

**AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI  
ENERGI LISTRIK @HOM HOTEL KUDUS by HORIZON**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT  
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI ISLAM SULTAN AGUNG



**Disusun oleh:**

**ARIF ADE RAMDHAN**

**30601700052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
JULI 2024**

***ENERGY AUDIT TO ACHIVE ELECTRICAL  
ENERGY EFFICIENCY at @HOM HOTEL by HORISON***

***METHOD***

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1)  
at Department of Industrial Engineering,  
Faculty of Industrial Technology, Universitas Islam Sultan Agung*



**Arranged By:**

**ARIF ADE RAMDHAN**

**30601700052**

**MAJORING OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
INDSUTRIAL TECHNOLOGY FACULTY  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
JULI 2024**

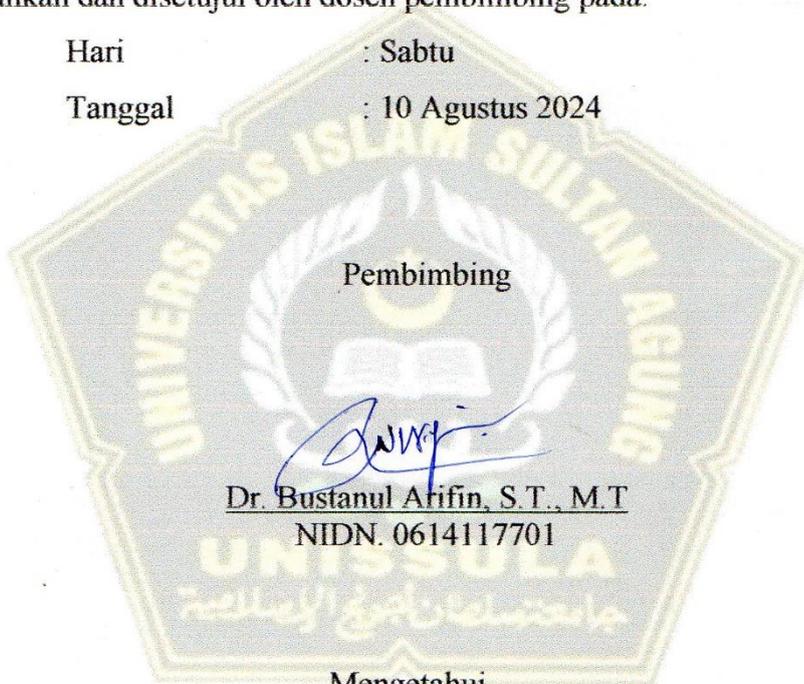
## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK @HOM HOTEL KUDUS by HORISON**” ini disusun oleh:

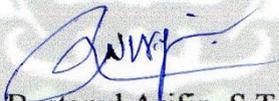
Nama : ARIF ADE RAMDHAN  
NIM : 30601700052  
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Sabtu  
Tanggal : 10 Agustus 2024



Pembimbing

  
Dr. Bustanul Arifin, S.T., M.T  
NIDN. 0614117701

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro

  
  
Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T  
NIDN. 0607018501

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

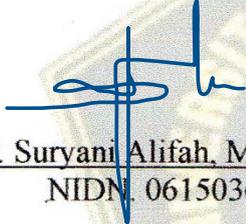
Laporan Tugas Akhir dengan judul “**AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK @HOM HOTEL KUDUS by HORISON**” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

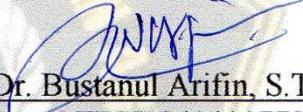
Hari : Selasa

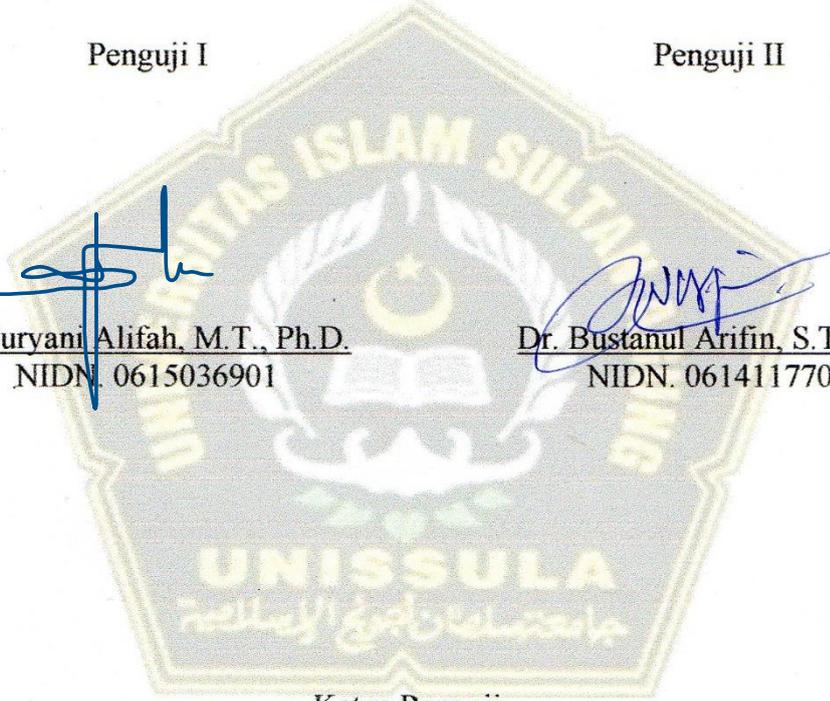
Tanggal : 3 September 2024

Penguji I

Penguji II

  
Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D.  
NIDN. 0615036901

  
Dr. Bustanul Arifin, S.T., M.T  
NIDN. 0614117701

  
Ketua Penguji

  
Dr. Ir. Agus Adhi Nugroho, MT., IPM.  
NIDN. 0628086501

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arif Ade Ramdhan  
NIM : 30601700052  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK @HOM HOTEL KUDUS by HORISON”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, September 2018

Yang Menyatakan



Arif Ade Ramdhan

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arif Ade Ramdhan

NIM : 30601700052

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI LISTRIK @HOM HOTEL KUDUS by HORISON”** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/ Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung

Semarang, September 2024

Yang Menyatakan



Arif Ade Ramdhan

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO :

“*Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri*” (QS. Ar Ra’d : 11).

“*Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya*” (An Najm : 39)

“*Lakukan yang terbaik dan jadilah yang terbaik jangan pernah menyerah karena hidup ini penuh dengan tantangan*”

”*Jangan pernah menunda suatu pekerjaan*”

“*Bersungguh-sungguhlah dalam menjalani hidup ini dan berfikiran yang jernih dalam menyelesaikan masalah*”

### PERSEMBAHAN :

Skripsi ini adalah bagian dari ibadahku kepada Allah SWT, karena kepadaNyalah kami menyembah dan kepadaNyalah kami mohon pertolongan.

Sekaligus sebagai ungkapan terima kasihku kepada : Ibunda-ku yang tiada henti melantunkan do’a untukku Ayahanda-ku semoga rahmat-Nya selalu tercurah untukmu

Kakanda-ku semangat, harapan dan doa selalu menyertainya  
Adinda-ku Do’a dan harapan akan selalu menyertai langkah

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah atas Nabi Muhammad Rasulullah SAW.

Skripsi dengan judul ” *Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Listrik @Hom Hotel Kudus by Hotison*” ini diajukan untuk memenuhi syarat akhir untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata 1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Informasi Universitas Islam Sultan Agung. Perlu didasari bahwa penyusunan karya tulis ini tidak dapat selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan kerendahan hati disampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Bustanul Arifin S.T., M.T Dosen Pembimbing yang membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Jenny Puti Hapsari S.T., M.R Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung.
3. Seluruh dosen, staf dan karyawan Teknik Elektro yang telah banyak membantu penulis dalam melaksanakan perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Ahmad Muthohar General Manager Hotel @Hom Kudus yang telah mengizinkan penelitian di Hotel @Hom Kudus.
5. Bapak Prasetya Adi P pembimbing lapangan khususnya masalah kelistrikan di Hotel @Hom Hotel Kudus.
6. Seluruh staf dan karyawan @Hom Hotel Kudus yang telah banyak membantu penulis dalam penulisan sripsi.
7. Ayahanda-Ibunda muara doa cinta dan kasih sayang, yang akan dan selalu aku cintai dan sayangi selamanya.
8. Adik-ku tersayang, Dwi Setyarini, Nia Ramadhani.
9. Temanku :Arif Wibowo, Eko Hardiyanto, Dicky Firman Mualana.
10. Semua pihak yang telah turut membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak mungkin untuk disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa masih terdapat beberapa kekurangan dalam skripsi ini. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan dari semua pihak, sebagai pengalaman dan tambahan pengetahuan bagi penyusun. Akhir kata semoga karya ini tidak menjadi yang pertama sekaligus yang terakhir dan semoga

karya ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Semarang, Juli 2024

Penyusun



## ABSTRAK

Listrik sangat dibutuhkan dalam semua sektor, tak terkecuali dibidang perhotelan. Salah satu industri perhotelan adalah hotel @Hom Kudus. Hotel menggunakan alat pengkondisi udara, pompa air, dan penerangan sehingga membutuhkan banyak konsumsi listrik. Dengan berbagai peralatan tersebut menyebabkan terjadinya pemborosan energi. Guna mengatasi masalah pemborosan ini maka dilakukanlah langkah—langkah strategis diantaranya adalah efisiensi energi. Dengan melakukan audit energi yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan diharapkan dapat melakukan efisiensi energi.

Penelitian ini membahas mengenai audit energi hotel dengan mengukur beberapa titik inti yang mengkonsumsi energi listrik. Data perbandingan adalah konsumsi energi tahun 2023 dan waktu penelitian adalah bulan Juli 2024. Parameter yang digunakan: luas ruangan dan beban listrik pada ruangan, yang akan menghasilkan nilai Indeks Konsumsi Energi (IKE). Hotel @Hom Kudus memiliki 87 Kamar dengan 3 Type yaitu Superior sebanyak 78 Kamar, Deluxe ada 8 Kamar dan Executive Suite ada 1 Kamar. Selain Kamar, Hotel @Hom Kudus juga mempunyai Fasilitas Meeting Room yang bisa digunakan untuk Pertemuan atau Meeting dari Instansi atau Perusahaan Swasta atau dari Kalangan Bisnis Lainnya.

Berdasarkan audit awal terlihat bahwa IKE (Intesitas Konsusi Energi) mencapai 220,770 kWh / m<sup>2</sup> year. Berdasarkan perhitungan IKE didapatkan bahwa hotel telah melakukan penghematan energi yang baik.

**Kata kunci:** Audit Energi, IKE, Hotel @Hom Kudus, Efisien

## **ABSTRACT**

*Electricity is needed in all sectors, including in the hospitality sector. One of the hospitality industries is the @Hom Kudus hotel. Hotels use air conditioning, water pumps, and lighting so that they require a lot of electricity consumption. With various equipment, it causes energy waste. In order to overcome this waste problem, strategic steps are taken, including energy efficiency. By conducting an energy audit, which is a method for calculating the level of energy consumption of a building or building, it is hoped that energy efficiency can be achieved.*

*This study discusses hotel energy audits by measuring several core points that consume electrical energy. The comparative data is energy consumption in 2023 and the research time is July 2024. The parameters used: room area and electrical load in the room, which will produce the Energy Consumption Index (IKE) value. Hotel @Hom Kudus has 87 rooms with 3 types, namely Superior with 78 rooms, Deluxe with 8 rooms and Executive Suite with 1 room. In addition to rooms, Hotel @Hom Kudus also has meeting room facilities that can be used for meetings from agencies or private companies or from other business circles.*

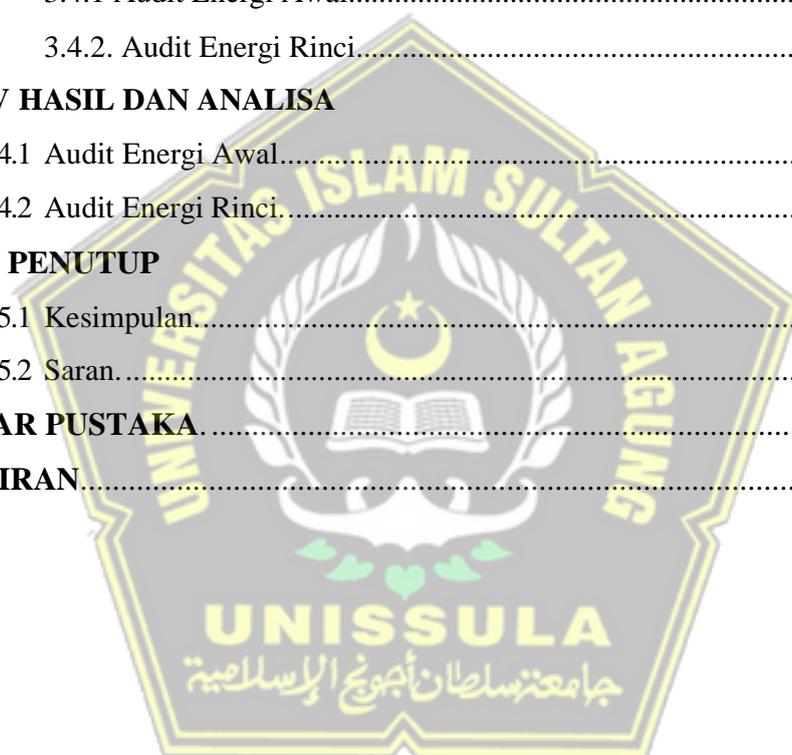
*Based on the initial audit, it can be seen that IKE (Energy Consumption Intensity) reached 220,770 kWh / m<sup>2</sup> year. Based on the IKE calculation, it was found that the hotel has made good energy savings.*

**Keywords:** *Energy Audit, Hotel @Hom Kudus, Efficient*

## DAFTAR ISI

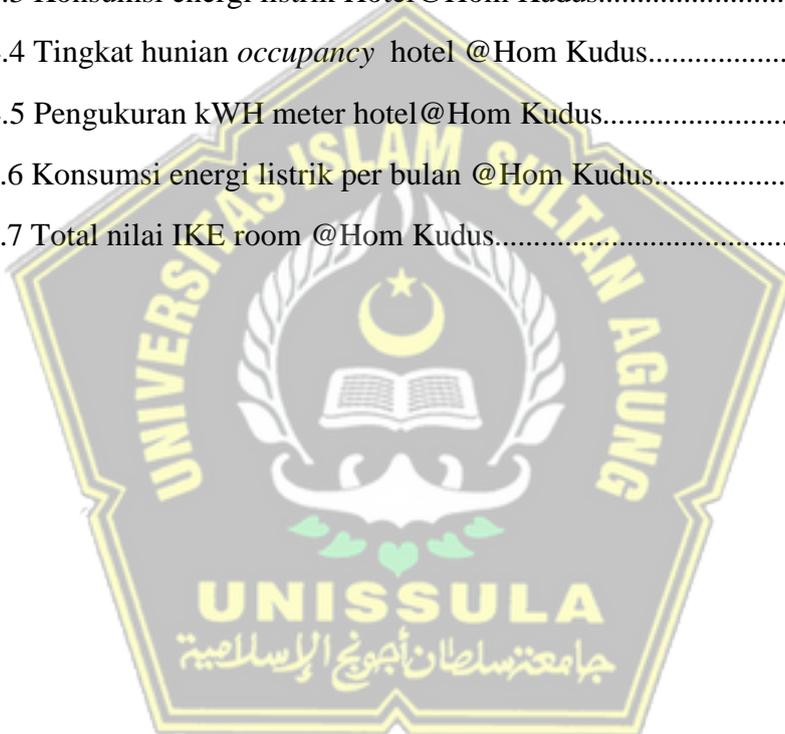
	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABTRAKSI.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penelitian.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA &amp; LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Sejarah Singkat Berdirinya @Hom Hotel Kudus.....	4
2.2 Sejarah singkat @Hom Hotel .....	5
2.3 Energi.....	7
2.4 Konversi Enhergi.....	8

2.5 Audit Energi. ....	9
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis dan Variabel Penelitian.....	13
3.2 Waktu Penleitian. ....	13
3.3 Alat Dan Bahan. ....	13
3.4 Jalannya Penelitian .....	13
3.4.1 Audit Energi Awal.....	14
3.4.2. Audit Energi Rinci.....	15
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA</b>	
4.1 Audit Energi Awal.....	20
4.2 Audit Energi Rinci.....	25
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	31
<b>LAMPIRAN</b> .....	32



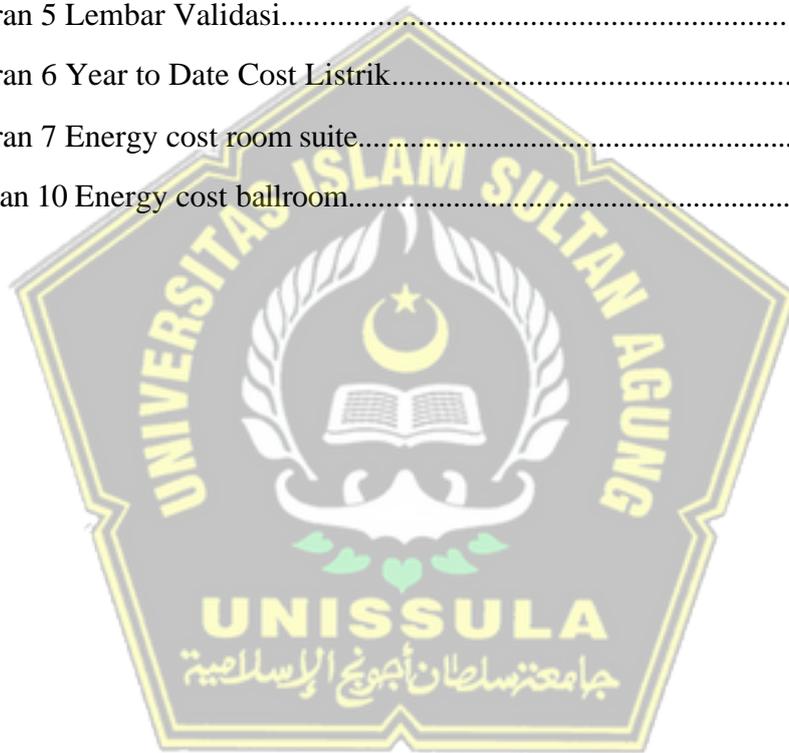
## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Profil penggunaan energi untuk peralatan kantor.....	16
Tabel 3.2 Profil penggunaan energi untuk peralatan hotel/apartemen.....	16
Tabel 4.1 Komposisi bangunan Hotel@Hom Kudus.....	20
Tabel 4.2 Luas Kamar Hotel@Hom Kudus.....	21
Tabel 4.3 Konsumsi energi listrik Hotel@Hom Kudus.....	22
Tabel 4.4 Tingkat hunian <i>occupancy</i> hotel @Hom Kudus.....	23
Tabel 4.5 Pengukuran kWh meter hotel@Hom Kudus.....	25
Tabel 4.6 Konsumsi energi listrik per bulan @Hom Kudus.....	26
Tabel 4.7 Total nilai IKE room @Hom Kudus.....	27



## LAMPIRAN

Lampiran 1 Bangunan @Hom Hotel Kudus.....	33
Lampiran 2 Kamar Hotel @Hom Kudus.....	33
Lampiran 3 Kamar Hotel @Hom Kudus.....	34
Lampiran 4 Ballroom Hotel @Hom Kudus.....	35
Lampiran 5 Lembar Validasi.....	36
Lampiran 6 Year to Date Cost Listrik.....	37
Lampiran 7 Energy cost room suite.....	38
Lampiran 10 Energy cost ballroom.....	43



# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik merupakan bagian vital dalam dunia perhotelan. Penggunaan peralatan seperti lampu-lampu, *lift*, lemari es, *laundry*, pemanas, pompa-pompa, sampai pada sistem pengkondisian udara adalah beberapa alat yang paling banyak digunakan. Penjadwalan operasional peralatan, penggantian lampu-lampu dengan lampu hemat energi, pemasangan kapasitor bank adalah usaha penghematan yang telah dilakukan oleh pengelola. Tetapi biaya operasional energi listrik tetap melebihi standar yang telah ditentukan.

Efisiensi energi merupakan kegiatan yang digunakan untuk menanggulangi masalah tersebut. Salah satu metode yang banyak dipakai adalah konservasi energi. Konservasi energi merupakan peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi. Proses ini meliputi adanya audit energi yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan, yang mana hasilnya nanti akan dibandingkan dengan standar yang ada untuk kemudian dicari solusi penghematan konsumsi energi jika tingkat konsumsinya melebihi standar baku yang ada.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis dalam penyusunan skripsi ini mengambil judul "Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel @Hom Kudus". Harapan penelitian ini adalah dapat diketahuinya tingkat konsumsi energi di hotel, peluang dan solusi penghematan yang dapat direkomendasikan kepada pihak manajemen hotel.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam penelitian ini dirumuskan beberapa masalah diantaranya:

1. Bagaimana cara melakukan audit energi di @Hom Hotel berdasarkan nilai IKE?
2. Bagaimana cara melakukan audit energi secara rinci di @Hom Hotel?
3. Bagaimana mencari peluang-peluang untuk penghematan energi?

### 1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah penelitian ini untuk:

1. Perhitungan IKE listrik berdasarkan penggunaan energi listrik @Hom Kudus dalam rentang waktu tahun 2023.
2. Perhitungan pola konsumsi energi di Hotel @Hom Kudus dalam jangka waktu tertentu dengan pengambilan sampel salah satu kamar.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk:

1. Melakukan audit energi pada @Hom Hotel berdasarkan nilai IKE.
2. Menganalisis peralatan-peralatan yang digunakan di @Hom Hotel.
3. Mengidentifikasi Peluang hemat Energi pada @Hom Hotel Kudus.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) serta biaya pembayarannya sesuai pemakaian.
2. Dapat mengetahui sistem yang bekerja secara baik atau tidak berdasarkan kondisi aktual di lapangan.
3. Dapat mencari peluang-peluang untuk penghematan energi dan penghematan biaya berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

## BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, manfaat penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab kedua mengulas teori-teori yang mendukung penelitian ini, mencakup konsep energi, audit energi, intensitas konsumsi energi, teori pengambilan keputusan, dan tinjauan pustaka berdasarkan penelitian terdahulu.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Secara rinci, bagian ini akan menguraikan model, metode penelitian, dan dasar teori dimana pengambilan data beban listrik dalam penelitian dan flowchart yang digunakan untuk menggambarkan alur penelitian tersebut.

### **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisi tentang pembahasan dan hasil penelitan audit energi awal, dan audit rinci, serta pencarian peluang penghematan energi.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi tentang rangkuman hasil penelitian yang telah diuraikan dalam bab sebelumnya serta saran-saran kedepan terkait hasil penelitian yang telah diperoleh baik buat objek penelitian yaitu hotel@Hom Kudus.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### 2.1 Penelitian Terkait

Agus Rianto dalam penelitiannya melakukan audit energi di hotel Santika Premiere Semarang. Penelitian yang berjudul Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel santika Premiere Semarang ini dilakukan pada tahun 2007. Hasil yang didapatkan adalah bahwa nilai IKE yang diperoleh jauh melebihi dari nilai standar yang ditentukan untuk hotel. Peluang penghematan dilakukan pada sistem pengkondisian udara atau AC dengan melakukan perawatan dan pembersihan yang rutin (Rianto, 2007).

Penelitian lain, yaitu yang telah dilakukan oleh Cetra Palupi, dkk mendapatkan audit awal pada pemakaian energi listrik lebih besar dipergunakan untuk sistem tata udara (57%) dan sistem pencahayaan (13%). Berdasarkan hasil audit energi rinci, diperoleh harga IKE untuk system pencahayaan adalah masih lebih besar dari standard yaitu sebesar 15 Watt/m<sup>2</sup>. Peluang Hemat Energi (PHE) pada audit energi di sistem tata udara yaitu dengan cara pembersihan pada unit AHU yaitu meliputi pembersihan saringan udara (filter), sudut kipas, sirip (fin) evaporator dan kisi keluaran (grill) pada unit-unit AHU. Peluang Hemat Energi (PHE) yang kedua adalah dengan Mengatur (setup) temperatur air keluar (Leaving Chilled Water Temperature = LCWT) pada chiller (Rengganis and Budihardjo, 2009).

Penelitian Abdul Malik mendapatkan hasil analisis dari hasil penelitian pada Audit Energi Pada Gedung IV Kantor PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat bahwa atas perhitungan dari kebutuhan daya kompresor di peroleh sebesar 33,347 KW atas beban pendinginan 37 PK dengan asumsi perhitungan AC yang sesuai untuk penggunaan di Gedung IV PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat tersebut. Namun dalam aplikasi di lapangan digunakan beban pendinginan sebesar 57 PK dengan daya kompresor 51,171 KW. Sedangkan peluang penghematan per tahun berdasarkan penggunaan AC yang ada dengan yang direncanakan berdasarkan konsep manajemen energi sebesar 34,83 % atau sebesar Rp. 47.175.280,- (Malik, 2013)

## 2.2 Sejarah Singkat Hotel @Hom Kudus

Hotel @HOM Kudus adalah Hotel Berbintang \*\*\* yang merupakan Salah satu Perusahaan Perhotelan dari Horison Group. Hotel ini bertempat di Lokasi yang cukup strategis di Daerah Kota di Kudus yaitu di Jl.Tanjung No.14-16 Kecamatan Kota Kabupaten Kudus Jawa Tengah. Hotel ini berdiri sejak Tahun 2013 Tepatnya di Tanggal 12 Desember 2013. Hotel @HOM Kudus memiliki 87 Kamar dengan 3 Type yaitu Superior sebanyak 78 Kamar, Deluxe ada 8 Kamar dan Executive Suite ada 1 Kamar.

Selain Kamar, Hotel @HOM Kudus juga mempunyai Fasilitas Meeting Room yang bisa digunakan untuk Pertemuan atau Meeting dari Instansi atau Perusahaan Swasta atau dari Kalangan Bisnis Lainnya. Bahkan juga bisa digunakan untuk Acara Pernikahan dengan menyesuaikan kapasitas yang ada dari hotel.

Hotel yang mempunyai visi menjadi perusahaan hospitality kelas dunia yang menggabungkan kearifan lokal dengan kekhasan 3 penthouse suites ini mempunyai misi menggabungkan sumber daya manusia, merek dan teknologi yang menghasilkan: Pengalaman yang menyentuh hati bagi para tamu undangan dan pelanggan; Lingkungan Kerja yang positif; Kesempatan berkarir dan peningkatan kesejahteraan bagi karyawan, baik di kantor pusat maupun di unit usaha; Nilai Pengembalian investasi yang baik bagi pemilik hotel; dan Manfaat bagi masyarakat dan lingkungan sekitar.

Sebagai sebuah gedung dengan tingkat fungsionalitas yang tinggi, Hotel @Hom Kudus memiliki jaringan sistem kerja dari peralatan- peralatan utama, antara lain :

Sistem kelistrikan *dual power* yaitu dari PLN dan pembangkit listrik diesel Sistem transportasi antar lantai yaitu dengan (*lift*) disamping tangga darurat. *Lift* memiliki kapasitas 15 orang (1000 kg) sebanyak 2 buah, yaitu dua buah *lift* digunakan untuk *lobby* (khusus tamu).

Sistem perpipaan yang meliputi Sistem perpipaan penyediaan air bersih yang meliputi air dingin dan air panas, sistem perpipaan air buangan, yang

disalurkan menuju *sewagetreatment plant* sebelum dibuang ke riool kota, dan sistem perpipaan pemadam kebakaran (*fire hydrant*).

Sistem penanganan air hujan, dimana air hujan akan dibuang langsung ke riool kota dan sebagian dibuang ke dalam sumur resapan, Sistem sirkulasi udara (*air conditioning*), MATV (*Master Antena Television*) dan CCTV (*Close Circuit Television*), dan telepon sentral.

Sebagai sebuah hotel yang berbintang empat, gedung bangunan Hotel @Hom Kudus dilengkapi dengan peralatan-peralatan utama yang sangat diperlukan untuk menunjang pelayanan mereka. Peralatan utama yang ada yang menunjang sistem kerja pada hotel antara lain:

*Gen-Set*: Peralatan ini merupakan bagian dari sistem kelistrikan hotel yang memakai sistem *dual power* yaitu dari PLN sebesar 450 kVA dan *Gen-Set* yang memiliki kapasitas 352 kVA, sehingga untuk penyediaan tenaga listrik walaupun terjadi gangguan dari PLN, maka hal itu tidak akan menjadi masalah karena secara otomatis apabila listrik mati, maka *Gen-Set* akan hidup.

*Air Conditioning*: Peralatan ini merupakan bagian dari sistem penyediaan udara bersih dan segar.

*Heat pump*: Peralatan ini merupakan salah satu bagian dari sistem penyediaan air bersih dan air panas yang sangat diperlukan untuk pelayanan para tamu hotel selain itu juga untuk konsumsi di bagian *laundry* dan *kitchen*.

*Fire Pump*: Peralatan ini merupakan salah satu bagian dari sistem keamanan hotel terutama dari bahaya kebakaran. Untuk sistem pengamanan kebakaran sendiri selain dari *fire pump* ini, juga ditunjang dengan adanya *Fire-Stairs* (tangga kebakaran) dan juga sistem *hidran* yang terpasang rapi dan siap digunakan setiap saat dan ditambah dengan tabung-tabung gas pemadam kebakaran yang disediakan di titik-titik tertentu.

*Water Treatment*: Sebagai hotel yang besar, Hotel @Hom Kudus juga menerapkan kerja yang berwawasan lingkungan sehingga untuk limbah terutama yang berkaitan dengan air, disediakan suatu sistem pengolah limbah. Hal ini bertujuan agar limbah yang dikeluarkan hotel benar-benar sudah bisa diterima dan diserap lingkungan serta tidak mengganggu masyarakat sekitar.

### 2.3 Energi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (misalnya untuk energi listrik dan mekanika); daya (kekuatan) yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan, misalnya dapat merupakan bagian suatu bahan atau tidak terikat pada bahan. Besaran ini seringkali dikaitkan dengan perpindahan sebuah gaya atau perubahan temperatur, sehingga memungkinkan penentuan satuan joule (perpindahan gaya 1 Newton sejauh 1 meter), maupun kalor jenis (energi yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur sebesar 1 derajat per satuan massa material). Dalam keperluan praktis, energi sering kali dikaitkan dengan jumlah bahan bakar atau konsumsi jumlah listrik.

Dalam melakukan analisis energi suatu sistem, harus dilakukan berbagai proses perhitungan yang melibatkan jumlah material/zat dan energi. Untuk menyatakan jumlah material, ada beberapa besaran yang dapat digunakan, yaitu Massa, dengan satuan kg, lb<sub>m</sub>, ton dan sebagainya; Volume, dengan satuan liter, m<sup>3</sup>, gallon dan sebagainya.

Untuk menyatakan jumlah energi, ada beberapa satuan yang digunakan, misalnya joule, ft.lbf, kWh, BTU dan sebagainya. Satuan joule merupakan satuan standart internasional (SI) yang biasa digunakan untuk semua bentuk energi. Sedangkan kWh adalah satuan yang biasa digunakan untuk menyatakan energi-energi listrik, f.lbf adalah satuan yang biasanya digunakan untuk menyatakan energi termal.

Salah satu cara yang paling ekonomis, mudah dan aman untuk mengirimkan energi adalah melalui bentuk energi listrik. Pada pusat pembangkit, sumber daya energi primer seperti bahan bakar fosil (minyak, gas alam dan batubara), hidro, panas bumi dan nuklir diubah menjadi energi listrik. Generator sinkron mengubah

energi mekanis yang dihasilkan poros turbin menjadi energi listrik tiga fase.

Melalui transformator penaik tegangan (*step up transformer*) energi listrik ini dikirimkan melalui saluran transmisi bertegangan tinggi menuju pusat-pusat beban. Peningkatan tegangan dimaksud untuk mengurangi jumlah arus yang mengalir melalui saluran transmisi. Dengan demikian saluran transmisi bertegangan tinggi akan membawa aliran arus yang rendah dan ini berarti mengurangi rugi-rugi panas yang terjadi (*heat lost*) yaitu sebesar  $I^2 R$ . Ketika saluran transmisi mencapai pusat beban, tegangan tersebut kembali diturunkan menjadi tegangan menengah dengan transformator penurun tegangan (*step down transformer*).

Di pusat-pusat beban yang terhubung dengan saluran distribusi, energi listrik ini diubah kembali menjadi bentuk-bentuk energi terpakai lainnya seperti energi mekanis, penerangan, pendingin, dan lain-lain.

#### 2.4 Daya Listrik

Daya adalah energi yang digunakan untuk melakukan suatu tindakan atau usaha. Daya listrik merupakan kapasitas untuk melakukan energi atau usaha dalam sistem tenaga listrik, diukur dalam satuan Watt atau Horsepower (HP). Satu Horsepower setara dengan 746 Watt. Watt adalah satuan daya listrik di mana 1 Watt setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dengan tegangan 1 Volt. Simbol daya adalah P, tegangan adalah V, dan arus adalah I. Persamaan untuk daya listrik dinyatakan dalam persamaan (2.1) sampai (2.3)[7].

$$P = V \times I \quad (2.1)$$

$$P = V \times I \times \cos Q \quad (2.2)$$

$$P = \text{Watt}$$

dengan: P : Daya (Watt)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

Daya listrik mempunyai tiga jenis yaitu Daya Aktif, Daya Reaktif dan Daya Semu. Daya aktif ialah daya yang di pakai sebenarnya. Daya aktif mempunyai satuan watt.

$$P = V \times I \times \cos Q \quad (\text{satu fasa}) \quad (2.4)$$

$$P = V \times I \times 1,73 \quad (\text{tiga fasa}) \quad (2.5)$$

dengan: P : Daya (Watt)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Ampere)

## 2.5 Konservasi Energi

Indonesia terkenal kaya pada sumber energi, akan tetapi pemanfaatannya tidak seimbang karena terlalu banyak tergantung pada sumber energi minyak bumi. Padahal sumber energi minyak bumi dewasa ini merupakan sumber pendapatan yang terpenting dan persediaannya terbatas. Ketergantungan pada satu sumber energi yaitu minyak bumi dan produk turunannya ini tidak dapat dibiarkan arena kebutuhan energi akan terus meningkat. Hal ini disebabkan meningkatnya industri maupun pertambahan jumlah penduduk serta adanya peningkatan kesejahteraan masyarakat. Untuk menghadapi masalah-masalah tersebut di atas, disusunlah langkah- langkah kebijaksanaan energi oleh pemerintah, langkah-langkah itu adalah: intensifikasi, diversifikasi, dan konservasi.

Konservasi energi merupakan langkah kebijaksanaan yang pelaksanaannya paling mudah dan biayanya paling murah diantara langkah- langkah di atas, serta sekarang juga dapat dilaksanakan oleh seluruh lapisan masyarakat. Kebijakan energi ini dimaksudkan untuk memanfaatkan sebaik- baiknya sumber energi yang ada, juga dalam rangka mengurangi ketergantungan akan minyak bumi, dengan pengertian bahwa konservasi energi tidak boleh menjadi penghambat kerja operasional maupun pembangunan yang telah direncanakan. (Badan Koordinasi Energi Nasional, 1983).

Disamping harus secepatnya mengembangkan sumber- sumber energi dari bahan bakar non fosil seperti biomassa, biogas, dan sebagainya, harus juga berusaha untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi minyak bumi secara lebih tepat, cermat, hemat dan efisien dalam rangka pelaksanaan program konservasi energi

## 2.6 Audit Energi

Usaha-usaha untuk menghemat energi di segala bidang makin dirasakan perlu karena semakin terbatasnya sumber-sumber energi yang tersedia dan semakin mahalnya biaya pemakaian energi. Usaha-usaha penghematan energi pada suatu bangunan komersial seperti hotel atau suatu pabrik hanya dapat dilakukan jika telah diketahui untuk apa energi tersebut digunakan dan berapa besarnya pemakaian energi di tiap-tiap bangunan gedung hotel atau pabrik tersebut. Untuk mengetahui hal tersebut maka diperlukan pengetahuan tentang audit energi atau kesetimbangan energi. Berdasarkan kegiatan yang dilakukan pada akhirnya audit energi didefinisikan sebagai: kegiatan untuk mengidentifikasi jenis energi dan mengidentifikasi besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri/pabrik atau bangunan serta mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi.

Audit energi dapat dilakukan setiap saat atau sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan. Monitoring pemakaian energi secara teratur merupakan keharusan untuk mengetahui besarnya energi yang digunakan pada setiap bagian operasi selama selang waktu tertentu. Dengan demikian usaha-usaha penghematan dapat dilakukan. (Abdurachim, 2002).

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. Untuk mengukur besarnya efisiensi penghematan digunakan parameter *Benefit Cost Ratio* (BCR) yang didefinisikan sebagai : (Abdurachim, 2002).

Audit energi dibagi dalam 3 klasifikasi yaitu:

- Survei Energi (*Energy Survey or Walk Through Audit*)
- Audit Energi Awal atau Audit Energi Singkat (*Preliminary Energy Audit = PEA*)
- Audit Energi Rinci atau Energi Penuh (*Detailed Energy Audit or Full Audit*).

Survei energi merupakan jenis audit energi paling sederhana. Audit hanya dilakukan pada bagian-bagian utama atau pengguna energi terbesar. Tujuan dari

survei energi adalah : Untuk mengetahui pola penggunaan energi dan sistem yang mengkonsumsi energi serta untuk mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi (*Energi Conservasi Oppurtunity = ECO*) dan Untuk mendapatkan data yang berguna bagi audit energi awal.

Pada survei energi, data-data dapat diperoleh melalui wawancara dengan orang-orang yang berhubungan dengan penggunaan energi pada beberapa tahun terakhir yang telah tersedia. Data-data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui kecenderungan karakteristik pemakaian energi pada suatu industri, pabrik atau gedung. Hasil laporan hanya berupa rekomendasi atau usulan mengenai bagian-bagian yang perlu dilakukan audit rinci atau bagian-bagian yang telah optimal penggunaannya

Tujuan dari audit energi awal (EA) adalah untuk mengukur produktifitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi (ECO's). Kegiatan audit energi awal meliputi:

- Pengumpulan data-data pemakaian energi yang tersedia dan Mengamati kondisi peralatan, penggunaan, penggunaan energi beserta alat-alat ukur yang berhubungan dengan monitoring energi seperti:
- Memeriksa kondisi isolasi yang rusak atau hilang, Meneliti adanya kebocoran, Mengamati alat-alat ukur dan alat kendali yang tidak bekerja, Mengamati gas pembuangan pembakaran.
- Mengamati prosedur operasi dan perawatan yang biasa dilakukan dalam industri/pabrik atau gedung tersebut.
- Survei energi manajemen, yaitu untuk mengetahui kegiatan manajemen energi dan kriteria pengambilan keputusan dalam investasi penghematan energi.

Hasil PEA biasanya berupa laporan mengenai sumber-sumber kebocoran/kehilangan energi seperti adanya isolasi yang tidak sempurna, kebocoran fluida atau alat ukur pengendali yang tidak bekerja, rekomendasi perbaikan ringan yang harus dilakukan.

Audit energi rinci (DEA) adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Kegiatan ini diikuti dengan analisis rinci penggunaan energi beberapa sistem. Tujuan dari audit energi ini untuk mengevaluasi kemungkinan penghematan energi (ECO's).

Audit energi rinci biasanya dilakukan setelah PEA, meskipun sebenarnya

audit energi ini dapat dilakukan sendiri, asalkan kegiatan yang tercakup dalam PEA dilakukan pada awal kegiatan audit. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran tekanan, temperatur, laju aliran fluida atau bahan bakar dan konsumsi energi listrik. Data-data pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk menghitung besarnya konsumsi energi. Hal ini dilakukan dengan menerapkan *balans* energi pada komponen atau sistem.

Hasil DEA berupa rekomendasi perubahan-perubahan sistem atau komponen yang diperlukan dengan didasari oleh bukti-bukti perhitungan agar diperoleh penghematan energi dan penghematan biaya energi beserta cara-cara implementasinya.

## 2.7 Penghematan Energi

Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik. Peraturan tersebut mengatur tentang penghematan listrik pada Bangunan Gedung Negara yaitu bangunan untuk keperluan dinas yang menjadi barang milik Negara/Daerah dan diadakan dengan sumber pembiayaan yang berasal dari sumber dana APBN dan/atau APBD atau perolehan lainnya yang sah.

Pada peraturan tersebut juga mengatur tentang penghematan pemakaian tenaga listrik pada Bangunan Gedung Negara dan Bangunan Gedung BUMN, BUMD, dan BHMN sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 huruf a dan huruf b dilakukan melalui: a. sistem tata udara; b. sistem tata cahaya; dan c. peralatan pendukung.

a. Penghematan pemakaian tenaga listrik melalui sistem tata udara sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dilakukan dengan cara:

1. Untuk Bangunan Gedung Negara serta Bangunan Gedung BUMN, BUMD, dan BHMN, apabila menggunakan AC dilakukan dengan cara:
  - Menggunakan AC hemat energi (berteknologi inverter) dengan daya sesuai dengan besarnya ruangan;
  - menempatkan unit kompresor AC pada lokasi yang tidak terkena langsung sinar matahari;
  - mematikan AC jika ruangan tidak digunakan;
  - memasang thermometer ruangan untuk memantau suhu ruangan;

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis dan Variabel Penelitian**

Dengan dasar studi literatur yang ada yaitu yang bersumber dari penelitian sebelumnya yang sejenis, jurnal-jurnal serta buku teks penelitian ini dilakukan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksplorasi dan dengan cara konservasi energi. Yang dimaksud dengan konservasi energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau merupakan proses penghematan energi. Proses yang dilakukan meliputi perhitungan audit energi. Audit energi adalah suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan (dalam hal ini adalah hotel), dimana hasilnya akan dibandingkan dengan standar yang ada. Langkah selanjutnya adalah mencari solusi penghematan konsumsi energi jika ternyata tingkat konsumsi energi yang digunakan melebihi dari standar baku yang telah ditentukan.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jumlah pemakaian energi berdasarkan audit energi awal dan audit energi rinci. Disamping itu dilakukan juga peluang penghematan berdasarkan kondisi di lapangan. Audit energi awal akan dihitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) tiap satuan luas yang dikondisikan (*net area*) sesuai pemakaian berdasarkan data historis hotel. Selanjutnya audit energi rinci akan dihitung IKE berdasarkan observasi penggunaan energi listrik secara detail.

#### **3.2 Waktu Penelitian**

Waktu penelitian ini dilakukan selama 1 bulan yaitu mulai tanggal 1 Juli 2024 sampai 31 Juli 2024 dengan mengambil tempat di Hotel @Hom Kudus by Horison

#### **3.3 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan untuk menghitung pemakaian energi di Hotel @Hom Kudus adalah *digital clamp meter*, kWh meter.

#### **3.4 Jalannya Penelitian**

Audit energi pada bangunan gedung pada intinya terdiri dari dua bagian, yaitu : audit energi awal dan audit energi rinci. Pelaksanaan audit awal dan audit rinci adalah sebagai berikut:

### 3.4.1 Audit Energi Awal

Audit energi awal meliputi beberapa kegiatan, yaitu: Pengumpulan data energi bangunan dengan data-data historis yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran.

Audit energi awal memerlukan data-data yang diperlukan, antara lain:

a. Dokumentasi bangunan

Dokumentasi ini meliputi:

1. Denah bangunan seluruh lantai
  2. Denah instalasi pencahayaan
  3. Diagram garis tunggal listrik, diagram ini dilengkapi dengan penjelasan penggunaan daya listrik dan besarnya sambungan daya yang berasal dari PLN. Selain itu juga besarnya daya listrik cadangan dari Diesel Generating Set (Genset).
- b. Pembayaran rekening listrik setiap bulan bangunan hotel selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (bbm).
- c. Tingkat hunian bangunan (*occupancy rate*). Hal ini bertujuan untuk menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) hotel.

Dengan berdasar data bangunan dan data energi yang telah disebutkan, maka dapat dihitung:

- a. Rincian luas bangunan serta luas total bangunan (m<sup>2</sup>).
- b. Total daya listrik yang dibutuhkan
- c. Daya listrik yang terpasang per m<sup>2</sup> luas lantai untuk keseluruhan bangunan.
- d. Intensitas Konsumsi Energi bangunan
- e. Biaya pemakaian energi bangunan

Untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem(bangunan) maka istilah yang digunakan adalah Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik. Dalam hal ini energi yang dimaksudkan adalah energi listrik. Pada hakekatnya IKE ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu tahun) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m<sup>2</sup> per tahun. Pemakaian IKE ini telah ditetapkan di berbagai negara antara lain ASEAN dan APEC.

Tahun 1987 dengan laporan yang diterbitkan pada tahun 1992 sebuah penelitian dilakukan oleh ASEAN-USAID, , target besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik untuk Indonesia adalah sebagai berikut : (Direktorat Pengembangan Energi)

- a. IKE untuk perkantoran (komersil) : 240 kWh/m<sup>2</sup> per tahun
- b. IKE untuk pusat belanja : 330 kWh/ m<sup>2</sup> per tahun
- c. IKE untuk hotel / apartemen : 300 kWh/ m<sup>2</sup> per tahun
- d. IKE untuk rumah sakit : 380 kWh/ m<sup>2</sup> per tahun

Untuk menghitung IKE listrik pada bangunan gedung, beberapa istilah yang digunakan antara lain :

- a. IKE listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung.
- b. Luas kotor (*gross*) = Luas total gedung yang dikondisikan (ber-AC) ditambah dengan luas gedung yang tidak dikondisikan.
- c. IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (*net*).
- d. IKE listrik per satuan luas ruang dari gedung yang disewakan (*net product*).

Istilah-istilah tersebut digunakan sebagai alat pembanding besarnya IKE antara suatu luasan dalam bangunan terhadap luasan lain. Besarnya target IKE tersebut merupakan nilai IKE listrik per satuan luas bangunan gedung yang dikondisikan (*net*).

#### 3.4.2 Audit Energi Rinci

Jika nilai IKE bangunan lebih besar dari target nilai IKE standar maka audit energi rinci dilakukan. Tim Hemat Energi (THE) yang dibentuk oleh pemilik/pengelola bangunan gedung akan memberi rekomendasi. Rekomendasi yang diberikan akan dilaksanakan sampai diperolehnya nilai IKE sama atau lebih kecil dari target nilai IKE standar perhotelan di Indonesia. Hal ini selalu diupayakan agar dipertahankan atau diusahakan lebih rendah dimasa mendatang. Kegiatan audit energi rinci ini meliputi:

1. Penelitian dan pengukuran konsumsi energi
  - a. Penelitian energi
    - 1) Pelaksanaan audit energi rinci dilakukan jika audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih dari nilai standar yang ditentukan.
    - 2) Dengan melakukan audit energi rinci dapat diketahui profil penggunaan energi pada bangunan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui peralatan penggunaan energi apa saja yang pemakaiannya dinilai cukup besar.

3) Tabel 3.1 menunjukkan contoh profil penggunaan energi pada bangunan hasil penelitian yang dilakukan oleh pemerintah untuk peralatan kantor. Sedangkan Tabel 3.2 menunjukkan profil untuk hotel/apartemen dan untuk rumah sakit ditunjukkan Tabel 3.3.

4) Pengumpulan dan penelitian sejumlah masukan yang dapat mempengaruhi besarnya kebutuhan energi bangunan adalah kegiatan yang dilakukan dalam penelitian energi. Hasil penelitian dan pengukuran energi dibuat profil penggunaan energi bangunan.

**Tabel 3.1 Profil penggunaan energi untuk peralatan kantor**

Jenis Peralatan	Penggunaan Energi (%)
Air conditioning	66
Pencahayaan	17.4
Lift	3.0
Pompa air	4.9
Lain-lain	8.7
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

**Tabel 3.2 Profil penggunaan energi untuk peralatan hotel/apartement**

Jenis Peralatan	Penggunaan Energi (%)
Air conditioning	48.50
Pencahayaan	16.97
Lift	8.05
Cleaning and laundry	5.32
Utilitas	18.67
Lain-lain	2.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

b. Pengukuran energi

Pengukuran yang dilakukan adalah dengan mengukur pemakaian energi tiap unit peralatan yang bekerja di Hotel@Hom Kudus.

2. Mengenali kemungkinan Peluang Hemat Energi (PHE)

Tindak lanjut dari hasil pengukuran adalah dengan perhitungan besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan penyusunan profil penggunaan energi bangunan. Dilakukan perbandingan besarnya IKE hasil perhitungan dengan IKE standar atau target IKE. Kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan apabila hasilnya ternyata sama atau kurang dari target IKE, atau bila diteruskan dengan harapan dapat diperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Jika yang terjadi adalah kebalikannya, yaitu hasilnya lebih besar dari target IKE berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci berikutnya dengan tujuan memperoleh penghematan energi.

3. Analisis Peluang Hemat Energi (PHE)

Apabila peluang hemat energi ini telah dikenali sebelumnya, maka perlu ditindaklanjuti dengan analisis peluang hemat energi. Yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan.

Penghematan energi pada bangunan gedung tidak dapat diperoleh begitu saja dengan cara mengurangi kenyamanan penghuni ataupun produktivitas di lingkungan kerja. Analisis peluang hemat energi dilakukan dengan usaha-usaha:

- a. Mengurangi sekecil mungkin pemakaian energi (mengurangi kW dan jam operasi)
- b. Memperbaiki kinerja peralatan
- c. Penggunaan sumber energi yang murah.

#### 4. Laporan dan rekomendasi

##### a. Laporan

Laporan audit energi terdiri dari bagian-bagian berikut :

- 1) Ringkasan Ringkasan ini berisi tentang : a) Uraian pekerjaan yang dilakukan b) Langkah-langkah yang direkomendasikan yang telah diteliti dengan baik dari segi teknis maupun ekonomis. c) Langkah-langkah yang kelihatan menguntungkan tetapi perlu penelitian lebih lanjut. d) Rencana-rencana implementasi yang direkomendasikan
- 2) Latar belakang. Bagian-bagian ini merupakan faktor penting yang terkait dengan audit energi yang dikerjakan dan direkomendasikan yang akan diterapkan.
- 3) Manajemen energi. Manajemen energi Pandangan umum tentang energi kaitannya dengan kegiatan manajemen dan tingkat kesadaran tentang energi
- 4) Pelaksanaan audit energi Mengindikasikan catatan-catatan penggunaan energi apa saja yang ada dan bagaimana kinerja peralatan energi di bangunan dipantau.
- 5) Pemanfaatan energi Mencakup performansi penggunaan energi neraca energi dan biaya energi.

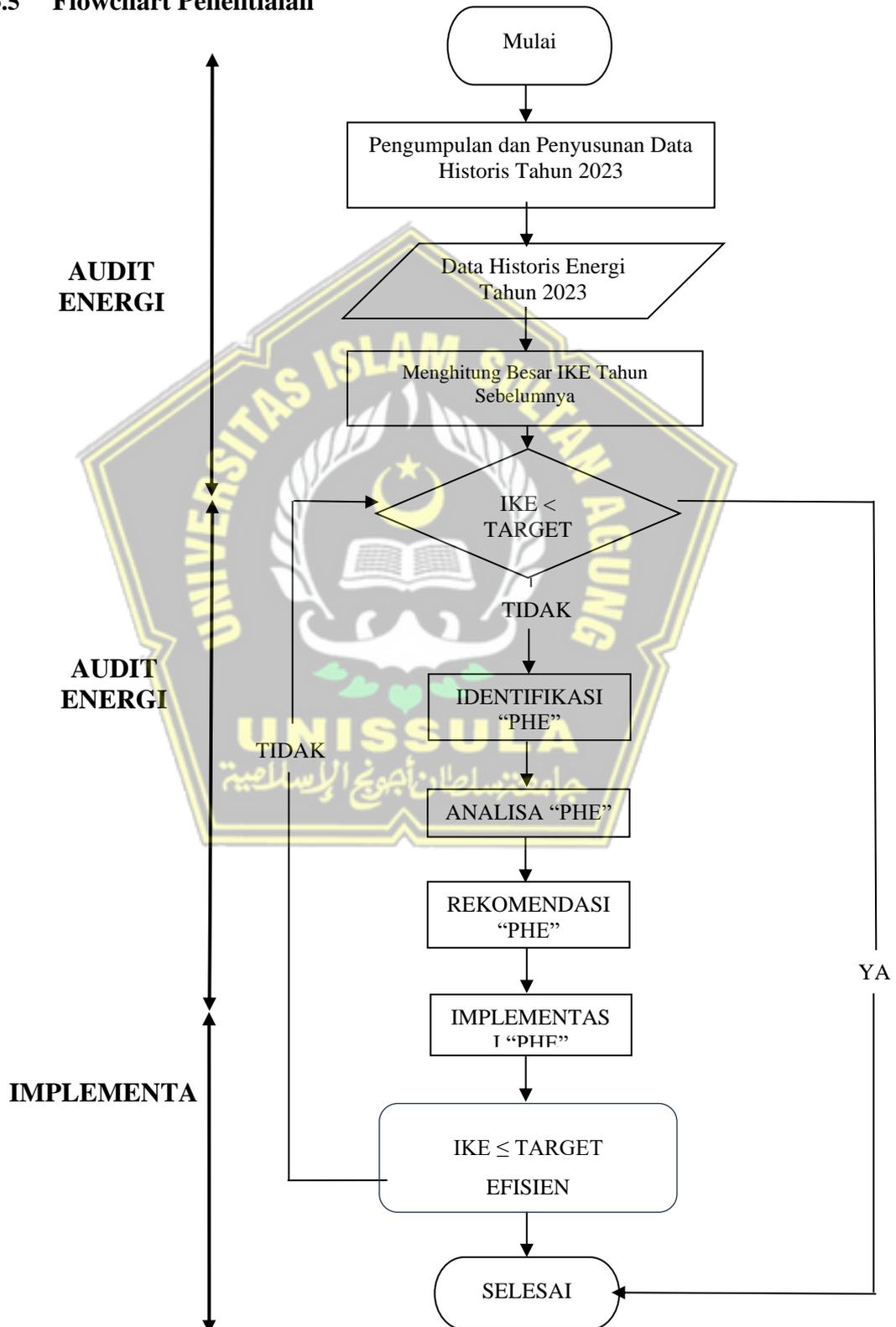
##### b. Rekomendasi

Rekomendasi yang akan diajukan mencakup masalah-masalah sebagai berikut : (Direktorat Pengembangan Energi)

- 1) Manajemen energi. Yaitu di dalamnya termasuk : a) Program manajemen yang telah diperbaiki. b) Implementasi audit energi yang lebih baik. c) Cara meningkatkan kesadaran penghematan energi.
- 2) Pemanfaatan energi. Yaitu di dalamnya terdapat : a) Langkah-langkah perbaikan efisiensi penggunaan energi tanpa biaya, misalnya merubah

prosedur pengoperasian. b) Langkah-langkah perbaikan dengan biaya yang rendah. c) Langkah-langkah dengan investasi kecil. d) Langkah-langkah dengan investasi besar.

### 3.5 Flowchart Peneltiaian



## BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISA

### 4.1 Audit Energi Awal

Nilai IKE pada Hotel@Hom Kudus akan dicari terlebih dahulu dalam perhitungan audit energi awal. Data historis energi (data yang diperoleh tanpa hasil pengukuran) serta data- data bangunan yang telah tersedia luasan area kotor serta luasan area hotel yang dikondisikan dimanfaatkan untuk keperluan ini. siklus pemanfaatan energi yang terjadi pada Hotel @Hom Kudus akan ditampilkan dalam analisisnya.

Untuk keperluan penelitian ini, akan dianalisis juga apakah IKE pada Hotel @Hom Kudus telah sesuai dengan target atau standar IKE untuk perhotelan di Indonesia. Langkah selanjutnya adalah audit energi rinci akan dilaksanakan apabila IKE standar dicapai.

Luas tanah tempat usaha bangunan hotel total sebesar 3459,91 m<sup>2</sup> dengan komposisi luas bangunan Hotel @Hom Kudus diperlihatkan pada Tabel 4. 1. Denah gedung secara detail bisa dilihat di lampiran.

**Tabel 4.1 Komposisi bangunan Hotel@Hom Kudus**

No	Area	Brutto	Net	Keterangan
		Area (m <sup>2</sup> )	Area(conditional) (m <sup>2</sup> )	
1	Lantai Dasar	494,13	494,13	Non room
2	Lantai Satu	494,13	494,13	Non room
3	Lantai Dua	494,13	494,13	Non room
4	Lantai Tiga	494,13	494,13	Room
5	Lantai Empat	494,13	494,13	Room
6	Lantai Lima	494,13	494,13	Room
7	Lantai Enam	494,13	494,13	Room
8	Lantai Tujuh	494,13	494,13	Room
		<b>3.459,91</b>	<b>3.459,91</b>	

**Tabel 4.2 Luas Kamar Hotel@Hom Kudus**

1	Suite Room	20 m <sup>2</sup>	room
2	Deluxe Room	12 m <sup>2</sup>	room
3	Superior Room	10 m <sup>2</sup>	room

Energi yang dimanfaatkan oleh Hotel @Hom Kudus antara lain: listrik, solar, dan air. Dalam rangka kebutuhan energi ini mekanisme yang dipakai untuk pengadaannya digunakan sumber energi listrik yang disuply dari PLN dengan golongan tarif menengah. Adapun pendistribusian energi listrik pada Hotel @Hom Kudus adalah sebagai berikut : Suplai listrik dari PLN yang merupakan listrik tegangan tinggi diturunkan menjadi tegangan menengah melalui trafo penurun tegangan (*step down trafo*) dan masuk ke MVMDB (*Medium Volt Main Distribution Bar*).

Setelah dari MVMDB kemudian tegangan diturunkan lagi dengan trafo penurun tegangan dan trafo ini berjenis tiga fase lalu diteruskan ke LVMDB (*Low Volt Main Distribution Bar*) dan setelah dari LVMDB energi listrik sudah menjadi tegangan rendah dan siap didistribusikan ke bar-bar/panel di tiap-tiap unit pada Hotel @Hom Kudus.

Kebutuhan energi listrik pada Hotel @Hom Kudus selain menggunakan sumber PLN juga menggunakan satu generator set (*genset*) yang memiliki kapasitas 350 KVA, dan berjenis 3 fasa dan satu netral. Pemanfaatan genset ini digunakan hanya dalam keadaan darurat yaitu jika terjadi gangguan dari PLN atau pada saat sumber listrik PLN padam. Prinsip pengoperasian antara genset dengan suplai listrik dari PLN dilakukan secara otomatis (*automatical switcher*). Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut jika arus listrik dari PLN yang masuk ke MVMDB lebih kecil atau tidak ada, maka dengan segera genset akan beroperasi. Kebalikannya jika ada aliran arus listrik dari PLN, maka genset akan mati. Namun untuk tujuan dan pada kondisi tertentu pengoperasiannya dapat dilakukan secara manual.

Hotel melakukan pembelian solar secara berkala untuk pengadaannya karena pada setiap pembelian selalu dialokasikan untuk rentang waktu yang cukup lama dalam penggunaan.

Tabel 4.2 menunjukkan data-data konsumsi energi serta alokasinya di Hotel @Hom Kudus selama satu tahun : (periode bulan Januari - Desember 2023).

**Tabel 4.3 Konsumsi energi listrik Hotel@Hom Kudus**

Bulan	WBP	LWBP	Kwh total	Energy Cost
Jan-23	7.384	38.964	46.348	Rp 51.830.431,20
Feb-23	6.400	38.892	45.292	Rp 50.227.043,76
Mar-23	7.340	40.960	48.300	Rp 53.829.486,60
Apr-23	6.828	36.348	43.176	Rp 48.256.990,60
May-23	7.940	46.152	54.092	Rp 60.139.458,36
Jun-23	8.208	46.192	54.400	Rp 60.597.273,12
Jul-23	8.452	47.824	56.276	Rp 62.666.761,56
Aug-23	8.604	43.732	52.336	Rp 58.664.507,64
Sep-23	8.696	47.240	55.936	Rp 62.440.961,52
Oct-23	9.216	48.660	57.876	Rp 64.719.677,52
Nov-23	8.836	50.148	58.984	Rp 65.670.523,56
Dec-23	8.724	50.784	59.508	Rp 66.155.268,60
<b>TOTAL</b>	<b>96.628</b>	<b>535.896</b>	<b>632.524</b>	<b>Rp 705.198.383,64</b>

Tingkat hunian di Hotel @Hom Kudus dengan hotel yang lain cukup bervariasi. Namun dari data yang ada dapat ditarik garis besar bahwa tingkat hunian di hotel sangat dipengaruhi oleh agenda-agenda baik itu yang ada di hotel maupun agenda hari libur pekanan maupun libur besar yang ada seperti hari raya, tahun baru atau liburan sekolah. Tabel 4.4 menunjukkan tingkat okupansi hotel @Hom Kudus.

**Tabel 4.4 Tingkat hunian *occupancy* hotel @Hom Kudus**

<b>Bulan</b>	<b>Occupancy Room Rate</b>
Jan-23	73%
Feb-23	82%
Mar-23	73%
Apr-23	61%
May-23	80%
Jun-23	80%
Jul-23	78%
Aug-23	80%
Sep-23	83%
Oct-23	80%
Nov-23	86%
Dec-23	84%
<b>Rata-Rata</b>	<b>78%</b>

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 4.2 sampai pada Tabel 4.4, bisa dihitung tingkat konsumsi energi pada masing-masing jenis energi yang terpakai oleh hotel. Perincian data tersebut dapat dijelaskan seperti berikut

Dengan menggunakan data dari Tabel 4.2 langsung dapat dihitung jumlah kWh total yang dikonsumsi hotel selama tahun 2023 dan juga jumlah total biaya yang harus dibayar untuk pengadaan energi listrik pada periode tersebut. Total *cost listrik yang harus terbayar* Rp 705.198.383,64

Menghitung IKE

Berdasarkan data konsumsi energi dan data luasan bangunan serta tingkat *occupancy rate* di hotel, maka dapat dihitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Hotel @Hom Kudus selama satu tahun dengan periode bulan Januari s/d Desember 2023. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$IKE = \frac{kWH \text{ total}}{(Occ \text{ Rate} \times Area \text{ Room}) + (Area \text{ non Room})}$$

$$IKE = \frac{632,524}{0,78 \times 3459,91}$$

$$IKE = 234,379 \frac{kWH}{m^2} \text{ per tahun}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diperoleh besarnya IKE listrik mula-mula per satuan luas adalah 234,379 kWh / m<sup>2</sup> per tahun. Sedangkan target IKE per satuan luas yang dikondisikan untuk perhotelan adalah 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun. Maka IKE Hotel @Hom Kudus lebih kecil dan atau masih di bawah target IKE.

#### 4.2 Audit Energi Rinci

Berdasarkan hasil perhitungan data historis hotel dapat dilihat bahwa penyumbang terbesar dalam hal jumlah energi yang dikonsumsi dan berimbas pada besarnya biaya pengeluaran adalah energi listrik. Disamping itu, berdasarkan analisis audit energi awal, juga diperoleh harga IKE (Intensitas Konsumsi Energi) cukup rendah bahkan dibawah target IKE untuk perhotelan di Indonesia yaitu sebesar 234,379 kWh / m<sup>2</sup> per tahun dari 300 kWh/m<sup>2</sup> year. Oleh karena itu pada bagian ini akan diukur berapa besar konsumsi energi listrik sesungguhnya dan diharapkan dari pengukuran ini dapat mendekati proses yang sebenarnya (mendekati sistem) serta menghitung besar IKE listrik.

Pengecekan serta penghitungan nilai konsumsi listrik (energi listrik) yang sesungguhnya digunakan data arus yang diukur pada masing-masing sub panel. Untuk mengukur arus digunakan peralatan seperti tang ampere baik itu digital maupun analog dan pencatat waktu yaitu jam.

Jika hasil dari penghitungan IKE listrik berdasarkan data arus dan kWh meter terukur pada Hotel @Hom Kudus nantinya masih lebih besar dari target IKE listrik, maka akan dilakukan usaha-usaha untuk penghematan energi yang diharapkan akan menurunkan harga IKE listrik pada Hotel @Hom Kudus. Dan usaha-usaha penghematan yang akan dilakukan nantinya akan lebih difokuskan pada peralatan yang menggunakan energi listrik yang sangat besar. Hal ini dimaksudkan agar usaha-usaha yang dilakukan untuk penghematan energi akan sangat berarti (signifikan) dan tentunya akan berimplikasi pada penghematan anggaran pengeluaran.

Perhitungan energi listrik dilakukan dengan menggunakan data berdasarkan pada nilai terukur yang terbaca pada kWh meter di tiap-tiap unit yang terletak pada ruang kontrol panel (*control panel room*) dan melakukan pengukuran langsung menggunakan *digital clamp meter* di Hotel @Hom Kudus. Dalam melakukan pengukuran arus dengan menggunakan *digital clamp meter*, mengalami kesulitan

dalam pengukuran besarnya arus, yang dilakukan pada kWh meter di ruang kontrol panel. Kesulitan itu disebabkan karena celah kawat antar fasa pada tiap unit terlalu kecil. sehingga mempersulit dalam pengukuran arus dengan tang amper

Peralatan-peralatan yang disediakan adalah jam tangan dan *Digital Clamp Meter* yang berfungsi untuk mengukur arus, sedangkan untuk kWh cukup dengan melakukan pengamatan langsung. Tabel 4.5 menunjukkan penggunaan kWh meter hotel @Hom Kudus.

**Tabel 4.5 Pengukuran kWh meter hotel@Hom Kudus**

Tanggal	WBP	LWBP	KWH
01-Dec	2212,55	10640,23	12852,78
02-Dec	2213,1	10643,09	12856,19
03-Dec	2213,6	10647,54	12861,14
04-Dec	2214,29	10651,95	12866,24
05-Dec	2214,89	10655,57	12870,46
06-Dec	2215,06	10659,81	12874,87
07-Dec	2215,79	10664,45	12880,24
08-Dec	2216,38	10667,74	12884,12
09-Dec	2217,16	10671,21	12888,37
<b>Rata-rata perhari</b>			12884,8067

Berdasarkan atas data kWh meter tersebut apabila diambil nilai rata-rata perhari, maka akan didapatkan nilai sebesar 12.884,80 kWh/hari . nilai kWh ini berada pada bulan Desember 2023 dengan tingkat hunian (*occupancy rate*) 73 % sehingga untuk satu bulan ini kWhnya adalah

$$\begin{aligned}
 &= 12.884,80 \text{ kWh} \times 31 \text{ hari} \\
 &= 399.428,7 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Konsumsi energi listrik per bulan @Hom Kudus

Bulan	OccupancyRate (%)	KWH
Jan-23	73%	399.428,97
Feb-23	82%	355.589,20
Mar-23	73%	448.673,638
Apr-23	61%	478.005,161
Mei-23	80%	399.428,97
Jun-23	80%	409.670,738
Jul-23	78%	389.443,246
Agust-23	80%	384.991,778
Sep-23	83%	414.407,556
Okt-23	80%	371.561,833
Nop-23	86%	408.939,184
Des-23	84%	459.616,897
	Total :	4.920.305,7

Adapun untuk penghitungan Intensitas Konsumsi Energi di tiap kamar rinciannya sebagai berikut :

#### Untuk Tipe Kamar Suite :

Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$IKE = \frac{kWH \text{ total}}{(Occ \text{ Rate} \times Area \text{ Room}) + (Area \text{ non Room})}$$

(Lampiran 6)

(Tabel 4.2)

$$IKE = \frac{5,828 \text{ Kwh}}{0,78 \times 20 \text{ m}^2}$$

$$IKE = 0,373 \text{ Kwh/m}^2$$

#### Untuk Tipe Kamar Deluxe :

Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$IKE = \frac{kWH \text{ total}}{(Occ \text{ Rate} \times Area \text{ Room}) + (Area \text{ non Room})}$$

(Lampiran 7)

(Tabel 4.2)

$$IKE = \frac{4,043 \text{ Kwh}}{0,78 \times 12 \text{ m}^2}$$

$$IKE = 0,431 \text{ Kwh/m}^2$$

### Untuk Tipe Kamar Superior :

Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$IKE = \frac{kWH \text{ total}}{(Occ \text{ Rate} \times Area \text{ Room}) + (Area \text{ non Room})} \quad \begin{array}{l} \text{(Lampiran 8)} \\ \text{(Tabel 4.2)} \end{array}$$

$$IKE = \frac{2,693 \text{ Kwh}}{0,78 \times 10 \text{ m}^2}$$

$$IKE = 0,345 \text{ Kwh/m}^2$$

Berdasarkan perhitungan nilai IKE per room dengan beberapa tipe kamar (superior, deluxe, suite), didapat bahwa nilai IKE per room berbeda karena nilai yang didapat dari KWH per room berbeda tergantung dari equipment peralatan listrik yang dipakai dan occupancy kamar yang terjual. Untuk total nilai IKE yang didapat. Dijelaskan dalam *Tabel 4.7*.

**Tabel 4.7 Total nilai IKE room @Hom Kudus**

Tipe Ruang	Jumlah Ruang	KWH	Occupancy Rate/ Tahun	IKE	Total IKE (Jumlah Ruang × IKE)
Superior	78	2,693	0,78 %	0,345 Kwh/m <sup>2</sup>	26,91 Kwh/m <sup>2</sup>
Deluxe	8	4,043	0,78 %	0,431 Kwh/m	3,448 Kwh/m <sup>2</sup>
Suite	1	5,828	0,78 %	0,373 Kwh/m <sup>2</sup>	0,373 Kwh/m <sup>2</sup>
<b>Total Keseluruhan Nilai IKE</b>					<b>30,731 Kwh/m<sup>2</sup></b>

Profil penggunaan energi tiap unit dapat dikelompokkan menjadi beberapa unit yaitu:

- a. Unit tenaga
  - a. AC (*Air Condicioner*) yang meliputi *Chiller*, *AHU*, *FCU*, *AC Split*.
  - b. Motor-motor listrik : *Pompa - pompa*, *Lift*, *Mesin Loudry*
  - c. Sistem Pendingin yang lain yang meliputi: *Ice machine*, *Refree 2 pintu*, *Under counter 3 pintu*, dll
- b. Unit penerangan
  - a. Public Area : Penerangan Parkir, lampu taman, lampu-lampu di lantai dasar,

lantai 1 dan lantai 2, penerangan di ruang-ruang meeting seperti ruang meeting grandmuria.

- b. Guest Room yang terdiri dari Lantai 2 sampai dengan lantai 6
- c. Meeting Room : R. Grandmuria, R. Muria 123, R. Gula Tumbu

Terdapat perbedaan nilai yang cukup jauh, hal ini dimungkinkan karena beberapa hal:

- a. Dalam audit rinci ini, angka kWh energi listrik yang didapat merupakan hasil pendekatan.
- b. Dalam perhitungan yang dilakukan mengabaikan faktor hari-hari biasa (senin-jumat), hari libur biasa (sabtu-minggu) maupun hari libur nasional. Dalam perhitungan di atas diasumsikan kondisi tiap hari adalah sama.
- c. Dalam proses di atas, karakteristik pelaku pemakaian energi dari penghuni hotel diabaikan, dalam artian dengan tingkat *occupancy rate* yang sama belum tentu jumlah energi yang dikeluarkan atau dikonsumsi juga sama. Hal ini pasti berbeda karena faktor karakteristik kebutuhan masing-masing penghuni berbeda.
- d. Dalam melakukan pendekatan nilai, faktor adanya *event* atau tidak yang diadakan secara khusus maupun perayaan yang secara umum dilakukan oleh hotel diabaikan, sehingga ketika data ini diambil bertepatan dengan adanya *event*, maka nilai *final* hasil pendekatan juga mengasumsikan selalu ada *event*.

#### 4.3 Peluang Hemat Energi

Hal – hal yang perlu dilakukan untuk agar bisa melakukan peluang hemat energi.

- Prioritaskan pemeliharaan rutin dan kalibrasi alat sebagai langkah pertama. Ini akan memastikan bahwa peralatan berfungsi pada efisiensi optimal, mengurangi kerusakan, dan memperpanjang umur peralatan.
- Buat jadwal pemeliharaan berkala dan kalibrasi untuk semua peralatan.

Pertimbangkan juga untuk menggunakan sistem manajemen pemeliharaan berbasis komputer (CMMS) untuk melacak dan mengelola jadwal pemeliharaan.

- Berikan pelatihan kepada staf teknis mengenai prosedur pemeliharaan dan kalibrasi yang tepat. Hal ini akan meningkatkan keterampilan mereka dan membantu dalam pelaksanaan pemeliharaan yang efektif.
- Pertimbangkan untuk menerapkan sistem manajemen energi yang terintegrasi, seperti ISO 50001, yang dapat membantu dalam pengelolaan energi secara sistematis dan berkelanjutan.
- Buat sistem pelaporan dan monitoring untuk memantau konsumsi energi dan keberhasilan dari sistem manajemen energi yang diterapkan.
- Kembangkan program pelatihan yang terstruktur untuk meningkatkan kesadaran pegawai mengenai efisiensi energi dan praktik pengelolaan energi yang baik.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) berdasarkan audit energi awal pada hotel @Hom Kudus yang paling besar adalah untuk konsumsi energi listrik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai IKE masih dibawah standar perhotelan Indonesia yaitu sebesar 300 kWh / m<sup>2</sup> tahun,. Untuk hotel @Hom Kudus berdasarkan hasil audit energi awal, IKE energi listriknya adalah sebesar 234,379 kWh / m<sup>2</sup> per tahun.
2. Dengan memperhatikan perolehan hasil audit energi. IKE berdasarkan audit energi rinci merupakan metode pendekatan. Hasil perhitungan ini diperoleh dengan mengabaikan ada tidaknya event-event besar sehingga IKE lebih besar.

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan penggunaan data-data beberapa tahun sebelumnya agar dapat mengetahui nilai estimasi, nilai real, dan nilai setelah manajemen energi. Hal ini dimaksudkan agar pada tahun berikutnya dapat diprediksi nilai kemungkinan penghematan energi menggunakan metode pendekatan berdasarkan tahun sebelumnya
2. Unit tenaga yang juga perlu dilaksanakan audit berikutnya adalah seperti lokasi di SDP seperti di ruang mesin pompa-pompa termasuk penghematan pompa chiller. Ini bertujuan untuk mendapatkan nilai IKE listrik yang lebih kecil atau setidaknya mendekati bahkan kurang dari standart nilai IKE listrik untuk perhotelan.

## DAFTAR PUSTAKA

Malik, A. (2013) 'Audit Energi Pada Gedung IV Kantor PT PLN (PERSERO) Wilayah Kalimantan Barat', *Jurnal ELKHA*, 5(2).

Rengganis, C. P. and Budihardjo (2009) *Audit energi pada gedung perkantoran di Jakarta Selatan*. Universitas Indonesia.

Rianto, A. (2007) *Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel Santika Premiere Semarang*. Universitas Negeri Semarang.

Abdurarachim. Halim, Pasek, Darmawan Ari, dan Sulaiman, TA. 2002. *Audit Energi, Modul 2, Energi Conservation Efficiency And Cost Saving Course*, Bandung: PT. Fiqry Jaya Mandiri.

Arismunandar, Wiranto. 1991. *Peyegaran Udara*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Badan Koordinasi Energi Nasional. 1983. *Buku Pedoman Tentang Cara-Cara Melaksanakan Konservasi Energi dan Pengawasannya*. Jakarta:

Charles, M. Gottaschalk. 1996. *Industrial Energy Conservation*. Ltd.England: John Wiley&Sons Inc.

Direktorat Pengembangan Energi. *Petunjuk teknis konservasi energi; Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi. Direktorat Jendral Pengembangan Energi.

Iskandar, Norman, TA. 2004. *Audit Energi di Hotel Grand Candi Semarang*. Semarang:

Kanginan, Marthen. 1999. Fisika untuk Universitas. Jakarta: Erlangga

Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia – [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org) didownload tanggal 21 Januari 2007 pukul 21:22 WIB.

Zuhal. 1995. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

