

## SUBMISSION 63

# Analisa Efisiensi Daya Pada Sistem Pengkondisian Udara Menggunakan HRV (*Heat Recovery Ventilation*)

I Gede Eka Lesmana, Anggi Raras Tuti

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

**Abstrak.** Efisiensi energi pada sistem pengkondisian udara ini memanfaatkan udara balik dari unit AC yang menghasilkan udara dingin untuk ruang yang akan dikondisikan. Udara dingin yang dihasilkan ini sebagian akan digunakan untuk daur ulang. Daur ulang udara ini mencampurkan udara segar dan udara balik dari unit AC. Udara segar bertemperatur  $34^{\circ}\text{C}$ , sehingga beban kerja unit AC menjadi berat. Untuk menurunkan beban kerja pada unit AC ini maka udara segar akan dicampur dengan udara balik dari unit AC. Udara balik dari unit AC bertemperatur  $12^{\circ}\text{C}$ . Sehingga ketika dicampur temperatur udara nya menjadi  $30,1^{\circ}\text{C}$ . Karena udara segar yang masuk ke unit AC turun, maka beban kerja unit juga kan turun. Sehingga konsumsi daya nya juga akan turun. Sebelum dicampur, konsumsi daya nya adalah  $100,4\text{ kW}$ , dan setelah menggunakan sistem HRV (*Heat Recovery Ventilation*) konsumsi daya nya adalah  $90,3\text{ kW}$ . Maka apabila sistem pengkondisian udara menggunakan HRV maka konsumsi daya nya akan turun 10%.

**Kata kunci**—*Air Conditiong; HRV System (Heat Recovery Ventilation); Power Efficiency*

## 1. PENDAHULUAN

Harga energi yang tinggi sejak tahun 1970 telah menjadi suatu faktor penting yang merangsang timbulnya tantangan baru untuk meningkatkan efisiensi yang merupakan suatu hal yang sulit dilakukan, sekarang mendapat perhatian serius yang sering kali diukur secara ekonomis. Sistem pengkondisian udara pada umumnya hanya menggunakan suplai udara dari udara ventilasi dari luar, kemudian masuk ke unit AC. Setelah masuk ke unit AC, udara akan di distribusikan ke ruangan yang akan dikondisikan. Udara ventilasi dari luar mempunyai temperatur yang tinggi yaitu diatas  $30^{\circ}\text{C}$ . Sehingga beban kerja unit AC menjadi berat dan konsumsi listrik nya akan menjadi tinggi juga. Dalam analisa ini akan memodifikasi sistem pengkondisian udara, yaitu memanfaatkan udara balik yang diambil dari udara suplai. Udara balik ini akan kita daur ulang dengan mencampurkan udara ventilasi dari luar yang memiliki temperatur  $34^{\circ}\text{C}$  dan udara balik dari udara suplai yang memiliki temperatur  $12^{\circ}\text{C}$ . Ketika udara tersebut bercampur temperaturnya akan menjadi  $30,1^{\circ}\text{C}$ . Karena udara yang masuk kedalam unit menjadi  $30,1^{\circ}\text{C}$ , maka beban kerja dari unit juga akan turun. Sehingga konsumsi listrik nya pun akan lebih turun. Dalam analisa ini akan membandingkan kedua sistem tersebut dan seberapa efisien sistem pengkondisian udara menggunakan HRV (*Heat Recovery Ventilation*).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### a. Data yang didapat

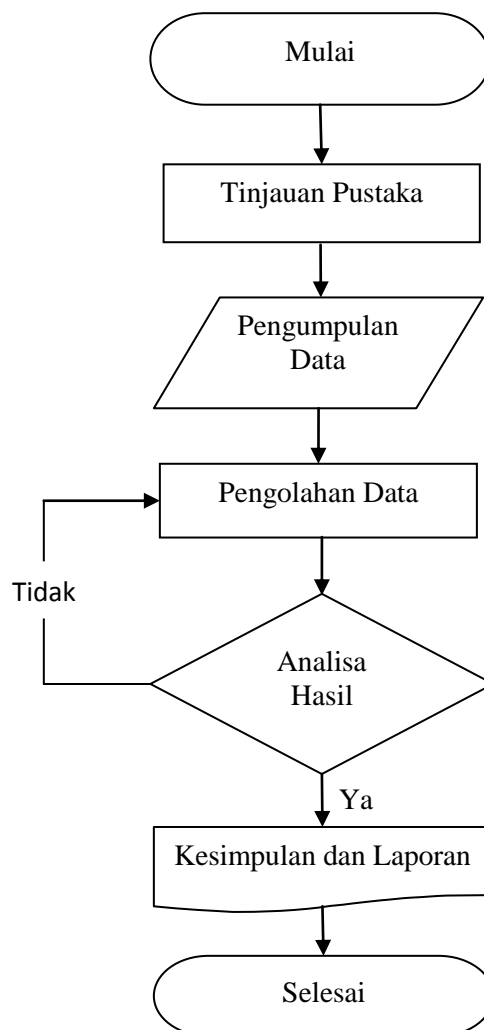
- Lampu yang digunakan dalam ruangan yang dikondisikan menggunakan tipe *linear suspended*. Lampu linear yang digunakan adalah 20 Watt. Total panjang lampu dalam ruangan adalah 7 meter, dan ada 4 titik lampu.
- Peralatan listrik yang digunakan dalam ruangan tersebut:
  - Komputer 8 buah : 2720 Watt (masing-masing 340 Watt)
  - Laptop 10 buah : 1500 Watt (masing-masing 150 Watt)
  - Mesin Fotocopy : 1400 Watt
  - Server 2 buah : 700 Watt (masing-masing 350 Watt)
  - Kulkas 1 buah : 120 Watt
  - Dispenser 1 buah : 450 Watt (pemanas dan pendingin)

- Jumlah penghuni dalam ruangan yang dikondisikan yaitu 18 orang (5 orang wanita dan 13 orang pria)

**b. Cara Pengambilan Data**

- Salah satu thermometer dibalut dengan kain basah pada bagian bawah untuk mengukur temperatur bola basah.
- Setelah prosedur (a) dilakukan, letakan thermometer bola basah dan kering pada luar ruangan.
- Letakan anemometer diluar ruangan.
- Nilai temperatur dan kecepatan angin dilihat setiap satu jam, kemudian dicatat.

**c. Bagan Alir Penelitian**



Tahapan Metodologi Perancangan

**3. PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA**

Dari data yang telah kita dapat, kita akan menghitung:

**a. Koefisien perpindahan panas ( $U$ )**

Koefisien perpindahan panas ( $U$ ) adalah fungsi dari hambatan-hambatan thermal dan merupakan ukuran nilai dari jumlah panas yang melalui benda (material) persatuan luas derajat suhu. Nilai koefisien perpindahan panas ( $U$ ) tergantung dari jenis material (*thermal resistance*). Maka kita dapat menghitung koefisien panas, dan didapat:

- Koefisien panas dinding yang berbatasan dengan udara luar yaitu  $3,4584 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
- Koefisien panas dinding yang berbatasan dengan ruangan yang tidak dikondisikan yaitu  $2,7403 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
- Koefisien panas lantai yaitu  $1,8756 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
- Koefisien panas pintu yaitu  $0,9679 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$
- Koefisien panas atap yaitu  $3,6159 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$

**b. Perhitungan Beban Pendingin**

i) Beban Eksternal

- Beban kalor melalui dinding yang terkena langsung sinar matahari yaitu 2029,3 Watt
- Beban kalor melalui dinding yang tidak terkena sinar matahari langsung yaitu 3759,88 Watt
- Beban kalor melalui lantai yaitu 3454,9 Watt
- Beban kalor melalui pintu yaitu 33,263 Watt
- Beban kalor melalui kaca yaitu 308,1705 Watt

ii) Beban Internal

- Beban lampu yaitu 100,8 Watt
- Beban penghuni atau orang dibagi menjadi dua, beban pendinginan sensibel penghuni yaitu 1299,375 Watt dan beban pendinginan laten penghuni yaitu 1063,125 Watt
- Beban pendinginan peralatan elektronik yaitu 2067 Watt

iii) Beban pendingin Total

- Beban total pendingin eksternal yaitu 11635,44 Watt
- Beban total pendinginan sensibel yaitu 15102,61 Watt
- Beban total pendinginan laten yaitu 16165,74 Watt
- Beban total pendinginan yaitu 31267,74 Watt

**c. Perhitungan Kebutuhan Volume Udara**

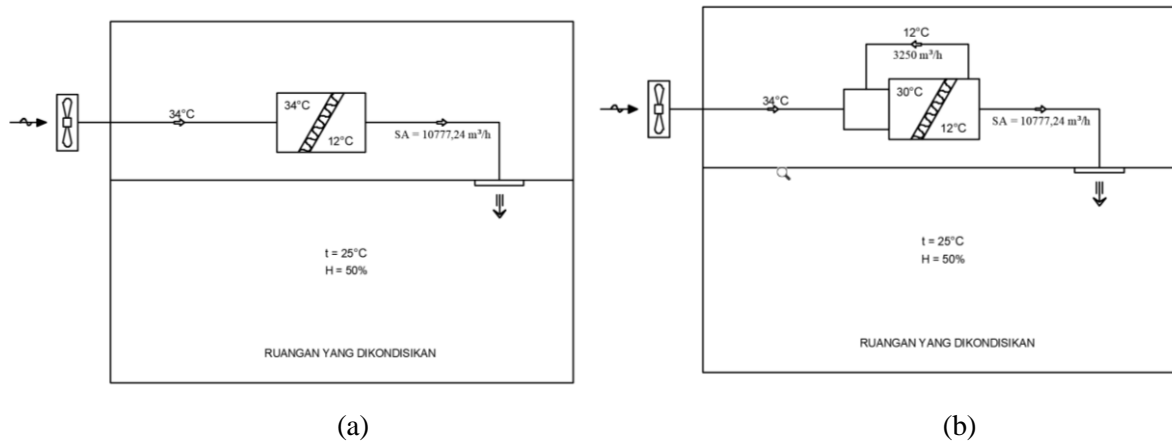
Volume udara suplai berdasarkan kebutuhan ruangan yaitu  $1077,24 \text{ m}^3/\text{h}$

**d. Analisa**

Pada analisa ini data-data sudah kita dapat kan dan sudah kita hitung, maka kita harus menghitung untuk udara balik yang akan kita campur dengan udara segar, sehingga temperatur udara segar yang masuk ke unit AC akan turun. Dari hasil pengambilan data dan perhitungan data, maka didapatkan:

- Temperatur udara segar yaitu  $34^\circ\text{C}$
- Temperatur udara didalam ruangan yang dikondisikan yaitu  $25^\circ\text{C}$
- Temperatur udara yang keluar dari fan coil yaitu  $12^\circ\text{C}$
- Volume udara suplai untuk ruangan yaitu  $10777,24 \text{ m}^3/\text{h}$
- Volume udara balik dapat kita asumsikan yaitu  $3250 \text{ m}^3/\text{h}$
- Entalpi 1 yaitu 30 kJ/kg, berdasarkan suhu udara setelah keluar dari fan coil unit yaitu  $12^\circ\text{C}$
- Entalpi 2 yaitu 105 kJ/kg, berdasarkan suhu udara segar yaitu  $34^\circ\text{C}$
- Entalpi 3 yaitu 51 kJ/kg, berdasarkan suhu udara dalam ruangan yaitu  $25^\circ\text{C}$
- Entalpi 4 yaitu 87,5 kJ/kg, berdasarkan suhu udara campuran yaitu  $30,1^\circ\text{C}$
- Beban pendinginan campuran yaitu 170,662 kW
- Beban pendinginan udara segar yaitu 193,986 kW
- *Cooling capacity* udara campuran yaitu 181439,24 Watt
- *Cooling capacity* udara segar yaitu 204763,24 Watt
- *Cooling capacity* untuk pemilihan unit untuk udara yang sudah dicampur yaitu 190511 Watt
- *Cooling capacity* untuk pemilihan unit udara segar yaitu 215001 Watt
- *Power consumption* untuk sistem pengkondisian udara yang menggunakan HRV yaitu 90,3 kW
- *Power consumption* untuk sistem pengkondisian udara 100,4 kW
- Efisiensi daya yang didapat yaitu 10%

Perbandingan diagram sistem pengkondisian udara yang standart dengan sistem pengkondisian udara menggunakan HRV (*Heat Recovery Ventilation*).



Gambar 1. Sistem pengkondisian udara (a) diagram sistem pengkondisian udara (b) diagram sistem pengkondisian udara menggunakan HRV (*Heat Recovery Ventilation*)

Pada gambar 1a yaitu sistem pengkondisian udara dapat dilihat bahwa udara segar atau udara ventilasi dari luar langsung masuk ke unit, udara segar dengan temperatur  $34^{\circ}\text{C}$  masuk ke unit AC kemudian unit akan menghasilkan udara suplai untuk ruangan yang dikondisikan. Apabila menggunakan sistem tersebut maka *cooling capacity* yang dibutuhkan yaitu  $215\text{ kW}$  dan daya yang dibutuhkan adalah  $100,4\text{ kW}$ .

Pada gambar 1b yaitu sistem pengkondisian udara yang menggunakan HRV (*Heat Recovery Ventilation*) dimana udara segar atau udara ventilasi dari luar dicampur dengan udara balik. Udara balik ini memanfaatkan udara suplai yang sebagian kita gunakan untuk daur ulang. Temperatur udara segar yaitu  $34^{\circ}\text{C}$  akan dicampur dengan udara balik yang bertemperatur  $12^{\circ}\text{C}$ . Hasil dari percampuran udara tersebut  $30,1^{\circ}\text{C}$ . *Cooling capacity* yang dibutuhkan yaitu  $190,5\text{ kW}$  dan daya yang dibutuhkan adalah  $90,3\text{ Kw}$ .

Maka efisiensi daya yang kita dapat apabila kita menggunakan sistem pengkondisian udara yang menggunakan HRV (*Heat Recovery Ventilation*) yaitu  $10\%$ .

#### 4. KESIMPULAN

- Beban pendingin ruangan yang dikondisikan adalah  $31267,74\text{ Watt}$
- Temperatur udara campuran antara udara balik dan udara segar yaitu  $30,1^{\circ}\text{C}$  dan volume udara balik adalah  $3250\text{ m}^3/\text{h}$
- Beban kerja unit pendingin setelah menggunakan sistem HRV (*Heat Recovery Ventilation*) adalah  $181,439\text{ kW}$ .
- Efisiensi daya yang di dapat pada sistem pengkondisian udara menggunakan HRV (*Heat Recovery Ventilation*) adalah  $10,1\%$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Jerold W. Jones, Wilbert F. Stoecker, dan Supratman Hara, *Refrigrasi dan Pengkondisian Udara* (Terjemahan), Erlangga. Jakarta (1996)
- H. Saito, W Arismunandar, *Penyegaran Udara* (Terjemahan), PT. Pradnya Paramita, Jakarta (1991)
- Bernard D. Wood, Zulkifli Harahap, *Penerapan Termodinamika*, Erlangga, Jakarta (1982)
- J.P. Holman, E Jasjfi, *Perpindahan Kalor* (Terjemahan), Erlangga, Jakarta (1997)
- Carier, *Handbook of Air Conditioning System Design*, McGraw-Hill Book Company, New York (1965)
- SNI, *ASHRAE Handbook, Tata Cara Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung*, Jakarta (2001-1997)