presentase perbandingan luas lantai yang menggunakan AC terhadap luas lantai total gedung kurang dari 10 %, maka gedung tersebut termasuk gedung yang tidak menggunakan AC dan konsumsi energi per luas lantai adalah :

$$IKE_1 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

- Jika presentase perbandingan luas lantai yang menggunakan AC terhadap luas lantai total gedung lebih dari 90 %, maka gedung tersebut termasuk gedung yang menggunakan AC dan konsumsi energi per luas lantai menggunakan AC adalah :

$$IKE_2 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \quad (2)$$

- Jika presentase perbandingan luas lantai yang menggunakan AC terhadap luas lantai total gedung lebih dari 10 % dan kurang dari 90 %, maka gedung tersebut termasuk gedung yang menggunakan AC dan tidak menggunakan AC.

- Konsumsi energi per luas lantai tidak menggunakan AC adalah :

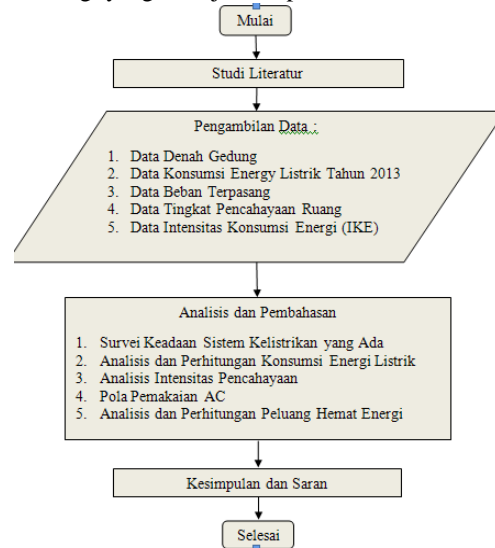
$$IKE_3 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)} - \text{Konsumsi Energi AC (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \quad (3)$$

- Konsumsi energi per luas lantai menggunakan AC adalah :

$$IKE_4 = \frac{\text{Konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai BerAC (m}^2\text{)}} + \frac{\text{Total Konsumsi Energi} - \text{Konsumsi AC}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \quad (4)$$

III. METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan penelitian ini digunakan metodologi yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pengerjaan Penelitian

A. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari buku-buku dan literatur yang menunjang dalam penyusunan Penelitian ini, antara lain:

- Mempelajari tentang karakteristik beban-beban listrik dan spesifikasi jenis gedung.
- Mempelajari tentang IKE (Intensitas Konsumsi Energi) listrik pada bangunan gedung, standart IKE yang telah ditetapkan dan teori-teori yang berkaitan dengan penulisan Penelitian ini.
- Mempelajari potensi peluang hemat energi yang dapat dilakukan khususnya untuk beban pencahayaan dan AC.

B. Jenis Data

Dalam penelitian ini diperlukan beberapa data, adapun data yang digunakan adalah :

1. Data primer

Data primer adalah data-data yang diperoleh langsung di lapangan seperti data pengukuran beban, pola penggunaan beban dan data spesifikasi beban listrik di Gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang.

2. Data sekunder

Data sekunder, yaitu data-data yang diperoleh dari studi literatur dan referensi dari pihak perpustakaan, seperti data denah dan spesifikasi gedung, data tagihan listrik bulanan Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang.

C. Survei Lapangan dan Pengambilan Data

Survei lapangan dilakukan untuk mengambil data dari lokasi penelitian di Gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang. Survei lapangan ini juga akan melihat kondisi gedung dan beban yang ada serta besarnya konsumsi energi listrik melalui metode pengukuran.

IV. PEMBAHASAN

A. Pola Konsumsi Energi Listrik

Dari data rekening listrik yang diperoleh, pemakaian kWh total Gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang yaitu 104.527 kWh selama tahun 2013. Dan total biaya selama satu tahun yaitu Rp. 134.735.237,00. Dimana rata – rata pemakaian energi listrik per bulan untuk kWh meter beban AC yaitu 6.240 kWh/bulan dan untuk kWh meter beban pencahayaan dan lain-lain yaitu 2.471 kWh/bulan. Selama periode tahun 2013 tersebut penggunaan listrik hanya terdapat pada lantai 1 dan 2 saja karena lantai 3 tidak digunakan untuk acara atau kegiatan.

B. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Dari data konsumsi energi listrik dan data luas bangunan di gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang, maka dapat dihitung nilai Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) per bulan. Sebagai contoh untuk menghitung IKE bulan Januari 2014 adalah sebagai berikut :

Luas bangunan ber AC (lantai 1 dan 2) : 872,05 m²
Luas bangunan non AC (lantai 1 dan 2) : 142,46 m²
Luas Total bangunan (lantai 1 dan 2) : 1014,48 m²

a) Konsumsi energi per luas lantai tidak menggunakan AC adalah :

$$\begin{aligned}IKE_3 &= \frac{\text{Total Konsumsi (kWh)} - \text{Konsumsi AC (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{11150,4 \text{ (kWh)} - 6974,1 \text{ (kWh)}}{1014,48 \text{ (m}^2\text{)}} \\ &= 4,12 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan.}\end{aligned}$$

b) Konsumsi energi per luas lantai menggunakan AC adalah :

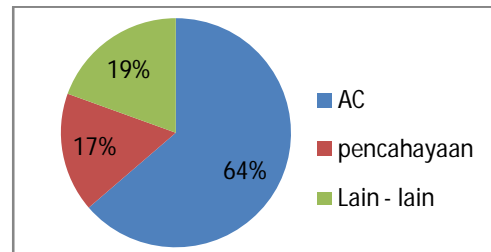
$$\begin{aligned}IKE_4 &= \frac{\text{Konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai BerAC (m}^2\text{)}} + \frac{\text{Total Konsumsi Energi} - \text{Konsumsi AC}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{6974,1 \text{ (kWh)}}{872,05 \text{ (m}^2\text{)}} + \frac{11150,4 \text{ (kWh)} - 6974,1 \text{ (kWh)}}{1014,48 \text{ (m}^2\text{)}} \\ &= 12,12 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan.}\end{aligned}$$

Untuk penentuan target dari IKE per satuan luas menggunakan standar Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional. Dari hasil perhitungan didapat nilai IKE untuk lantai tidak menggunakan AC yaitu 4,12 kWh/m²/bulan termasuk kategori sangat boros dan untuk lantai tidak menggunakan AC yaitu 12,12 kWh/m²/bulan termasuk kategori cukup efisien. Dengan melakukan upaya penghematan diharapkan dapat diperoleh nilai IKE yang lebih rendah lagi.

Dari data analisa dan perhitungan pemakaian energi listrik lantai 1 dan lantai 2 gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang selama satu hari diperoleh konsumsi energi listrik sebagai berikut :

- Pemakaian AC : 234,71 kWh/hari
- Pemakaian pencahayaan : 62,13 kWh/hari
- Pemakaian lain – lain : 70,14 kWh/hari

Jika di gambarkan dalam bentuk *pie chard* diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Prosentase Pemakaian Energi Listrik.

Dari prosentase pada Gambar 2 dapat diketahui konsumsi energi listrik terbanyak adalah penggunaan sistem pendingin udara (AC) dengan prosentase 64%, kemudian yang kedua yaitu beban lain-lain 19% dan sistem pencahayaan sebesar 17%. Berdasarkan analisis diatas maka prioritas utama dalam melakukan penghematan energi listrik adalah pada sistem pendingin udara (AC) dan sistem pencahayaan.

Untuk pemakaian beban lain-lain mayoritas merupakan beban-beban utama dengan jam penggunaan yang tinggi seperti komputer, UPS, printer, mesin fotokopi. Sehingga penghematan yang dilakukan adalah pada sistem pendingin udara dan pencahayaan.

Upaya penghematan yang dilakukan yaitu :

- Mengurangi sekecil mungkin pemakaian energi listrik khususnya beban pencahayaan dan AC.
- Penggunaan lampu *Light Emitting Diode* (LED) sebagai pengganti lampu TL dan lampu LHE.
- Memaksimalkan peran sumber daya manusia untuk meningkatkan penghematan..
- Melakukan penggantian AC lama yang usianya lebih dari 5 tahun dengan AC hemat energi teknologi inverter.
- Menggunakan AC dengan suhu 24°C – 27°C untuk ruang kerja dan untuk ruang transit (*lobby*,

koridor) 27°C – 30°C sesuai yang telah direkomendasikan oleh Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, No.12 tahun 2012 [5].

C. Penghematan Sistem Pencahayaan

Untuk penghematannya dilakukan penggantian lampu TL 40 watt dengan lampu LED *tube* 18 watt dan LHE 15 watt dengan lampu LED *bulb* 9 watt. Perhitungan penghematan dilakukan untuk lantai 1 dan lantai 2, sedangkan untuk lantai 3 tidak dihitung karena lantai 3 konsumsi energi listriknya nol atau tidak pernah dipakai selama tahun 2013.

Contoh perhitungan pada ruang Ken Arok

$$= (p \times \cos \phi \times t) \times n$$

$$= (18 \times 0,80 \times 4) \times 22$$

$$= 1,27 \text{ kWh/hari}$$

Tabel 3. Total Konsumsi Energi Listrik Pencahayaan per Hari Setelah Dilakukan Penghematan.

| No | Ruangan | Daya lampu (watt) | Jam nyala | Konsumsi /hari (kWh) | Jumlah (buah) | Total konsumsi /hari (kWh) |
|----|---------------------|-------------------|-----------|----------------------|---------------|----------------------------|
| 1 | Ruang Ken Arok | 18 | 4 | 0,06 | 22 | 1,27 |
| 2 | Hall & Receptionist | 18 | 12 | 0,17 | 30 | 5,18 |
| 3 | Koridor & Tangga | 9 | 24 | 0,17 | 5 | 0,86 |
| 4 | Pantry | 18 | 8 | 0,12 | 3 | 0,35 |
| 5 | Kamar Mandi 1 | 9 | 10 | 0,07 | 4 | 0,29 |
| 6 | Audio/Pengadaan | 18 | 12 | 0,17 | 20 | 3,46 |
| 7 | Ruang Tamu | 18 | 8 | 0,12 | 4 | 0,46 |
| 8 | Kantor Kepala | 18 | 8 | 0,12 | 3 | 0,35 |
| 9 | R. Tata Usaha | 18 | 8 | 0,12 | 4 | 0,46 |
| 10 | R. Baca Anak | 18 | 8 | 0,12 | 18 | 2,07 |
| 11 | Ruang ME | 9 | 2 | 0,01 | 3 | 0,04 |
| 12 | Mushola | 9 | 12 | 0,09 | 5 | 0,43 |
| 13 | Kantin | 9 | 8 | 0,06 | 3 | 0,17 |
| 14 | Dapur | 9 | 8 | 0,06 | 3 | 0,17 |
| 15 | Kamar Mandi 2 | 9 | 10 | 0,07 | 4 | 0,29 |
| 16 | Penerangan luar | 9 | 12 | 0,09 | 24 | 2,07 |
| | TOTAL | | | | | 17,93 |

Dari Tabel 3 dapat diketahui konsumsi energi listrik per hari untuk sistem pencahayaan lantai 1 yaitu 17,93 kWh/hari. Hasil tersebut merupakan perhitungan konsumsi energi listrik setelah dilakukan penggantian lampu TL dan LHE dengan lampu LED serta pemenuhan standar SNI untuk intensitas pencahayaannya.

Tabel 4. Total Konsumsi Energi Listrik Pencahayaan Setelah Dilakukan Penghematan Lantai 2.

| No | Ruangan | Daya lampu (watt) | Jam nyala | Konsumsi /hari (kWh) | Jumlah (buah) | Total konsumsi /hari (kWh) |
|----|-----------------------|-------------------|-----------|----------------------|---------------|----------------------------|
| 1 | Ruang Sirkulasi | 18 | 12 | 0,17 | 77 | 13,31 |
| 2 | Koridor & Tangga | 9 | 12 | 0,09 | 5 | 0,43 |
| 3 | Kamar Mandi 3 | 9 | 10 | 0,07 | 4 | 0,29 |
| 4 | Dapur | 9 | 12 | 0,09 | 4 | 0,35 |
| 5 | Ruang Referensi | 18 | 12 | 0,17 | 21 | 3,63 |
| 6 | Ruang Novel | 18 | 12 | 0,17 | 8 | 1,38 |
| 7 | R. Seksi Pelayanan | 18 | 12 | 0,17 | 4 | 0,69 |
| 8 | Ruang Pengolahan | 18 | 12 | 0,17 | 10 | 1,73 |
| 9 | Ruang Server | 18 | 24 | 0,35 | 2 | 0,69 |
| 10 | Ruang Restorasi | 18 | 12 | 0,17 | 7 | 1,21 |
| 11 | R. Seksi Pengembangan | 9 | 12 | 0,09 | 6 | 0,52 |
| 12 | Kamar Mandi 4 | 9 | 10 | 0,07 | 4 | 0,29 |
| | TOTAL | | | | | 24,51 |

Dari Tabel 4 dapat diketahui konsumsi energi listrik per hari untuk sistem pencahayaan lantai 2 yaitu 24,51 kWh/hari. Hasil tersebut merupakan perhitungan konsumsi energi listrik setelah dilakukan penggantian lampu TL dan LHE dengan lampu LED serta pemenuhan standar SNI untuk intensitas pencahayaannya.

Tabel 5. Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Pencahayaan Sebelum dan Setelah Penghematan

| Ruangan | Total Konsumsi/hari (kWh) | | Penghematan per hari (kWh) | Total penghematan /bulan (kWh) |
|----------|---------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | Sebelum Penghematan | Setelah Penghematan | | |
| Lantai 1 | 25,84 | 17,93 | 7,91 | 237,3 |
| Lantai 2 | 36,29 | 24,51 | 11,78 | 353,4 |
| Total | 62,13 | 42,44 | 19,69 | 590,7 |

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa besar penghematan untuk pencahayaan di lantai 1 sebesar 7,91 kWh/hari dan lantai 2 sebesar 11,78 kWh/hari. Total penghematan pencahayaan yaitu sebesar 19,69 kWh/hari atau 590,7 kWh/bulan.

D. Penghematan Pada Sistem Pendingin Udara.

Penggunaan suhu AC yang terlalu dingin sangat mempengaruhi konsumsi energi listriknya, oleh karena itu disarankan menggunakan AC dengan suhu antara 24°C – 27°C untuk ruang kerja, dan 27°C – 30°C untuk ruang transit (*lobby*, koridor).

Dari hasil survei yang telah dilakukan, penggunaan AC di Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang melebihi temperatur AC yang direkomendasikan oleh Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Indonesia yaitu 24°C – 27°C. Apabila AC dinyalakan dengan suhu 24°C – 27°C maka kompresor akan bekerja memompa gas freon dari unit *outdoor* ke unit *evaporator* di *indoor* untuk kemudian dihembuskan angin oleh kipas ke dalam ruangan. Kemudian komputer di unit *indoor* AC akan memberitahukan sensor termometer atau *termostat* di unit *indoor* AC agar suhu tersebut dapat sama dengan suhu yang tertera di *remote* AC. Apabila suhu di *remote* di setting 24°C dan suhu ruangan sudah mencapai 24°C maka kompresor AC akan mati dan di ruangan hanya akan menghembuskan angin saja karena gas *freon* tidak lagi dipompa dari unit *outdoor* ke unit *indoor*. Pada kondisi ini pemakaian listrik akan sangat kecil karena listrik hanya dibutuhkan untuk kipas, *termostat*, dan lampu indikator AC saja.

Tabel 6. Perbandingan Arus AC Terhadap Suhu Yang Digunakan.

| Spesifikasi AC | Penggunaan dengan suhu 16°C dan 18°C | | | Penggunaan dengan suhu 24°C | | |
|-------------------|--------------------------------------|-------|----------|-----------------------------|-------|----------|
| | I (A) | V (V) | P (W) | I (A) | V (V) | P (W) |
| Saijo 1PK | 4,1 | 226 | 880,27 | 2,1 | 226 | 450,87 |
| LG 1 PK | 2,9 | 228 | 628,14 | 1,6 | 228 | 346,56 |
| Samsung 1 PK | 3,6 | 226 | 772,92 | 1,9 | 226 | 407,93 |
| Honshu 1 PK | 3,9 | 226 | 837,33 | 2,1 | 226 | 450,87 |
| LG 2 PK | 6,9 | 225 | 1.474,88 | 3,1 | 223 | 656,74 |
| International 4PK | 14,3 | 225 | 3.056,63 | 6,2 | 225 | 1.325,25 |

Dari Tabel 6 diketahui bahwa pemakaian AC dengan suhu 16°C lebih membutuhkan arus yang besar dari pada penggunaan dengan suhu 24°C. Dengan penggunaan arus yang besar menyebabkan daya yang dikonsumsi akan semakin besar pula.

Tabel 7. Total Konsumsi Energi Beban AC Menggunakan Suhu 16°C – 18°C

| Nama Ruangan | Jumlah (buah) | Spesifikasi | | | Jam Nyala | Total Konsumsi /hari (kWh) |
|------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-----------|----------------------------|
| | | PK | Daya (watt) | Merk | | |
| R. Ken Arok | 2 | 1 | 758,10 | LG | 2 | 2,88 |
| R. Baca Anak | 4 | 1 | 880,27 | Saijo | 6 | 20,07 |
| R. Tata Usaha | 1 | 1 | 880,27 | Saijo | 8 | 6,69 |
| R. Ka. Kantor | 1 | 1 | 880,27 | Saijo | 4 | 3,35 |
| Ruang Tamu | 1 | 1 | 837,33 | Honshu | 2 | 1,59 |
| Hall | 4 | 2 | 1.474,88 | LG | 6 | 33,63 |
| Audio/Pengadaan | 3 | 1 | 758,10 | LG | 6 | 12,96 |
| Ruang Restorasi | 1 | 1 | 758,10 | LG | 8 | 5,76 |
| Ruang Pengolahan | 2 | 1 | 772,92 | Samsung | 8 | 11,75 |
| Ruang Server | 1 | 1 | 772,92 | Samsung | 24 | 17,62 |
| R. Pelayanan | 1 | 1 | 772,92 | Samsung | 8 | 5,87 |
| R. Pengembangan | 1 | 1 | 758,10 | LG | 8 | 5,76 |
| Ruang Referensi | 3 | 1 | 837,33 | Honshu | 6 | 14,32 |
| Ruang Novel | 1 | 2 | 1.474,88 | LG | 8 | 11,21 |
| Ruang Sirkulasi | 1 | 4 | 3.056,63 | Internasional | 4 | 11,62 |
| | 2 | 1 | 772,92 | Samsung | 8 | 11,75 |
| | 4 | 2 | 1.474,88 | LG | 8 | 44,84 |
| TOTAL | | | | | | 221,66 |

Dari Tabel 7 dapat diketahui bahwa total konsumsi energi listrik untuk AC dengan menggunakan suhu pada AC 16°C – 18°C adalah 221,66 kWh/hari. Penggunaan AC dengan suhu ini dapat menyebabkan kompresor AC bekerja maksimal untuk mendapatkan suhu yang diinginkan. Sehingga hampir dipastikan kompresor AC tidak pernah berhenti karena suhu ini sulit dicapai di lingkungan tropis seperti Indonesia dan menyebabkan hal ini menyebabkan pemborosan energi.

Tabel 8. Total Konsumsi Energi Beban AC Menggunakan Suhu 24°C – 27°C

| Nama Ruangan | Jumlah (buah) | Spesifikasi | | | Jam Nyala | Total Konsumsi /hari (kWh) |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|---------------|-----------|----------------------------|
| | | PK | Daya (watt) | Merk | | |
| R. Ken Arok | 2 | 1 | 346,56 | LG | 2 | 1,32 |
| R. Baca Anak | 4 | 1 | 450,87 | Saijo | 6 | 10,28 |
| R. Tata Usaha | 1 | 1 | 450,87 | Saijo | 8 | 3,43 |
| R. Ka. Kantor | 1 | 1 | 450,87 | Saijo | 4 | 1,71 |
| Ruang Tamu | 1 | 1 | 429,4 | Honshu | 2 | 0,82 |
| Hall | 4 | 2 | 656,74 | LG | 6 | 14,97 |
| Audio/Pengadaan | 3 | 1 | 346,56 | LG | 6 | 5,93 |
| Ruang Restorasi | 1 | 1 | 346,56 | LG | 8 | 2,63 |
| R. Pengolahan | 2 | 1 | 407,93 | Samsung | 8 | 6,20 |
| Ruang Server | 1 | 1 | 407,93 | Samsung | 24 | 9,30 |
| R. Pelayanan | 1 | 1 | 407,93 | Samsung | 8 | 3,10 |
| R. Pengembangan | 1 | 1 | 346,56 | LG | 8 | 2,63 |
| Ruang Referensi | 3 | 1 | 429,4 | Honshu | 6 | 7,34 |
| Ruang Novel | 1 | 2 | 656,74 | LG | 8 | 4,99 |
| Ruang Sirkulasi | 1 | 4 | 1.325,25 | Internasional | 4 | 5,04 |
| | 2 | 1 | 407,93 | Samsung | 8 | 6,20 |
| | 4 | 2 | 656,74 | LG | 8 | 19,96 |
| TOTAL | | | | | | 105,86 |

Dari Tabel 8 diketahui pemakaian energi untuk AC dengan suhu standar yaitu 24°C – 27°C adalah 105,86 kWh/hari. Nilai ini jauh lebih kecil

dibandingkan dengan energi yang dikonsumsi AC dengan penggunaan suhu 16°C – 18°C dikarenakan kompresor akan lebih banyak beristirahat dalam bekerja.

Penghematan dengan pengaturan suhu sangat sulit dilakukan karena mengingat fungsi ruangan perpustakaan yang membutuhkan suhu yang cukup dingin atau nyaman untuk kenyamanan pengunjung. Oleh karena itu dilakukan beberapa alternatif lain dengan penggantian AC konvensional dengan AC hemat energi teknologi inverter. AC teknologi ini bekerja dengan sistem meminimalkan hidup mati dari kompresor AC sehingga arus listrik yang besar saat *start* dari kompresor AC dapat diminimalkan sehingga dapat mengurangi konsumsi energi listriknya.

Tabel 9. Konsumsi Energi Beban AC Setelah Dilakukan Penggantian AC Teknologi Inverter.

| Nama Ruangan | Jumlah (buah) | Spesifikasi | Daya (watt) | Jam Nyala | Total Konsumsi /hari (kWh) |
|-----------------|---------------|-----------------|-------------|-----------|----------------------------|
| R. Ken Arok | 2 | LG (1PK) | 346,56 | 2 | 1,32 |
| R. Baca Anak | 4 | Panasonic (1PK) | 300 | 6 | 6,84 |
| R. Tata Usaha | 1 | Panasonic (1PK) | 300 | 8 | 2,28 |
| R. Ka. Kantor | 1 | Panasonic (1PK) | 300 | 4 | 1,14 |
| Ruang Tamu | 1 | Panasonic (1PK) | 300 | 2 | 0,57 |
| Hall | 4 | LG (2PK) | 656,74 | 6 | 9,46 |
| Audio/Pengadaan | 3 | LG (1PK) | 346,56 | 6 | 5,93 |
| Ruang Restorasi | 1 | LG (1PK) | 346,56 | 8 | 2,63 |
| R. Pengolahan | 2 | Samsung (1PK) | 407,93 | 8 | 6,20 |
| Ruang Server | 1 | Samsung (1PK) | 407,93 | 24 | 9,30 |
| R. Pelayanan | 1 | Samsung (1PK) | 407,93 | 8 | 3,10 |
| R. Pengembangan | 1 | LG (1PK) | 346,56 | 8 | 2,63 |
| Ruang Referensi | 3 | Panasonic (1PK) | 300 | 6 | 5,13 |
| Ruang Novel | 1 | LG (2PK) | 656,74 | 8 | 4,99 |
| Ruang Sirkulasi | 2 | Panasonic (2PK) | 300 | 4 | 2,28 |
| | 2 | Samsung (1PK) | 407,93 | 8 | 6,20 |
| | 4 | LG (2PK) | 656,74 | 8 | 12,61 |
| TOTAL | | | | | 82,61 |

Dari Tabel 9 diketahui bahwa setelah dilakukan penggantian AC dan pengaturan suhu ruangan yang sesuai standar pada ruangan maka total konsumsi energi listrik untuk beban AC adalah 82,61 kWh/hari. Nilai ini jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan konsumsi energi listrik sebelum dilakukan penghematan adalah :

Besar penghematan AC

= Sebelum Penghematan – Setelah Penghematan

= 232,47 kWh/hari – 82,61 kWh/hari

= 149,86 kWh/hari

= 4495,8 kWh/bulan

E. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Setelah Penghematan

Konsumsi energi AC setelah penghematan

= 82,61 kWh/hari atau 2.478,3 kWh/bulan.

Konsumsi energi pencahayaan dan beban lain-lain

= 42,44 + 70,14 = 112,58 kWh/hari

Total Konsumsi energi = 2.478,3 kWh/bulan + 3377,4 kWh/bulan = 5.855,7 kWh/bulan

- a) Konsumsi energi per luas lantai tidak menggunakan AC adalah :

$$IKE_3 = \frac{\text{Total Konsumsi} - \text{Konsumsi AC}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \\ = \frac{5855,7 \text{ (kWh)} - 2478,3 \text{ (kWh)}}{1014,48 \text{ (m}^2\text{)}} \\ = 3,32 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan.}$$

- b) Konsumsi energi per luas lantai menggunakan AC adalah :

$$IKE^4 = \frac{\text{Konsumsi AC}}{\text{Luas BerAC (m}^2\text{)}} + \frac{\text{Total Konsumsi} - \text{Konsumsi AC}}{\text{Luas Lantai Total (m}^2\text{)}} \\ = \frac{2478,3 \text{ (kWh)}}{872,05 \text{ (m}^2\text{)}} + \frac{5855,7 \text{ (kWh)} - 2478,3 \text{ (kWh)}}{1014,48 \text{ (m}^2\text{)}} \\ = 6,16 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan.}$$

Untuk penentuan target dari IKE per satuan luas menggunakan standar Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional (Teknik Audit Energi Diknas, 2006). Dari hasil perhitungan setelah dilakukan penghematan didapat nilai IKE untuk lantai tidak menggunakan AC yaitu 3,32 kWh/m²/bulan termasuk kategori boros dan untuk lantai menggunakan AC 6,16 kWh/m²/bulan termasuk kategori sangat efisien.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil perhitungan didapat nilai IKE untuk lantai tidak menggunakan AC yaitu 4,12 kWh/m²/bulan termasuk kategori sangat boros dan untuk lantai tidak menggunakan AC yaitu 12,12 kWh/m²/bulan termasuk kategori cukup efisien.
- Potensi penghematan energi listrik dari tindakan konservasi energi listrik yaitu :
 - Penghematan dengan penggunaan lampu LED *tube* 18 watt dan LED *bulb* 9 watt dan pemenuhan standar SNI 03-6575-2001 dan didapatkan hasil penghematan untuk sistem pencahayaan sebesar 19.69 kWh/hari atau 590,7 kWh/bulan.
 - Penghematan dengan meminimalkan kerja AC dengan suhu yang sesuai standar dan penggantian AC konvensional yang usianya lebih dari 5 tahun diganti dengan AC teknologi inverter maka didapatkan hasil penghematan sebesar 149,86 kWh/hari atau 4.495,8 kWh/bulan.

B. Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan data beberapa tahun sebelumnya agar dapat mengetahui nilai estimasi, nilai real, dan nilai setelah manajemen energi sehingga di tahun berikutnya dapat diperoleh nilai kemungkinan penghematan energi yang lebih baik.
- Melakukan perbaikan instalasi listrik sehingga dihasilkan sebuah instalasi baru yang lebih hemat energi dan sesuai dengan standar yang berlaku salah satunya dengan pemanfaatan lampu LED dan AC teknologi inverter yang lebih hemat energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Pengembangan Energi. Petunjuk teknis konservasi energi; *Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi. Direktorat Jendral Pengembangan Energi.
- Marsalya, "Studi Konservasi Energi Listrik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya". Universitas Brawijaya Malang, 2010.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2006. Teknik Penghematan Energi Pada Rumah Tangga dan Gedung. Jakarta: DPN.
- Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, No.12 tahun 2012, Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. SNI 03-6196-2000, *Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.