

# AUDIT ENERGI PADA SEBUAH HOTEL

**Didik Ariwibowo**

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Email: [ariwibowo\\_d@yahoo.com](mailto:ariwibowo_d@yahoo.com)

## ABSTRACT

*Didik Ariwibowo, in this paper explain that energy audit activities conducted through several phases, namely: the initial audit, detailed audit, analysis of energy savings opportunities, and the proposed energy savings. Total energy consumed consists of electrical energy, fuel, and materials in this case is water. Electrical energy consumption data obtained from payment of electricity accounts for a year while consumption of fuel and water obtained from the payment of material procurement. From the calculation data, IKE hotels accounted for 420.867 kWh/m<sup>2</sup>.tahun, while the IKE standards for the hotel is 300 kWh/m<sup>2</sup>.tahun. Thus, IKE hotel included categorized wasteful in energy usage. The largest energy consumption on electric energy consumption. Largest electric energy consumption is on the air conditioning (AC-air conditioning) that is equal to 71.3%, and lighting and electrical equipment at 27.28%, and hot water supply system by 4.44%. Electrical energy consumption in AC looks very big. Ministry of Energy and Mineral Resources of the statutes, the profile of energy use by air conditioning at the hotel by 48.5%. With these considerations in the AC target for audit detail as the next phase of activity. The results of a detailed audit analysis to find an air conditioning system energy savings opportunities in pumping systems. Recommendations on these savings is the integration of automation on the pumping system and fan coil units (FCU). The principle of energy conservation in the pumping system is by installing variable speed drives (VSD) pump drive motor to adjust speed according to load on the FCU. Load variations FCU provide input on the VSD pumps to match. Adaptation is predicted pump can save electricity consumption up to 65.7%.*

*Keywords: energy audit, IKE, AC*

## LATAR BELAKANG

Krisis energi pada saat ini memacu semua kalangan untuk berpikir masalah konservasi energi yaitu upaya untuk mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Banyak kegiatan-kegiatan pemborosan energi, yang tidak terpikirkan, dilakukan oleh banyak orang. Lampu dan AC ruangan menyala ketika tidak diperlukan merupakan salah satu contoh kegiatan pemborosan energi.

Gedung perkantoran, hotel, industri dan pusat-pusat perbelanjaan adalah kontrobutor pemborosan energi terbesar karena di tempat tersebut terdapat banyak sumber-sumber energi yang digunakan untuk melakukan kegiatan. Lampu penerangan, AC, heater, dan peralatan listrik lainnya sering digunakan tanpa memikirkan pemborosannya. Oleh karenanya, perlu adanya pengelolaan penggunaan energi tanpa mengurangi tingkat produktivitas atau kenyamanan di lingkungan kerja.

Manajemen salah satu hotel di kota Semarang tergerak untuk melakukan usaha-usaha efisiensi diantaranya efisiensi pada penggunaan energi. Kegiatan yang diharapkan adalah adanya audit energi yang menghasilkan suatu peluang untuk penghematan energi yang realistis yang dapat diterapkan di hotel tersebut.

## METODE AUDIT ENERGI

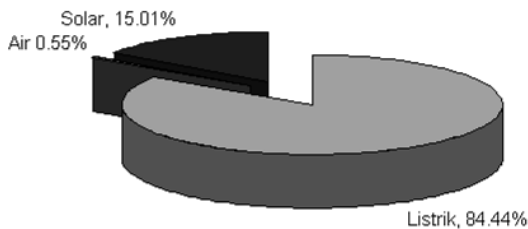
Kegiatan audit energi dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu: audit awal, audit rinci, analisa peluang penghematan energi, dan usulan penghematan energi (Gottschalk, 1996; Directorate General for Employment and Social Affairs, 2000). Metode yang digunakan untuk dapat melihat adanya peluang penghematan energi adalah dengan membandingkan intensitas konsumsi energi (IKE) dengan standar IKE untuk hotel.

Intensitas konsumsi energi dihitung dari total energi yang dikonsumsi dibagi dengan luas area. Total energi yang dikonsumsi terdiri dari energi listrik, bahan bakar, dan material yang dalam hal ini adalah air. Data konsumsi energi listrik didapatkan dari rekening pembayaran listrik selama satu tahun sedangkan konsumsi bahan bakar dan air didapatkan dari pembayaran pengadaan material. Dalam perhitungan IKE, luas area hotel dibagi kedalam dua kategori yaitu room dan non-room. Hal ini terkait dengan tingkat hunian (*occupancy rate*) ruangan yang merupakan persentase terpakainya ruangan terhadap ketersediaan ruangan. Tingkat hunian ditentukan oleh manajemen sebesar 65% untuk kamar-kamar yang disewakan (room). Sedangkan non-room, seperti cafe dan loby, selalu dihuni (ada kegiatan) setiap waktu.

## HASIL AUDIT ENERGI

### Audit Awal

Hasil audit awal memberikan data proporsi biaya energi, total luas ruangan, dan nilai IKE. Proporsi biaya energi untuk listrik, solar, dan air dapat dilihat pada Gambar 1. Total luas ruangan dengan kategori room adalah sebesar 7079 m<sup>2</sup>, sedangkan total luas ruangan kategori non-room sebesar 179 m<sup>2</sup>.



Gambar 1. Proporsi biaya energi listrik, solar, dan air

Nilai kalkulasi IKE pada hotel tersebut sebesar 420,867 kWh/m<sup>2</sup>.tahun. Standar IKE untuk hotel yang telah ditetapkan adalah sebesar 300 kWh/m<sup>2</sup>.tahun (Departemen Pertambangan dan Energi, 2000). Dengan demikian, IKE hotel termasuk dalam kategori berlebih atau boros dalam pemakaian energi, dan konsumsi energi terbesar ada pada konsumsi energi listrik, yaitu sebesar 84,44% dari total biaya energi. Data penggunaan energi listrik tersaji pada Tabel 1.

Distribusi konsumsi energi listrik tersebut memperlihatkan bahwa konsumsi energi listrik pada AC sangat besar. Penelitian yang telah dilakukan oleh pemerintah, yang diterbitkan oleh Departemen Pertambangan dan Energi (2000), memberikan hasil profil penggunaan energi oleh

AC pada hotel sebesar 48,5%. Dengan pertimbangan ini maka AC dijadikan target untuk audit rinci sebagai tahapan kegiatan berikutnya.

### Audit Rinci

Audit rinci dilaksanakan pada objek sistem pengkondisian udara atau AC. Metode pengambilan data adalah dengan cara observasi lapangan, pengukuran langsung pada objek, dan diskusi dengan personel dari bagian *engineering*. Data ditabelkan dan dibuat skema instalasinya. Di dalam sistem AC tersebut terdapat komponen-komponen antara lain: kompresor, fan coil unit (FCU), air handling unit (AHU), *chiller*, kondensor, saringan, katup ekspansi, penukar kalor rekoveri, dan pompa. Instalasi sistem AC tersebut diskemakan pada Gambar 2.

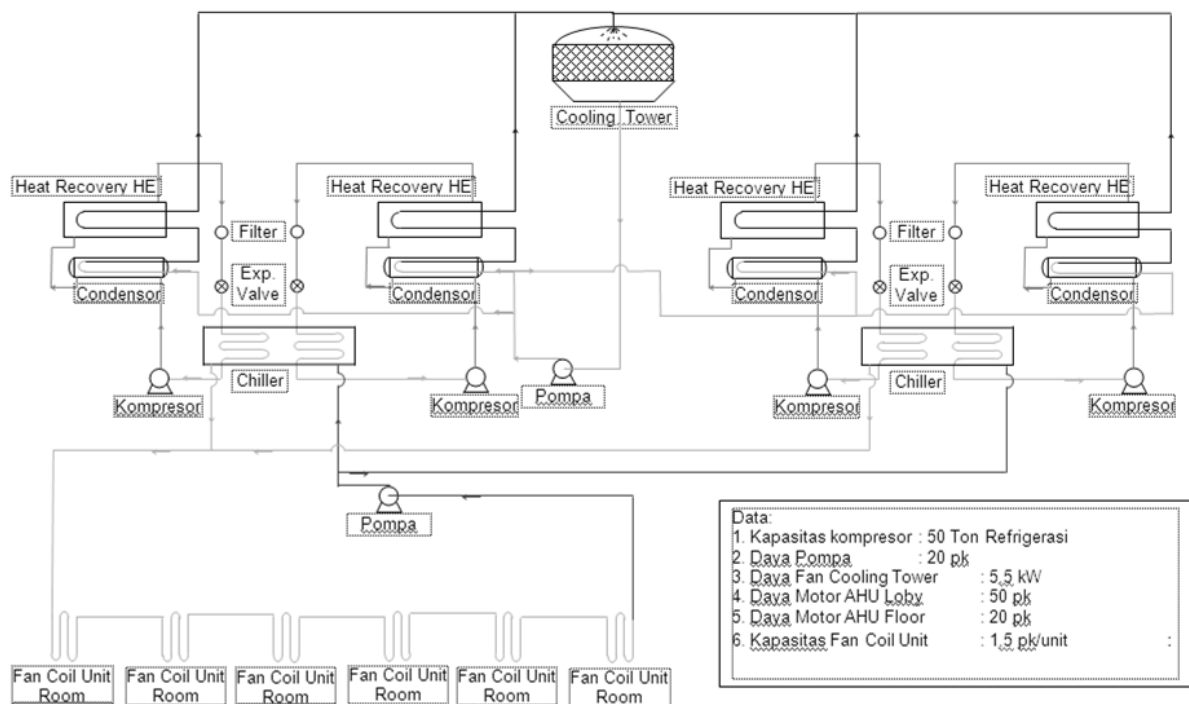
Pada kegiatan rinci, terdapat informasi tambahan pada masalah teknis diantaranya:

- Pengotoran (*fouling*) pada cooling tower (CT) mengakibatkan performa CT turun.
- Pengotoran (*fouling*) pada *shell and tube condensor* mengakibatkan performa kondensor dan sistem pendingin turun.
- Operasi pompa air dingin yang terus-menerus meskipun beban dari ruangan bervariasi.
- Operasi AHU yang terus-menerus meskipun beban dari ruangan bervariasi.
- Operasi kompresor yang relatif terus menerus meskipun beban bervariasi besar.

Keempat masalah tersebut merupakan faktor-faktor pemborosan energi. Oleh karenanya, perlu dilakukan analisis terhadap komponen tersebut.

Tabel 1. Distribusi pemakaian energi listrik

No.	Nama Alat	Kapasitas Alat	Jumlah	Total Kapasitas	Konsumsi energi kWh	%	Keterangan
<b>Sistem Pendingin</b>							
1	Kompresor Chiller	50 TR	3	150	637,159	31.89	1 TR = 12000 btu = 3.516 kWh 1 pk = 0.746 kW  Asumsi: pemakaian dalam 1 tahun = 65% x 365 hari x 24 jam = 5694 jam
2	Fan Coil Unit	1.5 pk	45	67.5	286,721	14.99	
3	AHU loby	50 pk	1	50	212,386	11.10	
4	AHU Floor	20 pk	1	20	84,954	4.44	
5	Pompa Cooling Tower	20 pk	1	20	84,954	4.44	
6	Pompa Air Chiller	20 pk	1	20	84,954	4.44	
<b>Sub-total</b>					<b>1,391,130</b>	<b>71.30</b>	
<b>Sistem Air Panas</b>							
1	Pompa	20 pk	1	20	84,954	4.44	
<b>Sub-total</b>					<b>84,954</b>	<b>4.44</b>	
<b>Lain-lain</b>							
1	Penerangan, peralatan listrik				521,916	27.28	Didapat dari konsumsi listrik terbayar sebesar 1.998.000 kWh dikurangi konsumsi untuk sistem pendingin dan sistem air panas
<b>Sub-total</b>					<b>521,916</b>	<b>27.28</b>	
<b>TOTAL</b>					<b>1,998,000</b>		



Gambar 2. Instalasi sistem pengkondisian udara

### Analisa Peluang dan Usulan Penghematan Energi

Peluang penghematan energi dapat dimunculkan dari permasalahan tersebut. Beberapa alternatif perbaikan untuk menuju kearah penghematan energi dari masalah tersebut adalah:

- Pembuatan *water softener* untuk meminimalisasi fouling.
- Mendisain operasi pompa yang adaptif terhadap variasi beban.
- Mendisain operasi AHU yang adaptif terhadap variasi beban.
- Mendisain sistem pendingin yang adaptif terhadap variasi beban.

Dari keempat alternatif perbaikan tersebut, mendisain operasi pompa yang adaptif terhadap variasi beban menjadi pembahasan dalam paper ini. Pemilihan ini didasarkan atas besarnya variasi penggunaan kamar yang disewa. Untuk menyuplai air dingin ke FCU ataupun ke AHU, pompa air terus menyala. Padahal, semua FCU tidak beroperasi secara bersamaan sepanjang tahun. Dengan occupancy rate 65% maka dapat dianggap FCU hanya beroperasi 65% dari kapasitas total dalam satu tahunnya. Ketika beban FCU berada pada beban terendahnya, pompa tetap beroperasi untuk beban maksimum FCU. Berdasarkan kondisi tersebut maka direkomendasikan untuk memasang *variable speed drive* (VSD) pada pompa atau menambahkan inverter pada motor listrik pompa. Dengan demikian kecepatan putaran pompa dapat terkendali sesuai dengan kebutuhan debit air dingin yang dialirkan ke FCU dan AHU.

Pompa mempunyai karakteristik hubungan antara laju alir volume atau debit ( $Q$ ) dengan tinggi tekan atau head ( $H$ ) dimana cairan dipindahkan. Disamping itu, pompa harus mengindahkan hukum afinity (G. G. Rajan, 2003), yaitu:

- Kapasitas pompa bervariasi secara langsung terhadap diameter impeler dan kecepatan.
- Tinggi tekan bervariasi terhadap kuadrat diameter impeler dan kecepatan.
- Daya pompa bervariasi terhadap pangkat tiga diameter impeler dan kecepatan.

Berdasarkan hukum affinity tersebut maka pola korelasi antara nilai kecepatan yang digunakan dengan nilai konsumsi daya dapat ditabelkan. Simulasi korelasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan spesifikasi pompa untuk air dingin adalah sebagai berikut:

- Daya pompa : 20 pk
- Operasi pompa : 24 jam perhari
- Kecepatan rata-rata pompa : 70% berarti konsumsi dayanya adalah 34,3%.

Tabel 2. Korelasi perubahan kecepatan dengan tingkat konsumsi daya pada pompa.

Kecepatan	Konsumsi daya
100 %	100 %
90 %	72,9 %
80 %	51,2 %
70 %	34,3 %
60 %	21,6 %

Nilai penghematan energi dikalkulasi berdasarkan spesifikasi pompa dan simulasi dari tabel 2 tersebut. Berikut ini adalah kalkulasi penghematan energi.

- a. Biaya energi pada kecepatan konstan  
Daya pompa (kW) :  $20 \text{ pk} \times 0,746$   
: 14,92 kW  
Konsumsi energi pertahun :  
 $14,92 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 365 \text{ hari} =$   
130.699,3 kWh  
Tarif listrik per kWh adalah Rp. 1774,5  
Biaya energi pertahun : Rp 1774,5/kWh x  
130.699,3 kWh = Rp. 231.925.730
- b. Biaya energi pada aplikasi VSD  
Konsumsi energi :  $34,3\% \times 130.699,3 \text{ kWh}$   
= 44.829,83 kWh  
Tarif listrik per kWh adalah Rp. 1774,5  
Biaya energi pertahun : Rp 1774,5/kWh x  
44.829,83 kWh = Rp. 79.550.525
- c. Besarnya penghematan dengan penggunaan VSD adalah  
 $130.699,3 \text{ kWh} - 44.829,83 \text{ kWh}$   
= 85.869,47 kWh.  
Atau  
Rp. 231.925.730,4 – Rp. 79.550.525,52  
= Rp. 152.375.382

Jika variable speed diaplikasikan maka nilai penghematan energi adalah sebesar 85.869,47 kWh atau Rp. 152.375.382

#### KESIMPULAN

Dari hasil analisis audit rinci terhadap sistem pengkondisian udara, peluang penghematan energi pada sistem pemompaannya ditemukan. Rekomendasi terhadap penghematan tersebut adalah integrasi otomasi pada sistem pemompaan dan *fan coil unit* (FCU). Prinsip dari penghematan

energi pada sistem pemompaan adalah dengan menginstalasi variable speed drives penggerak pompa untuk mengatur kecepatan motor sesuai dengan beban pada FCU. Variasi beban FCU memberikan input pada VSD pompa untuk menyesuaikan. Adaptasi pompa untuk variasi yang besar dari operasi FCU ini diprediksi dapat menghemat konsumsi energi listrik sampai dengan 65,7%.

#### SARAN

Dengan terinstalnya variable speed drives pada pompa sekaligus terinstal pula rangkaian elektronik beserta komponen-komponen elektronik yang menyertainya. Komponen elektronik tersebut diantaranya adalah limit switch yang berfungsi sebagai sensor pengendalian. Komponen-komponen elektronik tersebut harus mendapatkan perawatan yang baik untuk menjamin operasi pompa yang terintegrasi dengan FCU secara baik. Oleh karenanya, perawatan terjadwal harus diberlakukan pada sistem ini secara khusus dan pada sistem pengkondisian udara secara umum.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. BAKOREN, 1983. **Buku Pedoman tentang Cara-cara Melaksanakan Konservasi Energi dan Pengawasannya.**
2. Departemen Pertambangan dan Energi, 2000. **Petunjuk Teknis Konservasi Energi: Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung.**
3. Directorate General for Employment and Social Affairs, 2000. **Energy Audit Guide.**
4. Gottschalk Charles M., 1996. **Industrial Energy Conservation.** UNESCO. Published by John Wiley & Sons Ltd.
5. Rajan G.G., 2003. **Optimizing Energy Efficiencies in Industry.** McGraw Hill