

FISIKA BANGUNAN 1- 0802314209

TEORI PENGHAWAAN ALAMI

Anita Dianingrum, S.T., M.T

Selasa, 14 September 2021

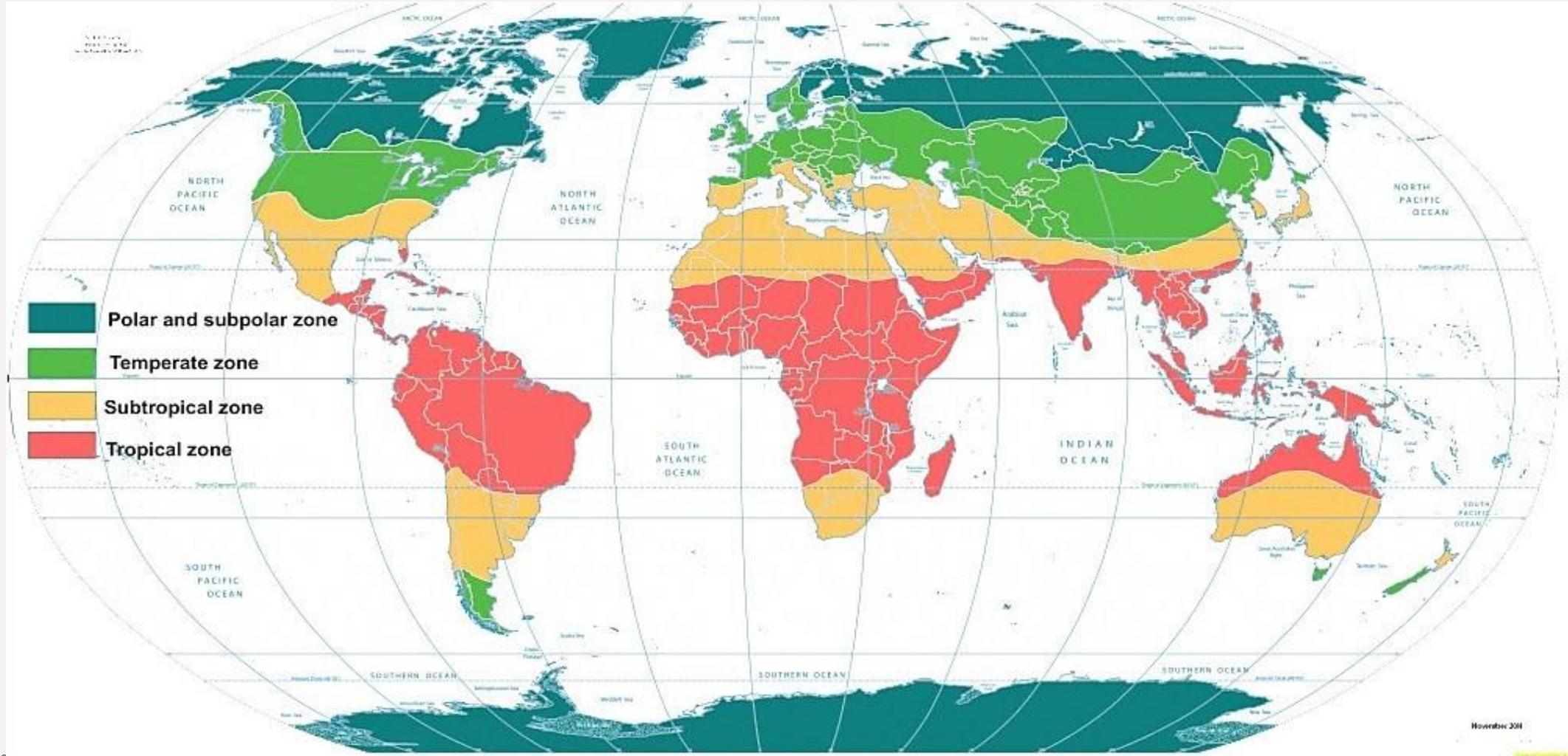
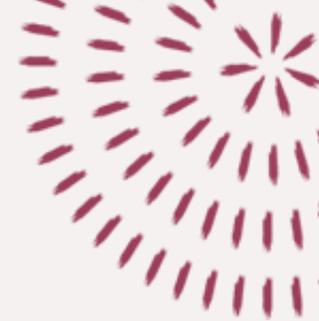


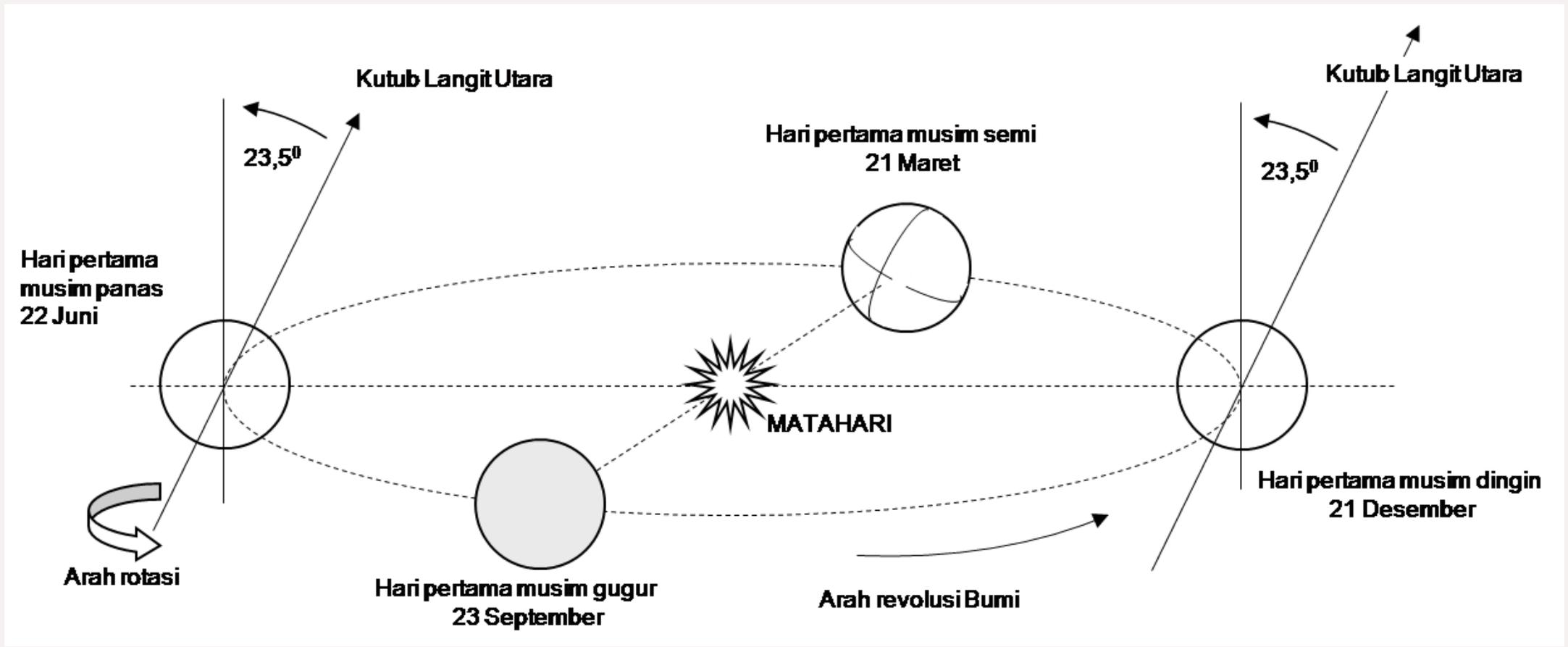
<https://www.mentimeter.com/>

6421 5624

<https://www.mentimeter.com/s/0edc282dac99bdeeb63ee436ee8df4da/70580be75312>

Peta Zona Iklim Dunia





IKLIM

Sumber panas terbesar bumi adalah matahari. Bumi berputar mengelilingi sumbunya (berotasi) dalam waktu 24 jam, menciptakan malam dan siang hari. Selain itu bumi mengelilingi matahari (berevolusi) selama 365 hari yang menciptakan musim. Bumi mengelilingi matahari dengan sumbu rotasi miring $66,5^\circ$ terhadap bidang edar. Karena posisi matahari yang seperti itu menyebabkan pemanasan yang berganti-ganti pada permukaan bumi, sehingga terciptalah iklim.

Iklm Tropis Indonesia

Karakter iklim di Indonesia termasuk kategori iklim tropis lembab, dengan ciri-ciri sebagai berikut*:

- Tidak ada perbedaan jelas antara musim kemarau dan hujan
- **Suhu udara relatif tinggi**
- **Kecepatan angin rendah**
- **Kelembaban udara tinggi (60%- 95%)**
- **Radiasi matahari cukup tinggi**
- Curah hujan cukup tinggi
- Hampir selalu berawan dan cenderung berdebu
- Flora dan fauna beraneka ragam



Merancang



Harus mengetahui konteks lingkungan



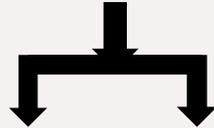
Karakteristik Lingkungan (Tropis Lembab) -> Iklim **sistem kontrol lingkungan fisik** meliputi suhu udara, kelembaban, kecepatan angin dan radiasi matahari



Kenyamanan Termal



Untuk mencapai kenyamanan termal



Penghawaan Alami

Penghawaan Buatan





Respon Arsitektural

- Kurangi Paparan Radiasi
- Kendali Kelembaban

Kenyamanan Termal

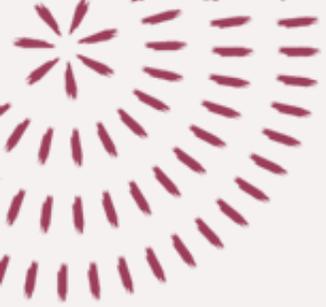
Suatu keadaan dimana seseorang merasakan temperatur yang nyaman dengan kondisi udara sekitar

- Terjadi kesesuaian pembuangan panas tubuh ke lingkungan
- Tubuh manusia dapat diibaratkan sebagai mesin biologis dengan efisiensi rendah, yang hanya dapat memanfaatkan sebagian energi dan harus membuang bagian panas ke udara lingkungan

Kenyamanan Termal pada Ruang atau Bangunan

Faktor - faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal pada manusia :

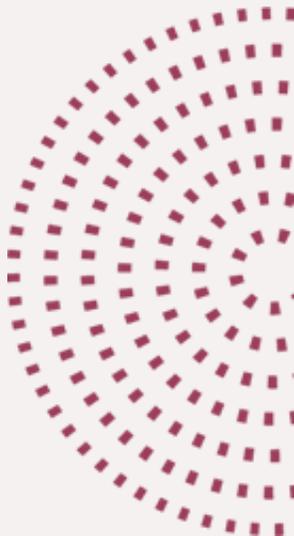
- Suhu udara lingkungan, T (*Temperature*), °C
- Kecepatan angin, V (*velocity*), m/s
- Kelembaban Udara, RH (*Relative Humidity*), %
- Rata - rata suhu permukaan ruang, MRT (*Mean Surface Radiant Temperature*), °C
- Aktivitas manusia, met (*metabolism*), W/m².
1 met : 58,15 W/m² \approx 58 W/m²
- Pakaian, clo (*cloathing*), m²degC/W
(1 clo : 0,155 m²degC/W)



Standar Kenyamanan Termal

Pengarang	Tempat	Kelompok Manusia	Batas Kenyamanan
ASHRAE	USA Selatan (30° LU)	Peneliti	20,5°C - 24,5°C TE
Rao	Calcutta (22°LU)	India	20°C - 24,5°C TE
Webb	Singapura Khatulistiwa	Malaysia Cina	25°C - 27°C TE
Mom	Jakarta (6°LS)	Indonesia	20°C - 26°C TE
Ellis	Singapura Khatulistiwa	Eropa	22°C - 26°C TE

Sumber: Bangunan Tropis, Georg. Lippsmeier



Standart Kenyamanan Termal

suhu nyaman untuk orang Indonesia adalah sebagai berikut:

- **Sejuk nyaman** antara **20,5 - 22,8 °C** ET*
- **Nyaman optimal** antara **22,8 - 25,8 °C** ET*
- **Hangat nyaman** antara **25,8 - 27,1 °C** ET*

*ET : *Effective Temperature* / Temperatur Efektif

(Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung - Yayasan LPMB – PU)

Standar zona kenyamanan termal di Indonesia
(berdasarkan temperatur efektif) : **SNIT-14-1993-037**

- **Dingin tidak nyaman** (TE) = **< 20.5 °C**
- **Sejuk - nyaman** (TE) = **20.5 °C - 22.8 °C**
- **Nyaman optimal** (TE) = **22.8 °C - 25.8 °C**
- **Hangat - nyaman** (TE) = **25.8 °C - 27.2 °C**
- **Panas tidak nyaman** (TE) = **> 27.2 °C**

Tabel 1.5 Aktivitas dan kecepatan metabolisme

	Aktivitas	Met	watt/m ²
1	Berbaring	0,8	46
2	Duduk tenang	1,0	58
3	Tukang jam	1,1	65
4	Berdiri santai	1,2	70
5	Aktivitas biasa (kantor, rumah tangga, sekolah, lab)	1,2	70
6	Menyetir mobil	1,4	80
7	Pekerja grafis – tukang jilid	1,5	85
8	Berdiri, aktivitas ringan (belanja, lab, industri ringan)	1,6	93
9	Guru, mengajar di depan kelas	1,6	95
10	Kerja rumah tangga (menyukur, mencuci, berpakaian)	1,7	100
11	Berjalan di dataran, 2 km/jam	1,9	110
12	Berdiri, aktivitas sedang (penjaga toko, rumah tangga)	2,0	116
13	Industri bangunan, memasang bata (bata 15,3 kg)	2,2	125
14	Berdiri mencuci piring	2,5	145
15	Kerja rumah tangga mengumpulkan daun di halaman	2,9	170

	Aktivitas	Met	watt/m ²
16	Kerja rumah tangga – mencuci dengan tangan dan menyeterika (120-220 W/m ²)	2,9	170
17	Besi dan baja – menuang, mencetak	3,0	175
18	Industri bangunan – membentuk cetakan	3,1	180
19	Berjalan di dataran, 5 km/jam	3,4	200
20	Kehutanan – memotong dengan gergaji satu tangan	3,5	205
21	Pertanian – membajak dengan kuda	4,0	235
22	Industri bangunan – mengisi pencampur semen dengan spesi dan batu	4,7	275
23	Olah raga – meluncur di atas es, 18 km/jam	6,2	360
24	Pertanian – menggali dengan cangkul (24 angkatan/menit)	6,5	380
25	Olah raga – ski di dataran 8 km/jam	7,0	405
26	Kehutanan – bekerja dengan kampak (2 kg, 33 ayunan/menit)	8,6	500
27	Olah raga – lari 15 km/jam	9,5	550

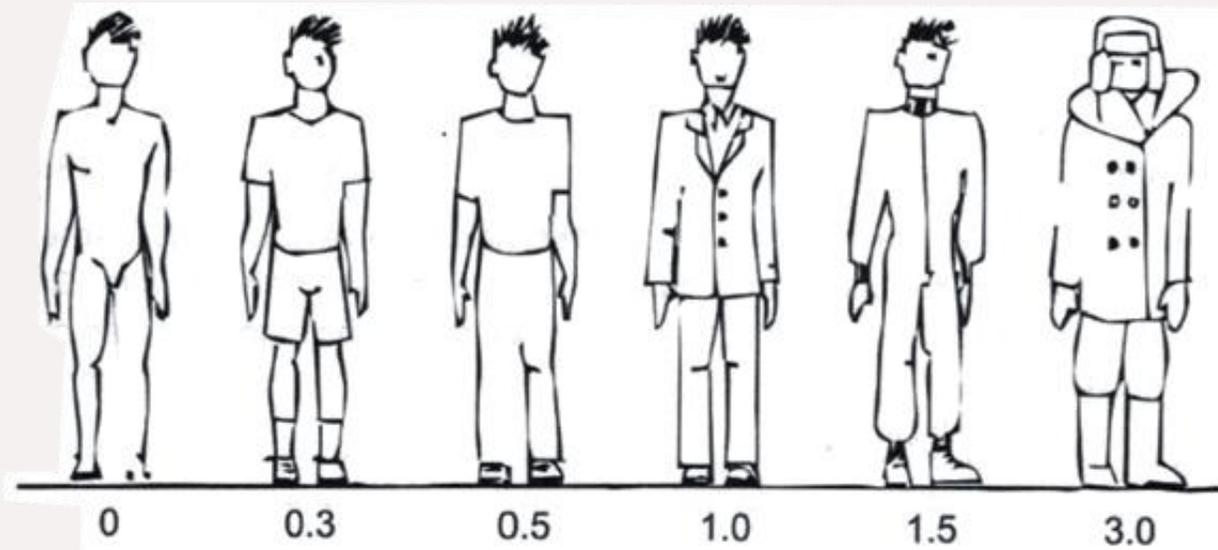
Sumber: www.innova.dk, orang dengan berat badan 70 kg kira-kira mempunyai kulit seluas 1,7m².

Insulasi Pakaian

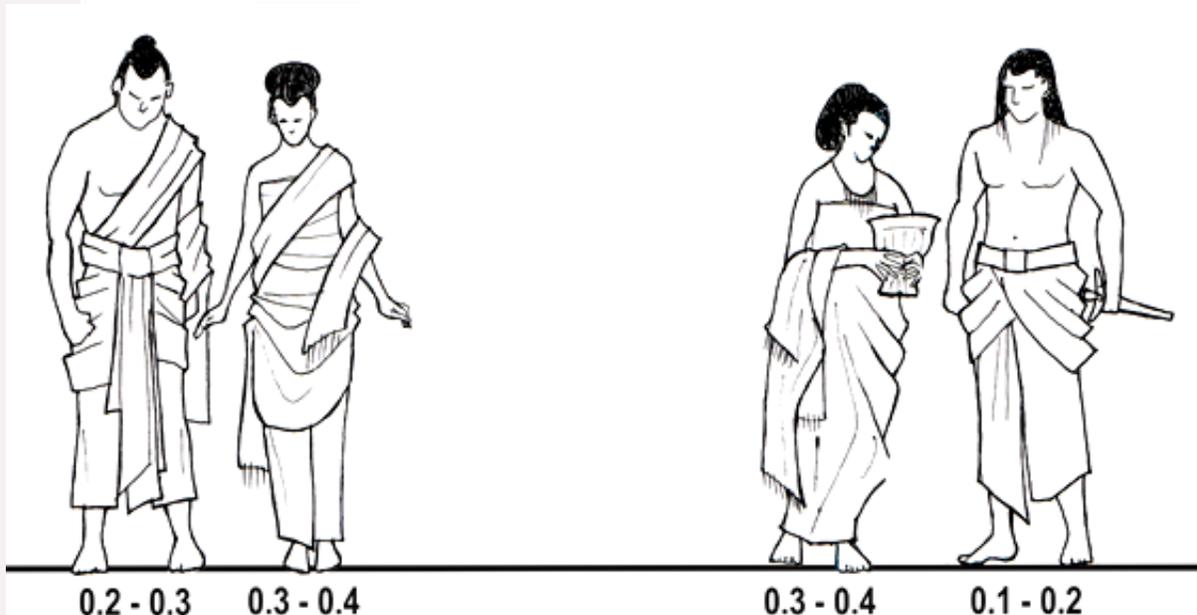
- Hambatan termal dari pakaian ditentukan oleh daya tembus kain, kekakuan dan ketat atau longgarnya pakaian.
- Nilai **1 Clo** setara dengan $0,155 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ atau setara dengan penggunaan satu stel jas lengkap dengan dasi.
- Kondisi pakaian ini memungkinkan seorang dalam **keadaan istirahat** untuk mendapatkan **keseimbangan termal** pada temperatur **21 °C** dengan ventilasi berkecepatan udara **0,1 m/detik**.
- Pada temperatur di atas kondisi tersebut manusia akan berkeringat, dan jika di bawah kondisi itu manusia akan kedinginan

(Idham, 2016:38-39).

Insulasi Pakaian (dalam Clo)



(Idham, 2016)



(Winarto, 2017)

Tabel 1.6 Pakaian dan clothing value

Deskripsi			Clo	Resistan, m ² degC/W
1	Pakaian dalam, celana	Celana dalam pendek sekali	0,02	0,003
		Celana dalam pendek	0,03	0,005
		Celana dalam	0,04	0,006
		Celana kaki ½, wool	0,06	0,009
		Celana kaki panjang	0,10	0,016
2	Pakaian dalam, baju	Bra	0,01	0,002
		Baju tanpa lengan	0,06	0,009
		Oblong	0,09	0,014
		Baju lengan panjang	0,12	0,019
		<i>Half-slip</i> , nylon	0,14	0,022
3	Baju	<i>Tube top</i>	0,06	0,009
		Lengan pendek	0,09	0,029
		Blus ringan, lengan panjang	0,15	0,023
		Baju ringan, lengan panjang	0,20	0,031
		Baju normal, lengan panjang	0,25	0,039
		Baju flanel, lengan panjang	0,30	0,047
		Lengan panjang, blus kerah tinggi	0,34	0,053
4	Celana	Celana pendek	0,06	0,009
		Celana pendek selutut	0,11	0,017
		Celana panjang ringan	0,20	0,031
		Celana panjang normal	0,25	0,039
		Celana panjang flanel	0,28	0,043
		Celana terusan	0,28	0,043

Deskripsi		Clo	Resistan, $m^2 \text{degC/W}$
5	Baju bengkel terusan	Harian, dengan sabuk	0,49
		Kerja	0,50
6	Baju bengkel dengan isolator panas	Terdiri atas beberapa komponen, berisi	1,03
		<i>Fibre-pelt</i>	1,13
7	Sweater	Tanpa lengan	0,12
		<i>Sweater</i> tipis	0,20
		Lengan panjang, berkerah (tipis)	0,26
		<i>Sweater</i>	0,28
		<i>Sweater</i> tebal	0,35
Lengan panjang, berkerah (tebal)	0,37		

Sumber: www.innova.dk



Respon Arsitektural

- Kurangi Paparan Radiasi
- Kendali Kelembaban



Penghawaan
Alami

Penghawaan Alami/ 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



Ventilasi Alami

Kelebihan

- Hemat Energi
- Menghubungkan iklim di dalam ruang dengan luar ruang yg menciptakan suasana alami
- Biaya pembuatan dan perawatan relative mura disbanding ventilasi buatan
- Tidak memerlukan ruang mesin

Kekurangan

- Suhu tidak mudah diatur
- Kecepatan angin tidak mudah diatur
- Kelembaban tidak mudah diatur
- Kualitas udara tidak mudah diatur (debu, bau dan polusi lain)
- Gangguan serangga
- Gangguan lingkungan (kebisingan dll) sulit dicegah
- Bangunan yang bermassa gemuk, ventilasi alami sulit menjangkau bagian tengah

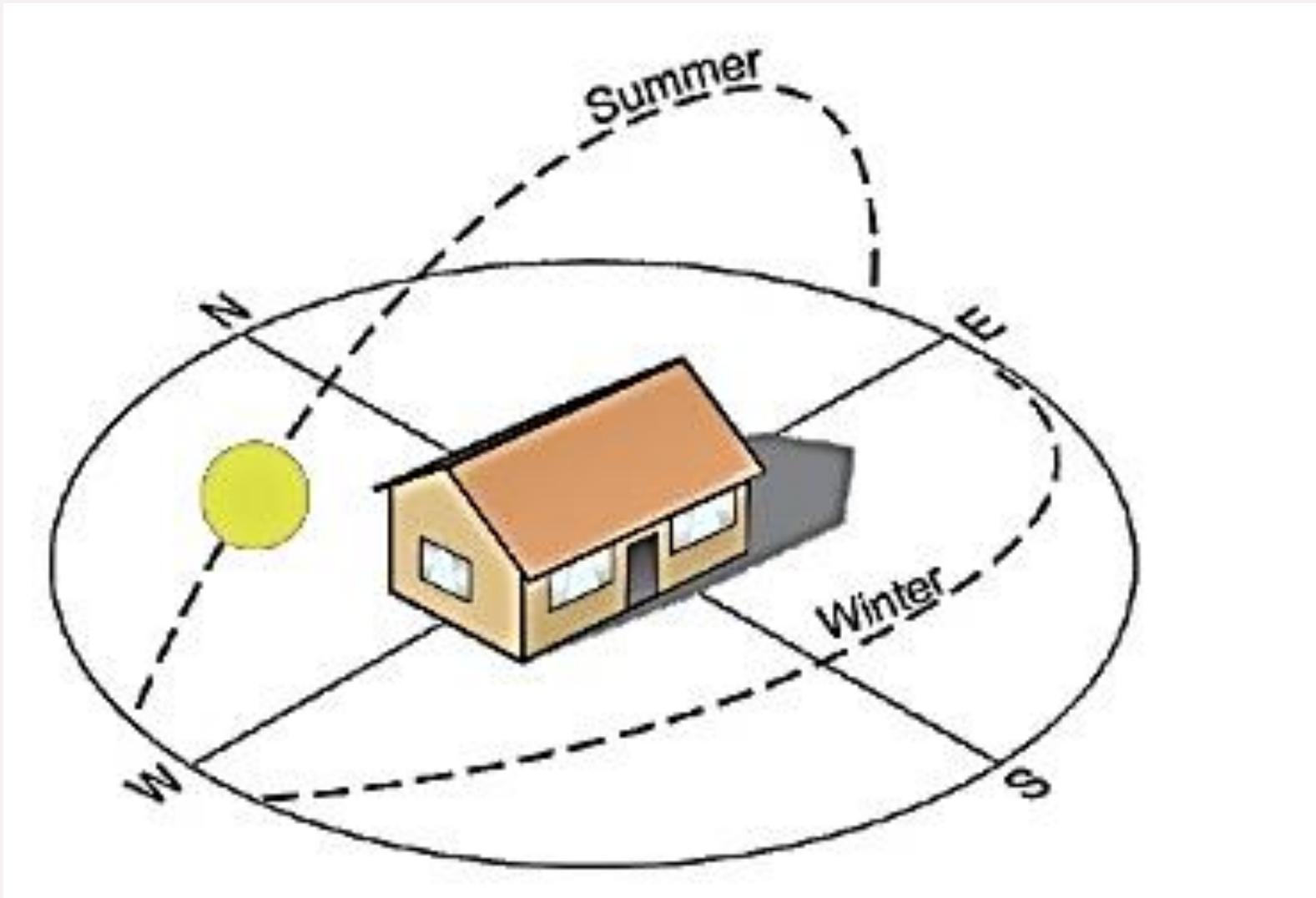
Mengurangi Paparan Radiasi

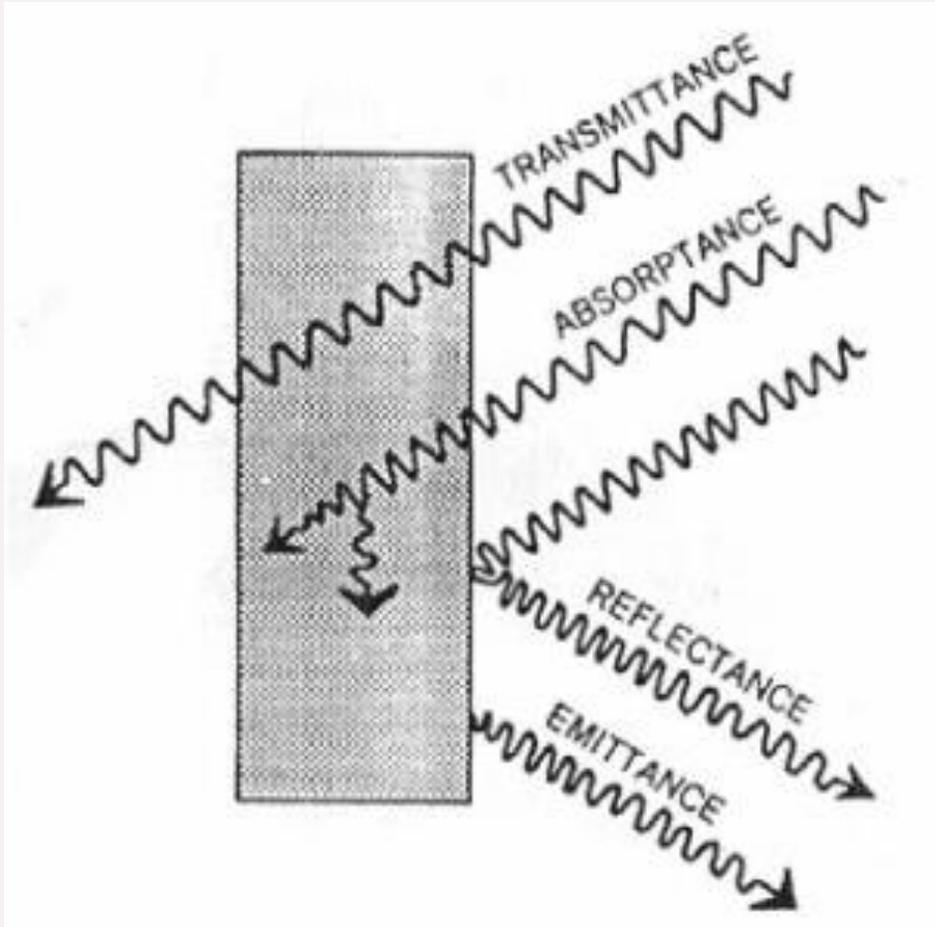
- Orientasi Masa Bangunan & Bukaannya
- Shading Element: jalusi, kerai, tritisan, jarak bangunan
- Shading Vegetasi: Karakter tanaman
- Pemilihan material: material yg memiliki nilai transmisi yg kecil atau nilai absorpsi besar



→ **Sun Orientation**

- Settlements should be placed preferably on southern or northern slopes.





Radiasi dipengaruhi oleh interaksi benda khususnya pada permukaan bahan. Empat kemungkinan interaksi tersebut adalah:

1. Transmittance (Penembusan)

Keadaan saat radiasi menembus sebuah bahan

2. Absorptance (Penyerapan)

Keadaan saat radiasi diubah menjadi panas di dalam sebuah bahan

3. Reflectance (Pamantulan)

Keadaan saat radiasi dipantulkan oleh permukaan benda

4. Emittance (Pemancaran)

Keadaan saat radiasi dikeluarkan melalui permukaan, sehingga mengurangi panas yang terka benda tersebutndung

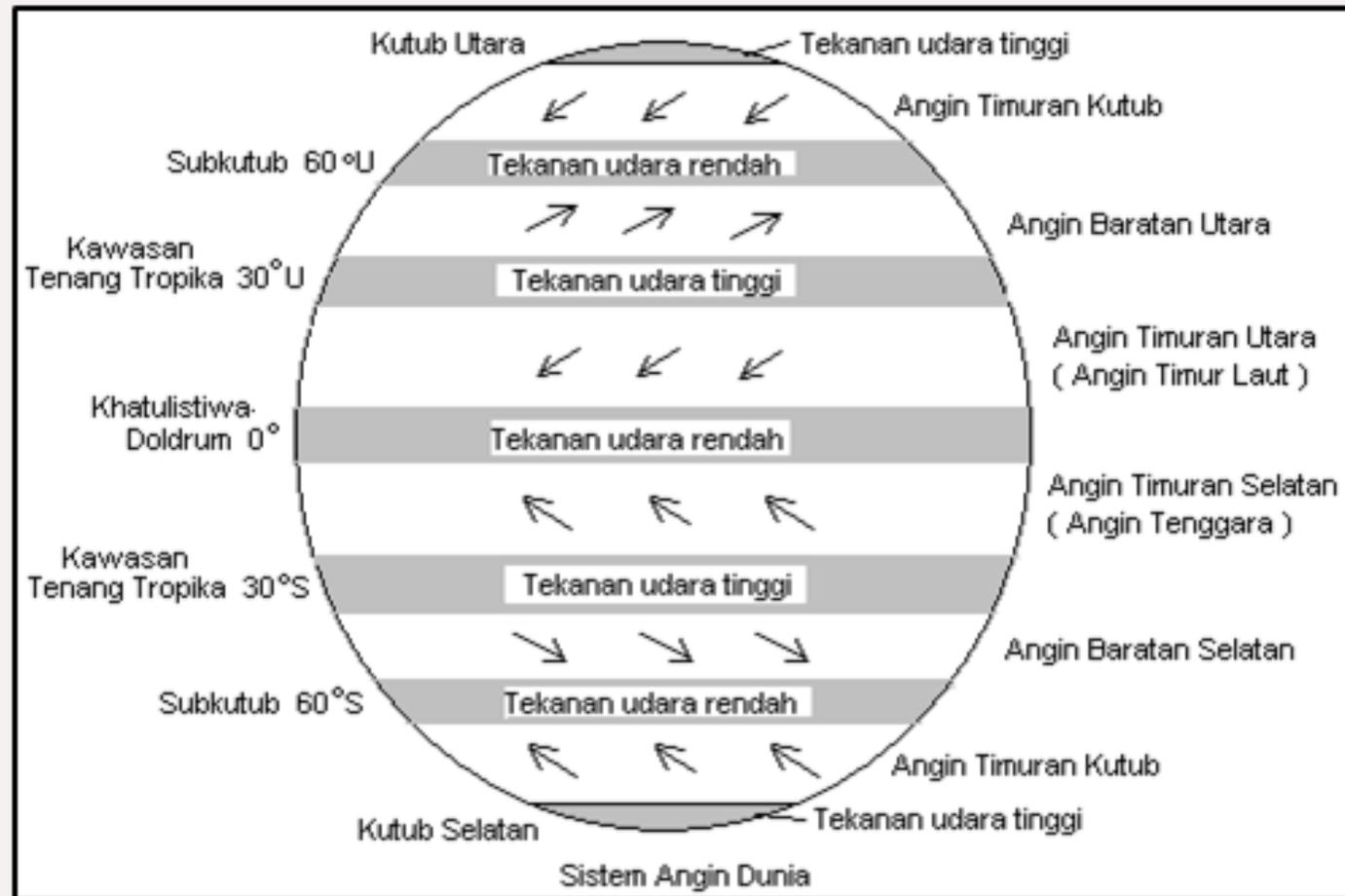
Sumber: *Heating, Cooling, Lighting*

Kendali Kelembabab - Pemanfaatan Angin

Perbedaan tekanan <- suhu berbeda <- Radiasi berbeda

Angin:
Udara yang bergerak

Tekanan Tinggi -> Tekanan Rendah



Reaksi dari gerakan udara

- $< 0,25$ m/dtk : tidak terasa
- $0,25 - 0,50$ m/dtk : sepoi-sepoi
- $0,50 - 1,00$ m/dtk : terasa ada gerakan udara
- $1,00 - 1,50$ m/dtk : berangin
- $> 1,50$ m/dtk : berangin dan mengganggu



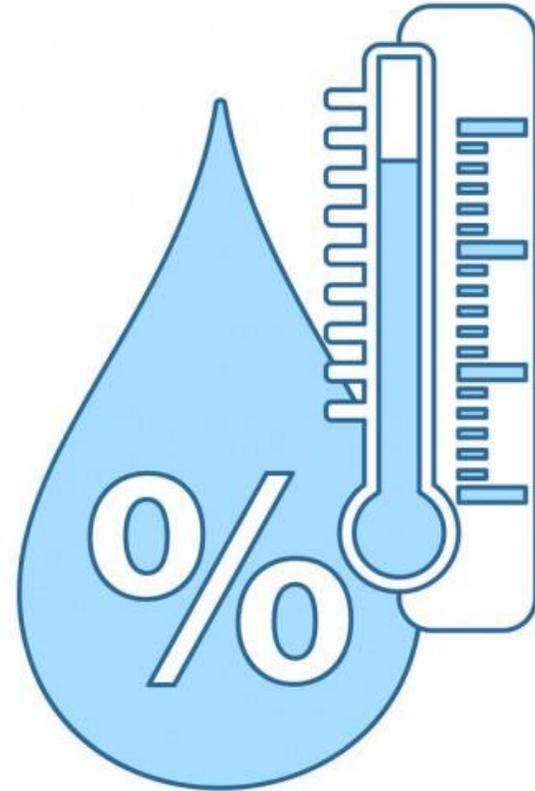
Alat pengukuran : anemometer

Di daerah panas

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

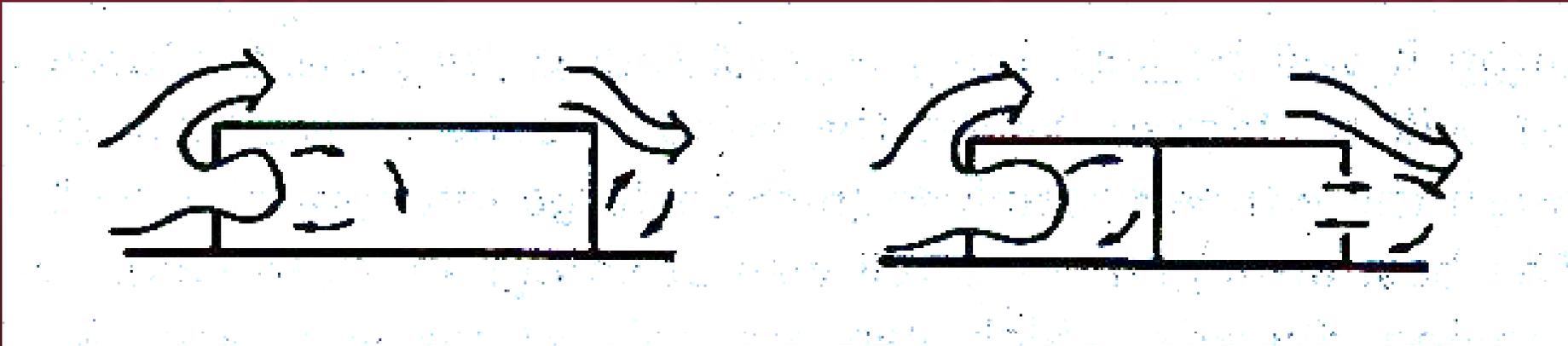
Di daerah dingin

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

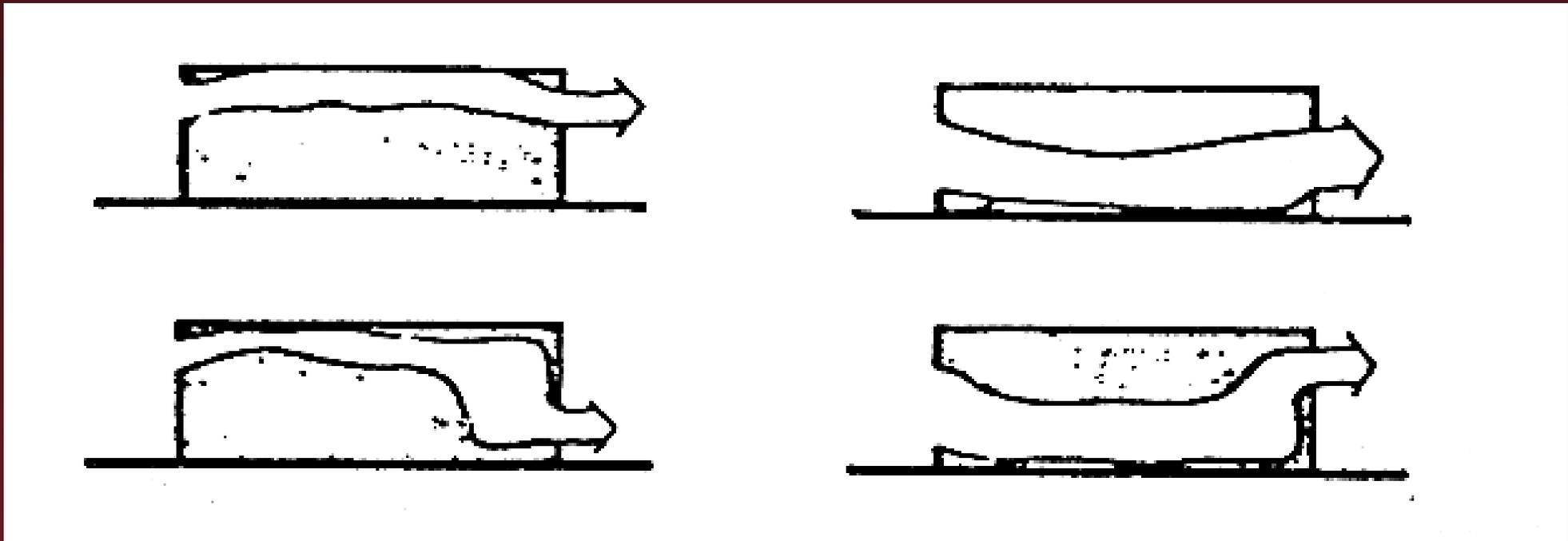


SKALA BEAUFORT

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



Tidak terjadi **ventilasi silang**



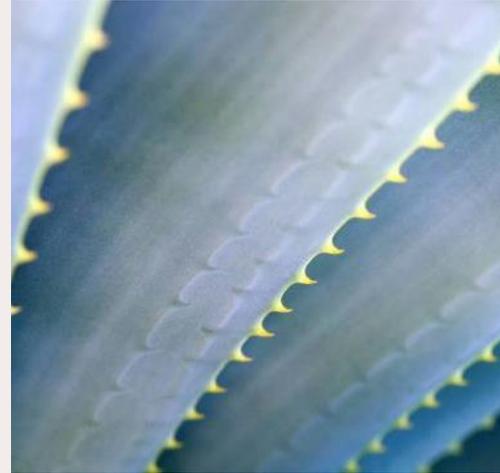
Ventilasi Silang & Efeknya terhadap posisi bukaan

A top-down view of a large group of people's hands, of various skin tones, arranged in a circle on a light-colored, textured surface. The hands are all open, palms facing upwards, creating a ring around the center. The text "THANK YOU" is printed in white, bold, sans-serif capital letters in the middle of the circle.

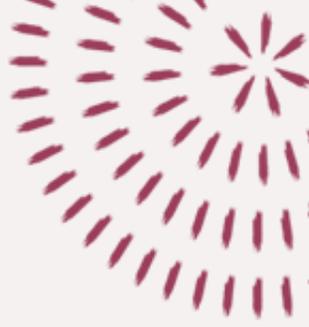
THANK YOU

Referensi

- Syahmir Nasution (1994) *BANGUNAN TROPIS* terjemahan dari Lippismeier, Georg : *TROPENBAU BUILDING IN THE TROPIC*, Erlangga, Jakarta
- Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Maythew, A., & Szokolay, S. V. (1974). *Manual of Tropical Housing and Building*. Longman Group Limited.
- Mangunwijaya, Y.B. (1998). *Pengantar Fisika Bangunan*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Satwiko, Prasasto. (2003). *Fisika Bangunan 1*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Satwiko, Prasasto. (2004). *Fisika Bangunan 2*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Lechner, Norbert (2015). *Heating, Cooling, lighting:sustainable design method for architects-fourth edition*,Canada: John Wiley & Sons, Inc.



Apa yang kamu pahami dari materi?





Adakah pertanyaan?