

## Penghematan Energi Pada Sistim Pendingin Bangunan Hotel “The Dharmawangsa”

Wishnuwardhana JAM<sup>1</sup>, Koswara<sup>2</sup>, Nofirman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin Institut Sains Dan Teknologi Nasional Jakarta

Jln.Moh Kahfi II ,Jagakarsa Jakarta 12640

Email : <sup>1</sup>[yosalbertwisnu14@gmail.com](mailto:yosalbertwisnu14@gmail.com), <sup>2</sup>[koswara@istn.ac.id](mailto:koswara@istn.ac.id), <sup>3</sup>[nofirman@gmail.com](mailto:nofirman@gmail.com)

### Abstrak :

Pelestarian sumber daya alam , salah satunya adalah energi listrik , dimana sebagian besar dihasilkan dari sumber daya alam yang terbatas seperti : Batubara , minyak bumi dan gas alam .

Energi listrik sangatlah penting dalam industri perhotelan / pariwisata dimana peralatan pengkondisian udara (AC) merupakan peralatan yang akan banyak mengkonsumsi energi listrik ; dan umumnya sekitar 60% penggunaan energi listrik dipergunakan untuk sistem pengkondisian udara .

Tujuan penelitian ini ,melakukan analisa konsumsi energi listrik terkait dengan penghematan sistem operasional sebuah bangunan Hotel .

Audit energi adalah Teknik yang digunakan untuk menghitung besarnya konsumsi energi , disertai cara untuk mengedalikannya agar diperoleh penghematan energi .

Kegiatan yang dilakukan ,dengan cara menentukan “*Energy Efficiency Ratio*” ,dengan mengacu pada standart , yang diberlakukan di Indonesia .

Dengan melakukan penghematan energi listrik ,juga dapat bermanfaat secara ekonomi ; semakin efisiensi penggunaan energi maka semakin rendah biaya yang harus dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan listrik.

Kata Kunci : Hemat Energi, Cold storage

### Abstract :

*Conservation of natural resources, one of which is electrical energy, is mostly generated from limited natural resources such as coal, petroleum, and natural gas. Electrical energy is crucial in the natural hospitality/ tourism industry, where air conditioning (AC) equipment consumes a significant amount of electrical energy, typically accounting for around 60% of the electricity usage. The purpose of this research is to analyze the consumption of electrical energy related to the operational efficiency of a hotel building. Energy auditing is the technique used to calculate the energy consumption and determine methods to control it in order to achieve energy savings. The activity involves determining the “Energy Efficiency Ratio” based on standards applied in Indonesia. By implementing electrical energy conservation measures, there can be economic benefits as well. The more efficient the energy usage, the lower the costs incurred to meet electricity needs.*

*Keywords : Conservation Energy, Cold Storage*

### I. Pendahuluan

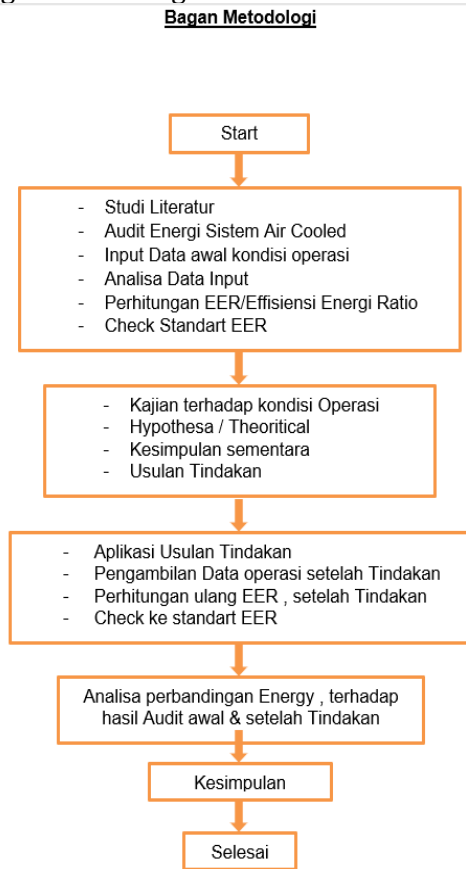
Merujuk pada data “Association of energy Engineers” 2014, pada saat “webinars sharing Knowledge” yang diadakan oleh Indonesia property managemen association; terungkap bahwa pada tabulasi proses penggunaan energi di hotels, inns, dan restaurant; cooling & ventilation serta catering, mengambil porsi terbesar pada penggunaan konsumsi energi. Maka sesuai dengan kondisi ini, titik utama/fokus penelitian ini pada peralatan pendukung operasional hotel yakni “Cold Storage”, yang merupakan bagian dari sistim

pendinginan, juga sekaligus mendukung bidang Catering/tata boga. Berdasarkan latar belakang ini, maka kondisi existing pemakaian energi pada “Cold Storage” di hotel “The Dharmawangsa”, serta bagaimana melakukan tindakan pengendalian operasional dari peralatan “Cold Storage” menjadi pokok bahasan dalam penelitian ini.

Hasil dari penelitian ini, pada akhirnya diharapkan dapat diperoleh suatu aplikasi penggunaan energi untuk “Cold Storage” beserta komponen pendukungnya, secara lebih efisien dan hemat energi.

## II. Metodologi Penelitian

### Bagan Metodologi



**Gambar 1.** Bagan Metodologi

**2.1** Pada Bab ini akan dijabarkan tahap-tahap dalam melakukan analisa sistem pengkondisian udara “Cold Storage”, sehubungan dengan penghematan energi.

Langkah kerja penelitian ini sebagaimana disampaikan pada bagan metodologi di atas ,diawali dengan studi literatur, serta pengambilan data operasional existing pada saat unit peralatan beroperasi. Dari data-data awal tersebut, maka dilakukan sebagai dasar analisa terhadap, sejauh mana pemakaian energi, terkait dengan hemat energi. Acuan sebagai dasar analisa data-data tersebut, akan menggunakan standar EER/ Energi Effisiensi Ratio yang berlaku di Indonesia (sumber : Peraturan Menteri Sumber Daya Mineral No 57 tahun 2017 ,halaman 20).

Adapun Rumus EER :

$$\text{Rumus EER} = \frac{\text{aliran udara (cfm)} \times (T_2 - T_1) \times 1,08}{\text{Daya listrik yang dikonsumsi (watt)}} \dots (1)$$

Sumber : Addenda ANSI/ASHRAE/IES, standard 90-1 .2016

EER = Output pendinginan (dalam Btu/jam); dibagi dengan daya listrik yang dikonsumsi oleh unit pendingin (dalam watt)

Dimana output pendinginan dapat dihitung dengan cara :

Output pendinginan = aliran udara (dalam Cfm)  $\times (T_1 - T_2) \times 1,08$

Dimana :

$(T_1 - T_2)$  = adalah selisih suhu udara antara suhu udara masuk dan suhu udara keluar pada evaporator ( $^{\circ}$  Fahrenheit); dan 1,08 adalah konstanta untuk mengkonversi dari Btu/jam menjadi watt.

**Tabel 1.** Data operasi “awal” unit

| Tabulasi Data operasi "awal " Unit |                   |                        |                        |
|------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|
| no                                 | Data              | Freezer                | Chiller                |
|                                    |                   | Garden Meyer           | Walking Chiller        |
| 1                                  | Indoor Unit       |                        |                        |
|                                    | Fan dimensi       | 3 x 300 mm             | 4 x 300 mm             |
|                                    | Power supply      | 1 phase ,1,5 A         | 1 phase 2 A            |
|                                    | Flow supply       | 4,3 m/s                | 3,8 m/s                |
|                                    | Flow return       | 5,2 m/s                | 4,2 m/s                |
|                                    | Avg.Temp.supply   | Min 56,3 $^{\circ}$ F  | Min 43,34 $^{\circ}$ F |
|                                    | Avg.Temp return   | Min 49,64 $^{\circ}$ F | Min 38,84 $^{\circ}$ F |
|                                    | suhu ruangan      | Min 64,4 $^{\circ}$ F  | Min 41,8 $^{\circ}$ F  |
| 2                                  | Outdoor Unit      |                        |                        |
|                                    | Amp. Compresor    | R-N : 6,5 A            | R-N : 5,7 A            |
|                                    |                   | S-N : 6,5 A            | S-N : 5,8 A            |
|                                    |                   | T-N : 6,7 A            | T-N : 5,8 A            |
|                                    | Tekanan Comp.     |                        |                        |
|                                    | High pressure     | 270 psi                | 270 psi                |
|                                    | Low pressure      | 39 psi                 | 33 psi                 |
|                                    | temp, refrigerant |                        |                        |
|                                    | High pressure     | 68 $^{\circ}$ C        | 62,5 $^{\circ}$ C      |
|                                    | Low pressure      | 5 $^{\circ}$ C         | 5,4 $^{\circ}$ C       |
| 3                                  | Daya pemakaian    |                        |                        |
|                                    | ( watt)           | 13.006,2 watt          | 10.252,3 watt          |

### 2.2 Perhitungan Energy Efficiency Ratio (EER)

Dengan menggunakan persamaan (1) , dan data pada Tabel 1, Maka diperoleh Energi Effisiensi Ratio adalah :

a. walking Chiller : 3,737

b. Freezer Garden Meyer : 3,167

2.3 Merujuk pada standar EER, diterbitkan Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral no 57 Tahun 2017 yakni :

Adapun pembagian tersebut meliputi :

| ☆                             | ☆☆                            | ☆☆☆                            | ☆☆☆☆                    |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| $8,53 \leq \text{EER} < 9,01$ | $9,01 \leq \text{EER} < 9,96$ | $9,96 \leq \text{EER} < 10,41$ | $10,41 \leq \text{EER}$ |

Sumber : Permen ESDM no 57 tahun 2017, lampiran 2, halaman 20

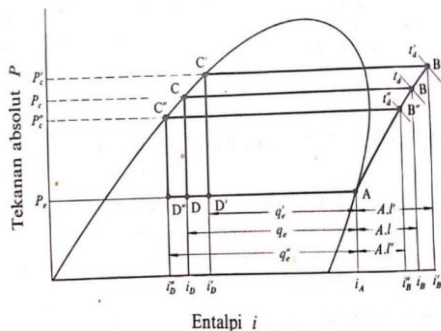
**Gambar 2.** Standar EER

Terlihat bahwa nilai “EER” pada data awal operasi jauh dibawah dari standar minimal yang ditetapkan/diberlakukan di Indonesia. Prediksi awal: rendahnya hasil pada perhitungan “EER”, disebabkan oleh tingginya arus/ampere pada unit, saat beroperasi ( persamaan 1)

$$\text{Rumus EER} = \frac{\text{aliran udara (cfm)} \times (T_2 - T_1) \times 1,08}{\text{Daya listrik yang dikonsumsi (watt)}} \dots (1)$$

2.4 Kajian Hyphothesa /teoritical Beberapa penyebab tingginya nilai Arus (Ampere) pada unit dapat disebabkan beberapa hal, antara lain :

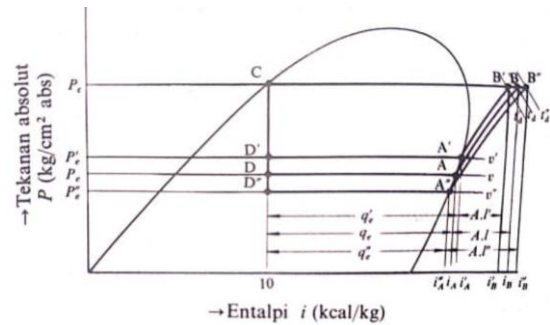
a. Perubahan temperatur pengembunan



**Gambar 3.** Perubahan temperature pengembunan

sehingga langkah kompresi, kerja kompresor menjadi lebih besar dan selanjutnya efek refrigerasi  $q_e$  menjadi lebih kecil/menurun, atau untuk mencapai efek refrigerasi yang ditentukan/di seting akan memerlukan langkah kompresi yang lebih besar, pada gilirannya akan menaikkan daya listrik unit.

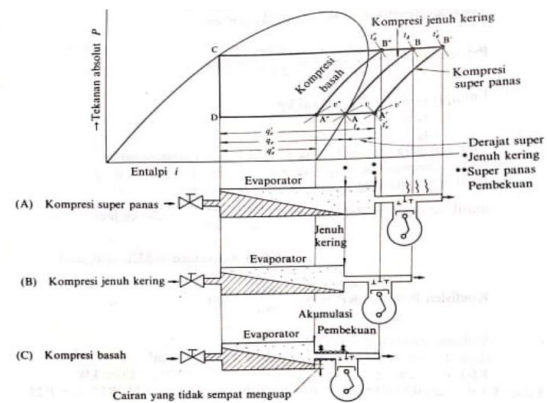
b. Perubahan Temperatur Penguapan



**Gambar 4.** Perubahan temperature penguapan

untuk kondisi nominal tertentu, siklus penguapan adalah DA, namun dikarenakan mengalami penurunan temperatur dan tekanan maka akan berubah ke kondisi D'A'; dimana efek refrigerasi menjadi berkurang, dan kerja dari kompresor menjadi meningkat.

c. Tertutupnya tube-shell Koil pada evaporator tertutup oleh kotoran /debris karena cuaca kering, dan debu cenderung melekat pada sistem tube - shell menghambat proses penguapan refrigerant. Detail proses seperti pada gambar di bawah:



**Gambar 5.** Proses tertutupnya tube-shell Koil

d. kondisi ventilasi di sekitar outdoor unit, sangat tidak memadai dengan suhu 42°C.

2.5 Usulan “Tindakan” kontigensi, agar diperoleh nilai arus yang menurun :

a. mengalirkan udara segar disekitar outdoor unit, agar diperoleh udara suhu rendah

b. membersihkan koil pada evaporator, guna memperoleh efisiensi perpindahan kalor.

### III. Aplikasi usulan "Tindakan"

3.1 Setelah dilaksanakan usulan "tindakan" maka diperoleh hasil parameter operasi :

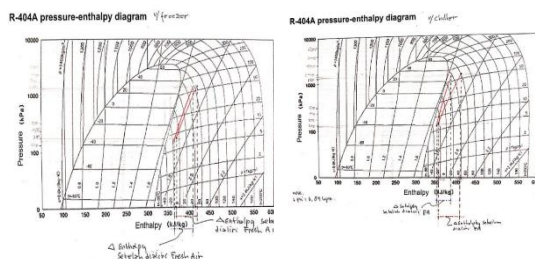
**Tabel 2. Data operasi setelah "Tindakan" Unit**

| Tabulasi Data operasi unit setelah "Tindakan " |                           |                                           |                                           |
|------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| no                                             | Data                      | Freezer<br>Garden Meyer                   | Chiller<br>Walking Chiller                |
| 1                                              | Indoor Unit               |                                           |                                           |
|                                                | Fan dimensi               | 3 x 300 mm                                | 4 x 300 mm                                |
|                                                | Power supply              | 1 phase :1,5 A                            | 1 phase: 2 A                              |
|                                                | Flow return               | 5,3 m/s                                   | 2,95 m/s                                  |
|                                                | Avg. Temp. supply         | Min 47,84°F                               | Min 42,95° F                              |
|                                                | Avg. Temp return          | Min 56,3° F                               | Min 46,94° F                              |
|                                                | suhu ruangan              | Min 19° C                                 | Min 18,5° C                               |
| 2                                              | Outdoor Unit              |                                           |                                           |
|                                                | Amp. Compresor            | R-N : 4,4 A<br>S-N : 4,4 A<br>T-N : 4,4 A | R-N : 1,1 A<br>S-N : 1,1 A<br>T-N : 1,1 A |
|                                                | Tekanan Comp.             |                                           |                                           |
|                                                | High pressure             | 260 psi                                   | 240 psi                                   |
|                                                | Low pressure              | 37 psi                                    | 26 psi                                    |
|                                                | temp. refrigerant         |                                           |                                           |
|                                                | High pressure             | 41,2°C                                    | 38°C                                      |
|                                                | Low pressure              | min16,2°C                                 | min22,2°C                                 |
| 3                                              | Daya pemakaian<br>( watt) | 9583,7 watt                               | 2880,7 watt                               |

3.2 Koreksi ulang nilai Energy Effisency Ratio/EER, dengan rujukan standar yang berlaku. Dengan menggunakan persamaan (1) dan tabel 2 maka diperoleh "EER" Unit Cold Storage Chiller : 9,092 dan Unit Cold Storage Freezer : 9,56

### IV. Perbandingan pemakaian energi: "Awal" dan setelah "Tindakan"

Dengan perolehan Data tekanan dan temperatur pada "Port" High Pressure" dan "Low Pressure" pada kompresor , untuk di "Plot" di diagram "Moolier" maka diperoleh penurunan Daya Kompresor atau "Entalphy"



**Gambar 6. Entalphy sebelum dan sesudah dialiri Fresh Air**

### V. Kesimpulan dan Saran

- Pengaliran udara segar pada ruang posisi out door, akan menaikkan nilai EER dan menurunkan daya kompresor/  $\Delta$  Enthalphy pada kompresor
- Kondisi mekanikal ventilasi ruang peletakkan Outdoor Unit akan mempengaruhi terhadap kinerja dari unit Cold Storage.
- Pada pelaksanaan program perawatan, agar senantiasa dilakukan pengecekan terhadap arus /daya listrik, guna senantiasa didapatkan penghematan listrik.
- Agar dilaksanakan perbaikan sistem Mekanikal Ventilasi untuk mendukung kinerja unit Cold storage, terkait dengan tujuan penghematan energi.

### Daftar Pustaka

- Addenda ANSI/Ashrae /IES ,standard 90-1**, Energy Standar for Building, Standing Standard Project Committee, 2016.
- Association of Energy Engineers**, Energy Bench Marking for Building, Indonesia Property Management, 2014
- Carrier Air Conditioning Company, Handbook of Air Conditioning System Design**, Mc Graw Hill Book Company, 1985.
- JA Evans -EC Hammond**, Journal, **Assessment Of Methods to reduce the Energy Consumption Of Cold Stores**, Faculty Of Engineering Science & Built Environment London South University, 2013.
- Jose Nunes-Diego Neves**, Journal **Predictive tool Of energy Performance Of Cold Storage in Agrifood**, Politechnic Institute Of Castelo Branco Potrugal, 2014.
- Ozqun Sakalli-Huzny Kerpicii**, Journal **A Study On Optimizing The Energy Consumption Of Cold Storage Cabinet**, Istanbul Technical University, 2016.

**Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral No 57 tahun 2017 Lampiran 2, kriteria penilaian rating Energi Effisiensi Ratio, Kementrian ESDM, 2017.**

**Roy, J Dossat, Principles Of Refrigeration**, Willey Topan University of Houston Texas, 1985.

**Wilbert F.Stoecker- Jerold W Jones , Refrigeration And Air Conditioning** ,Mc Graw Hill Inc ,1996.

**Wiranto Arismunandar- Heizo Saito ,Penyegaran Udara , Pradnya Paramitra,1995.**