



MATA KULIAH **FISIKA BANGUNAN 1**
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK

#11

**Pola dan perilaku angin, matahari
dan kondisi iklim untuk
kenyamanan termal ruang**

Laboratorium Sains Bangunan
Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur
Universitas Sebelas Maret
Surakarta

Referensi

- Boutet, Terry. S (1987) *CONTROLLING AIR MOVEMENT*, McGraw Hill Book Company, New York
- Koenigsberger, OH (1975) *MANUAL OF TROPICAL HOUSING AND BUILDING*, Orient Longman, New Delhi
- Syahmir Nasution (1994) *BANGUNAN TROPIS* terjemahan dari Lippsmeier,Georg : *TROPENBAU BUILDING IN THE TROPIC*, Erlangga, Jakarta
- Satwiko, Prasasto (2004) *FISIKA BANGUNAN 1 dan 2*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Szokolay, SV (1979) *ENVIRONMENTAL SCIENCE HANDBOOK*, The Construction Press, New York

Angin

: Udara yang bergerak



- Akibat perbedaan tekanan dan temperatur udara
- Perubahan secara vertikal dan horisontal
- Udara bergerak dari tempat bertekanan tinggi ke tempat bertekanan rendah

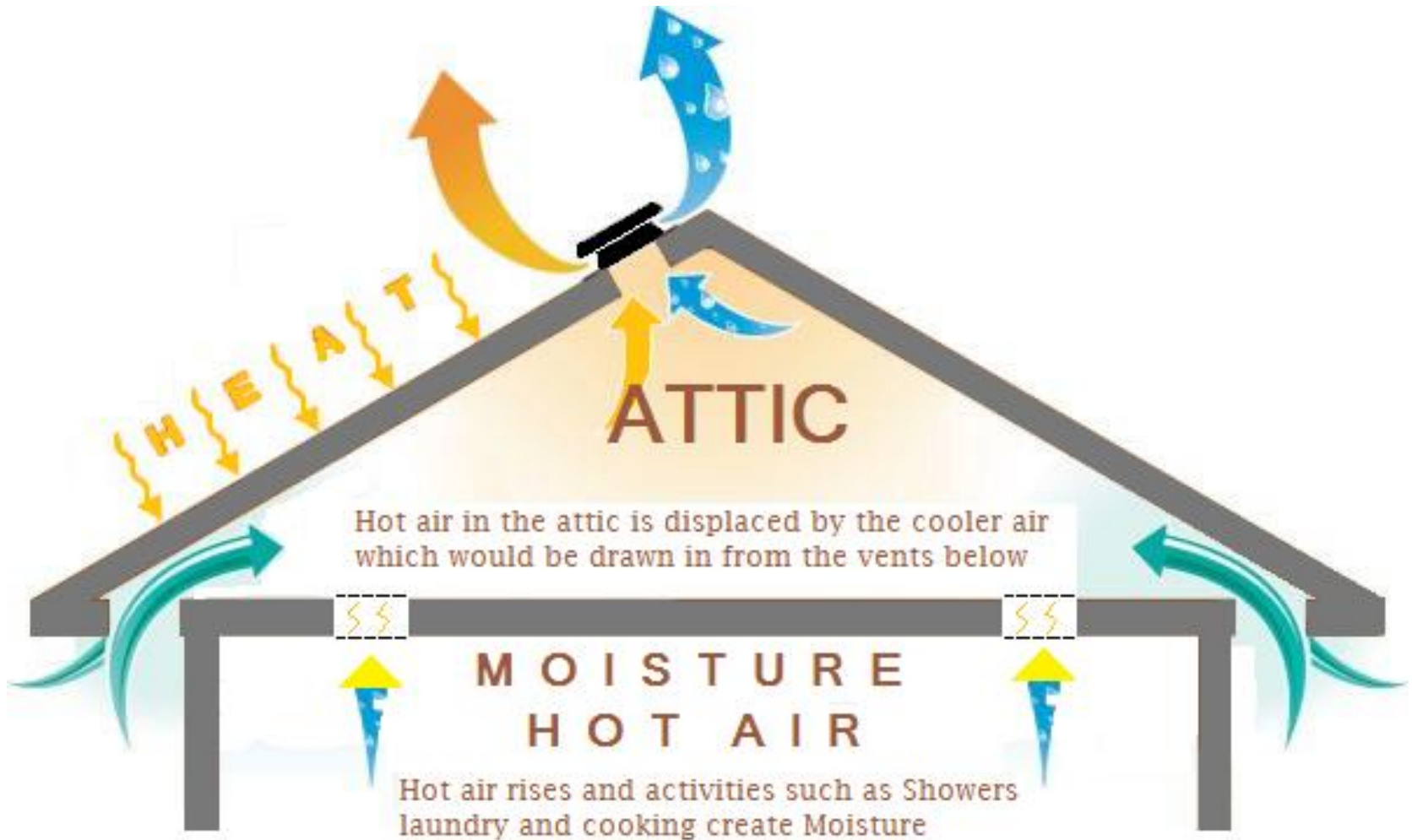
Gerakan Udara Vertikal

Bouyancy (gaya apung) : naiknya udara akibat perbedaan panas



Reverse Bouyancy : adalah turunnya udara yang akibat perbedaan termal

Prinsip Buoyancy pada bangunan

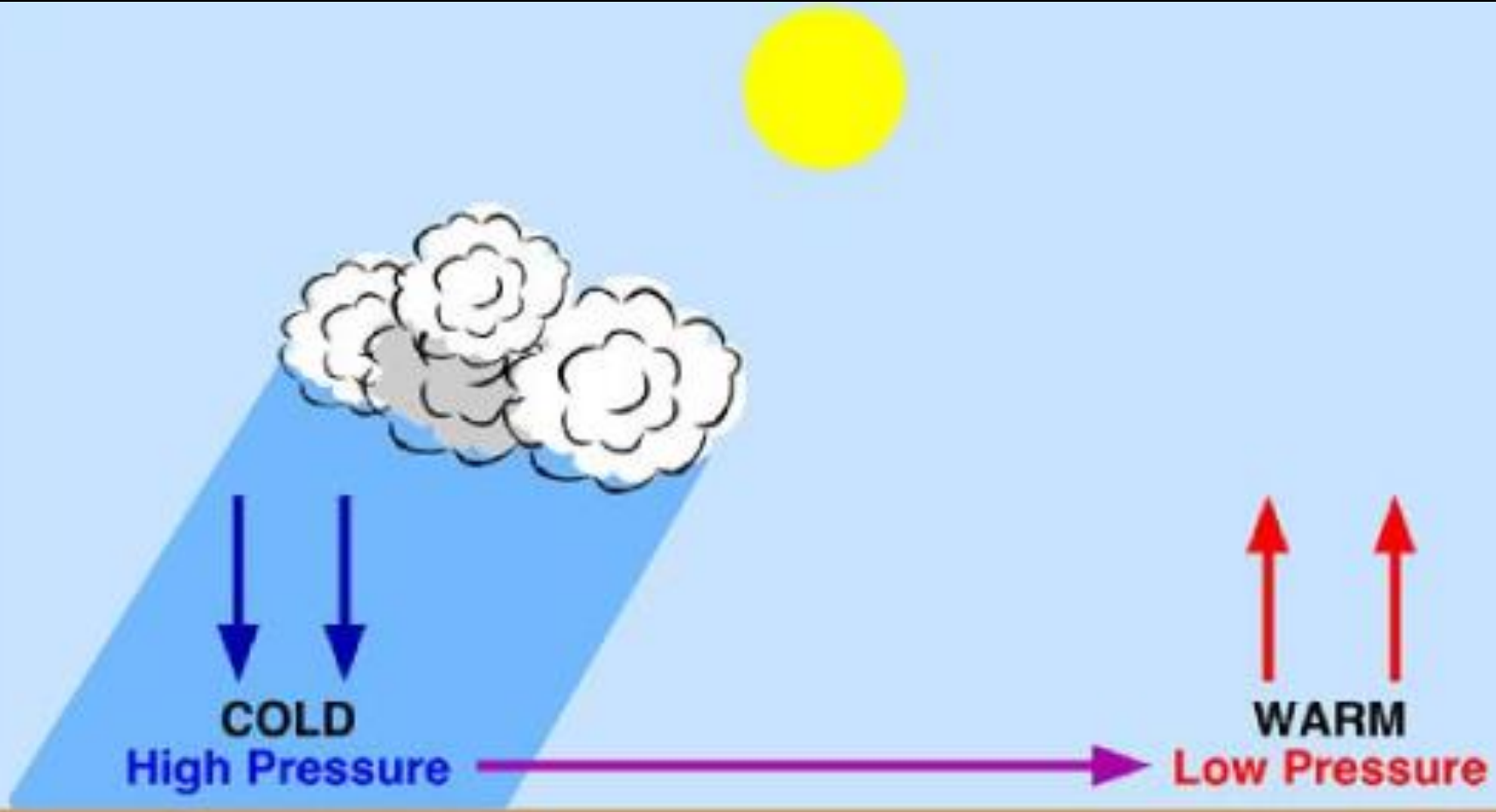


**Aplikasi
Prinsip Buoyancy
pada bangunan**



Gerakan Udara Horizontal :

: Bergeraknya udara akibat perbedaan densitas



Sistem pergerakan udara

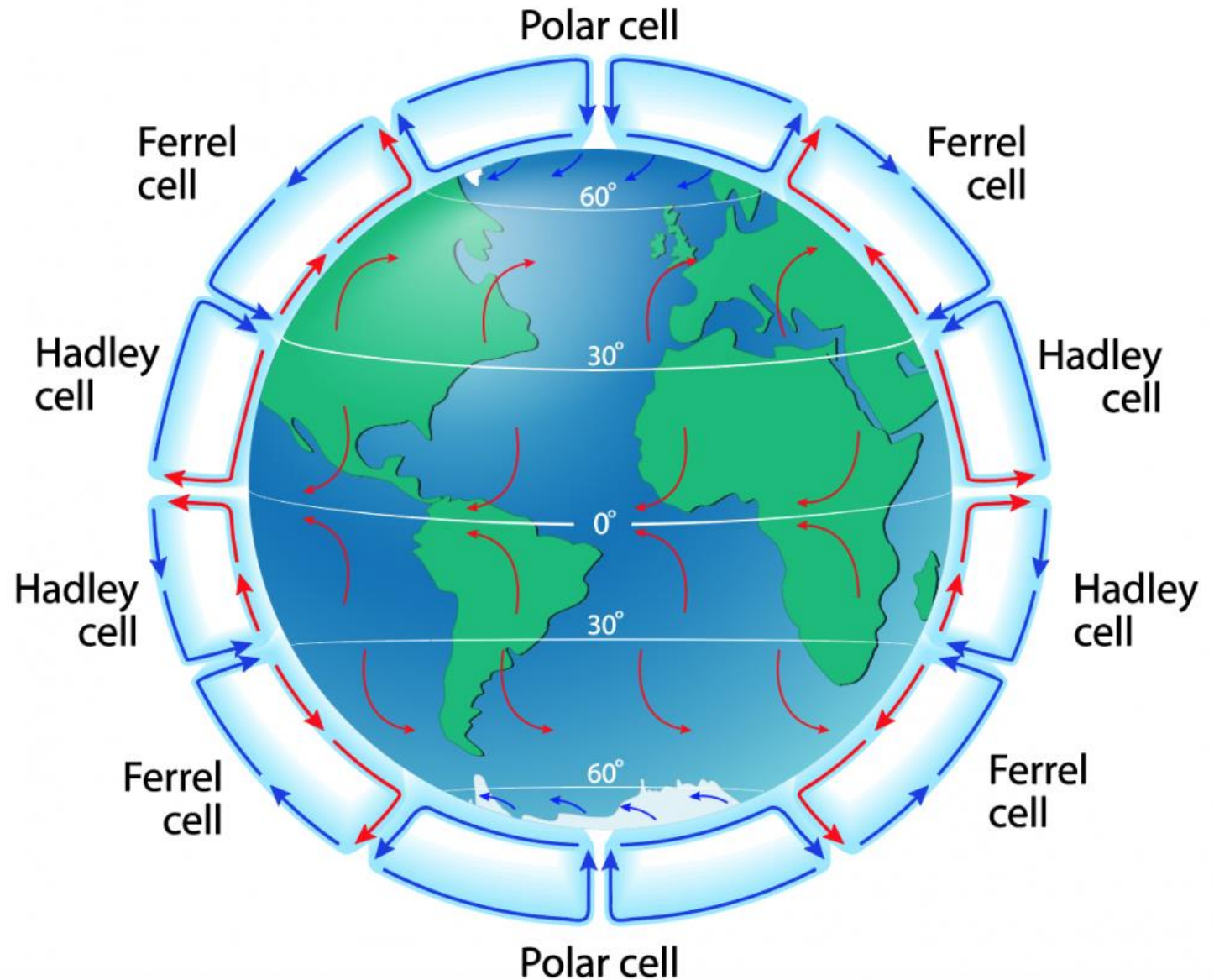
- Pergerakan udara akibat pemanasan yang tidak merata pada atmosfer (Boutet, 1987)
- Arus konveksi pada atmosfer, akibat pengaruh panas dari berbagai zona.

Pola gerakan berubah mengikuti rotasi bumi (Koenigsberger, 1975)


Pada saat panas, udara mengembang, naik, dan ditempati oleh udara yang lebih dingin

Sirkulasi tersebut disebut *General Circulation*


Global Atmospheric Circulation



General Circulation
Sistem pergerakan
utama angin di
bumi



: Gerakan udara
1 m/dtk adalah
normal dan
terasa sepoi-
sepoi, dan
kecepatan 1,5
m/dtk masih
bisa diterima



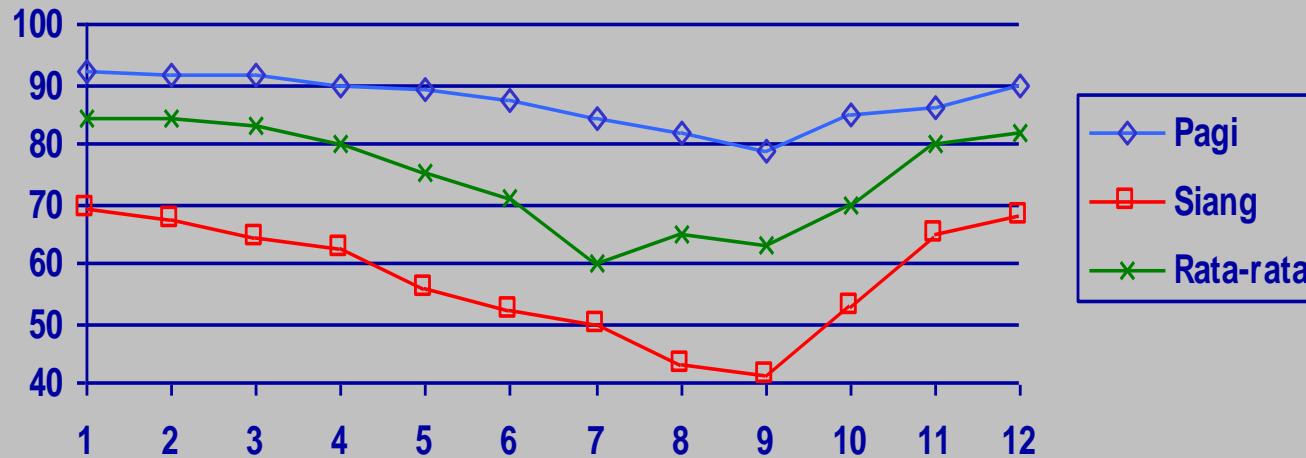
: Gerakan udara 0,25
m/dtk sudah
melampaui batas

SKALA BEAUFORT

Skala Beaufort	Gejala terlihat	Kecepatan m/det	Kecepatan Km / jam
0	Asap mengepul vertikal	0,5	4,6
1	Arah angin tampak dari serabut-serabut lepas dari asap, belum dari kepulan asap yang condong	1,7	1,6-4,8
2	Angin terasa di wajah, daun berisik, kepulan asap condong menunjuk arah angin	3,3	6,4-11,2
3	Daun dan ranting-ranting kecil bergerak terus, angin dapat mengangkat kibaran bendera ringan	5,2	12,8-19,2
4	Menghambur debu dan menerbangkan kertas. Dahan-dahan kecil bergerak	7,4	20,8-29,6
5	Pohon-pohon kecil bergoyang, riak-riak kecil mengombak di kolam, danau	9,8	31,2-39,2
6	Cabang-cabang besar bergerak, kawat-kawat telegraf terdengar saling bersinggung, payung sulit dikuasai	12,4	40,8-50,4
7	Pohon-pohon bergoyang, berjalan melawan angin harus cukup bertenaga	15,2	52-61,6
8	Dahan-dahan kecil putus, berjalan melawan arus angin sudah sulit	18,2	63,2-74,4
9	Timbul kerusakan-kerusakan kecil pada bangunan, genting-genting mulai beterbangan	21,5	76-87,2
10	Pohon-pohon ambruk, keruskan bangunan lebih parah	25,1	88,8-103,6
11	Malapetaka kerusakan meluas	29	105,2-120
12	Angin taufan	>29	120

Kelembaban (*humidity*)

RH relatif tinggi berkisar pada angka 75 %, namun bervariasi dalam rentang 55 – 100 %.



Efek Pergerakan Udara

Mempengaruhi langsung:

1. Kemurnian udara
2. Temperatur
3. Kelembaban

Mempengaruhi tidak langsung :

1. Kesehatan manusia
2. Kenyamanan

Fungsi Pergerakan Udara

Boutet (1987) :

- Kualitas Udara
- Energi
- Kenyamanan

Kualitas Udara

- Gerakan udara akan menghilangkan gas-gas yang tidak menyenangkan
- Menghilangkan uap air (kelembaban)
- Menghilangkan kalor

Gas yang tidak menyenangkan :

- Keringat
- Sisa pembakaran (CO₂)
- Sisa respirasi
- Polusi zat kimia :
 - Formaldehyde
(karpét, panel dinding, partikel kabinet, *wallpaper*, tirai dan plastik)
 - Radon (produk radioaktif)
(beton, pasir, *gravel*, batu, bata, tanah, air minum)
 - Produk pembersih rumah tangga

Energi

Mengendalikan **gerakan udara** secara tepat akan **mengurangi kebutuhan energi**, sedemikian sehingga akan mereduksi biaya dalam menyediakan rumah yang nyaman

Kenyamanan

- **Kenyamanan termal (*Thermal Comfort*)** : Adalah suatu kondisi dimana menghasilkan aktivitas minimal dari mekanisme pengatur termal tubuh manusia

- **Zona Nyaman (*Comfort Zone*)** :

Rentang suatu kondisi dimana lebih dari 50 % manusia yang diteliti merasa nyaman.

$$24\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 26\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$40\% < RH < 60\%$$

$$0,6\text{ m/det} < V < 1,5\text{ m/det}$$

Ventilasi Alami

: Pergantian udara secara alami (tanpa peralatan mekanis)

Syarat awal :

1. Udara luar yang sehat (bebas bau, debu dan polutan)
2. Temperatur luar tidak terlalu tinggi
3. Aliran udara horisontal tidak terhalang
4. Lingkungan relatif tidak bising

Nilai negatif Ventilasi Alami :

1. Suhu tidak mudah diatur
2. Kecepatan angin tidak mudah diatur
3. Kelembaban tidak mudah diatur
4. Gangguan serangga
5. Gangguan lingkungan

Kualitas ventilasi

Kenyamanan termal (*Thermal Comfort*)

1. Suhu udara / *Temperature* / **T** / (°C)
2. Kecepatan angin / *Wind velocity* / **V** / (m/dtk)
3. Kelembaban udara / *Relative Humidity* / **RH** / (%)
4. Rata-rata suhu permukaan ruang / *Mean Surface Radiant Temperature* / **MRT** / (°C)
5. Aktivitas manusia / *metabolism* / **met** / (W/m²)
6. Pakaian / *clothing* / **clo** / (m²K/W)

$$1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Fungsi Ventilasi

1. Suplai udara segar
2. Pendinginan secara konveksi
3. Pendinginan fisiologis

1. Suplai udara segar

4 – 22 l/detik (Szokolay, 1979)

17-26 m³/jam (Soegijanto, 1998)

tergantung densitas kependhunian (m³/orang)



Dipengaruhi oleh :

- Jenis penggunaan ruang
- Jumlah pengguna ruang
- Aktivitas pengguna ruang
- Usia pengguna ruang

2.Pendinginan Konveksi

Pertukaran udara dalam ruang dengan udara segar dari luar dapat menghasilkan pendinginan, jika temperatur di luar menunjukkan angka dibawah temperatur ruang dalam.

(penyejukan dengan memanfaatkan aliran angin)

3. Pendinginan fisiologis

Sensasi sejuk yang dirasakan manusia akibat hembusan angin yang mengenai kulitnya.

Pergerakan udara yang melewati kulit mendorong kehilangan panas dengan dua jalan :

1. Meningkatkan kehilangan panas secara konveksi
2. Percepatan evaporasi

Kebutuhan Ventilasi

Jika temperatur udara di dalam ruangan naik melebihi temperatur udara luar, maka Laju aliran udara V (m^3/detik) yang diperlukan untuk mengeluarkan panas sebesar q (Watt) untuk menurunkan temperatur udara di dalam ruangan menjadi t_1

$$V = \frac{q}{\rho c (t_0 - t_1)} \quad \text{m}^3/\text{detik}$$

- ρ = kepadatan massa (kg/m^3)
- c = kapasitas panas spesifik ($\text{J}/\text{kg } ^\circ\text{C}$)
- t_0 = temperatur udara luar

Jika diinginkan kenaikan temperatur di dalam ruangan terhadap luar sekecil mungkin, maka dibutuhkan laju aliran udara yang besar

Ventilasi Angin

Laju aliran udara yang mengalir ke dalam bangunan yang disebabkan oleh gaya angin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Van Straaten, 1967)

$$V_a = C_1 A \sqrt{k} \cdot v$$

- V_a = Laju aliran udara dari ventilasi angin
- C_1 = Koefisien aliran, dipengaruhi tahanan yang diberikan lubang udara terhadap aliran udara dan jumlah lubang udara yang dilewati aliran udara
- A = Luas bebas dari lubang udara masuk dan lubang udara keluar
- k = rasio tekanan, yang merupakan ukuran keefektifan dari bangunan untuk mengubah tekanan angin menjadi tekanan statis
- v = Kecepatan angin di luar bangunan