

# PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN INSTALASI TATA UDARA SISTEM FAN COIL CHILLED WATER DI GEDUNG SHOWROOM MOBIL JAKARTA

Andri Setiawan<sup>1</sup>, Joko Prihartono<sup>2</sup>, Purwo Subekti<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Pengkondisian udara untuk gedung yang akan dijadikan *showroom* mobil di Jakarta merupakan suatu hal yang sangat dibutuhkan untuk memberikan kenyamanan dan kesegaran pada para pekerja sehingga kualitas dan kuantitas pekerjaan yang dihasilkan optimal. Terjadinya beban pendinginan bisa dipengaruhi dari berbagai faktor, antara lain: cuaca, kondisi bangunan, volume bangunan, bentuk struktur bangunan dan bahan bangunan yang digunakan, besarnya udara ventilasi yang diperlukan, fungsi bangunan, jumlah penghuni, kondisi udara luar, kondisi udara dalam ruangan. Dari perhitungan masing-masing faktor tersebut menghasilkan suatu nilai untuk memperoleh beban maksimum total pendinginan sehingga instalasi tata udara yang dipasang mempunyai kapasitas pendinginan yang tepat mampu beroperasi dengan baik. Hasil dari perhitungan beban pendinginan gedung *showroom* mobil total adalah sebesar 296,110.5 Btu/hr dengan kebutuhan udara sebesar 11,675.4 CFM, sehingga dapat ditentukan jenis mesin pengkondisian udara yaitu menggunakan FCU (*fan coil unit*) 9 unit dengan kapasitas 1,400 CFM dan 2 unit *chiller* dengan kapasitas per unitnya sebesar 154,000 Btu/hr dengan menggunakan jenis *refrigerant* R407c.

Kata Kunci : *Air Conditioning, FCU, Chilled Water, Refrigerant*

## ABSTRACT

*Air conditioning for the building to be used as a car showroom in Jakarta is one thing that is needed to provide comfort and freshness to the workers so that the quality and quantity of work produced optimal . The cooling load can be influenced by various factors , among others : the weather , the condition of the building , the building volume , the shape of the building structure and the building materials used , the amount of ventilation air required , the function of the building , number of occupants , condition the outside air , indoor air conditions . From the calculation of each of these factors results in a value to obtain maximum total cooling load of air so that the installation has installed the proper cooling capacity is able to operate properly . The results of the calculation of the cooling load is the total car showroom building at 296,110.5 Btu / hr with the needs of 11,675.4 CFM of air , so it can be determined the type of air conditioning machine that is using the FCU ( fan coil units ) 9 units with a capacity of 1,400 CFM and chiller units with a capacity of 2 per unit of 154,000 Btu / hr by using a type of refrigerant R407C.*

*Keywords: Air Conditioning , FCU , Chilled Water , Refrigerant*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Instalasi tata udara merupakan utilitas gedung atau bangunan yang cukup penting keberadaannya. Kenyamanan merupakan salah satu alasan yang menyebabkan instalasi tata udara perlu

dipasang pada bangunan yang akan digunakan sebagai tempat beraktivitas atau bisnis. Kenyamanan udara didalam bangunan dipengaruhi oleh kondisi *thermal* udara ruangan didalam bangunan yang meliputi kondisi temperatur udara dan kondisi kelembaban udara ruangan.

<sup>1,2</sup> Teknik Mesin Tama Jagakarsa Jakarta

<sup>3</sup> Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian

Untuk menentukan besarnya kapasitas instalasi tata udara yang harus dipasang didalam bangunan perlu dihitung besarnya total panas atau seluruh panas yang diterima oleh bangunan, sehingga instalasi tata udara yang akan dipasang mempunyai kapasitas yang sesuai dengan beban pendinginan akibat besarnya panas yang diterima oleh bangunan.

Oleh karena pentingnya mengetahui besarnya kandungan panas yang ada dalam udara didalam bangunan maka perhitungan beban pendinginan perlu dilakukan dengan cermat sehingga tujuan dari pemasangan instalasi tata udara untuk mencapai kondisi nyaman dapat dipenuhi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Besar kapasitas mesin pendingin ditentukan dengan menghitung besar beban pendinginan maksimum yang mungkin terjadi. Terjadinya beban pendinginan bisa dipengaruhi dari berbagai faktor, antara lain : cuaca, kondisi bangunan, volume bangunan, bentuk struktur bangunan dan bahan bahan bangunan yang digunakan, besarnya udara ventilasi yang diperlukan, fungsi bangunan, jumlah penghuni, kondisi udara luar, kondisi udara dalam ruangan dan sebagainya.

## 1.3 Batasan Masalah

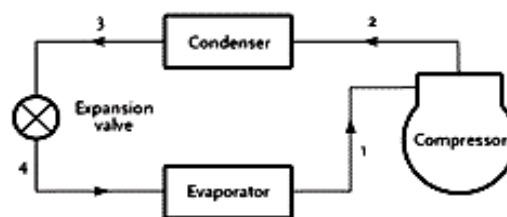
Dalam perhitungan pengkondisian udara ruangan dalam gedung ini dibatasi hanya menghitung besarnya seluruh panas yang diterima oleh ruangan dan besarnya panas yang *terkandung* dalam udara ventilasi atau *Fresh Air*. Jumlah total panas tersebut merupakan total beban pendinginan instalasi tata udara.

# 2. LANDASAN TEORI

## A. Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

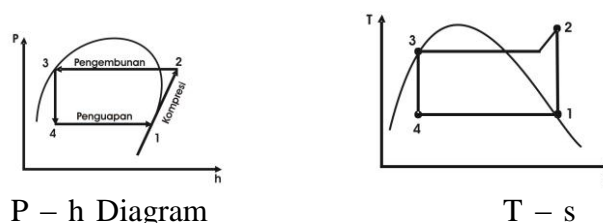
Mesin refrigerasi dengan siklus kompresi uap merupakan suatu mesin refrigerasi kompresi uap standar dimana

pada siklus ini digunakan idealisasi sebagai berikut :

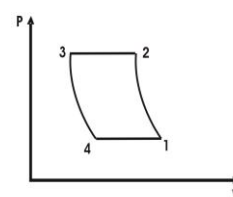


Gambar 1 Skematis siklus refrigerasi kompresi uap

Secara termodinamika, proses pendinginan seperti pada gambar 2 jika dilukiskan kedalam diagram akan tampak seperti gambar dibawah ini.



P – h Diagram  
Diagram



P – V Diagram

Gambar 2. Diagram siklus uap P – h, T – s, dan P – V

Penjelasan proses–proses didalam siklus adalah sebagai berikut :

- Proses 1 – 2 : Proses kompresi isentropis (  $s = \text{konstan}$  )
- Proses 2 – 3 : Proses kondensasi isobaris isothermis (  $P$  dan  $T = \text{konstan}$  )
- Proses 3 – 4 : Proses ekspansi adiabatik (  $h = \text{konstan}$  )
- Proses 4 – 1 : Proses evaporasi isothermis (  $P$  dan  $T$  konstan )

## B. Komponen Mesin Refrigerasi Siklus Kompresi Uap

### 1. Kompresor

Fungsi dari kompresor adalah mensirkulasikan refrigeran yang ada dan menekan uap refrigeran menjadi tekanan tinggi sehingga memudahkan proses pengembunan refrigeran dalam kondensor sehingga akan cepat cair.

#### 1. Metode Kompresi

- Kompresor Torak
- Kompresor Putar
- Kompresor Sekrup

#### 2. Konstruksi

- Kompresor Semi-Hermetik
- Kompresor Hermetik
- Kompresor Jenis Terbuka

### 2. Kondensor

Kondensor adalah alat penukar panas yang berfungsi melepaskan panas uap refrigeran dari kompresor yang bertekanan dan bertemperatur tinggi ke medium pendingin. Berdasarkan medium pendinginnya, kondensor dibagi menjadi :

#### 1. Kondensor Dengan Pendingin Air

- Kondensor Pipa Ganda
- Kondensor Tabung dan Pipa (*Shell and Pipe Condenser*)
- Kondensor Tabung dan Koil (*Shell and Coil Condenser*)

#### 2. Kondensor dengan Pendinginan Udara

#### 3. Kondensor dengan Medium Pendingin Air dan Udara

### 3. Katup Ekspansi

Berfungsi untuk mengekspansikan secara adiabatik cairan refrigeran yang bertekanan dan bertemperatur tinggi sampai tingkat keadaan tekanan dan temperatur rendah.

Katup ekspansi yang banyak dipergunakan adalah :

- Katup ekspansi otomatis termostatik
- Katup ekspansi manual
- Katup ekspansi tekanan konstan
- Pipa kapilar

## 4. Evaporator

Evaporator adalah alat penukar kalor yang memegang peranan penting didalam siklus refrigerasi, yaitu mendinginkan media sekitar.

Tujuan dalam sistem refrigerasi adalah membebaskan panas dari udara, air atau beberapa benda yang lain yang dilakukan didalam evaporator.

#### 1. Jenis-jenis Evaporator

- Jenis Ekspansi Kering
- Evaporator Jenis Setengah Basah
- Evaporator Jenis Basah

#### 2. Macam –macam Konstruksi Evaporator

- Evaporator Tabung dan koil
- Evaporator Tabung dan Pipa Jenis Ekspansi Kering

## C. Bahan Pendingin (*Refrigerant*)

*Refrigerant* adalah zat yang mengalir dalam mesin pendingin (refrigerasi) atau mesin pengkondisian udara (AC). Zat ini berfungsi untuk menyerap panas dari benda atau udara yang didinginkan dan membawanya kemudian membuangnya ke udara sekeliling di luar benda/ruangan yang didinginkan. *Refrigerant* dapat dikelompokkan menjadi kelompok:

- Refrigerant Sintetik*
- Refrigerant Natural*

## D. Prinsip Perhitungan Beban Pendinginan

### 1. Beban *External* (dari luar ruangan)

#### a. Beban Konduksi Melalui Dinding

Beban pendinginan melalui dinding luar dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = U \times A \times CLTD_{corr} \dots\dots\dots (1)$$

#### b. Beban Konduksi Melalui Atap

Beban pendinginan melalui atap dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = U \times A \times CLTD_{corr} \dots\dots\dots (2)$$

#### c. Beban Konduksi Melalui Kaca atau Pintu

Beban pendinginan melalui kaca dapat dihitung dengan persamaan :

<sup>1,2</sup> Teknik Mesin Tama Jagakarsa Jakarta

<sup>3</sup> Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian

$$Q = U \times A \times CLTD_{corr} \dots\dots\dots (3)$$

**d. Beban Radiasi Matahari Melalui Kaca**

Beban pendinginan dari radiasi matahari yang melalui kaca dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF \dots\dots\dots (4)$$

**e. Beban Ventilasi**

**a. Beban sensibel ventilasi**

Beban sensibel ventilasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Q_s = CFM \times 1.085 \times \Delta T \dots\dots\dots (5)$$

**b. Beban *latent* ventilasi**

Beban laten ventilasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Q_l = CFM \times 0,7 \times (w_o - w_i) \dots\dots\dots (6)$$

(2.10)

**2. Beban Internal (dari dalam ruangan)**

**a. Beban dari Penghuni**

Beban dari penghuni dibagi menjadi dua, yaitu beban sensibel dan beban laten.

Persamaan untuk beban sensibel penghuni dan beban laten penghuni adalah :

$$Q_s = \text{Jumlah Orang} \times SHG \times CLF \dots\dots\dots (7)$$

$$Q_l = \text{Jumlah Orang} \times LHG \dots\dots\dots (8)$$

(2.12)

**b. Beban Penerangan**

Perhitungan beban pendinginan untuk penerangan dengan menggunakan persamaan :

$$Q_{lampu} = 3,41 \times q \times BF/SAF \times CLF \dots\dots\dots (9)$$

**c. Beban dari Peralatan**

• **Beban sensibel peralatan**

Beban sensibel peralatan dalam tiap ruangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Q_{s..} = \text{Total heat gain} \times CLF$$

$$= \text{Total Watt} \times 3.41 \times CLF \quad (10)$$

• **Beban laten peralatan**

Beban laten peralatan dalam tiap ruangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Q_{l \text{ peralatan}} = C_1 \times q_l \dots\dots\dots (11)$$

**d. Beban Partisi**

Beban partisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Q = U \times A \times \Delta T \dots\dots\dots (12)$$

**e. Beban Total Pendinginan**

$$RSHG = Q_{eksternal} + Q_{internal} \dots\dots\dots (13)$$

Demikian pula dengan beban laten total tiap lantai yaitu dengan cara menjumlahkan beban-beban laten tiap ruangan. Dan beban total tiap ruangan berasal dari beban laten internal dan beban laten eksternal.

$$RLHG = Q_{eksternal} + Q_{internal} \dots\dots\dots (14)$$

**3. DATA PERHITUNGAN**

**A. Spesifikasi Gedung**

Bangunan yang akan dikondisikan merupakan gedung 2 lantai yang akan dijadikan *showroom* mobil yang terletak pada garis 6<sup>0</sup> LS dan 107<sup>0</sup> BT di Jakarta Selatan, Indonesia. Gedung dengan luas keseluruhan 1,600 m<sup>2</sup> (17,212.8 ft<sup>2</sup>) dengan menghadap arah selatan dan terbagi menjadi 41 ruangan namun hanya 21 ruangan yang akan dikondisikan.

**B. Luas Ruangan yang Dikondisikan**

Tabel 1. Luas ruangan lantai 1

| No    | Nama Ruang                                  | Luas Lantai    |                             |
|-------|---|----------------|-----------------------------|
|       |   | m <sup>2</sup> | x 10.758 (ft <sup>2</sup> ) |
| R 101 | <i>Area Showroom dan pelayanan customer</i> | 286.75         | 3,085                       |
| R 102 | <i>Sales Counter</i>                        | 11.5           | 123.7                       |
| R 103 | SM  | 6.25           | 67.2                        |
| R 104 | Kasir                                       | 6.25           | 67.2                        |
| R 105 | <i>Semi Closed</i>                          | 6.25           | 67.2                        |
| R 106 | Tunggu Servis                               | 30             | 322.7                       |
| R 107 | <i>Spare Part</i>                           | 30             | 322.7                       |

Tabel 2. Luas ruangan lantai 2

| No    | Nama Ruang    | Luas Lantai    |                             |
|-------|---------------|----------------|-----------------------------|
|       |               | m <sup>2</sup> | x 10.758 (ft <sup>2</sup> ) |
| R 201 | Koridor       | 128.25         | 1,380                       |
| R 202 | Istirahat     | 17.5           | 133                         |
| R 203 | TFT           | 10             | 108                         |
| R 204 | Sales Admin   | 40             | 411                         |
| R 205 | BM            | 25             | 270                         |
| R 206 | HRD           | 15             | 161                         |
| R 207 | Sever         | 7.5            | 81                          |
| R 208 | Filling       | 7.5            | 81                          |
| R 209 | F.A           | 39             | 420                         |
| R 210 | Meeting       | 48             | 430                         |
| R 211 | Direksi       | 80             | 861                         |
| R 212 | Kerja         | 32             | 344                         |
| R 213 | Meeting Kecil | 40             | 411                         |
| R 214 | Marketing     | 200            | 2,152                       |

#### 4. ANALISA PERHITUNGAN

##### A. Hasil Perhitungan Beban Pendingin

Tabel 3. Hasil kalkulasi beban pendinginan lantai 1

| No    | Panas Sensibel Ruangan (RSH) (Btu/hr)         | Panas Laten (RLH) (Btu/hr) | Panas Total Ruangan (RTH) | Panas Sensibel Ventilasi (Btu/hr) | Panas Laten Ventilasi (Btu/hr) | Total Panas (Q <sub>t</sub> ) (Btu/hr) |
|-------|---|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| R 101 | 77,090  | 3,283                      |                           | 2,929.5                           | 11,298                         | 94,601                                 |
| R 102 | 1,339.2                                       | 699                        |                           | 878.85                            | 3,389.4                        | 6,306                                  |
| R 103 | 1,190.5                                       | 474                        |                           | 585.9                             | 2,259.6                        | 4,510                                  |
| R 104 | 1,190.5                                       | 474                        |                           | 585.9                             | 2,259.6                        | 4,510                                  |
| R 105 | 989.8   | 450                        |                           | 585.9                             | 2,259.6                        | 4,285                                  |
| R 106 | 5,822.5                                       | 1,134                      |                           | 1,464.7                           | 5,649                          | 14,070                                 |
| R 107 | 1,362.2                                       | 249                        |                           | 292.9                             | 1,129.8                        | 3,034                                  |
| Total | 88,985  | 6,764                      |                           | 7,323.65                          | 28,245                         |  |
|       | RTH=RSH+RLH                                   |                            | 95,749.2                  |                                   |                                |  |
|       | Q <sub>t</sub> = RTH+Q <sub>t</sub> ventilasi |                            |                           |                                   |                                | 131,317                                |

$$\begin{aligned}
 \text{SHR lantai 1} &= \text{RSH/RTH} \\
 &= 88,985 / 95,749.2 \\
 &= 0.93
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil kalkulasi beban pendinginan lantai 2

| No    | Panas Sensibel Ruangan (RSH) (Btu/hr)         | Panas Laten (RLH) (Btu/hr) | Panas Total Ruangan (RTH) | Panas Sensibel Ventilasi (Btu/hr) | Panas Laten Ventilasi (Btu/hr) | Total Panas (Q <sub>t</sub> ) (Btu/hr) |
|-------|---|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| R 201 | 8,670.8                                       | 1,300                      |                           | 585.9                             | 2,259.6                        | 12,816.3                               |
| R 202 | 1,741.3                                       | 900                        |                           | 1,171.8                           | 4,519.2                        | 8,332.31                               |
| R 203 | 2,195.5                                       | 249                        |                           | 292.9                             | 1,129.8                        | 3,843.16                               |
| R 204 | 8,868.8                                       | 924                        |                           | 1,171.8                           | 4,519.2                        | 15,459.77                              |
| R 205 | 5,598.8                                       | 474                        |                           | 585.9                             | 2,259.6                        | 8,894.3                                |
| R 206 | 4,187.9                                       | 249                        |                           | 292.9                             | 1,694.7                        | 6,400.47                               |
| R 207 | 3,170.7                                       | 249                        |                           | 292.9                             | 1,694.7                        | 5,383.27                               |
| R 208 | 3,851.8                                       | 249                        |                           | 292.9                             | 1,694.7                        | 6,064.37                               |
| R 209 | 4,917.7                                       | 474                        |                           | 585.9                             | 2,259.6                        | 8,213.2                                |
| R 210 | 9,237.6                                       | 250                        |                           | 2,929.5                           | 11,298                         | 25,715.1                               |
| R 211 | 7,495.5                                       | 483.6                      |                           | 585.9                             | 2,259.6                        | 10,790.97                              |
| R 212 | 4,590.1                                       | 924                        |                           | 1,171.8                           | 4,519.2                        | 11,181.08                              |
| R 213 | 6,177.5                                       | 1,125                      |                           | 1,464.7                           | 5,649                          | 14,416.17                              |
| R 214 | 15,851.1                                      | 1,350                      |                           | 1,757.7                           | 6,778.8                        | 25,737.64                              |
| Total | 86,554.9                                      | 9,200                      |                           | 13,182.5                          | 52,535.7                       |  |
|       | RTH=RSH+RLH                                   |                            | 95,755.5                  |                                   |                                |  |
|       | Q <sub>t</sub> = RTH+Q <sub>t</sub> ventilasi |                            |                           |                                   |                                | 161,473.71                             |

$$\begin{aligned}
 \text{SHR lantai 2} &= \text{RSH} / \text{RTH} \\
 &= 86,554.9 / 95,755.51 \\
 &= 0.90
 \end{aligned}$$

##### B. Perhitungan Udara Supply

###### 1. Volume Udara Supply

Harga temperatur udara *Supply* (T<sub>sa</sub>) dan volume udara *supply* (CFM<sub>sa</sub>) diperoleh berdasarkan rumus diatas, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Harga temperatur udara *supply* ( $T_{sa}$ ) dan *volume supply* ( $CFM_{sa}$ )

| Area           | $CFM_{sa}$ | $T_{sa}$ ( $^{\circ}F$ DB) |
|----------------|------------|----------------------------|
| Lantai 1 FCU 1 | 5,992.2    | 58.5                       |
| Lantai 2 FCU 2 | 5,569.8    | 58                         |

## 2. Temperatur Udara Masuk *Cooling Coil* ( $T_{mix}$ )

Tabel 6. Harga  $T_{mix}$  pada mesin FCU

| FCU   | $CFM_{oa}$ | $CFM_{sa}$ | $T_{mix}$ $^{\circ}F$ (DB) |
|-------|------------|------------|----------------------------|
| FCU-1 | 375        | 5,992.2    | 73                         |
| FCU-2 | 675        | 5,569.8    | 74                         |

## C. Pemilihan Mesin Pendingin

Fungsi *Fan Coil Unit* adalah untuk mendinginkan udara, kemudian mengalirkan ke dalam ruangan melalui saluran *ducting* yang ada. Adapun udara yang akan didinginkan itu berasal dari udara return dari ruangan tersebut serta udara luar (*fresh air*) atau udara yang akan didinginkan itu berasal dari udara luar sepenuhnya. Untuk kecepatan aliran udara melalui leher *diffuser* (*neck velocity*) dipilih dengan syarat tidak meninggalkan kebisingan, maka diusahakan yang mendekati 500 fpm.

### 1. Perhitungan Untuk Pemilihan FCU

#### Lantai 1

Data-data perencanaan:

Beban pendinginan total ( $Q_t$ )

$$= 131.317 \text{ Btu/hr}$$

Volume udara ( $CFM_{sa}$ )

$$= 5,992.2 \text{ CFM}$$

Temperatur udara masuk FCU ( $T_{mix}$ )

$$= 73 \text{ }^{\circ}F$$

Temperatur udara keluar FCU ( $T_{sa}$ )

$$= 58.5 \text{ }^{\circ}F$$

Temperatur air masuk FCU

$$= 44.6 \text{ }^{\circ}F \text{ (direncanakan)}$$

Temperatur air keluar FCU

$$= 53.6 \text{ }^{\circ}F \text{ (direncanakan)}$$

Kecepatan udara max pada *coil*

$$= 500 \text{ fpm}$$

Prosedur Pemilihan *Fan Coil Unit* adalah:

a. Menentukan luas permukaan *coil*:

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan coil} &= \\ &= \frac{\text{Volume Udara}}{\text{Kecepatan Udara}} \end{aligned}$$

$$= \frac{5,992.2}{500} = 11.98 \text{ ft}^2 = 1.1 \text{ m}^2$$

Kecepatan *supply* pada permukaan *cooling coil* sebenarnya, adalah

$$= \frac{5,992.2}{11.98} = 500 \text{ fpm}$$

b. Menentukan *apparatus dew point* (ADP)

Lihat *psycrometric chart*, yaitu titik yang menyentuh RH 100% = 57  $^{\circ}F$

c. *Bypass factor*

BF =

$$\begin{aligned} \text{BF} &= \frac{\text{Temperatur Udara supply} - \text{ADP}}{\text{Temperatur Ruangan} - \text{ADP}} \\ &= \frac{58.5 - 57}{72 - 57} = 0.1 \text{ }^{\circ}F \end{aligned}$$

d. Menentukan banyaknya aliran air pendingin

$$\begin{aligned} Q &= \\ &= \frac{\text{Beban Pendinginan Total}}{(\text{ADP} - \text{Temp. air masuk})} \\ &= \frac{448.8}{(57 - 44.6)} = 1.07 \text{ USGPM} \end{aligned}$$

### 2. Perhitungan Untuk Pemilihan FCU

#### Lantai 2

Data-data perencanaan:

Beban pendinginan total ( $Q_t$ )

$$= 161,437.7 \text{ Btu/hr}$$

Volume udara ( $CFM_{sa}$ )

$$= 5,569.8 \text{ CFM}$$

Temperatur udara masuk FCU ( $T_{mix}$ )

$$= 74 \text{ }^{\circ}F$$

Temperatur udara keluar FCU ( $T_{sa}$ )

$$= 57.5 \text{ }^{\circ}F$$

Temperatur air masuk FCU

$$= 44.6 \text{ }^{\circ}F \text{ (direncanakan)}$$

Temperatur air keluar FCU  
 = 53.6 °F (direncanakan)  
 Kecepatan udara max pada coil  
 = 500 fpm

Prosedur Pemilihan *Fan Coil Unit* adalah:

a. Menentukan luas permukaan coil:

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan coil} &= \frac{\text{Volume Udara}}{\text{Kecepatan Udara}} \\ &= \frac{5569.8}{500} = 11.14 \text{ ft}^2 = 1.03 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan supply pada permukaan cooling coil sebenarnya, adalah

$$= \frac{5569.8}{11.14} = 499.9 \text{ fpm}$$

b. Menentukan *apparatus dew point* (ADP)

Lihat *psycrometric chart*, yaitu titik yang menyentuh RH 100% = 56 °F

c. *Bypass factor*

BF =

$$\begin{aligned} \text{BF} &= \frac{\text{Temperatur Udara supply} - \text{ADP}}{\text{Temperatur Ruang} - \text{ADP}} \\ &= \frac{57.5 - 56}{72 - 56} = 0.09 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

d. Menentukan banyaknya aliran air pendingin

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{Beban Pendinginan Total}}{(\text{ADP} - \text{Temp. air masuk})} \\ &= \frac{5569.8}{(56 - 44.6)} \cdot 448.8 \\ &= 1.08 \text{ USGPM} \end{aligned}$$

### 3. Kapasitas dan Jenis FCU

Dari hasil perhitungan diatas ditentukan jenis mesin FCU (*Fan Cooling Unit*) berdasarkan katalog *ITU Air Conditioner* edisi Agustus 2012 dengan spesifikasi sebagai berikut:

a. Lantai 1

- Jumlah unit = 5 Unit
- Merk = ITU
- Model = CC 1400

- Kapasitas = 49,493 Btu/hr
- Aliran Udara = 1400 CFM

b. Lantai 2

- Jumlah Unit = 4 Unit
- Merk = ITU
- Model = CC 1400
- Kapasitas = 49,493 Btu/hr
- Aliran Udara = 1400 CFM

### 4. Pemilihan Chiller

*Chiller* merupakan alat utama sistem *air conditioning* karena proses pendinginan yang sebenarnya berlangsung pada alat ini. Dari perhitungan diatas diketahui beban total adalah:

$$\begin{aligned} Q_t &= 292,790.7 \text{ Btu/hr} \\ &= 292,790.7 / 12000 \\ &= 24.4 \text{ TR (ton refrigerant)} \end{aligned}$$

Dari katalog DAIKIN WATER CHILLERS didapat chiller yang sesuai adalah sebagai berikut:

- Jumlah unit = 2 unit
- Merk = DAIKIN
- Model = UWAP500AY3
- Kapasitas = 154,000 Btu/hr = 12.8 TR
- Refrigerant = R-407c

### 5. KESIMPULAN

1. Luas total ruangan yang dikondisikan adalah 1,036.75 m<sup>2</sup> (11,153 ft<sup>2</sup>) dengan lantai 1 adalah 347 m<sup>2</sup> (3,733 ft<sup>2</sup>) dan lantai 2 adalah 689.75 m<sup>2</sup> (7,420 ft<sup>2</sup>)
2. Total nilai beban pendinginan sebesar 292,790.7 Btu/hr untuk

<sup>1,2</sup> Teknik Mesin Tama Jagakarsa Jakarta

<sup>3</sup> Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian

masing-masing lantai adalah sebagai berikut:

a. Beban pendinginan total pada lantai 1 sebesar 131,317 Btu/hr yang terdiri dari:

- Panas sensibel ruangan = 88,985 Btu/hr
- Panas laten ruangan = 6,764.2 Btu/hr
- Panas sensibel ventilasi = 7,323.65 Btu/hr
- Panas laten ventilasi = 28,245 Btu/hr

b. Beban pendinginan total pada lantai 2 sebesar 161,473.71 Btu/hr yang terdiri dari:

- Panas sensibel ruangan = 86,554.9 Btu/hr
- Panas laten ruangan = 9,200.6 Btu/hr
- Panas sensibel ventilasi = 13,182.5 Btu/hr
- Panas laten ventilasi = 52,535.7 Btu/hr

3. Jumlah aliran udara yang dibutuhkan tiap lantai adalah sebagai berikut:

- a. Lantai 1 sebesar 5,992.2 CFM
- b. Lantai 2 sebesar 5,569.8 CFM

4. Pemilihan jenis FCU yang sesuai adalah sebagai berikut:

- a. Lantai 1
  - Jumlah unit = 5 Unit
  - Merk = ITU
  - Model = CC 1400
  - Kapasitas = 49,493 Btu/hr
  - Aliran udara = 1,400 CFM
- b. Lantai 2
  - Jumlah unit = 4 Unit
  - Merk = ITU
  - Model = CC 1400

- Kapasitas = 9,495 Btu/hr
- Aliran udara = 1,400 CFM

#### 5. Pemilihan *chiller*

- Jumlah unit = 2 unit
- Merk = DAIKIN
- Model = UWAP500AY3
- Kapasitas = 154,000 Btu/hr = 12.8 TR
- *Refrigerant* = R-407c

### DAFTAR PUSTAKA

ASHRAE “ Handbook Fundamental “, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA. 1985.

Arismunandar, W dan Heizo Saito “ Penyegar Udara “ Cetakan Ke-3, Pradnya paramitha, Jakarta. 1986.

ASHRAE “ Guide and Data Book Application “, American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA. 1964.

ASHRAE “ Handbook Fundamental “, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA. 1981.

ASHRAE GRP 158, Cooling Load and Heating Calkulaion Manual, American Society Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineer, Inc

ASHRAE Handbook, Fundamental Chapter 27, American Society Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer, Inc. 1997

Arora, C. P, Refrigeration and Air Conditioning, Mc. Graw-Hill International Editions, Second Edition, 2001



**Dossat. J. Roy** “ Principle Of Refrigeration “, edisi ke-3, penerbit Pretince Hall International, 1985.

**Holman. J.P** “ Heat Transfer “, edisi ke-4, Mc Graw Hill Kogakusha, LTD.

**Jordan. C.R dan Gayle. B.P** “ Refrigeration and Air Conditioning “, edisi ke-2, Pretince Hall of India Private Limited, New Delhi, 1985.

**Kern, Donald Q.** “ Process Heat Transfer”, International Edition 1965. Mc. Graw-Hill book company.

**Stocker. W.F, Jernold. W.J** “ Refrigerasi dan Pengkondisian Udara “, edisi ke-2, Penerbit Erlangga, Jakarta. 1989.

---

<sup>1,2</sup> Teknik Mesin Tama Jagakarsa Jakarta

<sup>3</sup> Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian

