

## ***Pengantar Sistem Tata Udara***

Sistem tata udara adalah suatu proses mendinginkan/memanaskan udara sehingga dapat mencapai suhu dan kelembaban yang diinginkan/dipersyaratkan. Selain itu, mengatur aliran udara dan kebersihannya.

Sistem penyegaran udara pada umumnya dibagi menjadi dua golongan utama yaitu :

- a. Penyegaran udara untuk kenyamanan  
Menyegarkan udara ruangan untuk memberikan kenyamanan kerja bagi orang yang melakukan kegiatan tertentu.
- b. Penyegaran udara untuk industri  
Menyegarkan udara ruangan karena diperlukan oleh proses, bahan, peralatan atau barang yang ada di dalamnya.

### **Mengapa udara perlu ditata?**

Jika seseorang berada di dalam suatu ruangan tertutup untuk jangka waktu yang lama, maka pada suatu ketika ia akan merasa kurang nyaman, begitu juga jika kita berada pada ruang terbuka pada siang hari dengan sinar matahari mengenai tubuh kita akan terasa kurang nyaman. Hal ini diakibatkan dua hal utama yakni temperatur (suhu) dan kelembaban (humidity) udara tersebut tidak sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tubuh.

### **Dimana saja udara perlu ditata/diatur?**

#### **Perkantoran**

Penyegaran udara gedung kantor diperlukan untuk memberikan kenyamanan lingkungan kerja bagi para karyawan. Dalam banyak hal penyegaran udara itu juga diadakan untuk melindungi peralatan kantor, sebaiknya terdapat pengatur suhu dan kelembaban atau penyegar udara untuk setiap kelompok ruangan dengan kegiatan yang sama.

#### **Hotel**

Hotel terdiri dari ruang tamu, ruangan umum seperti ruang duduk, ruang makan dan sebagainya. Ruang tamu sebaiknya sistem penyegaran dilengkapi dengan pengatur suhu dan kelembaban, dengan demikian suhu dan kelembabannya dapat disesuaikan dengan keperluan, seperti umur, jenis kelamin dari tamu dan sebagainya.

### **Pusat Pertokoan**

#### **Industri**

Sistem penyegaran udara untuk keperluan industri dibagi menjadi dua golongan, yaitu penyegaran udara untuk kenyamanan, untuk memberikan kenyamanan lingkungan kerja bagi karyawan; dan penyegaran udara industri untuk mengatur suhu dan kelembababan dari udara yang dipergunakan dalam proses produksi, penyimpanan, lingkungan kerja mesin, dan sebagainya.

#### **Rumah Sakit**

Rumah Sakit berbeda dari jenis bangunan lainnya, dimana lingkungannya harus dijaga supaya tetap bersih untuk mencegah penyebaran dan berkembangnya bakteri patogenik. Oleh karena itu ruangan yang tersedia hendaknya dibagi menjadi beberapa daerah, sedemikian rupa sehingga tidak terjadinya pencampuran udara yang mengandung kuman penyakit.

#### **Tempat Tinggal**

### **PRINSIP KERJA PENYEGAR UDARA**

Penyegar udara atau yang biasa disebut *Air Conditioner(AC)* dirancang dengan mempergunakan bahan atau unsur pendingin (Refrigeran) yang mempunyai sifat mekanis yang dimasukkan ke dalam suatu sistem peredaran udara untuk diedarkan melalui komponen-komponen utama penyegar yang telah dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menghisap atau menyerap suhu panas udara di dalam suatu ruangan dan memindahkan suhu panas udara tersebut keluar ruangan, sehingga tercapailah suatu penyegar udara yang ideal.

Penyegar udara yang baik harus mempunyai syarat-syarat sebagai berikut :

1. Dapat mengatur dan menyesuaikan suhu didalam ruangan.
2. Dapat menjaga dan mengatur kelembaban udara.
3. Memperlengkapi penukaran udara dengan baik.
4. Dapat mengedarkan kembali udara yang telah ada di dalam ruang yang sudah diberikan pengaturan udara.
5. Dapat menyaring dan membersihkan udara.

### **Lingkaran Pendinginan (*Refrigerant Cycle*)**

Semua bagian dari sistem pendinginan adalah serupa, kecuali ukuran-ukurannya, tergantung dari kerangka pendinginan tersebut. Lingkaran pendingin merupakan suatu rangkaian pertukaran dari bagian-bagian bahan pendingin, didalam proses ini bahan pendingin diubah dari bentuk cairan menjadi uap kemudian diolah kembali menjadi suatu bentuk cairan. Tenaga yang berbentuk panas yang merubah cairan menjadi uap adalah bentuk panas yang merupakan hawa panas yang ditarik dari udara didalam ruangan yang diinginkan.

Lingkaran pendinginan terdiri dari 4 proses, yaitu :

1. Kenaikkan tekanan didapat dari dalam kompresor
2. Menghilangkan panas didalam Kondensor
3. Mendapatkan hawa panas di dalam Evaporator.
4. Menghilangkan tekanan didalam *Capillary tube*

Pada dasarnya lingkaran pendingin terdiri dari dua proses pemindahan hawa panas dan dua proses pertukaran tekanan, yaitu:

#### **Kompresor.**

Kompresor adalah suatu alat mekanis yang dapat menarik gas pendinginan dan kemudian menyalurkan dengan suatu tekanan yang lebih tinggi ke Kondensor. Saat ini umumnya kompresor digerakkan oleh motor listrik

#### **Kondensor**

Kondensor adalah suatu alat yang menarik hawa panas baik yang kentara maupun tak kentara dari gas yang telah ditekan, dan memindahkannya kesuatu

medium pendinginan udara atau air, jadi dengan kata lain, gas tersebut dicairkan oleh kondensor ini

#### C. Evaporator

Evaporator adalah suatu alat yang berguna untuk menghisap panas dari sekelilingnya oleh penguapan bahan pendingin cair yang sudah ditakar didalamnya, jadi cairan tersebut dipindahkan dalam bentuk gas.

#### D. Capillary Tube

Alat ini merupakan suatu pengisi yang diletakkan rapat dibawah Kondensor, dan alat ini berguna untuk mengumpulkan cairan pendingin.

### **KOMPONEN UTAMA PENYEGAR UDARA**

#### **Kompresor**

Kompresor adalah jantung dari sistem tata udara, Kompresor berguna untuk menghisap uap refrigeran dari ruang penampung uap. Ketika di dalam penampung uap, tekanannya diusahakan agar tetap rendah, supaya refrigeran senantiasa berada dalam keadaan uap dan bersuhu rendah. Lalu ketika di dalam kompresor, tekanan refrigeran dinaikkan sehingga memudahkan pencairannya kembali. Energi yang diperlukan untuk kompresi diberikan oleh motor listrik yang menggerakkan kompresor. Jumlah refrigeran yang bersirkulasi dalam siklus refrigerasi tergantung pada jumlah uap yang dihisap masuk ke dalam kompresor .

Dua jenis utama dari kompresor:

1. Kompresor positif, dimana gas di hisap masuk kedalam silinder dan dikompresikan sehingga terjadi kenaikan tekanan.
2. Kompresor non positif, dimana gas yang dihisap masuk dipercepat alirannya oleh sebuah impeler yang kemudian mengubah energi kinetik untuk menaikkan tekanan.

Empat jenis kompresor refrigerasi yang paling umum adalah:

- o Kompresor torak (*reciprocating compressor*)
- o Kompresor sekrup (*rotary screw compressor*)
- o Kompresor sentrifugal
- o Kompresor sudu (*vane*)

## **Kondensor**

Kondensor berguna untuk pengembunan dan pencairan kembali uap refrigeran. Uap refrigeran yang bertekanan dan bersuhu tinggi pada akhir kompresi dapat dengan mudah dicairkan dengan mendinginkannya dengan air pendingin (dengan udara pendingin pada sistem dengan pendinginan udara) yang ada pada suhu normal. Dengan kata lain, uap refrigeran menyerahkan panasnya (kalor laten pengembunan) kepada air dingin di dalam kondensor, sehingga mengembun dan menjadi cair. Jadi karena air pendingin menyerap panas dari refrigeran, maka ia akan menjadi panas pada waktu keluar dari kondensor. Selama refrigeran mengalami perubahan dari fasa uap ke fasa cair, dimana terdapat campuran refrigeran dalam fasa uap dan cair, tekanan (tekanan pengembunan) dan suhunya (suhu pengembunan) konstan. Kalor yang dikeluarkan dari dalam kondensor adalah jumlah kalor yang diperoleh dari udara yang mengalir melalui evaporator. Uap refrigeran menjadi cair sempurna didalam kondensor, kemudian dialirkan kedalam melalui pipa kapiler /katup ekspansi.

### **Jenis-jenis kondensor :**

#### **Kondensor Tabung dan Pipa Horisontal**

Ciri-ciri kondensor tabung dan pipa adalah sebagai berikut:

- Dapat dibuat dengan pipa pendingin bersirip, sehingga relatif berukuran kecil dan ringan.
- Pipa air dapat dibuat lebih mudah.
- Bentuknya sederhana (horisontal) dan mudah pemasangannya.
- Pipa pendingin mudah dibersihkan.

#### **Kondensor Tabung dan Koil**

Ciri-ciri kondensor tabung dan koil adalah sebagai berikut :

- a. Harganya murah karena mudah pembuatannya.
- b. Kompak karena posisinya yang vertikal dan mudah pemasangannya.
- c. Boleh dikatakan tidak mungkin mengganti pipa pendingin, sedangkan pembersihannya dilakukan dengan menggunakan deterjen.

### **Kondensor Pipa Ganda**

Ciri-ciri kondensor jenis pipa ganda adalah sebagai berikut : <sup>[1]</sup>

1. Konstruksi sederhana dengan harga memadai.
2. Dapat mencapai kondisi superdingin karena arah aliran refrigeran dan air pendingin berlawanan.
3. Penggunaan air pendingin relatif kecil.
4. Kesulitan dalam membersihkan pipa; harus dipergunakan deterjen.
5. Pemeriksaan terhadap korosi dan kerusakan pipa tidak mungkin dilaksanakan; penggantian pipa juga sukar dilaksanakan.

### **Evaporator**

Tekanan cairan refrigeran yang diturunkan pada katup ekspansi, didistribusikan secara merata kedalam pipa Evaporator oleh distributor refrigeran, pada saat itu refrigeran akan menguap dan menyerap kalor dari udara ruangan yang dialirkan melalui permukaan luar dari pipa evaporator. Cairan refrigeran diuapkan secara berangsur-angsur karena menerima kalor sebanyak kalor laten penguapan, selama proses penguapan itu, di dalam pipa akan terdapat campuran refrigeran dalam fasa cair dan gas. Suhu penguapan dan tekanan penguapan dalam keadaan konstan pada saat itu terjadi. Evaporator adalah penukar kalor yang memegang peranan paling penting di dalam siklus refrigerasi, yaitu mendinginkan media sekitarnya.

### **Katup Ekspansi**

Untuk menurunkan tekanan dari refrigeran cair (yang bertekanan tinggi) yang dicairkan di dalam kondensor, agar dapat mudah menguap, maka dipergunakan alat yang dinamakan katup ekspansi atau pipa kapilar. Katup ekspansi ini dirancang untuk suatu penurunan tekanan tertentu. Katup ekspansi yang biasa dipergunakan adalah katup ekspansi termostatik yang dapat mengatur laju aliran refrigeran, yaitu agar derajat super panas uap refrigeran di dalam

evaporator dapat diusahakan konstan. Dalam penyegar udara yang kecil, dipergunakan pipa kapiler sebagai pengganti katup ekspansi.

Cairan refrigeran mengalir ke dalam evaporator, tekanannya turun dan menerima kalor penguapan dari udara, sehingga menguap secara berangsur-angsur. Selanjutnya, proses siklus tersebut di atas terjadi secara berulang-ulang.

Jenis katup ekspansi yang paling populer untuk sistem refrigasi adalah katup berkendali lanjut panas, yang biasa disebut dengan katup ekspansi termostatik. Katup ekspansi termostatik mengatur laju aliran refrigeran cair yang besarnya sebanding dengan laju penguapan di dalam evaporator.

Katup ekspansi mengatur supaya evaporator dapat selalu bekerja sehingga diperoleh efisiensi siklus refrigasi yang maksimal. Apabila beban pendinginan turun, atau apabila katup ekspansi membuka lebih lebar, maka refrigeran didalam evaporator tidak menguap sempurna, sehingga refrigeran yang terisap masuk ke dalam kompresor mengandung cairan. Apabila hal tersebut terjadi dalam waktu cukup lama, sebagian uap akan mencair kembali, dan katup kompresor akan mengalami kerusakan.

## **REFRIGERAN**

Refrigeran sangat penting peranannya bagi mesin penyegar udara, sehingga dalam memilih jenis refrigeran haruslah yang paling sesuai dengan jenis kompresor yang dipakai, dan karakteristik termodinamikanya yang antara lain meliputi suhu penguapan dan tekanan penguapan serta suhu pengembunan dan tekanan pengembunan.

### **Persyaratan Refrigeran**

Persyaratan refrigeran untuk unit refrigasi adalah sebagai berikut :

- a) Tekanan penguapannya harus tinggi.
- b) Tekanan pengembunan yang tidak terlampau tinggi.
- c) Kalor laten penguapannya harus tinggi.
- d) Volume spesifik (terutama dalam fasa gas) yang cukup kecil.

- e) Koefisien prestasinya harus tinggi.
- f) Konduktivitas termal yang tinggi.
- g) Viskositas yang rendah dalam fasa cair maupun fasa gas.
- h) Konstanta dielektrika dari refrigeran yang kecil, tahanan listrik yang besar, serta tidak menyebabkan korosi pada material isolator listrik.
- i) Refrigeran hendaknya stabil dan tidak bereaksi dengan material yang dipakai, jadi juga tidak menyebabkan korosi.
- j) Refrigeran tidak boleh beracun dan tidak berbau merangsang.
- k) Refrigeran tidak boleh mudah terbakar dan mudah meledak.
- l) Refrigeran harus mudah dideteksi, jika terjadi kebocoran.
- m) Harganya tidak mahal dan mudah diperoleh.
- n) Ramah lingkungan

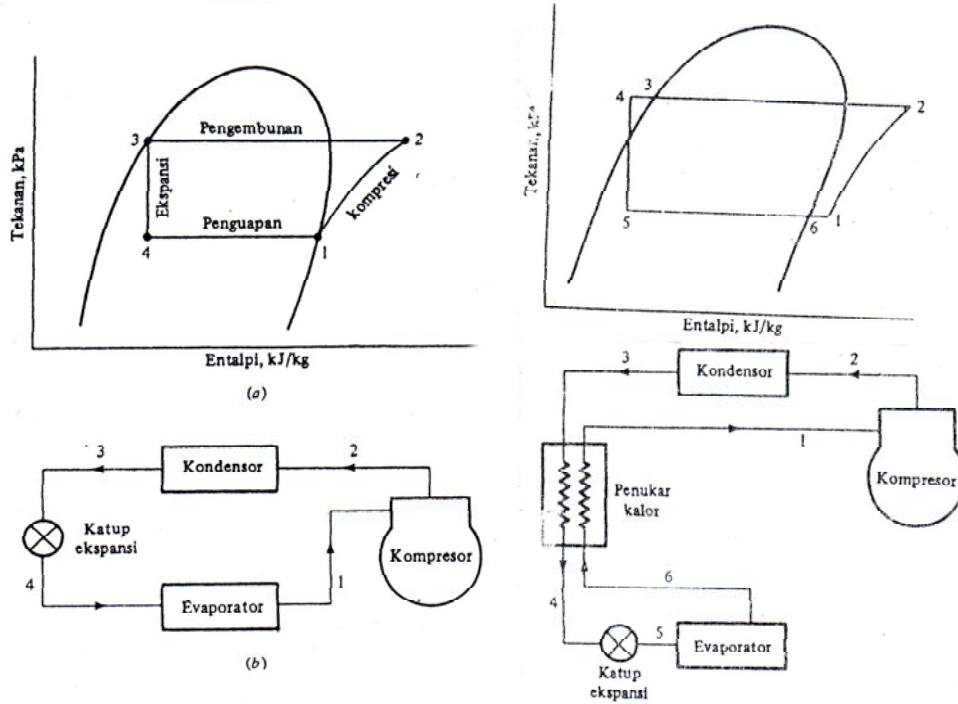
## **UDARA**

Udara yang mengandung uap air dinamakan udara lembab atau udara basah. Sedangkan udara kering adalah udara yang sama sekali tidak mengandung uap air. Udara kering mempunyai komposisi  $N_2$  dengan volume 78,09 % dan berat 75,53%;  $O_2$  volume 20,95 % dan berat 23,14 %; Ar, volume 0,93 % dan berat 1,28 %;  $CO_2$ , volume 0,03 dan berat 0,05 %.

Siklus Kompresi Uap (SKU), dibagi atas dua kategori:

1. SKUS (Siklus Konversi Uap Standar)
2. SKUM (Siklus Konversi Uap Modifikasi)





(1)

(2)

Sifat termal dari udara basah pada umumnya ditunjukkan dengan diagram psikometri, beberapa istilah sebagai berikut :

### Suhu bola kering

Suhu tersebut dapat dibaca pada termometer dengan sensor kering dan terbuka.

### Suhu bola basah

Untuk membaca suhu bola basah digunakan termometer dengan sensor yang dibalut dengan kain basah untuk menghilangkan pengaruh radiasi panas,

### Tekanan parsial uap air

Hubungan antara tekanan parsial uap air  $f$  dan suhu bola basah  $t'$  dapat dilihat dari persamaan ,

$$f \leq f' - 0,5 (t - t') \frac{\text{Tekanan atmosfer, mmHg}}{755} \quad (1)$$

biasanya disebut dengan persamaan empirik dari Sprung, dimana,

$t$  = suhu bola kering ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t'$  = suhu bola basah ( $^{\circ}\text{C}$ )

$f'$  = tekanan uap jenuh pada  $t'$  (mmHg)

atau

$$f' = 10^{(0,661 + 7,493 t') / (237,0 + t')} \quad (2)$$

Persamaan (2) dikenal sebagai persamaan kosik.

Perbandingan kelembaban ,  $x$

Perbandingan kelembaban adalah perbandingan antara berat uap air dan berat udara kering yang ada di dalam udara (lembab). Hubungan antara tekanan uap  $f$  dan perbandingan kelembaban  $x$  adalah :

$$x = 0,6220 \frac{f}{\text{Tekanan atmosfer} - f} \quad (\text{kg/kg}') \quad (3)$$

atau

$$x = \frac{x}{0,6220 + x} x (\text{tekanan atmosfer, mmHg})$$

Perbandingan kelembaban ,  $x$  ( kg/kg udara kering, kg/kg<sub>ud</sub>, kg/kg')

Perbandingan kelembaban adalah perbandingan antara berat uap air dan berat udara kering yang ada di dalam udara (lembab). Hubungan antara tekanan uap  $f$  dan perbandingan kelembaban  $x$  adalah :

$$x = 0,6220 \frac{f}{\text{Tekanan atmosfer} - f} \quad (\text{kg/kg}') \quad (3)$$

$$x = \frac{x}{0,6220 + x} x (\text{tekanan atmosfer, mmHg}) \quad (4)$$

## **BEBAN KALOR SENSIBEL DAN LATEN**

Beban kalor terdiri dari alat penyejuk udara dan beban kalor yang ada di dalam ruangan. Untuk beban kalor alat penyejuk udara agar menghasilkan udara penyejuk yang masuk ke dalam ruangan dari alat penyejuk udara pada temperatur dan kelembaban tertentu maka jumlah kalor yang harus dilayani oleh alat penyejuk udara tersebut adalah beban kalor ruangan, beban kalor dari udara luar yang masuk ke dalam alat penyejuk, beban blower dan motor, dan kebocoran dari saluran.

Beban kalor ruangan dan beban kalor alat penyejuk udara pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi beban kalor sensibel dan beban kalor laten. Beban kalor sensibel, yaitu kalor yang menyebabkan terjadinya perubahan suhu. Sedangkan beban kalor laten, yaitu kalor yang menyebabkan terjadinya perubahan fase (jadi, tidak terjadi perubahan suhu). Beban ini biasanya terbawa oleh uap air yang menyebabkan naiknya kelembaban udara.

Dan pada umumnya beban pendinginan dibagi dalam empat kelompok berdasarkan sumbernya adalah :

Transmisi: yaitu kehilangan kalor atau perolehan kalor yang disebabkan antara kedua sisi elemen bangunan.

Solar (panas matahari) : yaitu perolehan kalor yang disebabkan oleh penjarangan energi matahari melalui komponen bangunan yang tembus pandang atau penyerapan oleh komponen bangunan yang tidak tembus cahaya (*opaque building component*).

Perembesan udara (*infiltrasi*) : yaitu kehilangan atau perolehan kalor yang disebabkan oleh perembesan udara ke dalam ruangan yang dikondisikan.

Sumber dalam (*internal*) : yaitu perolehan kalor yang disebabkan oleh pelepasan energi di dalam ruang (oleh lampu-lampu, orang, peralatan, dan sebagainya).

Akibat dari beban-beban ini adalah berubahnya suhu di dalam ruangan jika peralatan penghangat atau peralatan pendinginan tidak bekerja.

### Beban Kalor Melalui Transmisi

Beban Kalor Sensibel Transmisi Melalui Dinding / Atap

Beban transmisi kalor melalui dinding dan atap adalah :

$$Q_d = A \times K \times (\Delta t) \quad (5)$$

dimana,

A = luas dinding atau atap(m<sup>2</sup>)

K = koefisien transmisi kalor dari dinding ( kcal/m<sup>2</sup> h °C)

Δt = selisih Suhu udara di dalam dan luar ruangan (°C)

$$K = \frac{1}{R_T} \quad (\text{kcal/ m}^2 \text{ jam}^0 \text{ C}) \quad (6)$$

dengan,

$$R_T = R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_a + \dots + R_{so} \quad (\text{m}^2 \text{ jam}^0 \text{ C/kcal}) \quad (7)$$

dimana,

R<sub>si</sub> = tahanan perpindahan kalor dari lapisan permukaan dalam dinding  
dari table Hambatan Kalor Permukaan R<sub>s</sub>

R<sub>so</sub> = tahanan perpindahan kalor dari lapisan permukaan luar dinding  
dari Tabel Tahanan Perpindahan Kalor Dari Lapisan Udara R<sub>a</sub>

R<sub>1</sub>,..... R<sub>n</sub> = tahanan perpindahan kalor dari setiap lapisan dinding Tabel dari  
Tahanan Perpindahan Kalor Dari Lapisan Udara R<sub>a</sub>

Tahanan Perpindahan Kalor Dari Lapisan Udara R<sub>a</sub><sup>1</sup> dalam hal  
tersebut,

$$R_1 = r_1 \times \text{tebal} \quad (8)$$

$$R_1 = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a \quad (9)$$

## 2. Beban kalor sensibel Melalui jendela

Ada dua macam dinding, yaitu dinding termal tipis (memindahkan panas dengan cepat) dan dinding termal tebal (memindahkan panas dengan lambat). Kaca jendela adalah salah satu contoh dinding termal tipis. Banyaknya perpindahan kalor melalui dinding tipis adalah :

$$Q = A \times K \times \Delta t \quad \text{kcal/jam } ^\circ\text{C} \quad (10)$$

dimana,

A = luas jendela ( $\text{m}^2$ )

$\Delta t$  = selisih Suhu dalam dan luar ruangan ( $^\circ\text{C}$ )

K = koefisien perpindahan kalor ( $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{jam } ^\circ\text{C}$ )

#### Beban Kalor Sensibel Karena Adanya Ventilasi

Pada tabel Jumlah Penggantian Udara menunjukkan jumlah penggantian udara dalam ventilasi,  $N_n$ . jumlah penggantian udara dalam ventilasi alamiah dapat diperoleh dengan membagi jumlah udara yang masuk karena adanya gaya alamiah (misalnya angin) oleh volume ruangan.

Beban kalor sensibel karena adanya ventilasi adalah:

$$Q_{Sv} = [(v_r \times N_n) - N] \times \frac{0,24}{\text{volumespesifik}} \times \Delta t \quad (\text{kcal} / \text{jam}) \quad (11)$$

dimana,

$v_r$  = volume ruangan ( $\text{m}^3$ )

$N_n$  = jumlah penggantian ventilasi alamiah

N = jumlah udara luar ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$\Delta t$  = selisih Suhu dalam dan luar ruangan ( $^\circ\text{C}$ )

0,24 = kalor spesifik dari 1 kg udara, maka jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan Suhu ( $1\text{m}^3$ ) udara ruangan sebesar  $1^\circ\text{C}$  dengan membagi 0,24 oleh volume spesifik udara luar tersebut.

## Beban Kalor Melalui (dari panas matahari)

Beban Kalor Sensibel Dari radiasi Matahari Melalui Jendela

Jumlah radiasi matahari melalui jendela adalah sama dengan jumlah radiasi matahari total yang diperoleh dalam radiasi panas matahari sesaat untuk perancangan. Untuk gedung dengan jendela yang besar, maka radiasi matahari melalui jendela haruslah diperhitungkan dengan seksama, untuk hal tersebut dapat dipakai

Jumlah radiasi matahari melalui jendela adalah

$$Q = \{(\text{Luas jendela}) \times (\text{jumlah radiasi matahari}) \times (\text{faktor transmisi jendela}) \times (\text{faktor bayangan})\} \quad (12)$$

Faktor bayangan (*shading Factor*) dari jendela adalah apabila sebuah jendela dibayangi oleh gedung sebelah atau tepi atapnya sendiri, maka tidak semua panas matahari masuk kedalam ruangan; jadi jumlah radiasi matahari yang masuk kedalam menjadi lebih kecil. Sebaliknya apabila jendela ruangan berhadapan dengan benda lain yang memantulkan cahaya (misalnya kaca jendela)

Beban kalor sensibel Melalui jendela

Ada dua macam dinding, yaitu dinding termal tipis (memindahkan panas dengan cepat) dan dinding termal tebal (memindahkan panas dengan lambat). Kaca jendela adalah salah satu contoh dinding termal tipis. Banyaknya perpindahan kalor melalui dinding tipis adalah :

$$Q = A \times K \times \Delta t \quad \text{kcal/jam}^{\circ}\text{C} \quad (13)$$

dimana,

A = luas jendela ( $\text{m}^2$ )

$\Delta t$  = selisih Suhu dalam dan luar ruangan ( $^{\circ}\text{C}$ )

K = koefisien perpindahan kalor ( $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{jam}^{\circ}\text{C}$ )

## Beban Kalor Melalui Infiltrasi

Beban Kalor Sensibel Karena Adanya Ventilasi

Pada tabel Jumlah Penggantian Udara menunjukkan jumlah penggantian udara dalam ventilasi,  $N_n$ . jumlah penggantian udara dalam ventilasi alamiah dapat diperoleh dengan membagi jumlah udara yang masuk karena adanya gaya alamiah (misalnya angin) oleh volume ruangan.

Beban kalor sensibel karena adanya ventilasi adalah:

$$Q_{sv} = [(v_r \times N_n) - N] \times \frac{0,24}{\text{volumespesifik}} \times \Delta t \quad (\text{kcal / jam}) \quad (14)$$

dimana,

$v_r$  = volume ruangan ( $\text{m}^3$ )

$N_n$  = jumlah penggantian ventilasi alamiah

$N$  = jumlah udara luar ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$\Delta t$  = selisih Suhu dalam dan luar ruangan ( $^{\circ}\text{C}$ )

0,24 = kalor spesifik dari 1 kg udara, maka jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan Suhu ( $1\text{m}^3$ ) udara ruangan sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  dengan membagi 0,24 oleh volume spesifik udara luar tersebut.

## 2. Beban Kalor Laten Melalui Ventalasi

Beban kalor laten karena adanya infiltrasi adalah :

$$Q_{Li} = v_r \times N_n \times 597,3 \times \Delta x \quad (15)$$

$v_r$  = Volume ruangan ( $\text{m}^3$ )

$N_n$  = jumlah ventilasi alamiah

597,3 = kalor laten penguapan (kcal/kg)

$\Delta x$  = selisih perbandingan kelembaban di dalam dan di luar ruangan ( $\text{kg}/\text{kg}'$ )

## 3. Beban Kalor Laten Karena Udara Luar Yang Masuk

Besarnya beban kalor laten udara luar yang masuk adalah:

$$Q_{Lm} = N \times V_s \times \Delta x \quad (16)$$

dimana,

- $N$  = jumlah udara yang masuk ruangan ( $m^3/jam$ )  
 $V_s$  = volume spesifik udara luar ( $m^3/kg'$ )  
 $\Delta x$  = selisih perbandingan kelembaban udara di dalam dan luar ruangan ( $kg/kg'$ )

### Beban Kalor Sensibel Melalui Internal

#### Beban Kalor Sensibel Melalui Penghuni

Jika jumlah orang yang ada dalam ruangan diketahui dengan pasti jumlah tersebut dapat dipergunakan dalam perhitungan.

.Beban kalor sensibel karena adanya sumber kalor interior adalah:

$$Q_i = n \times Q_{sm} \times f \quad \text{kcal/h } ^\circ\text{C} \quad (17)$$

dimana,

$n$  = jumlah orang dalam ruangan

$Q_{sm}$  = kalor sensibel manusia (kcal/kg)

$f$  = koreksi faktor kelompok

#### Beban Kalor Sensibel melalui Peralatan Listrik

Beban kalor karena adanya peralatan listrik adalah:

$$Q_s = P_m \times 0,860 \times f \quad (18)$$

dimana,

$P_m$  = daya mesin yang digunakan (kW)

0,860 = besarnya kalor sensibel dari peralatan listrik (kcal/kW)

$f$  = faktor penggunaan peralatan

#### Beban Kalor Sensibel Melalui Lampu

Besarnya beban kalor karena lampu yang dipakai adalah :

$$Q_{sp} = P_l \times 0,860 \quad (19)$$

dimana,

$P_l$  = daya lampu (kW)



0,860 = besarnya kalor sensibel untuk lampu pijar dan 1,000 untuk lampu neon (kcal/KW)

Faktor penggunaan (*use factor*) perlengkapan haruslah diperhitungkan dengan seksama, sesuai dengan fungsinya masing-masing. Dan perlengkapan lainnya, seperti kompor gas, pemanas air juga harus dipertimbangkan.

**Reference:**

ASHRAE. Hand Book of Fundamental (SI). Ashrae inc. Atlanta. 1995- 2005

Ridwan. System tata udara. Lecture Note. Universitas Gunadarma. Depok 1999

[www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)

[www.google.com](http://www.google.com)