

---

---

## STUDI ANALISA OPTIMASI PENGHEMATAN ENERGI PADA SISTEM TATA UDARA DI TERMINAL KARGO BANDARA SOEKARNO – HATTA

**Budi Yanto Husodo<sup>1</sup>, Novitri Br Sianturi<sup>2</sup>**  
<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Mercubuana, Jakarta, Indonesia  
Email: husodo2008@gmail.com

**Abstrak** - Saat ini peningkatan barang yang melalui Terminal Kargo di Bandara Soekarno – Hatta sangat pesat sehingga semakin bertambah para pengguna jasa yang akan melakukan kegiatan operasionalnya.. Namun dikarenakan adanya keterbatasan kapasitas penggunaan catu daya listrik maka hal ini membuat adanya pembatasan terhadap tenant yang akan menyewa lokasi di Terminal Kargo, untuk itu perlu adanya cara penghematan energi listrik yang dilakukan.

Penggunaan energi terbanyak adalah dari sistem tata udara dimana beberapa gedung perkantoran di Terminal Kargo bandara Soekarno – Hatta menggunakan AC Sentral yang mana peralatan ini paling banyak mengambil energi listrik. Maka penghematan energi difokuskan pada sistem tata udara (AC). Ada beberapa cara dalam penghematan energi dimana salah satunya adalah dengan penggantian refrigerant yang

sebelumnya menggunakan R-22 menjadi R-290.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk mendapatkan peluang penghematan Energi pada sistem tata udara yang di pasang di Gedung perkantoran Terminal kargo bandara Soekarno – Hatta.

Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa dengan melakukan penggantian refrigerant dapat dilakukan penghematan sebesar 29% dengan nilai biaya sekitar Rp. 134.459.316,8,-/tahunnya. Dengan penggantian ini tidak ada sistem yang diubah dan kenyamanan para pengguna jasa tetap menjadi prioritas

**Kata kunci** : penghematan energi listrik ,sistem tata udara, refrigerant

### PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam mendukung kegiatan yang berlangsung di Terminal Kargo

Bandara Soekarno - Hatta terutama penggunaan energy listrik dimana porsi pemakaiannya serta alokasi dana untuk penyediaanya adalah yang terbesar. Hal ini demi terciptanya kelancaran Operasional dan kenyamanan bagi pengguna jasa di dalam Bandara itu sendiri. Besarnya porsi pemakaian energi listrik ini dapat kita lihat dari banyaknya peralatan pendukung yang terdapat di Bandara Soekarno – Hatta seperti lampu-lampu, pompa, lift, escalator , mesin X-Ray sampai pada sistem pengkondisian udara. Usaha-usaha penghematan energi listrik telah dilaksanakan oleh pihak Pengelola dalam hal ini adalah PT.Angkasa Pura II seperti melakukan penjadwalan operasional peralatan, penggantian lampu-lampu dengan lampu hemat energi, pemasangan kapasitor bank, akan tetapi biaya operasional energi listrik masih tetap melebihi standar yang telah ditentukan. Untuk menanggulangi masalah tersebut perlu dilakukan efisiensi energi.

### **Tujuan**

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi penggunaan energi pada system udara di Terminal Kargo Bandara Soekarno –

Hatta serta mencari peluang untuk penghematan energi berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

### **Rumusan Masalah**

1. Apakah ada peluang untuk penghematan energi dan penghematan biaya pada Sistem Tata udara berdasarkan kondisi di lapangan?
2. Berapakah peluang penghematan energi dan penghematan biaya yang dapat diperoleh?

### **Batasan Masalah**

Audit rinci dan analisa untuk penghematan konsumsi energi terkait kinerja sistem tata udara yang ada di Gedung Perkantoran Terminal Kargo Bandara Soekarno – Hatta

### **Metodologi Penelitian**

1. Studi Pustaka, Dilakukan untuk mendapatkan referensi yang berkaitan dengan Audit energi sistem kelistrikan dalam mencari peluang penghematan energi.
2. Observasi Lapangan, Pengumpulan data dengan melakukan observasi langsung ke lokasi lapangan untuk mendapatkan data yang

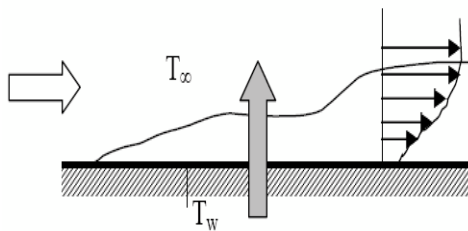
akurat terhadap objek masalah yang ada.

- Analisa, Dari hasil observasi lapangan yang dilakukan, penulis dapat menganalisa apakah sistem Tata Udara di Gedung Perkantoran Terminal Kargo sudah memenuhi standar SNI atau tidak.

## LANDASAN TEORI

Penukaran Penukaran Kalor sering dipergunakan dalam kehidupan sehari – hari dan juga di gedung dan industri. Contoh kegiatan penukaran kalor dalam kehidupan sehari –hari adalah aktifitas masak – memasak, radiator/pendingin temperatur mesin pada alat transportasi atau pendingin ruangan.

Berikut adalah bagan perpindahan kalor konveksi dari plat :



Ditinjau dari fungsinya penukar kalor adalah menukarkan/transfer energi yang dimiliki oleh media/fluida ke

media/zat atau fluida lainnya. Media/zat atau fluida yang saling ditukarkan energinya dapat merupakan media/zat atau fluida yang sama tetapi berbeda temperaturnya. Oleh sebab itu teori yang mendasari prinsip kerja maupun kinerja penukar kalor adalah teori perpindahan panas.

## Thermodinamika Udara

Secara garis besar unsur – unsur yang terkandung di udara adalah Nitrogen (78%), Oksigen (21 %), Uap air, Karbondioksida, Argon dan lain-lain (hanya 1 %). Dalam keseharian ketiga unsur nitrogen, oksigen dan uap air sering disebut sebagai udara dan dalam pengertian teknik udara di bagi dalam dua bagian yaitu udara kering dan udara lembab.

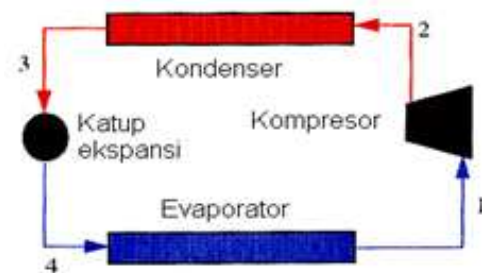
Udara kering adalah udara yang dominan terdiri dari dua unsur yaitu nitrogen dan oksigen atau udara yang tidak mengandung uap air dengan komposisi seperti table di bawah, sedangkan udara lembab adalah udara yang biasa yang mengandung ketiga unsur nitrogen, oksigen dan uap air atau udara yang mengandung uap air. Sifat – sifat utama yang perlu diketahui adalah Temperatur (T),

tekanan (P), kelembaban dan entalpi (h).

### Komponen Utama Mesin

#### Pendingin

1. Kompresor, berfungsi menghisap gas/fluida dari refrigerant yang akan ditekan dengan tekanan tinggi sehingga temperature akan naik kemudian dialirkan ke kondensor.
  2. Kondensor, berfungsi untuk melakukan melepaskan panas dari dalam menuju temperature udara luar yang lebih rendah dan mengubah fluida/media dari gas menjadi cair.
  3. Expansive Valve, berfungsi untuk menurunkan tekanan fluida yang berbentuk cair menuju tekanan rendah dengan temperature yang sama.
  4. Evaporator, berfungsi untuk melnghisap udara panas disekitar dan mengubah fluida/media cair menjadi gas dan mengalirkan kembali menuju kompresor
- Berikut ditampilkan siklus refrigerasi



**Gambar Siklus Refrigerasi**

5. Refrigeran, merupakan salah satu fluida kerja yang sangat penting dalam siklus refrigerasi yang dapat memindahkan panas.

#### Audit Energi

Audit energi yang dilakukan adalah dengan menghitung besarnya penggunaan energi listrik yang terpakai kemudian menghubungkan terhadap rekening pembayaranyang dikeluarkan. Jika audit energi awal sudah dilakukan maka selanjutnya adalah menghitung energi listrik berdasarkan kondisi actual di lapangan kemudian dilakukan perhitungan terhadap konsumsi energi dengan luas bangunan tersebut.

### METODE PENELITIAN

#### Objek kajian, Lokasi dan Waktu

Penelitian dilakukan di gedung perkantoran Terminal kargo dengan mengambil beberapa data yang

diperlukan dihitung mulai bulan Februari 2014

### **Profil Terminal Kargo Bandara Soekarno - Hatta**

Terminal kargo merupakan terminal barang dimana memiliki beberapa Regulated Agent (RA), Gudang dan gedung perkantoran serta fasilitas lainnya. Di gedung perkantoran itu yang menjadi objek penelitian terdapat 2 lantai dan lebih dari 40 ruangan bagi para pengguna jasa.

Pada panel utama di gedung tersebut digunakan MCCB dengan kapasitas 400 A dimana dengan kapasitas tersebut digunakan untuk semua peralatan pada gedung perkantoran.

### **Data**

Data yang digunakan yaitu Data Kuantitatif dimana data ini berbentuk angka-angka atau data yang dapat dihitung, seperti data perhitungan tagihan listrik tiap bulannya dalam Kwh meter, analisa jumlah AC Split Duct yang dipergunakan untuk mengetahui jumlah penggunaan energi listrik yang diperlukan, sehingga konsumsi listrik pada Gedung perkantoran yang berada di Terminal Kargo dapat diketahui

### **Metode Pengumpulan Data**

Metode yang digunakan dalam rangka pengumpulan data - data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah studi literatur yaitu dari sumber - sumber kepustakaan sebagai landasan dalam menganalisa pembahasan yang akan dibuat dalam penyusunan Penelitian.

### **Metode Analisa**

Melakukan studi literature kemudian melakukan pengumpulan data terhadap gedung yang dijadikan objek penelitian yang selanjutnya data ini akan menjadi data historis. Selanjutnya melakukan perhitungan besarnya nilai IKE dan mencari kemungkina peluang penghematan energi . Setelah itu dilakukan analisa terhadap peluang penghematan energi yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi yang akan direkomendasikan tanpa mengubah sistem, mengurangi kenyamanan para pengguna jasa maupun produktivitas di lingkungan kerja.

**ANALISA DAN EVALUASI DATA Menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik**

Untuk memenuhi kebutuhan di bidang kelistrikan, Gedung perkantoran Terminal Kargo disuplay dengan daya yang berasal dari Panel utama dengan MCCB berkapasitas 400A. Daya yang terpasang pada beban yang digunakan pada Gedung perkantoran ini yaitu kategori non essential yang adalah perangkat pendukung di Gedung perkantoran Terminal Kargo seperti *Air Conditioning* (AC), lampu, komputer, dispenser dan tv serta peralatan kerja lainnya yang menggunakan energi listrik.

Dapat dilihat perbandingan penggunaan AC dengan peralatan lainnya, dimana jumlah energi yang digunakan lebih dari 80% dari catu daya yang tersedia.

NO.	KATEGORI	JENIS BEBAN	NAMA BANGUNAN	DAYA	TOTAL KONSUMSI	Persen
				(Watt)	kWh/hari	(%)
1	Non Essential	Tata Udara (AC)	Lantai 1 & 2	179.041	2.148,48	81,3
2		Peralatan Listrik Lainnya	Lantai 1 & 2	41.148	493,77	81,7

**Implementasi peluang penghematan Energi pada pengkondisian sistem tata udara.**

Salah satu cara untuk melakukan penghematan energi pada sistem tata udara adalah dengan cara melakukan penggantian Refrigeran, dimana sebelumnya di gedung perkantoran Terminal Kargo menggunakan R-22 kemudian dilakukan penggantian ke R-290.

INDIKATOR	R-22	R-290
Power Faktor (Cos θ)	0,85	0,85
Volatage (V)	365,3	365,3
Arus (A)	10,5	7,4
Temperatur (°C) Ruangan	26,5	25,5
Tekanan Hisap Kompresor (Psi)	80	75
Tekanan Buang Kompresor (Psi)	260	200
Temperatur Gas Tinggi (°C)	52,4	50,6
Frekuensi	50,06	50,06
Energi Listrik (kW)	5,64	3,97
Biaya Listrik (Rp)	-	-
Temperatur (°C) Luar Ruanga	29,8	29,8

Dimana dengan penggantian ini, tidak perlu adanya perubahan sistem maupun peralatan yang harus di inventarisikan dikarenakan baik R-22 dan R-290 mempunyai beberapa poin yang sama untuk dijadikan media dalam sistem refrigerasi sistem tata udara.

- Dengan menggunakan R-22  
Dik : I (A) = 10,5 A

$$\bar{\text{Cos}} \theta = 0,85$$

$$V = 365,3V$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \theta$$

Maka besarnya Daya yang dihasilkan ialah:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \theta$$

$$P = \sqrt{3} \times 365,3 \times 10,5 \times 0,85$$

$$P = 5.640,32 \text{ watt}$$

$$P = 5,64 \text{ kW}$$

Jika kita masukkan harga per kWh dengan tarif yang berlaku pada saat ini adalah Rp.1.531,86, maka :

Jumlah biaya =

$P \times \text{Jumlah jam nyala} \times \text{tarif kWh}$

$$= 5,64 \times 12 \times \text{Rp.1.531,86,-}$$

$$= \text{Rp.103.682,22,-/ hari}$$

Dari data diatas dengan mengetahui besarnya Arus yang didapat melalui alat ukur,kita dapat menghitung biaya penggunaan AC Sentral dengan kapasitas 5 PK sebagai alat pengujian jika menggunakan Refrigerant R-22,

berikut disampaikan hasil perhitungan jika kita menggunakan R-290

- Dengan menggunakan R-290

$$\text{Dik : } I \text{ (A)} = 7,4 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \theta = 0,85$$

$$V = 365,3V$$

Maka besarnya Daya yang dihasilkan ialah:

$$P = \sqrt{3} \times 365,3 \times 7,4 \times 0,85$$

$$P = 3.975,08 \text{ watt}$$

$$P = 3,97 \text{ kW}$$

Jika kita masukkan harga per kWh yang berlaku pada tarif yang sama adalah Rp.1.531,86, maka :

Jumlah biaya =

$$= P \times \text{Jumlah jam nyala} \times \text{tarif kWh}$$

$$= 3,97 \times 12 \times \text{Rp.1.531,86,-}$$

$$= \text{Rp.72.977,81,-/ hari}$$

Jika kita hitung dalam pembayaran per tahunnya maka akan didapatkan bahwa estimasi jumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk penggunaan refrigerant R-22 adalah Rp.454.102.124,65,- ,penghematan yang dapat dihasilkan dengan menggunakan R-290 adalah sekitar 29% sehingga penghematan biaya menjadi Rp.319.642.807,8,- .

### **KESIMPULAN**

Bahwa dengan adanya keterbatasan catu daya di Terminal Kargo Bandara Soekarno – Hatta maka penghematan perlu dilakukan terutama pada sistem udara, dimana peralatan ini paling banyak menggunakan energi listrik. Penghematan yang dilakukan adalah dengan mengganti refrigerant R-22 menjadi R-290, dimana dari penelitian yang dilakukan maka



besarnya daya yang dapat dipangkas adalah 20,04 kWh dengan biaya sebesar Rp.134.459.316,8,- atau sekitar 29% dari pemakaian sebelumnya.

### **Saran**

Senyawa halokarbon R-290 merupakan cairan yang mudah terbakar sehingga perlu pelatihan khusus bagi para teknisi dalam melakukan pengisian refrigerant tersebut.

Hasil penelitian akan lebih baik jika didukung dengan data rekening pembayaran listrik untuk dapat mengetahui historis biaya yang dikeluarkan sebelumnya sehingga hasil perhitungan yang diperoleh akan lebih akurat.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6196-2000, *Konversi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung* dan SNI 03-6196-2000, *Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung*
2. ASHRAE Handbook Jan 2001. *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc*
3. TRANE *Air Conditioning Clinic*. 2000 . *Cooling and Heating Load Estimation* TRG-TRC002-EN
4. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. *Dokumen Rating Airconditioning System*. Jakarta : Direktorat Fasilitas Elektronika dan Listrik Penerbangan.