

## AUDIT ENERGI KONSUMSI LISTRIK DI HOTEL ASTON MANADO TAHUN 2023

**Refly J. Darise, Benny L. Maluegha, Michael E. Rembet**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

### ABSTRAK

Audit energi adalah metode untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi dengan melakukan evaluasi terhadap penggunaan energi, mengukur konsumsi energi yang digunakan di dalam bangunan gedung, dan mengidentifikasi metode-metode penggunaannya. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) di Hotel Aston Manado dan mengidentifikasi peluang hemat energi yang dapat diterapkan di Hotel Aston Manado.

Hasil perhitungan IKE menunjukkan IKE di ruangan kamar *deluxe*, kamar *superior*, kamar *suite*, ruang serbaguna *dahlia*, ruang serbaguna *hasoka*, *meeting room*, *toilet male*, *toilet female*, *restaurant*, *lobby*, *lounge*, *accounting office*, *sales executive office*, koridor karyawan, dan koridor tamu berada dalam kategori penggunaan energi sangat efisien karena IKE ruangan itu bernilai kurang dari 8,5. Di lain pihak, IKE ruangan *engineering office* dan *HRD office* berada dalam kategori penggunaan energi yang efisien karena berada dalam rentang IKE 8,5 sampai dengan 14. Tambahan pula, IKE ruangan *kitchen*, *security office*, dan *laundry & house keeping* berada dalam kategori penggunaan energi yang cukup efisien. Ini karena IKE ruangan-ruangan tersebut bernilai dalam rentang 14 sampai dengan 18,5. Selain itu, IKE ruangan *receptionist* berada dalam kategori boros karena IKE ruangan ini melebihi standar IKE sebesar 18,5.

Peluang penghematan energi dapat dilakukan pada lampu dan komputer. Lampu di ruangan serbaguna *dahlia*, *lobby*, *security office*, dan *laundry & house keeping* masih menggunakan lampu jenis TL dan CFL. Lampu-lampu itu dapat diganti dengan lampu LED. Di lain pihak, komputer-komputer di ruangan *HRD office*, *accounting office*, dan *sales executive office* masih menggunakan komputer dengan beban listrik 250 Watt. Komputer-komputer itu dapat diganti dengan komputer yang hemat energi dengan daya sebesar 65 Watt.

Kata Kunci : Audit Energi, Intensitas Komsumsi Energi, Peluang Hemat Energi

### ABSTRACT

*An energy audit is a method for increasing the efficiency of energy use by evaluating energy use, measuring energy consumption used in buildings, and identifying methods of its use. This research aims to calculate the energy consumption intensity (IKE) value at the Aston Manado Hotel and identify energy saving opportunities that can be implemented at the Aston Manado Hotel.*

*IKE calculation results show IKE in deluxe rooms, superior rooms, suite rooms, Dahlia function room, Hasoka function room, meeting room, male toilet, female toilet, restaurant, lobby, lounge, accounting office, sales executive office, employee corridor, and The guest corridor is in the very efficient energy usage category because the room's IKE is less than 8.5. On the other hand, the engineering office and HRD office IKEs are in the efficient energy use category because they are in the IKE range of 8.5 to 14. Additionally, the kitchen, security office, and laundry & house keeping IKEs are in the energy use category. which is quite efficient. This is because the IKE of these rooms is valued in the range of 14 to 18.5. Apart from that, the IKE of the receptionist room is in the wasteful category because the IKE of this room exceeds the IKE standard of 18.5.*

*Energy saving opportunities can be made on lights and computers. The lights in the Dahlia multipurpose room, lobby, security office, and laundry & house keeping still use TL and CFL type lights. These lights can be replaced with LED lights. On the other hand, the computers in the HRD office, accounting office and sales executive office still use computers with an electrical load of 250 Watts. These computers can be replaced with energy efficient computers with a power of 65 Watts*

*Keywords: Energy Audit, Energy Consumption Intensity, Energy Saving Opportunities*

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi terus berkembang akibat peningkatan populasi manusia, kemajuan

teknologi, dan peningkatan taraf ketergantungan terhadap energi. Lebih lagi, kebutuhan energi

untuk operasi suatu industri juga semakin tinggi. Penyaluran energi dari suatu sumber energi ke *stakeholder* dilakukan dalam bentuk energi listrik. Pemanfaatan energi listrik dalam berbagai sektor telah menjadi hal yang krusial dalam kehidupan modern. Permintaan energi di Indonesia berdasarkan jenis energi pada sektor komersial menunjukkan bahwa permintaan energi listrik adalah permintaan energi terbesar. Pada tahun 2032 nanti, permintaan energi listrik tercatat diperkirakan akan meningkat hingga 72,2% (*Outlook Energy Indonesia*, 2022). Peningkatan permintaan ini dipengaruhi oleh meningkatnya penggunaan alat-alat elektronik setiap tahunnya (Himawan dan Sudiarto, 2022). Konsumsi energi listrik yang terus meningkat tidak hanya memberikan dampak terhadap lingkungan melalui emisi gas rumah kaca, tetapi juga mempengaruhi aspek ekonomi, terutama dalam hal peningkatan biaya operasional (Machmud, 2019).

Peningkatan biaya operasional di atas dapat diakibatkan oleh ketidaksempurnaan pengaturan sistem peralatan, kurangnya kesadaran energi, dan pengelolaan energi yang buruk (Biantoro dkk, 2017). Ini berarti, pendekatan yang cermat dalam penghematan energi sangat diperlukan. Audit energi muncul sebagai alat penting dalam mengidentifikasi area-area pemborosan energi (Dotulong dkk, 2021). Audit energi melibatkan analisis terhadap berbagai aspek penggunaan energi, seperti operasional peralatan, sistem pencahayaan, dan sistem pengaturan udara (Badan Standardisasi Nasional, 2011(b)).

Penelitian tentang audit energi di bangunan gedung sudah banyak dilakukan. Satu diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh tim Umanailo (Umanailo dkk, 2018). Penelitian ini dilakukan di gedung kantor Walikota Manado. Pada penelitian ini, data beban listrik, waktu pemakaian peralatan, luas ruangan, dan *lux* setiap ruangan diukur. Hasil pengukuran tersebut kemudian menentukan nilai IKE setiap ruangan yang ada. IKE tiap ruangan di gedung kantor Walikota Manado digolongkan sebagai sangat efisien. Di lain pihak, penelitian tentang audit energi juga dilakukan pada gedung Hotel Sintesa Peninsula Manado (Agus dkk, 2019). Pada penelitian ini, Agus menyimpulkan bahwa penggunaan konsumsi energi yang ada di setiap ruangan Hotel Sintesa Peninsula Manado digolongkan sebagai ruangan yang sangat efisien. Selain itu, *lux* pada ruangan-ruangan tersebut telah memenuhi standar SNI. Lain dari pada itu, Dotulong juga melakukan penelitian tentang audit energi di gedung Hotel Quality Manado (Dotulong dkk, 2021). Pada penelitian ini, Dotulong menyimpulkan bahwa walau

beberapa ruangan sudah sangat efisien, tapi masih ada ruangan yang terkategori boros. Ini karena banyaknya fasilitas hotel yang digunakan terus-menerus. Kesimpulan ketiga penelitian di atas terlihat bahwa belum ada penelitian tentang audit energi di Hotel Aston Manado. Selain itu, ketiga penelitian tersebut tidak mengukur suhu ruangan. Ini berarti standar kenyamanan ruangan tidak diketahui. Akibatnya, identifikasi peluang hemat energi tidak dapat dilakukan. Jadi, peluang hemat energi tidak dapat direkomendasikan.

Agar peluang hemat energi dapat direkomendasikan, maka efisiensi penggunaan listrik dan IKE tiap ruangan wajib diketahui. Karenanya, penelitian ini berdasar pada dua isu pokok. Isu pertama adalah apakah penggunaan energi listrik di Hotel Aston Manado sudah efisien. Apa saja peluang penghematan energi yang dapat dilakukan di Hotel Aston Manado merupakan isu kedua. Namun, identifikasi dan analisis konsumsi energi pada penelitian ini hanya dilakukan terhadap energi listrik gedung, tanpa tinjauan energi mekanik. Begitu juga dengan analisis IKE. Analisis IKE pada penelitian ini hanya dilakukan di ruangan-ruangan yang ada di Hotel Aston Manado. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan agar dua aspek utama dapat diketahui. Aspek pertama adalah nilai IKE setiap ruangan di Hotel Aston Manado dapat diketahui. Aspek kedua adalah peluang hemat energi listrik di Hotel Aston Manado dapat direkomendasikan.

## **2. KONSERVASI ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG**

Konservasi energi pada bangunan gedung terbagi dalam dua topik yaitu konservasi energi pada sistem pencahayaan dan konservasi energi pada sistem tata udara. Konservasi energi pada sistem pencahayaan bangunan gedung adalah serangkaian praktik yang bertujuan mengurangi konsumsi energi terkait pencahayaan pada bangunan gedung (Tanod dan Patras, 2015.). Tingkat pencahayaan minimal dapat dibandingkan dengan standar yang telah ditentukan pada SNI-6197:2011. Konservasi energi pada sistem tata udara adalah rangkaian praktik yang bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi yang terkait dengan pengaturan suhu dan kondisi udara pada bangunan gedung (Tanod dan Patras, 2015). Suhu yang nyaman untuk pengunjung hotel telah ditentukan pada SNI-6572:2011.

## **3. AUDIT ENERGI PADA BANGUNAN GEDUNG**

\ Audit energi adalah teknik peningkatan efisiensi penggunaan energi dengan melakukan

proses evaluasi pemanfaatan energi untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara pemanfaatannya (Badan Standardisasi Nasional, 2011(b)). Efisiensi penggunaan energi merupakan perbandingan antara nilai IKE ruangan dengan nilai IKE standar. Nilai IKE ruangan bergantung pada konsumsi energi dan luas ruangan.

**3.1. Konsumsi Energi**

Konsumsi energi bergantung pada beban listrik peralatan dan waktu pemakaian. Beban listrik dilambangkan dengan BP dan bersatuan kilo Watt. Jika jumlah jam pemakaian dalam satu hari dilambangkan dengan JJP dan jumlah hari pemakaian dalam satu bulan dilambangkan dengan HSB, maka konsumsi energi listrik tiap peralatan yang dilambangkan dengan E dapat ditulis sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2011(b)).

$$E = \frac{BP \times JJP \times HSB}{1000} \dots\dots\dots (1)$$

**3.2. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)**

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah perbandingan antara konsumsi energi dan luas bangunan gedung dalam periode tertentu (kWh/m<sup>2</sup>/bulan atau kWh/m<sup>2</sup>/tahun) (Umanailo dkk, 2018). Jika luas ruangan dilambangkan dengan A, maka IKE dapat ditulis sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2011(b)).

$$IKE = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (2)$$

Ketentuan standar IKE untuk gedung ditetapkan menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 13 Tahun 2012 (Tanod dan Patras, 2015.). Pada peraturan ini, standar IKE ditetapkan untuk ruangan dengan AC (*Air Conditioner*) dan tanpa AC. Standar ruangan dengan AC dapat dilihat dalam Tabel 1. Pada tabel ini terlihat bahwa agar ruangan dapat dinyatakan tidak boros, maka IKE ruangan ini harus bernilai di bawah 18,5.

Tabel 1. Kriteria IKE ruangan Menurut Permen ESDM No. 13 Tahun 2012

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik (kWh/ m <sup>2</sup> /bulan)
Sangat Efisien	IKE < 8,5
Efisien	8,5 ≤ IKE < 14
Cukup Efisien	14 ≤ IKE < 18,5
Boros	IKE ≥ 18,5

**3.3. Total Biaya Energi Listrik**

Total biaya energi listrik suatu peralatan merupakan perkalian antara konsumsi energi dengan biaya listrik yang telah ditentukan pemerintah (Umanailo dkk, 2018). Jika biaya

listrik setiap kWh dilambangkan BLK, maka total biaya yang dilambangkan TB dapat ditulis sebagai berikut (BSN, 2011).

$$TB = E \times BLK \dots\dots\dots (3)$$

**4. PENGUKURAN LUX DAN SUHU**

Pengukuran *lux* dan suhu dilakukan agar pada setiap ruangan di Hotel Aston Manado. Ini bertujuan agar dapat diketahui apakah sistem pencahayaan dan suhu ruangan sudah sesuai standar. Nilai standar yang dimaksud mengacu pada nilai SNI. Jika kedua hal ini tidak sesuai standar, maka audit energi tidak dapat dilakukan.

**4.1 Pengukuran lux**

Pengukuran *lux* menggunakan *lux meter*. Jika *lux* hasil pengukuran bernilai lebih kecil dari *lux* yang distandarkan SNI, maka pencahayaan dalam ruangan dianggap tidak memenuhi standar.

Pengukuran *lux* ditampilkan pada Tabel 2. Tabel ini juga menampilkan nilai *lux* minimal yang terstandarkan oleh lembaga SNI. Selain itu, pada Tabel 2 juga terlihat bahwa *lux* semua ruangan yang diukur memenuhi standar SNI. *Lux* tertinggi adalah ruangan *accounting office*, sedangkan *lux* terendah adalah koridor karyawan.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Lux Pengukuran dengan Lux Standar Minimal

Ruangan	Lux Pengukuran	Lux SNI
Kamar <i>Deluxe</i>	169	150
Kamar <i>Superior</i>	156	150
Kamar <i>Suit</i>	160	150
Serbaguna <i>Dahlia</i>	232	200
Serbaguna <i>Hasoka</i>	216	200
<i>Meeting Room</i>	309	300
<i>Toilet Male</i>	257	250
<i>Toilet Female</i>	261	250
<i>Restaurant</i>	253	250
<i>Lobby</i>	370	350
<i>Receptionist</i>	315	300
<i>Lounge</i>	218	200
<i>Kitchen</i>	304	300
<i>HRD Office</i>	362	350
<i>Accounting Office</i>	372	350
<i>Engineering Office</i>	351	350
<i>Sales Executiv Office</i>	366	350
<i>Security Office</i>	359	350
<i>Laundry &amp; House Keeping</i>	310	300
Koridor Karyawan	113	100
Koridor Tamu	124	100

**4.2 Pengukuran suhu**

Pengukuran suhu menggunakan alat ukur *higrometer*. Nilai suhu standar yang dianggap nyaman sesuai SNI berada dalam rentang 20,5<sup>0</sup> C sampai 27,1<sup>0</sup> C.

Pengukuran dan perbandingan suhu ditampilkan pada Tabel 3. Tabel ini menunjukkan suhu sudah memenuhi standar SNI untuk kenyamanan pengunjung hotel. Ruangannya *meeting room, lobby, receptionist, kitchen, laundry*, dan koridor karyawan termasuk kategori suhu ruangan hangat nyaman. Ruangannya kamar *deluxe, kamar superior, kamar suite*, dan *accounting office* termasuk kategori suhu ruangan sejuk nyaman. Selain itu, ruangannya serbaguna dahlia, ruangannya serbaguna hasoka, *toilet male, toilet female, restaurant, lounge, HRD office, engineering office, sales executive office, security office*, dan koridor tamu termasuk kategori suhu nyaman optimal.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Suhu Pengukuran dan Suhu Standar

Ruangannya	Suhu	
	Pengukuran (°C)	Kriteria
Kamar <i>Deluxe</i>	20,6	Sejuk nyaman
Kamar <i>Superior</i>	21,3	Sejuk nyaman
Kamar <i>Suite</i>	22,4	Sejuk nyaman
Serbaguna Dahlia	23,9	Nyaman optimal
Serbaguna Hasoka	24,7	Nyaman optimal
<i>Meeting Room</i>	26	Hangat nyaman
<i>Toilet Male</i>	24,3	Nyaman optimal
<i>Toilet Female</i>	24,5	Nyaman optimal
<i>Restaurant</i>	25,2	Nyaman optimal
<i>Lobby</i>	27	Hangat nyaman
<i>Receptionist</i>	26,5	Hangat nyaman
<i>Lounge</i>	24	Nyaman optimal
<i>Kitchen</i>	27	Hangat nyaman
<i>HRD Office</i>	24	Nyaman optimal
<i>Accounting Office</i>	22	Sejuk nyaman
<i>Engineering Office</i>	25	Nyaman optimal
<i>Sales Executive Office</i>	25	Nyaman optimal
<i>Security Office</i>	23	Nyaman optimal
<i>Laundry &amp; House Keeping</i>	27	Hangat nyaman
Koridor Karyawan	26	Hangat nyaman
Koridor Tamu	25,7	Nyaman optimal

## 5. AUDIT ENERGI

### 5.1. IKE Ruangannya-Ruangannya Di Hotel Aston Manado

IKE ruangannya-ruangannya di Hotel Aston Manado dihitung pada 21 jenis ruangannya. Beban listrik di

ruangannya berbeda pada tiap ruangannya. Akibatnya, perhitungan beban listrik di ruangannya didasarkan pada jenis ruangannya ini. Di lain pihak, beban listrik mekanikal bergantung pada jenis peralatan mekanikal.

#### 5.1.1 Perhitungan beban listrik di kamar *deluxe*

Perhitungan beban listrik di kamar *deluxe* dihitung dengan bantuan Persamaan 1. Di kamar *deluxe*, tujuh jenis beban ditempatkan di dalamnya. Ketujuh jenis beban itu adalah LED1, LED2, *standing lamp*, kulkas mini, televisi, *hair dryer* dan pemanas air. Selanjutnya, beban LED1 yang dilambangkan dengan  $BP_{LED1}$  adalah sembilan Watt. Selain itu, LED1 digunakan selama 12 jam dalam satu hari. Ini berarti  $JJP_{LED1}$  adalah sebesar 12. Tambahan pula, kamar ini beroperasi selama 20 hari dalam sebulan. Jadi, nilai  $HSB_{LED1}$  adalah sebesar 20. Karena jumlah LED1 yang dilambangkan dengan  $n_{LED1}$  adalah dua buah, maka beban listrik pada LED1 yang dilambangkan dengan  $E_{LED1}$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{LED1} = n_{LED1} \left( \frac{BP_{LED1} \times JJP_{LED1} \times HSB_{LED1}}{1000} \right) = 2 \left( \frac{9 \times 12 \times 20}{1000} \right) = 4,32 \text{ KWh/bulan}$$

Beban listrik LED2 yang dilambangkan dengan  $BP_{LED2}$  adalah enam Watt. Selain itu, LED2 digunakan selama 12 jam dalam satu hari. Ini berarti  $JJP_{LED2}$  adalah sebesar 12. Tambahan pula, kamar ini beroperasi selama 20 hari dalam sebulan. Jadi, nilai  $HSB_{LED2}$  adalah sebesar 20. Karena jumlah LED2 yang dilambangkan dengan  $n_{LED2}$  adalah empat buah, maka beban listrik pada LED2 yang dilambangkan dengan  $E_{LED2}$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{LED2} = n_{LED2} \frac{BP_{LED2} \times JJP_{LED2} \times HSB_{LED2}}{1000} = 4 \frac{6 \times 12 \times 20}{1000} = 5,76 \text{ KWh/bulan}$$

Beban listrik *standing lamp* yang dilambangkan dengan  $BP_{SL}$  adalah 3 Watt. Selain itu, *standing lamp* digunakan selama 12 jam dalam satu hari. Ini berarti  $JJP_{SL}$  adalah sebesar 12. Tambahan pula, kamar ini beroperasi selama 20 hari dalam sebulan. Jadi, nilai  $HSB_{SL}$  adalah sebesar 20. Karena jumlah *standing lamp* yang dilambangkan dengan  $n_{SL}$  adalah dua buah, maka beban listrik pada *standing lamp* yang dilambangkan dengan  $E_{SL}$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{SL} = n_{SL} \frac{BP_{SL} \times JJP_{SL} \times HSB_{SL}}{1000} = 2 \frac{3 \times 12 \times 20}{1000} = 1,44 \text{ KWh/bulan}$$

Beban listrik pada kulkas mini yang dilambangkan dengan  $BP_{KM}$  adalah 60 Watt. Kulkas mini digunakan selama 12 jam dalam satu hari. Ini berarti  $JJP_{KM}$  adalah sebesar 12.

Tambahan pula, kamar ini beroperasi selama 20 hari dalam sebulan. Jadi, nilai  $HSB_{KM}$  adalah 20. Karena jumlah kulkas mini yang dilambangkan dengan  $n_{KM}$  adalah satu buah, maka beban listrik pada kulkas mini yang dilambangkan dengan  $E_{KM}$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{KM} = n_{KM} \frac{BP_{KM} \times JJP_{KM} \times HSB_{KM}}{1000} = \frac{60 \times 12 \times 20}{1000} = 14,4 \text{ kWh/bulan}$$

Beban listrik televisi yang dilambangkan dengan  $BP_{TV}$  adalah 90 Watt. Selain itu, televisi digunakan selama dua jam dalam satu hari. Ini berarti  $JJP_{TV}$  adalah sebesar dua. Lain dari itu, kamar ini beroperasi selama 20 hari dalam sebulan. Jadi, nilai  $HSB_{TV}$  adalah sebesar 20. Karena jumlah televisi yang dilambangkan dengan  $n_{TV}$  adalah satu buah, maka beban listrik pada televisi yang dilambangkan dengan  $E_{TV}$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{TV} = n_{TV} \frac{BP_{TV} \times JJP_{TV} \times HSB_{TV}}{1000} = \frac{90 \times 2 \times 20}{1000} = 3,6 \text{ kWh/bulan}$$

Beban listrik *hairdryer* yang dilambangkan dengan  $BP_H$  adalah 650 Watt. Selain itu, *hairdryer* digunakan selama 15 menit dalam satu hari. Ini berarti  $JJP_H$  adalah sebesar 0,25. Tambahan pula, kamar ini beroperasi selama 20 hari dalam sebulan. Jadi, nilai  $HSB_H$  adalah sebesar 20. Karena jumlah *hairdryer* yang dilambangkan dengan  $n_H$  adalah satu buah, maka beban listrik pada *hairdryer* yang dilambangkan dengan  $E_H$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_H = n_H \frac{BP_H \times JJP_H \times HSB_H}{1000} = \frac{650 \times 0,25 \times 20}{1000} = 3,25 \text{ kWh/bulan}$$

Beban listrik pemanas air yang dilambangkan dengan  $BP_{pa}$  adalah 350 Watt. Selain itu, pemanas air digunakan selama 15 menit dalam satu hari. Ini berarti  $JJP_{pa}$  adalah sebesar 0,25. Tambahan pula, kamar ini beroperasi selama 20 hari dalam sebulan. Jadi, nilai  $HSB_{pa}$  adalah sebesar 20. Karena jumlah pemanas air yang dilambangkan dengan  $n_h$  adalah satu buah, maka beban listrik pada pemanas air yang dilambangkan dengan  $E_h$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{pa} = n_{pa} \frac{BP_{pa} \times JJP_{pa} \times HSB_{pa}}{1000} = \frac{350 \times 0,25 \times 20}{1000} = 1,757 \text{ kWh/bulan}$$

Total penggunaan beban listrik di Kamar Deluxe dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{del} = E_{LED1} + E_{LED2} + E_{SL} + E_{km} + E_t + E_h + E_{pa} = 4,42 + 5,76 + 1,44 + 14,4 + 3,6 + 3,25 + 1,75 = 34,62 \text{ kWh/bulan}$$

Kemudian, intensitas konsumsi energi dapat dihitung dengan bantuan Persamaan 2. Karena

luas kamar *Deluxe* yang dilambangkan dengan  $A_{del}$  adalah  $24 \text{ m}^2$ , maka intensitas konsumsi energi kamar ini yang dilambangkan dengan  $IKE_{del}$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$IKE_{del} = \frac{E_{del}}{A_{del}} = \frac{34,62 \text{ kWh/bulan}}{24 \text{ m}^2} = 1,44 \text{ kWh/m}^2$$

Biaya listrik di kamar *deluxe* dapat dihitung dengan bantuan Persamaan 3. sebagai berikut.

$$TB_{del} = E_{del} \times BLK = 34,62 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp. 1.114,74} = \text{Rp. 38.592,29}$$

Perluasan analisis perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, pendekatan serupa akan diterapkan dengan menekankan penyajian hasil melalui Tabel 4.4. Tabel ini menunjukkan pengkonsumsian energi listrik terbesar ada pada ruangan *laundry & housekeeping* yaitu 2056,74 kWh/bulan. Selain itu, pengkonsumsian energi terkecil ada pada ruangan *meeting room* yaitu 7,44 kWh/bulan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Konsumsi Listrik dan IKE

Nama Ruangan	Total Konsumsi Listrik (kWh/bulan)	IKE
Kamar <i>Deluxe</i>	3713,6	1,44
Kamar <i>Superior</i>	2903,36	1,38
Kamar <i>Suite</i>	609,28	2,54
Serbaguna <i>Dahlia</i>	734,56	1,06
Serbaguna <i>Hasoka</i>	106,38	0,65
<i>Meeting Room</i>	7,44	0,3
<i>Toilet Male</i>	75,14	3,95
<i>Toilet Female</i>	58,03	3,22
<i>Restaurant</i>	134,04	0,5
<i>Lobby</i>	685,83	0,93
<i>Receptionist</i>	561,83	32,89
<i>Lounge</i>	775,24	4,94
<i>Kitchen</i>	2012,51	16,5
<i>HRD Office</i>	389,64	9,98
<i>Accounting Office</i>	571,08	5,99
<i>Engineering Office</i>	145,14	6,31
<i>Sales Executive Office</i>	502,83	7,57
<i>Security Office</i>	254,68	17,97
<i>Laundry &amp; House Keeping</i>	2056,74	18,04
Koridor Karyawan	93,74	1,8
Koridor Tamu	122,38	1,7

### 5.1.2. Perhitungan konsumsi energi listrik pada peralatan Mekanikal

Perhitungan beban listrik pada peralatan mekanikal berdasarkan daftar beban listrik peralatan mekanikal. Peralatan mekanikal pada

sistem tata udara dan air panas Hotel Aston Manado dihitung berdasarkan persamaan 1. AC central yang dipakai adalah jenis *water cooled* dengan *heat recovery* untuk air panas. Selanjutnya, beban listrik *chiller* yang digunakan adalah 145 kW. Oleh karena itu  $BP_{CH}$  adalah 145. Selain itu, *chiller* digunakan 12 jam dalam sehari. Berarti nilai  $JJP_{CH}$  adalah 12. Juga, *Chiller* digunakan dalam 31 hari dalam sebulan. Jadi, nilai  $HSB_{CH}$  adalah 31. Berdasarkan data fasilitas AC Central diketahui jumlah *chiller* adalah dua unit. Oleh sebab itu  $n_{chiller}$  bernilai dua, maka beban listrik *chiller* yang dilambangkan  $E_{CH}$  dihitung sebagai berikut.

$$E_{CH} = n_{CH} \times BP_{CH} \times JJP_{CH} \times HSB_{CH}$$

$$= 2 \times 145 \times 12 \times 31 = 107.880 \text{ kWh/bulan}$$

Biaya listrik *chiller* dapat dihitung dengan bantuan Persamaan 2.3. sebagai berikut.

$$TB_{CH} = E_{CH} \times BLK$$

$$= 107.880 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp. } 1.114,74$$

$$= \text{Rp. } 120.258.151,22$$

Perluasan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, pendekatan serupa akan diterapkan dengan menekankan penyajian hasil melalui Tabel 4.3. Tabel ini menunjukkan pengkonsumsian energi listrik sitem mekanikal termahal ada pada *chiller*. Selain itu, konsumsi listrik termurah ada pada *well pump*.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Konsumsi Listrik Peralatan Mekanikal

Nama Peralatan	Konsumsi Energi (kWh/Bulan)	Biaya Listrik (Ribuan Rupiah)
<i>Chiller 1</i>	107.880	120.258,15
<i>Chiller 2</i>	107.880	120.258,15
<i>Air Handling Unit 1</i>	3.720	4.146,83
<i>Air Handling Unit 2</i>	3.720	4.146,83
<i>Air Handling Unit 3</i>	3.720	4.146,83
<i>Air Handling Unit 4</i>	3.720	4.146,83
<i>Cooling Tower 1</i>	2.232	2.488,09
<i>Cooling Tower 1</i>	2.232	2.488,09
<i>Pompa Chiller 1</i>	5.580	6.220,24
<i>Pompa Chiller</i>	5.580	6.220,24
<i>Condenser Pump 1</i>	3.720	4.146,83
<i>Condenser Pump 2</i>	3.720	4.146,83
<i>Well Pump 1</i>	744	829,36
<i>Well Pump 2</i>	744	829,36
<i>Reservoir Pump 1</i>	1.116	1.244,04
<i>Reservoir Pump 2</i>	1.116	1.244,04
<i>Transfer Pump 1</i>	4.092	4.561,51
<i>Transfer Pump 2</i>	4.092	4.561,51
<i>Booster Pump 1</i>	2.232	2.488,09
<i>Booster Pump 2</i>	2.232	2.488,09
<i>Heat Pump 1</i>	14.880	16.587,331

<i>Heat Pump 2</i>	14.880	16.587,331
--------------------	--------	------------

## 5.2. Identifikasi Peluang Penghematan Energi

Identifikasi peluang penghematan energi ditinjau dari pengamatan pada data peralatan elektronik terdapat peluang penghematan pada penerangan di ruangan serbaguna dahlia, *lobby*, *security office* dan *laundry & housekeeping* dengan mengganti lampu yang lebih hemat energi. Selain itu pada komputer bisa dengan mengganti komputer di ruangan jenis *office* menjadi komputer yang hemat energi.

### a. Peluang penghematan pada ruangan

Peluang penghematan pada ruangan ditinjau dari data peralatan listrik di tiap ruangan. Peluang penghematan yang dapat diidentifikasi adalah penghematan pada lampu. Lampu di *security office* dan *laundry & housekeeping* masih memakai lampu jenis TL dan pada ruangan serbaguna dahlia dan *lobby* masih memakai lampu jenis CFL. Lampu-lampu tersebut bisa diganti dengan lampu hemat energi seperti lampu jenis LED. Namun, penggantian lampu harus memperhatikan jumlah *flux* cahaya lampu. Lampu TL1 18 Watt pada ruangan *security office* bisa diganti dengan lampu LED 12 Watt. Lampu TL2 16 Watt pada ruangan *laundry & house keeping* bisa diganti dengan lampu LED 11 watt. Lampu TL3 13 Watt pada ruangan *laundry & house keeping* dan lampu CFL1 13 Watt pada ruangan *lobby* bisa diganti lampu LED enam Watt. Selain itu, Lampu CFL2 15 Watt pada ruangan *lobby* bisa diganti dengan lampu LED 10 Watt. Lampu CFL3 23 Watt pada ruangan serbaguna dahlia bisa diganti lampu LED 16 Watt.

Total konsumsi listrik pada lampu TL dan CFL sebelum diganti ke LED yang dilambangkan  $E_{TP1}$  adalah sebagai berikut.

$$E_{TP1} = E_{TL1} + E_{TL2} + E_{TL3} + E_{CFL1} + E_{CFL2} + E_{CFL3}$$

$$= 43,39 + 53,82 + 36,18 + 356,55 + 329,28 + 464,16 = 1.282,38 \text{ kWh/bulan}$$

Jika penghematan pada lampu dilakukan, maka total konsumsi listrik dilambangkan  $E_{TP2}$  adalah sebagai berikut.

$$E_{TP2} = E_{PLED1} + E_{PLED2} + E_{PLED3} + E_{PLED4} + E_{PLED5} + E_{PLED6}$$

$$= 8,92 + 9,50 + 3,88 + 46,87 + 59,52 + 30,72 = 159,41 \text{ kWh/bulan}$$

Akibatnya, keuntungan beban listrik karena penghematan adalah sebagai berikut.

$$E_{PL} = E_{TP1} - E_{TP2}$$

$$E_{PL} = 1282,38 - 159,41 = 1112,89 \text{ kWh/bulan}$$

Keuntungan biaya listrik akibat penghematan adalah sebagai berikut.

$$TB_{PL} = E_{PL} \times BLK$$

$$= 1112,89 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp. } 1.114,74$$

$$= \text{Rp. } 1.251.730,39$$

**b. Peluang penghematan pada peralatan**

Peluang penghematan peralatan dilakukan pada komputer. Ruang seperti *HRD office*, *accounting office*, *sales executive office* dan *receptionist* masih memakai komputer dengan beban listrik yang tinggi. Satu paket komputer yang digunakan yaitu komputer 250 Watt. Ini berarti komputer tersebut menggunakan adapter daya sebesar 250 Watt. Komputer ini dapat diganti dengan komputer 65 Watt. Komputer tersebut menggunakan adapter daya *smart AC power*. Daya *smart AC power* adalah sebesar 65 Watt.

Total konsumsi listrik pada komputer yang menggunakan adapter daya sebesar 250 Watt dan dilambangkan  $E_{TK}$  adalah sebagai berikut.

$$E_{TK1} = E_{kom1} + E_{kom2} + E_{kom3} + E_{kom4}$$

$$= 308 + 470 + 416 + 541 = 1735 \text{ kWh/bulan}$$

Konsumsi listrik pada komputer di ruang *HRD office* apabila diganti dengan komputer 65 Watt yang dilambangkan  $E_{Pkom1}$  dihitung dengan bantuan Persamaan 2.1 sebagai berikut.

$$E_{Pkom1} = n_{Pkom1} \frac{BP_{Pkom} \cdot JJP_{Pkom1} \cdot HSB_{Pkom1}}{1000}$$

$$= 2 \frac{65 \times 9 \times 24}{1000} = 28,08 \text{ kWh/bulan}$$

Total konsumsi listrik pada komputer yang sebelumnya komputer 250 Watt kemudian diganti komputer 65 Watt yang dilambangkan  $E_{TK2}$  adalah sebagai berikut.

$$E_{TK2} = E_{Pkom1} + E_{Pkom2} + E_{Pkom3} + E_{Pkom4}$$

$$= 28,08 + 70,20 + 56,16 + 88,66$$

$$= 243,1 \text{ kWh/bulan}$$

Keuntungan beban listrik dan total biaya dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{PK} = E_{TK1} - E_{TK2}$$

$$E_{PK} = 1.735 - 243,1 = 1.491,9 \text{ kWh/bulan}$$

Keuntungan biaya listrik dihitung dengan bantuan Persamaan 2.3 sebagai berikut.

$$TB_{PK} = E_{PK} \times BLK$$

$$= 1.491,9 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp. } 1.114,74$$

$$= \text{Rp. } 1.663.080,74$$

**5.3. Intensitas Konsumsi Energi Setelah Penghematan**

Intensitas konsumsi energi setelah penghematan energi listrik dengan mengganti lampu TL dan CFL menjadi LED. Selain itu, mengganti komputer 250 Watt menjadi Komputer 65 Watt. Penurunan IKE terjadi pada ruangan *HRD office*, *accounting office*, *sales executive office*, *receptionist*, ruang serbaguna dahlia, *lobby*, *security office*, dan *laundry & housekeeping*

Tabel 4.5 IKE Sebelum dan Sesudah Penghematan

Nama Ruang	IKE Sebelum Penghematan (kW/m <sup>2</sup> /bulan)		IKE Sesudah Penghematan (kW/m <sup>2</sup> /bulan)	
	Hasil	Kategori	Hasil	Kategori
Serbaguna Dahlia	1,06	Sangat Efisien	1,02	Sangat Efisien
Lobby	0,93	Sangat Efisien	0,78	Sangat Efisien
Receptionist	32,89	Boros	9,95	Efisien
HRD Office	9,98	Efisien	5,77	Sangat Efisien
Accounting Office	5,99	Sangat Efisien	2,71	Sangat Efisien
Engineering Office	13,19	Efisien	13,19	Efisien
Sales Executive Office	7,57	Sangat Efisien	6,60	Sangat Efisien
Security Office	17,97	Cukup Efisien	17,61	Cukup Efisien
Laundry & House Keeping	18,04	Cukup Efisien	18,02	Cukup Efisien

**6. Penutup**

Kesimpulan penelitian ini terdiri dari dua simpulan. Simpulan pertama adalah hasil perhitungan IKE menunjukkan pengkonsumsian energi listrik terbesar ada pada ruangan *laundry & housekeeping* yaitu 2056,74 kWh/bulan. Selain itu, pengkonsumsian energi terkecil ada pada ruangan *meeting room* yaitu 7,44 kWh/bulan.

Simpulan kedua adalah peluang penghematan energi yang teridentifikasi terdiri dari dua peluang. Peluang penghematan tersebut dapat dilakukan pada lampu dan komputer. Lampu di ruangan serbaguna dahlia, *lobby*, *security office*, dan *laundry & house keeping* masih menggunakan lampu jenis TL dan CFL. Lampu-lampu itu dapat diganti dengan lampu LED. Di lain pihak, komputer-komputer di ruangan *HRD office*, *accounting office*, dan *sales executive office* masih menggunakan komputer dengan beban listrik 250 Watt. Komputer-komputer itu dapat diganti dengan komputer yang hemat energi dengan daya sebesar 65 Watt pada masing-masing komputer.

**DAFTAR PUSTAKA**

Agus, F. X. S. Janardana, I.G.N. and Suartika, I. M. 2020. Audit dan Analisis Penghematan Energi Listrik di Hotel

- Sun Island Bali. *Jurnal Spektrum*, Vol. 7, ls. 1, pp. 62-68.
- Agus, G.V.J. Rumbayan, M. and Poekoel, V.C., 2019. Analisis Audit Energi Hotel Sintesa Peninsula Manado. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol. 8, ls.3, pp. 111-120.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011(a). Standar Nasional Indonesia-6197 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, SNI-6197:2011, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011(b). Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung (SNI-6196:2011).
- Badan Standardisasi Nasional. 2011(c). Konservasi Energi Pada Sistem Tata Udara (SNI-6572:2011).
- Biantoro, B.W. and Permana, D.S. 2017. Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung AB, Kabupaten Tangerang, Banten. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, Vol. 06, ls.2, pp. 85-93.
- Dotulong, B.K. Rumbayan, M. and Tumaliang, H. 2021. Analisis Audit Energi di Hotel Quality Manado.
- Indarto, D.S. 2019. Audit Energi di PT. Nasmoco Majapahit. Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Semarang. Semarang.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia Tentang Manajemen Energi. Jakarta
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik. Jakarta
- Kencana, B *et al.* 2015. Panduan Praktis Penghematan Energi di Hotel. *Indonesia Clean Energy Development (ICED)*. Jakarta.
- Krarti, M. 2011. *Energy Audit Of Building Systems An Engineering Approach* (2nd ed.). CRC Press. Boca Raton.
- Machmud, A. 2019. Audit Energi dan Peluang Konservasi Energi Listrik di PT. Arelsi Karya Sejahtera. Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Maluegha, B. and Umboh, M. 2020. Audit Energi Listrik di Gereja KGMPI Getsemani Kelurahan Bahu Kecamatan Malalayang Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 6, No. 1.
- Mohd Ali, S.B *et al.* 2020. *Analysis of energy consumption and potential energy savings of an institutional building in Malaysia*. *Alexandria Engineering Journal*. 60, 805-820.
- Musthofi, S. 2020. Audit Energi Listrik Hotel Kana Yogyakarta. Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional. 2022. *Indonesia Energi Outlook 2022. National Energy Council Secretariat General*. Jakarta.
- Suryadi, A. 2009. Audit Konsumsi Energi Listrik di Bank Bukopin. Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Tanod, A. W. Tumaliang, H. and Patras, L.S. 2015. Konservasi Energi Listrik di Hotel Santika Palu *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol. 4, ls. 4, pp. 46-56.
- Umanailo, A. M. Rumbayan, M and Poekoel, V.C. 2018. Audit Energi di Kantor Walikota Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol. 7, ls.2, pp. 113-122.