

# Analisis Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel Dewata Indah Denpasar

I Wyn Teddy Andhika Putra, I Gst. Bagus Wijaya Kusuma,  
dan Hendra Wijaksana

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Penggunaan energi listrik pada industri perhotelan lebih banyak digunakan pada sistem pengkondisian udara, kurang tepatnya pemilihan tipe dan kapasitas pendinginan AC akan mengakibatkan pemborosan energi listrik. Penelitian ini dimaksudkan untuk menghitung beban pendinginan pada kamar hotel Dewata Indah agar dapat mengetahui seberapa besar pemborosan energi listrik pada sistem pengkondisian udara serta dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data secara observasi dan wawancara. Selanjutnya dilakukan pengolahan data yaitu: menghitung nilai beban pendinginan, OTTV, dan IKE. Setelah mendapatkan hasil dilanjutkan dengan analisis untuk mendapatkan kesimpulan. Dapat disimpulkan rata-rata beban pendinginan di kamar hotel Dewata Indah sebesar 1568.21 W dan nilai rata-rata OTTV sebesar 69.59 W/m<sup>2</sup>. Rata-rata nilai IKE sepanjang tahun 2019 adalah sebesar 20.66 kWh/m<sup>2</sup>/bulan, sehingga tingkat efisiensinya termasuk kategori boros, besarnya pemborosan energi pada sistem pengkondisian udara di hotel Dewata Indah adalah 156.6 kWh per hari. Hal ini merupakan penggunaan energi yang tidak efisien sehingga harus dioptimalkan dengan cara mengganti AC dengan kapasitas pendinginan yang lebih rendah, mengurangi penggunaan sistem pengkondisian udara, memasang sensor pada AC, dan mengatur temperatur ruangan standar kenyamanan termal.

**Kata kunci:** Energi listrik, Sistem pengkondisian udara, Beban pendinginan, OTTV

## Abstract

Electrical energy use in hotel industry is more widely in air conditioning systems, inaccurate selection type and cooling capacity AC will result waste of electrical energy. This research intended to calculate the cooling load on Dewata Indah hotel room to find how much electricity wasted in air conditioning system and increase efficiency electrical energy use. This study uses data collection methods by observation and interviews. furthermore, data processing is carried out, namely: calculating the cooling load, OTTV, and IKE. After getting the results, followed by analysis to get conclusion. Can be concluded average cooling load in Dewata Indah hotel room is 1568.21 W and average OTTV is 69.59 W/m<sup>2</sup>. Average IKE throughout 2019 amounted to 20.66 kWh/m<sup>2</sup>/month, so that the efficiency levels including wasteful category, amount of energy waste in air conditioning systems of Dewata Indah hotel is 156.6 kWh/day. This is inefficient use of energy, so it must be optimized by replacing the air conditioner with a lower cooling capacity, reducing the use of air conditioning systems, installing sensors on the air conditioner, and adjusting the standard room temperature for thermal comfort.

**Keywords:** Electrical energy, Air conditioning systems, Cooling load, OTTV

## 1. Pendahuluan

Kehidupan manusia pada saat ini sangat bergantung pada energi listrik, dan seiring perkembangan teknologi penggunaan terhadap energi listrik setiap tahunnya semakin meningkat, karena hampir semua kegiatan manusia menggunakan energi listrik, sehingga pada saat ini betapa pentingnya energi listrik bagi kelangsungan hidup manusia.

Seiring bertambahnya penduduk di Indonesia penggunaan energi listrik semakin meningkat hal ini tidak diikuti dengan ketersediaan energi listrik yang selama ini disalurkan. Untuk membangkitkan listrik dari unit pembangkit dibutuhkan bahan bakar untuk menghasilkan energi primer yang akan menggerakkan turbin [1]. Bahan bakar yang digunakan pembangkit adalah bahan bakar fosil dan non-fosil. Bahan bakar fosil berupa batu bara, minyak, dan gas, sedangkan bahan bakar non-fosil dapat berupa air, panas bumi, angin, dan sebagainya. Bahan bakar fosil jika digunakan secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang akan habis, sedangkan

kebutuhan akan listrik tiap tahunnya semakin bertambah.

Upaya atau tindakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik adalah dengan melakukan konservasi energi. Konservasi energi adalah penggunaan energi secara efektif, optimal, dan efisien tanpa mengurangi fungsi energi itu sendiri secara teknis. Sederhananya dengan kata lain yang lebih sederhana konservasi energi listrik adalah penghematan energi listrik [2].

Penggunaan energi listrik pada sektor pariwisata terfokus pada provinsi Bali yang merupakan destinasi wisata yang sudah terkenal baik bagi wisatawan nusantara maupun wisatawan mancanegara, sehingga pemerintah provinsi Bali wajib menyediakan sarana dan prasarana yang menunjang kegiatan di sektor pariwisata. Salah satunya sarana penunjang adalah hotel kelas melati sampai bintang 3 yang sesuai dengan anggaran wisatawan. Hotel Dewata Indah yang terletak di kota Denpasar merupakan hotel kelas bintang 1 yang

menjadi tujuan menginap wisatawan nusantara karena harganya yang cukup terjangkau.

Dalam bisnis perhotelan, energi sangat penting, terutama dalam penggunaan energi listrik. Di dalam hotel tersedia fasilitas yang dalam pengoperasiannya cukup besar mengonsumsi energi listrik adalah sistem pengkondisian udara yaitu sebesar 48.5 % dari total penggunaan energi [3]. Penggunaan AC (*Air Conditioning*) di hotel cenderung boros, ini dikarenakan terdapat kesalahan saat pemilihan AC yang akan digunakan serta para wisatawan atau pengunjung hotel banyak yang menggunakan AC secara berlebihan dan kurang efisien. Tentunya tindakan ini salah satu dari pemborosan energi. Oleh karena itu, usaha penghematan energi yang dilakukan terhadap penggunaan sistem AC akan berdampak signifikan terhadap usaha penghematan energi nasional.

Tujuan dari penelitian ini yaitu: mengalisis beban pendinginan di hotel dan mengetahui tingkat pemborosan energi listrik pada sistem pengkondisian udara di hotel. Permasalahan yang akan di bahas dalam penelitian ini yaitu: bagaimana menghitung beban pendinginan di hotel ? dan bagaimana tingkat efisiensi energi listrik pada sistem pengkondisian udara di hotel ?. Agar penelitian lebih terarah, maka permasalahan akan dibatasi sebagai berikut:

1. Tarif dasar listrik yang digunakan adalah tarif dasar listrik yang terbaru.
2. Tidak membahas pola hidup pengunjung saat di hotel.
3. Analisis peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik dilakukan hanya pada sistem pengkondisian udara.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Konservasi Energi

Efisiensi energi adalah upaya yang dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan, dalam pengoperasian sebuah peralatan atau sistem yang mengonsumsi energi, tanpa mengurangi fungsi peralatan atau sistem itu sendiri secara teknis.

Konservasi energi listrik merupakan penggunaan energi listrik dengan tingkat efisiensi yang tinggi melalui langkah-langkah mengurangi berbagai kerugian-kerugian (*losses*) energi listrik pada semua pengelolaan, mulai dari pembangkitan, pengiriman (transmisi), sampai dengan pemanfaatan (konsumen) [4].

### 2.2. Beban Pendinginan

Terdapat banyak aspek yang diperhitungkan dalam menentukan beban pendinginan pada suatu pengkondisian udara. Aspek aspek ini memiliki akibat untuk kapasitas sistem, pengendalian, serta perancangan, dan penempatan sistem saluran udara, ataupun unit-unit terminal.

Secara garis besar, beban pendinginan diklasifikasikan menjadi 2, ialah beban kalor yang

masuk dari luar ruangan ke dalam ruangan (beban eksternal) serta beban kalor yang bersumber dari dalam ruangan itu sendiri (beban internal).

Beban pendinginan dapat dihitung melalui persamaan berikut:

- Hambatan termal setiap lapisan pada selubung bangunan

$$R_{tot} = r_1 + r_2 + r_3 + \dots r_n \quad (1)$$

- Koefisien perpindahan panas pada dinding bangunan

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

- Beban pendingin eksternal

- Beban pendinginan melalui dinding dengan orientasi tertentu:

$$Q = A \times U \times \Delta T \quad (3)$$

- Beban pendingin melalui kaca jendela:

$$Q = A \times U \times \Delta T \quad (4)$$

Dimana:

A= Luasan dinding/kaca

U=Koefisien perpindahan panas pada dinding /kaca

$\Delta T$ =Beda temperatur luar ruangan dengan dalam ruangan

- Beban pendinginan infiltrasi sensibel:

$$Q = A \times CFM \times 1,08 \times \Delta T \quad (5)$$

Dimana:

A = Luasan infiltrasi

CFM= Infiltrasi

CLF = *Coefficient Load Factor*

- Beban pendingin internal

- Beban pendinginan akibat kalor sensibel penghuni

$$Q = \text{jumlah orang} \times \text{kalor manusia} \times \text{koreksi faktor kelompok} \quad (6)$$

- Beban pendinginan akibat kalor laten penghuni

$$Q = \text{jumlah orang} \times \text{kalor manusia} \quad (7)$$

Beban pendinginan akibat pemakaian lampu

$$Q = \text{jumlah Watt} \times \text{Faktor ballast} \times 3,4 \times \text{Faktor Utility} \times \text{CLF} \quad (8)$$

- Beban pendingin akibat peralatan elektronik

$$Q = \text{jumlah Watt} \times \text{CLF} \times \text{faktor keofisien peralatan} \quad (9)$$

### 2.3. Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

OTTV (Overall Thermal Transfer Value) adalah nilai perpindahan termal menyeluruh untuk setiap bidang selubung luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu [5].

$$OTTV = \frac{\text{beban pendinginan (Watt)}}{\text{luas lantai (m}^2\text{)}} \quad (10)$$

### 2.4. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

IKE merupakan suatu nilai atau besaran yang dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengukur tingkat pemanfaatan energi di suatu bangunan atau gedung.

$$IKE = \frac{\text{total konsumsi energi (kWh)}}{\text{luas lantai total (m}^2\text{)}} \quad (11)$$

### 3. Metodologi Penelitian

#### 3.1. Deskripsi Penelitian

Penggunaan energi listrik pada industri perhotelan sangat penting untuk menunjang fasilitas yang disediakan oleh hotel. Penggunaan energi listrik di hotel sebagian besar untuk sistem pengkondisian udara yaitu sebesar 48.5 % dari total penggunaan energi. Sistem pengkondisian udara sangat penting untuk kenyamanan pengunjung di kamar hotel.



Gambar 1. Hotel Dewata Indah

Untuk itu diperlukan analisis terhadap penggunaan energi listrik pada sistem pengkondisian udara agar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik di hotel Dewata Indah. Pada penelitian ini akan dilakukan penghitungan nilai beban pendinginan dan nilai OTTV pada bangunan hotel agar dapat menentukan kapasitas AC yang tepat, serta menghitung nilai IKE pada bangunan hotel untuk menentukan penggunaan energi listrik di hotel tersebut, setelah dilakukan analisis penggunaan energi diharapkan dapat memberikan rekomendasi peluang hemat energi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik di hotel Dewata Indah.

#### 3.2. Alat

Alat yang digunakan adalah laptop sebagai *hardware*, serta alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Meteran (mencari luas kamar)



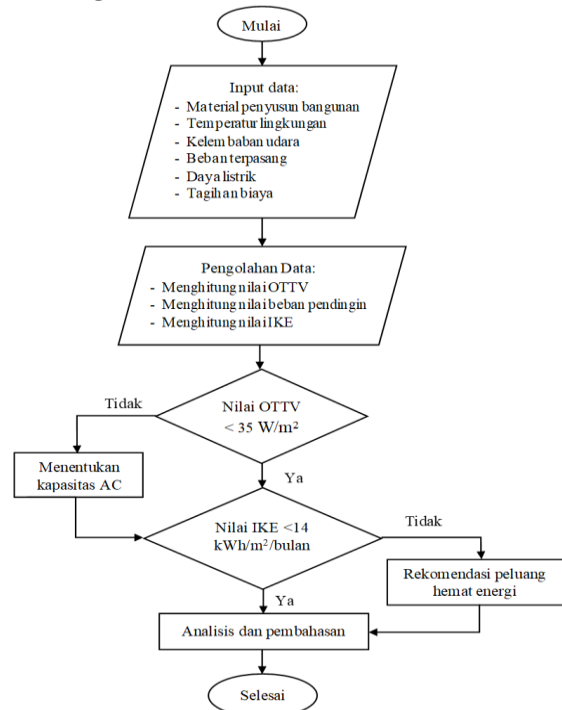
Gambar 2. Meteran

- Termometer digital (mengukur temperatur ruangan dan lingkungan)



Gambar 3. Termometer digital

#### 3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

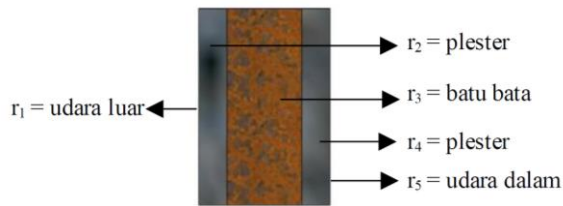
### 4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dilakukan perhitungan untuk mengetahui besarnya beban pendinginan rata-rata kamar hotel per lantai agar dapat mengetahui kapasitas AC yang dibutuhkan untuk rata-rata kamar hotel, dengan temperatur lingkungan 39.6 °C serta orientasi bangunan menghadap ke barat.

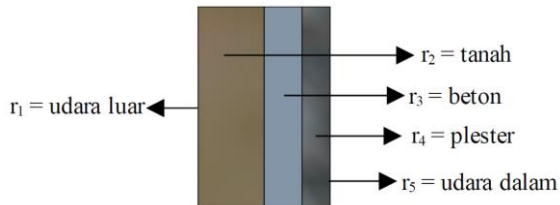
Tabel 1. Temperatur dan luas kamar rata-rata setiap lantai

Lantai	Temperatur kamar rata-rata (°C)	Luas lantai rata-rata (m <sup>2</sup> )	Luas atap rata-rata (m <sup>2</sup> )	Luas dinding rata-rata (m <sup>2</sup> )			
				Utara	Timur	Selatan	Barat
1	30.62	24.5	24.5	14.575	13.8	16.1	13.8
2	30.625	21.55	21.55	13.262	12.767	14.13	10.792
3	31.14	21.55	21.55	13.262	12.767	14.13	10.792

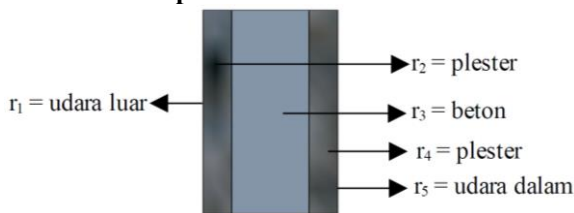
Sesuai dengan persamaan 1, hambatan termal setiap lapisan pada selubung bangunan harus dihitung. Gambar 5, 6, dan 7 merupakan lapisan pada selubung bangunan hotel Dewata indah



Gambar 5. Lapisan material penyusun dinding



Gambar 6. Lapisan material penyusun lantai pada kamar lantai 1



Gambar 7. Lapisan penyusun langit-langit lantai 1, 2, dan 3 serta lapisan penyusun lantai pada lantai 2 dan 3

Sesuai dengan persamaan 2, dengan mengetahui nilai  $R_{total}$  maka bisa didapatkan nilai koefisien perpindahan panas pada selubung bangunan

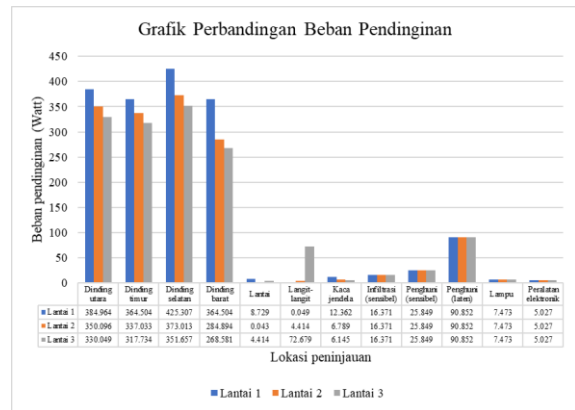
Tabel 2. Hambatan termal beberapa material [6]

No.	Nama material	Hambatan termal ( $r$ ) ( $hr \text{ } ^\circ F ft^2 / Btu$ )
1	Lapisan udara luar	0.25
2	Batu bata setebal 90 mm	0.80
3	Lapisan udara dalam	0.68
4	Beton, butiran pasir dan kerikil 100 mm	0.11
5	Plester, butiran pasir dan semen 16 mm	0.10
6	Tanah	12.50
8	Kaca	0.209

#### 4.1. Beban pendinginan

Beban pendinginan tertinggi dihasilkan dari lokasi peninjauan pada dinding sebelah selatan di lantai 1 yaitu sebesar 425.307 Watt ini disebabkan karena panas matahari langsung dan luas dinding pada bagian selatan lebih besar dibandingkan luas dinding lainnya dan beban pendinginan terendah dihasilkan dari lokasi peninjauan pada lantai 2 yaitu sebesar 0.043 Watt karena perbedaan temperatur lantai rendah.

Total beban pendinginan rata-rata kamar hotel Dewata Indah lantai 1 adalah 1705.94 Watt, lantai 2 adalah 1501.85 W, dan untuk lantai 3 adalah 1496.83 W. beban pendinginan terbesar terjadi di lantai 1, hal ini disebabkan oleh selisih temperatur lingkungan dengan temperatur ruangan lebih besar dari selisih temperatur lantai 2 dan lantai 3.



Gambar 8. Grafik perbandingan beban pendinginan rata-rata kamar di lantai 1, 2, dan 3

Setiap kamar rata-rata membutuhkan kapasitas pendinginan 1568.21 W dapat diatasi dengan AC merk SHARP 2050 W ( $\frac{3}{4}$  PK), tetapi pada kenyataan di lapangan kapasitas AC dengan merk SHARP yang dipasang adalah 2640 W (1 PK).

Tabel 3. Spesifikasi AC merk SHARP

	Kapasitas pendinginan	Daya input
1 PK	2.64 kW	820 W
$\frac{3}{4}$ PK	2.05 kW	595 W

Besarnya pemborosan energi listrik pada sistem pengkondisian udara di hotel Dewata Indah:

$$820 W - 595 W = 225 W$$

$$225 W \times 24h \times 29 kamar = 156600 Wh = 156.6 kWh \text{ per hari}$$

Dalam bentuk rupiah, dengan tarif dasar listrik 1444.70 Rp/kWh, maka besarnya pemborosan energi listrik pada sistem pengkondisian udara di hotel Dewata Indah:

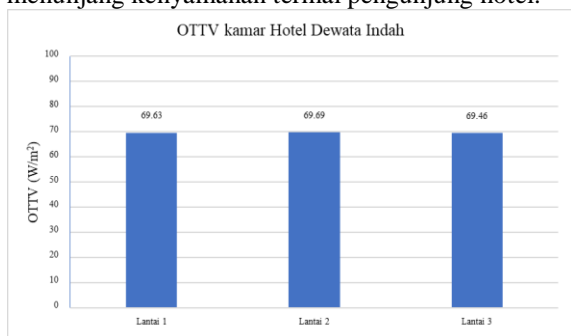
$$156.6 kWh \times Rp. 1444.70 = Rp. 226240 \text{ per hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapat besarnya pemborosan energi listrik pada sistem pengkondisian udara di hotel Dewata Indah adalah 156.6 kWh per hari, jika dalam bentuk rupiah sebesar Rp. 226240 per hari. Penyebab dari pemborosan ini adalah pemilihan kapasitas pendinginan AC yang kurang tepat. Hal ini merupakan penggunaan energi yang tidak efisien sehingga harus dioptimalkan dengan cara mengganti kapasitas pendinginan AC yang tepat, mengurangi penggunaan sistem pengkondisian udara, memasang sensor pada AC, sehingga jika tidak ada pengunjung di kamar hotel AC dalam keadaan mati, dan mengatur temperatur ruangan standar kenyamanan termal.

#### 4.2. Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

Nilai OTTV yang dihasilkan dari kamar hotel Dewata indah lantai 1 adalah 69.63  $W/m^2$ , lantai 2 adalah 69.69  $W/m^2$ , dan lantai 3 adalah 69.46  $W/m^2$ . Nilai ini cukup besar jika dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-6389-2011 yaitu sebesar 35  $W/m^2$ , sehingga pemasangan sistem pengkondisian udara sudah sangat tepat mengingat nilai OTTV yang cukup tinggi,

pengkondisian udara sangat membantu untuk menunjang kenyamanan termal pengunjung hotel.

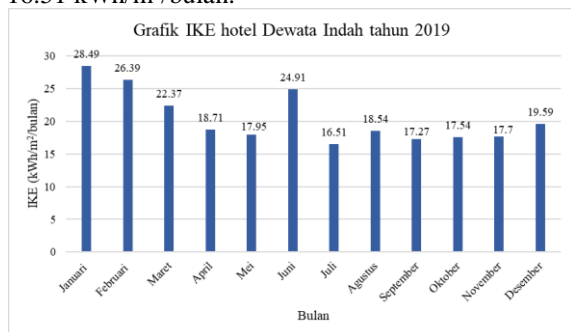


Gambar 9. Grafik OTTV tiap kamar hotel Dewata Indah

Tingginya nilai OTTV ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: temperatur lingkungan yang tinggi, kurang tepat pemilihan material penyusun bangunan, orientasi bangunan terhadap sinar matahari, luas bangunan, serta panas akibat penghuni dan peralatan elektronik di dalam kamar hotel.

#### 4.3. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Penggunaan energi listrik dan nilai IKE yang didapat dengan luas bangunan 426.36 m<sup>2</sup> dengan tarif dasar listrik golongan B2 yaitu 1444.70 Rp/kWh tertinggi sepanjang tahun 2019 adalah pada bulan Januari sebesar 12146.26 kWh dengan nilai IKE sebesar 28.49 kWh/m<sup>2</sup>/bulan, dan penggunaan listrik terendah serta nilai IKE terendah pada bulan Juli sebesar 7040.35 kWh dengan nilai IKE sebesar 16.51 kWh/m<sup>2</sup>/bulan.



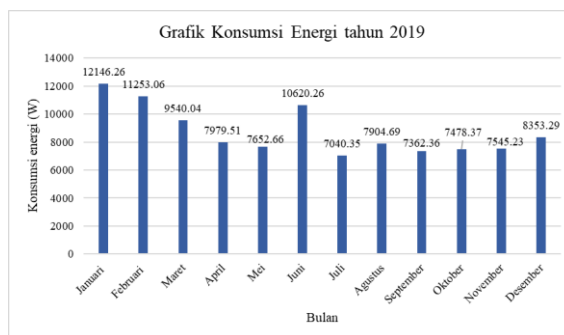
Gambar 10. Grafik IKE hotel Dewata Indah tahun 2019

Besarnya konsumsi energi listrik per bulannya tergantung pada tingkat okupansi hotel itu sendiri, sehingga berdasarkan data tingkat okupansi hotel pada bulan Januari, Februari dan Juni cukup tinggi dibandingkan dengan bulan yang lain seperti pada gambar 11.

Rata-rata nilai IKE sepanjang tahun 2019 adalah sebesar 20.66 kWh/m<sup>2</sup>/bulan, jika dibandingkan dengan gedung ber-AC, tingkat efisiensi bangunan Hotel Dewata indah termasuk kategori boros karena lebih besar dari 18.5 kWh/m<sup>2</sup>/bulan.

Hal ini dapat optimalkan dengan perilaku hemat energi salah satunya mengurangi penggunaan sistem pengkondisian udara atau pemasangan *sensor* pada sistem pengkondisian udara serta rutin melakukan

perawatan pada peralatan yang besar mengkonsumsi energi listrik.



Gambar 11. Grafik konsumsi energi Hotel Dewata Indah tahun 2019

Tabel 4. Standar nilai IKE untuk gedung perkantoran ber-AC [7]

No.	Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik (kWh/m <sup>2</sup> /Bulan)
1.	Sangat efisien	<8.5
2.	Efisien	8.5 ~ <14
3.	Cukup efisien	14 ~ <18.5
4.	Boros	≥18.5

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik pada sistem pengkondisian udara di hotel Dewata Indah, dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Beban pendinginan untuk kamar hotel Dewata Indah lantai 1 adalah 1705.94 Watt, lantai 2 adalah 1501.85 W, dan untuk lantai 3 adalah 1496.83 W. Nilai OTTV yang dihasilkan dari kamar hotel Dewata indah lantai 1 adalah 69.63 W/m<sup>2</sup>, lantai 2 adalah 69.69 W/m<sup>2</sup>, dan lantai 3 adalah 69.46 W/m<sup>2</sup>. Nilai ini cukup besar jika dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-6389-2011 yaitu sebesar 35 W/m<sup>2</sup>, sehingga pemasangan sistem pengkondisian udara sudah sangat tepat
2. Rata-rata nilai IKE hotel Deawat Indah sepanjang tahun 2019 adalah sebesar 20.66 kWh/m<sup>2</sup>/bulan, sehingga tingkat efisiensinya termasuk kategori boros, besarnya pemborosan energi pada sistem pengkondisian udara di hotel Dewata Indah adalah 156.6 kWh per hari. Hal ini merupakan penggunaan energi yang tidak efisien, sehingga harus dioptimalkan dengan mengganti kapasitas pendinginan AC yang tepat, mengurangi penggunaan sistem pengkondisian udara serta pemasangan *sensor* pada AC.

#### Daftar Pustaka

- [1] Deniartio R., 2012, *Analisis Potensi Pemborosan Energi Listrik Di Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia*, Skripsi Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

- [2] Prasetio H., 2008, *Konservasi Energi Listrik Pada Industri Otomotif*, Skripsi Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- [3] Wiyono G., n.d., *Prosedur Energi Listrik*, Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [4] Prasetya Y., 2014, *Analisis Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik pada Sistem Pencahayaan dan Air Conditioning (AC) di Gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- [5] Gendo R., Priatman J., & Loekito S., 2011, *Analisa Konservasi Energi Selubung Bangunan Berdasarkan SNI 03-6389-2011. Studi Kasus: Gedung P1 Dan P2 Universitas Kristen Petra Surabaya*, 1–7. Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- [6] Wijaya Kusuma IG.B., 2012, *Kenyamanan Termal pada Bangunan di Denpasar*, 1–74.
- [7] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2012, *Permen ESDM No. 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik*.



**I Wayan Teddy Andhika Putra** menyelesaikan program sarjana di Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2021.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan pengkondisian udara, audit energi dan manajemen energi.