

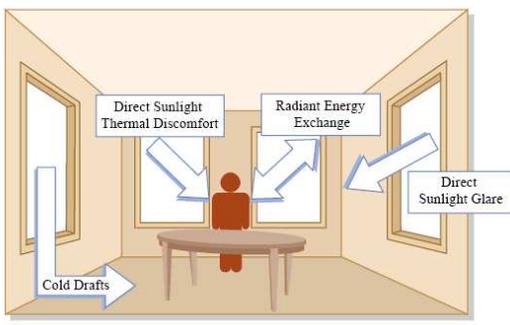
## Kenyaman termal

- Kenyaman termal adalah suatu kondisi yang dinikmati oleh manusia. Faktor-faktor kenyamanan termal (4 faktor lingkungan dan 3 faktor manusia):
  - Suhu udara
  - Kecepatan angin
  - Kelembaban udara
  - Rata-rata suhu radian permukaan ruang
  - Aktivitas manusia
  - Usia
  - Pakaian

## Mekanisme pengontrol kenyamanan termal

- Secara Internal (pada tubuh manusia):
  - Proses keringat (Sweating) dan Pengerutan pori (Dilation)
  - Pemancaran panas tubuh secara radiasi
- Secara Eksternal (kondisi lingkungan)
  - Ventilasi
  - Kenaikan dan penurunan temperatur udara
  - Sinar matahari
  - Adanya bahan-bahan penyerap dan penangkal panas pada pakaian, bahan bangunan, kaca

## Kenyamanan termal manusia



## Fungsi Jendela



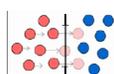
Fungsi	Tujuan	Resiko
Memandang	Kontak keluar	Kehilangan privasi
Ventilasi	Udara segar	Kehilangan panas/dingin
Pencahayaan	PASH	Silau
Perolehan Panas	Solar gain	Overheat

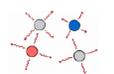
## Cara Perpindahan Panas

- **Konduksi :**  
Perpindahan panas dengan cara penjaralan di dalam suatu bahan atau antara permukaan dua bahan yang saling bersentuhan. Misal antara kaki kita tanpa sepatu dan permukaan lantai.  
Dinding yang tebal memerlukan waktu lama untuk penjaralan panas, karena itu dinding tebal sering dipakai di bangunan tropis
- **Konveksi**  
Perpindahan panas karena adanya aliran udara. Misal saat angin mengenai permukaan kulit kita, maka kita akan merasa sejuk karena panas kulit kita terbawa angin
- **Radiasi**  
Perpindahan panas secara pancaran, misal panas dari alat elektronik, lampu, sinar matahari

## Mengatasinya

Konduksi  Pindahkan materialnya

Konveksi  Buat vakum

Radiasi  Gunakan permukaan opaque atau mudah memantulkan

Evapotranspirasi  Pilih material kering

### Hubungan antara kelembaban dan temperatur

- Temperatur udara dinyatakan dengan :
  - Temperatur bola basah (Wet Bulb Temperatur)
  - Temperatur bola kering (Dry Bulb Temperatur)
- Temperatur bola basah adalah temperatur udara yang berisi uap air sedangkan temperatur udara kering adalah temperatur udara tanpa uap air.
- Kedua temperatur ini dipakai untuk menentukan kondisi saturasi (jenuh) dari uap air serta temperatur penguapan udara.
- Termometer bola basah adalah termometer yang dilengkapi dengan bahan basah berupa sepon yang diberi air. Cara menggunakannya dengan memutar termometer tersebut

- Jika di udara kadar uap airnya sudah sama dengan kadar uap air jenuh maka tidak ada lagi uap air yang bisa menguap dan keringat tidak bisa terlepas dari kulit.
- Hubungan antara temperatur udara kering, temperatur udara basah dan kelembaban jenuh disusun dalam suatu diagram (karta) yang disebut dengan psikometrik
- Psikometrik ini digunakan untuk menentukan temperatur penguapan yaitu temperatur pada saat kelembaban jenuh (saturasi) 100%

### Sifat Termal Bahan

- Konduktivitas (Conductivity, k)  
Sifat bahan dalam mengantarkan panas secara konduksi. Konduktivitas dinyatakan dengan satuan  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$
- Resistivitas (Resistivity, R)  
Sifat bahan sebagai isolator panas yang dinyatakan sebagai kebalikan dari konduktivitas (1/k)
- Transmittansi  
Adalah jumlah panas yang diteruskan oleh dinding dinyatakan dengan :  $U=1/Ra$

- $Ra$  = Resistansi total dinding  
 $Ra = 1/fo + Rb + 1/fi$   
 $fo$  = konduktansi udara pada permukaan luar dinding  
 $Rb$  = Resistansi total dinding  
 $fi$  = konduktansi udara pada permukaan dalam dinding
- Panas yang menembus dinding secara konduksi:  $Q = A.U.\Delta T$  dengan  
 $A$  = luas dinding  
 $U$  = Transmittansi  
 $\Delta T$  = selisih suhu udara di dekat permukaan dinding luar dan dinding dalam

### Konduktivitas pada dinding

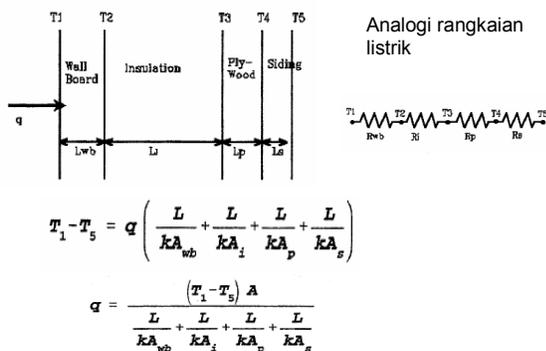


Table 1  
Thermal Conductivity of  
Common Materials

	$k$ (BTU/hr ft $^2$ $^{\circ}F$ )
<b>Solids</b>	
Copper	219
Aluminum	119
Steel	25
Brick, common	0.2 - 0.1
Concrete	0.5 - 0.8
Glass	0.5
Glass fiber insulation	.03
Ice	2.1
Plastic	0.1
Wood	0.1 - 0.2
<b>Liquids</b>	
Ammonia	0.3
Refrigerant-12	0.04
Light Oil	0.08
Water	0.34
Mercury	5
<b>Gases</b>	
Air, dry	0.015
Carbon Dioxide	0.009
Helium	0.09
Nitrogen	0.15
Water Vapor (Steam)	0.015 (at 212 $^{\circ}F$ )
Refrigerant-11	0.005

## Konveksi pada dinding

$$q = hA (T_{\text{surface}} - T_{\text{fluid}})$$

Table 2  
Convection Heat Transfer Coefficients  
BTU/hr ft<sup>2</sup> °F

Gases Natural Convection	0.5 - 5
Gases Forced Convection	2 - 50
Liquids Forced Convection	30 - 1000
Liquid Metals	1,000 - 50,000
Boiling Liquids	200 - 50,000
Condensation	500 - 5,000

Rohsenow W.M. and Choi H., *Heat, Mass, and Momentum Transfer*  
Prentice-Hall, 1961.

1 BTU/hr ft<sup>2</sup> °F = 5.68 W/m<sup>2</sup> °C

## Radiasi pada dinding

$$q_r = A_1 \sigma (T_1^4 - T_2^4)$$

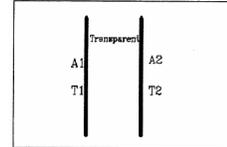
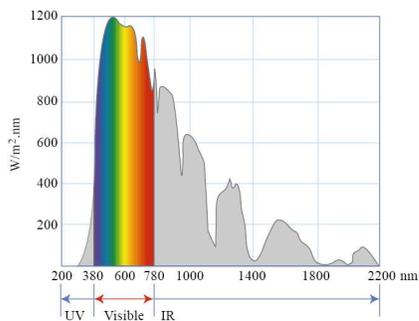


Figure 21  
Parallel Black Plates

## Radiasi matahari



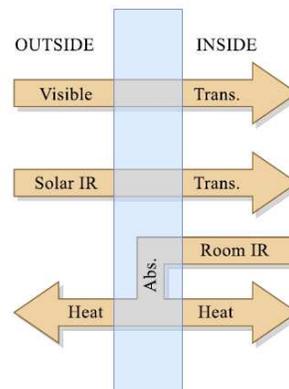
## Efek rumah kaca

- Sinar matahari yang masuk melalui kaca selain membawa cahaya juga membawa gelombang pendek. Gelombang pendek ini dapat menembus kaca. Kemudian diserap oleh permukaan di dalam ruangan.
- Permukaan ruangan melepaskan panas ke ruangan dengan cara meradiasikan gelombang panjang yang tidak dapat melewati kaca. Sehingga kaca menjadi penahan panas dan ruangan semakin panas.
- Efek pemanasan rumah kaca ini sering dipakai pada atmosfer dengan kacanya berupa lapisan CO<sub>2</sub> yang terbawa dan berkumpul di atmosfer

- Panas yang menembus kaca  
 $Q = A \cdot I \cdot \theta \cdot W$   
 $A = \text{luas jendela, m}^2$   
 $I = \text{Intensitas radiasi matahari, W/m}^2$   
 $\theta = \text{solar gain factor dari kaca}$

- Absorpsi  
 Kemampuan benda untuk menyerap panas yang dipancarkan secara radiasi. Baik dari matahari maupun dari benda-benda lain yang memancarkan panas secara radiasi (misal atap seng). Absorpsi dinyatakan dengan koefisien absorpsi  $\alpha$  yang nilainya antara 0 dan 1. Sedangkan kemampuan memancarkan radiasi dinyatakan dengan koefisien emisivitas  $\epsilon$

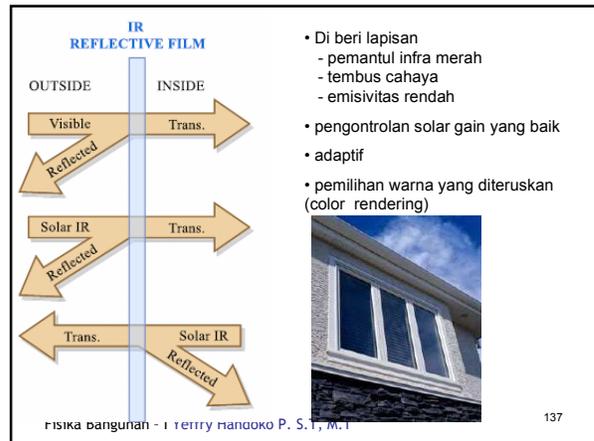
## CLEAR GLASS



- Iluminasi yang baik
- Meneruskan warna dengan baik (color rendering)
- Solar gain yang tinggi (High Solar gain)



136



137

### Panas yang dihasilkan tubuh manusia dan pengaruh pakaian

- Manusia menghasilkan panas akibat adanya proses metabolisme dan aktivitas manusia. Metabolisme akibat aktivitas manusia dinyatakan dengan satuan met
- Berikut ini contoh panas dari metabolisme

Aktivitas	Met	watt/m <sup>2</sup>
Berbaring	0,8	46
Duduk tenang	1,0	58
Berdiri	1,2	70
Berjalan (2km/jam)	1,9	110
Mencuci piring	2,5	145

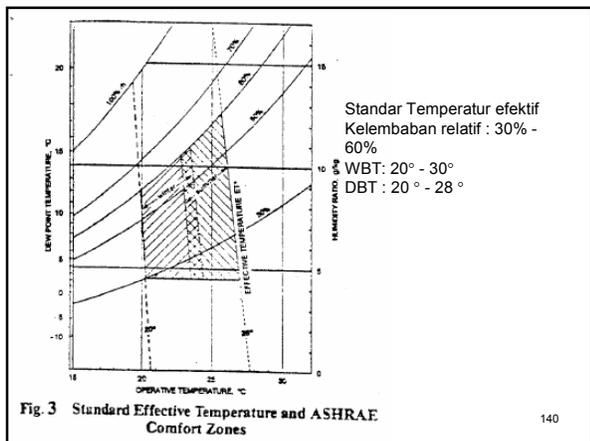
Fisika bangunan - I Yeffry Handoko P. S.T, M.T

138

### • Pakaian dan Clothing value

Deskripsi		Clo	Resistan, m <sup>2</sup> C/W
Pakaian dalam, celana	Celana dalam Pendek	0,03	0,005
	Celana dalam berkaki	0,1	0,016
Pakaian dalam, baju	Bra	0,01	0,002
	Oblong	0,09	0,014
Baju	Tube top	0,06	0,009
	Lengan pendek	0,09	0,029
	Baju ringan, lengan panjang	0,20	0,031
	Lengan panjang, blus kerah tinggi	0,34	0,053
Celana	Celana Pendek	0,06	0,09
	Celana Panjang ringan	0,20	0,031
	Celana Panjang flanel	0,28	0,043
Sweater	Tanpa lengan	0,12	0,019
	Sweater tebal	0,35	0,054

Fisika Bangunan - I Yeffry Handoko P. S.T, M.T



140