

FISIKA BANGUNAN 1- 0802314209
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK

#12 Strategi Perancangan Penghawaan Alami Pada Bangunan

ANITA DIANINGRUM, ST, MT
Selasa, 9 November 2021

**FAKTOR
KENYAMANAN
ANTERMAL**

Faktor kenyamanan termal

Faktor – faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal pada manusia :

- Suhu udara lingkungan, T (*Temperature*), °C
- Kecepatan angin, V (*velocity*), m/s
- Kelembapan 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

**Pengaplikasian
Strategi
Penghawaan
Alami Pada
Bangunan**

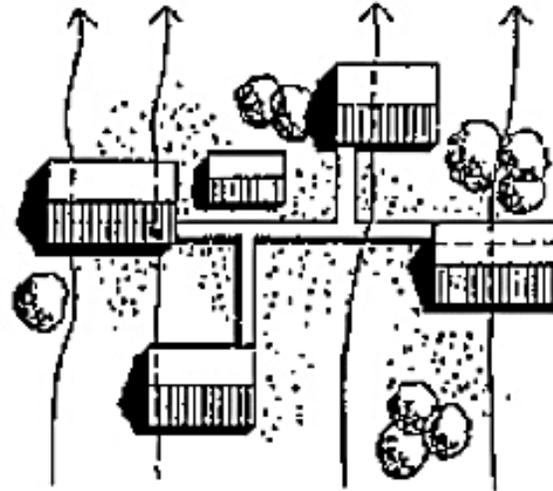
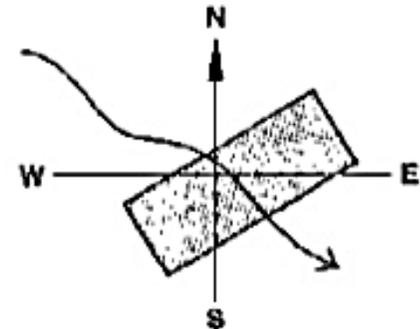
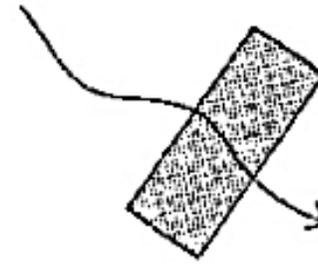
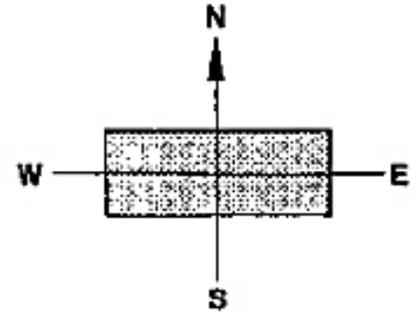
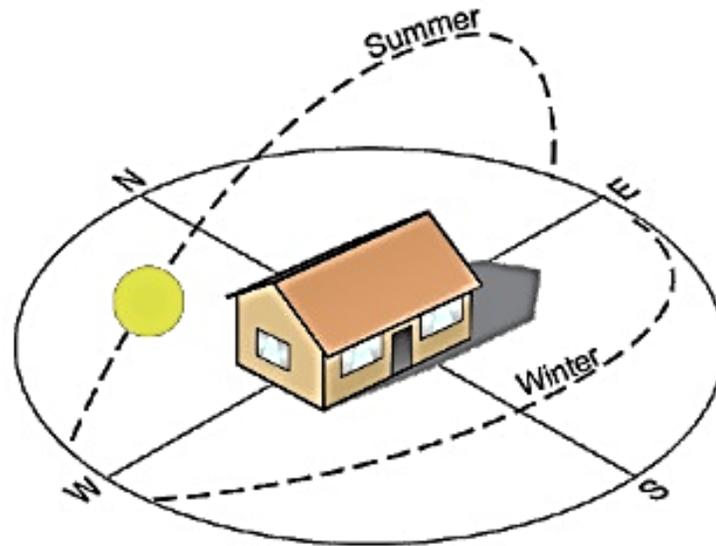
Strategi perancangan penghawaan alami pada bangunan

1. *Building Orientation* – Orientasi Bangunan
2. *Openings Orientation* – Orientasi Bukaan
3. *Minimize Conduction* – Pemilihan Material
4. *Comfort Zone with Shading* (barrier, vegetasi)

1. Building Orientation - Orientasi Bangunan

→ Sun Orientation

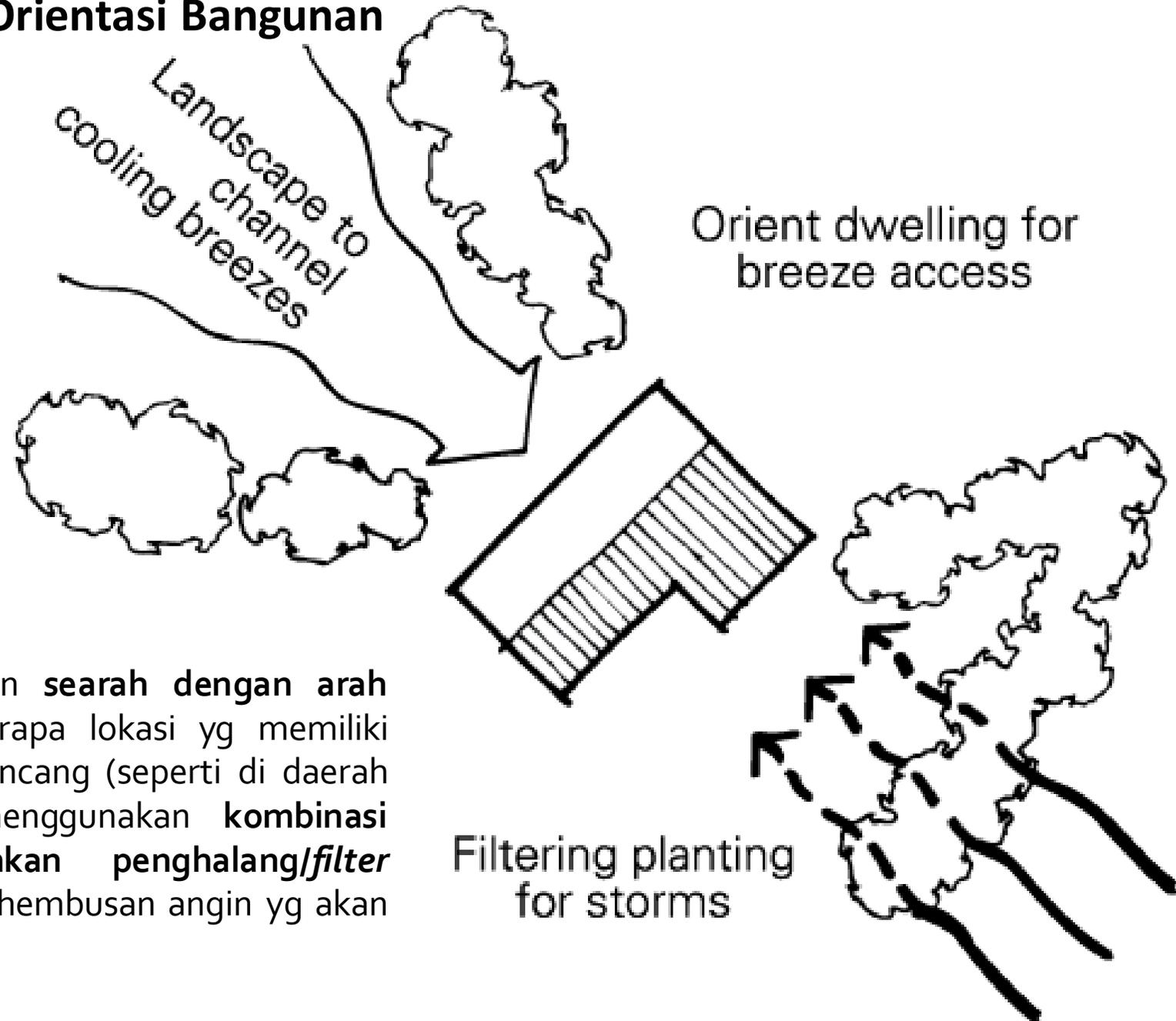
- Settlements should be placed preferably on southern or northern slopes.



→ Wind Orientation

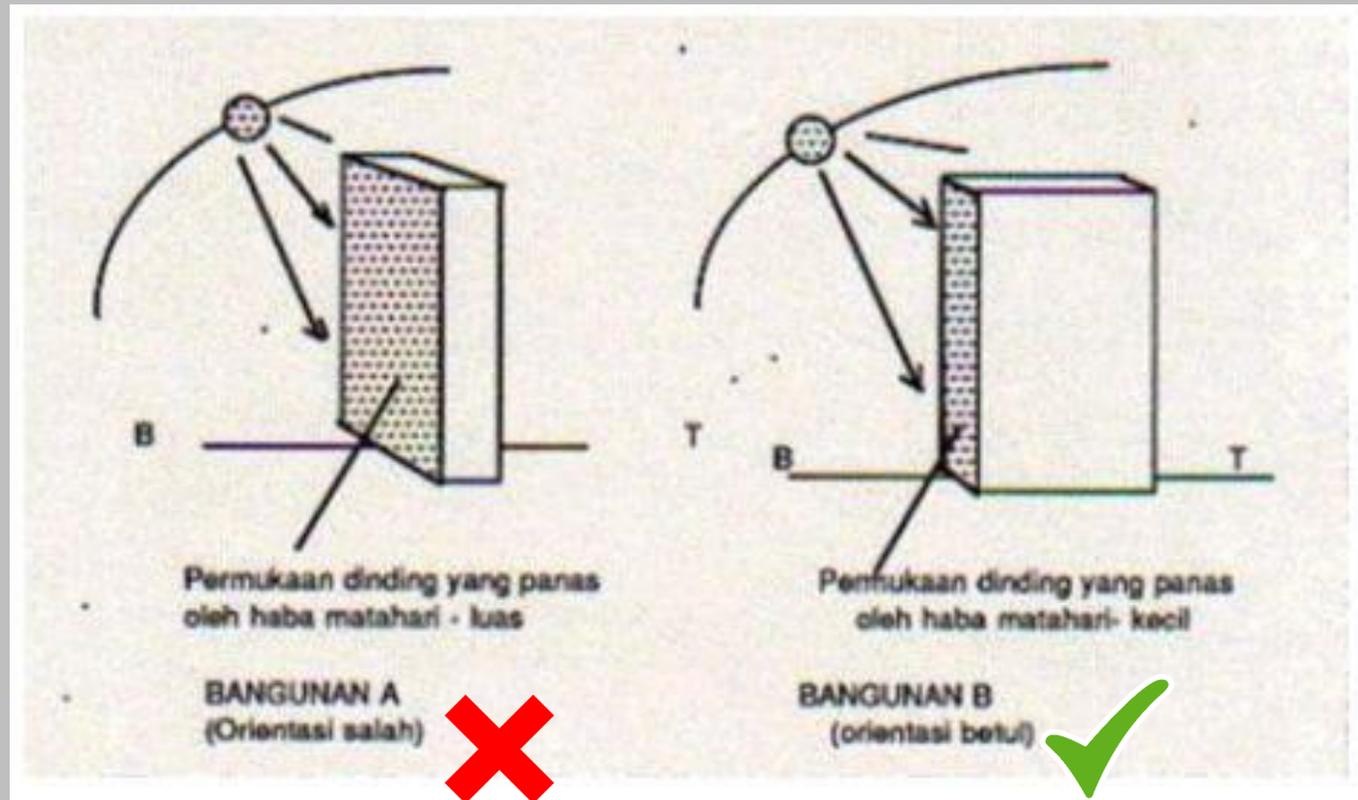
Ideal sites are windward slopes near the crest or near the beach, where regular winds exist. The ventilation effect of winds can be improved by effective arrangement of vegetation.

1. *Building Orientation* – Orientasi Bangunan



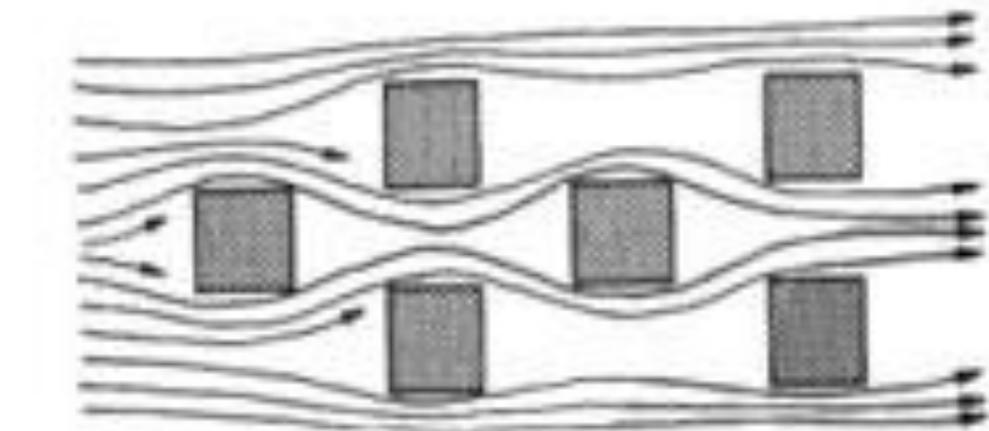
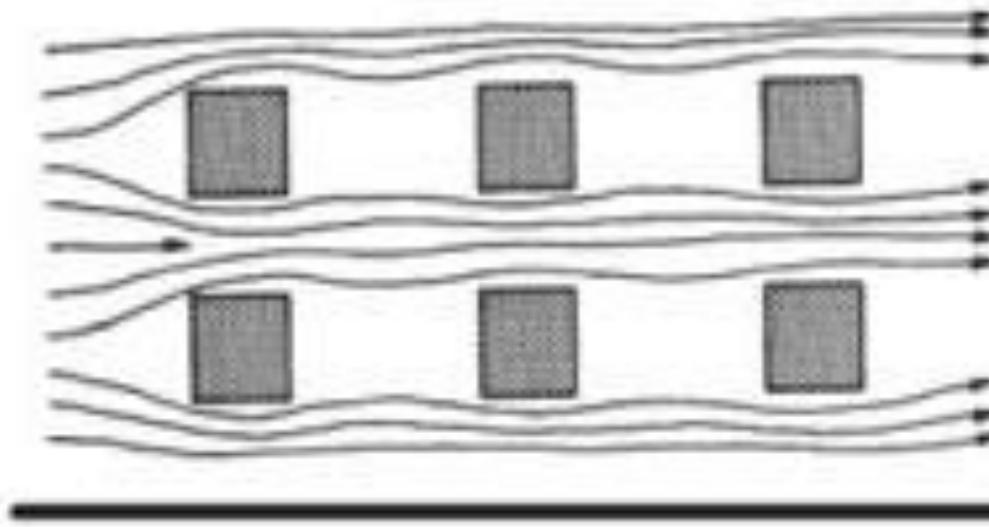
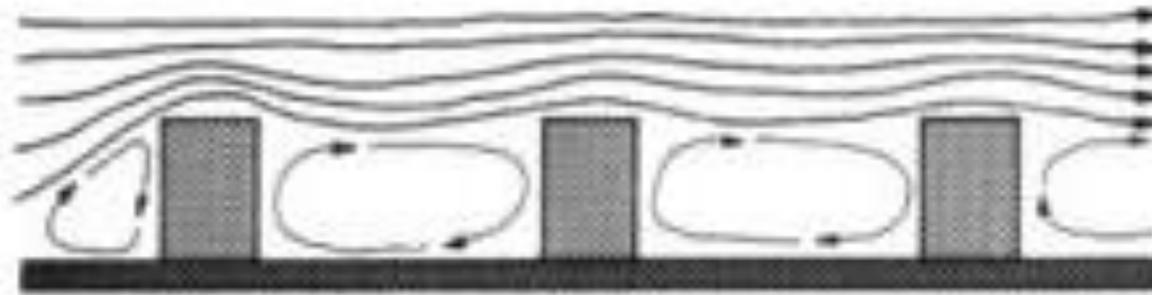
Orientasi bangunan dihadapkan searah dengan arah angin berhembus . Bagi beberapa lokasi yg memiliki hembusan angin yang cukup kencang (seperti di daerah pesisir/pinggir pantai) bisa menggunakan kombinasi strategi dengan menambahkan penghalang/*filter* (vegetasi) untuk meminimalkan hembusan angin yg akan masuk ke dalam bangunan/ruang.

1. BUILDING ORIENTATION - ORIENTASI BANGUNAN



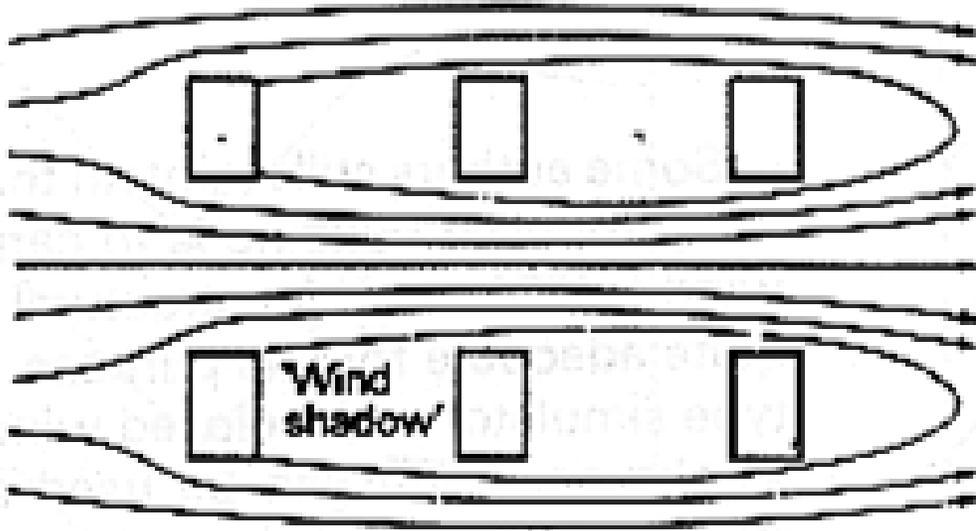
Sumbu panjang bangunan setidaknya **sejajar** dengan **sumbu barat-timur**. Ini akan meminimalkan permukaan bangunan yang terkena sinar matahari secara langsung. Bukan menghadap ke Selatan / utara agar penetrasi sinar matahari langsung dapat diminimalkan.

Kondisi di iklim tropis lembab intensitas hembusan angin cenderung minim, biasanya hanya berhembus agak kuat di siang hari atau pada musim pancaroba. Kelembapan yang tinggi menyumbang ketidaknyamanan termal sehingga harus diimbangi dengan kecepatan angin yg cukup menerus. Untuk itu konsep dasar massa bangunan di iklim tropis lembab adalah tersebar (tidak saling berhimpitan). Oleh karena itu jarak antar massa menjadi penting (aturan sempadan).

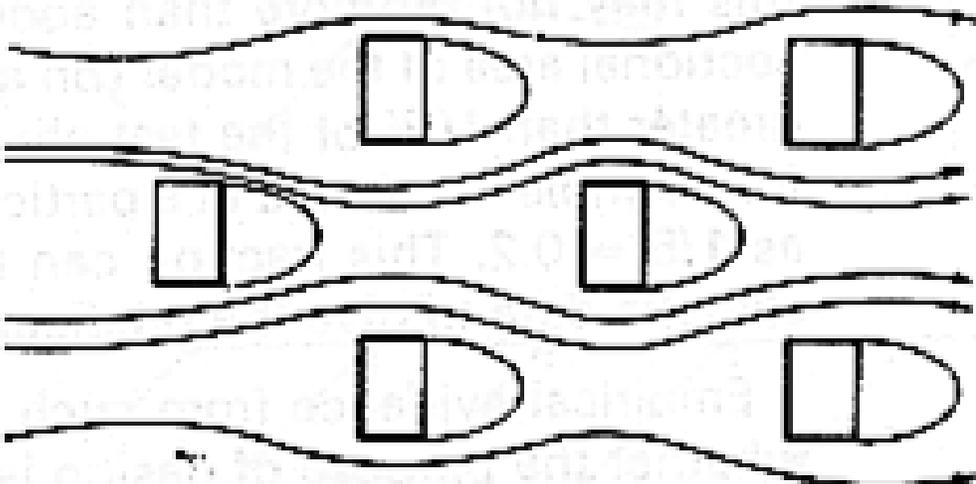


1. *BUILDING ORIENTATION* ORIENTASI BANGUNAN

1. Building Orientation – Orientasi Bangunan

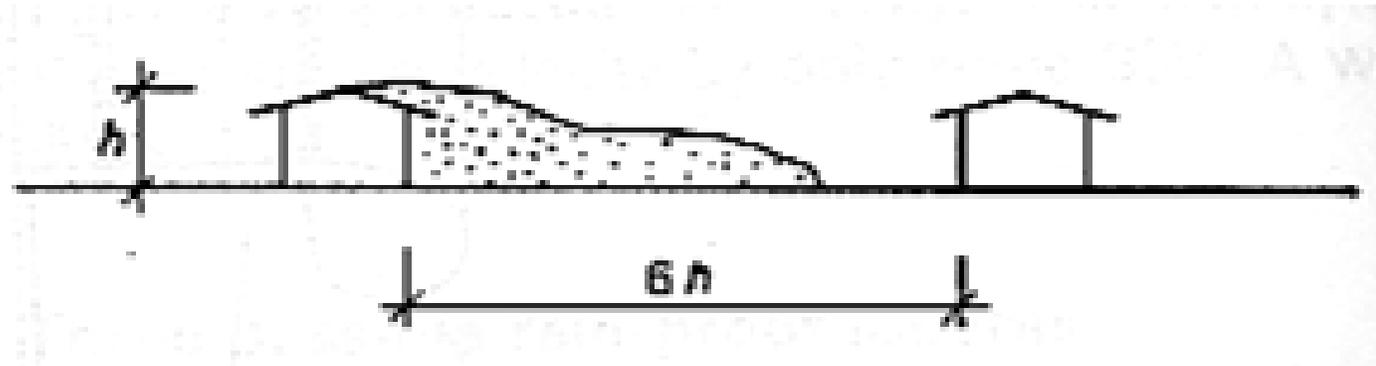


Air flow: grid-iron layout



Air flow: chequer-board layout

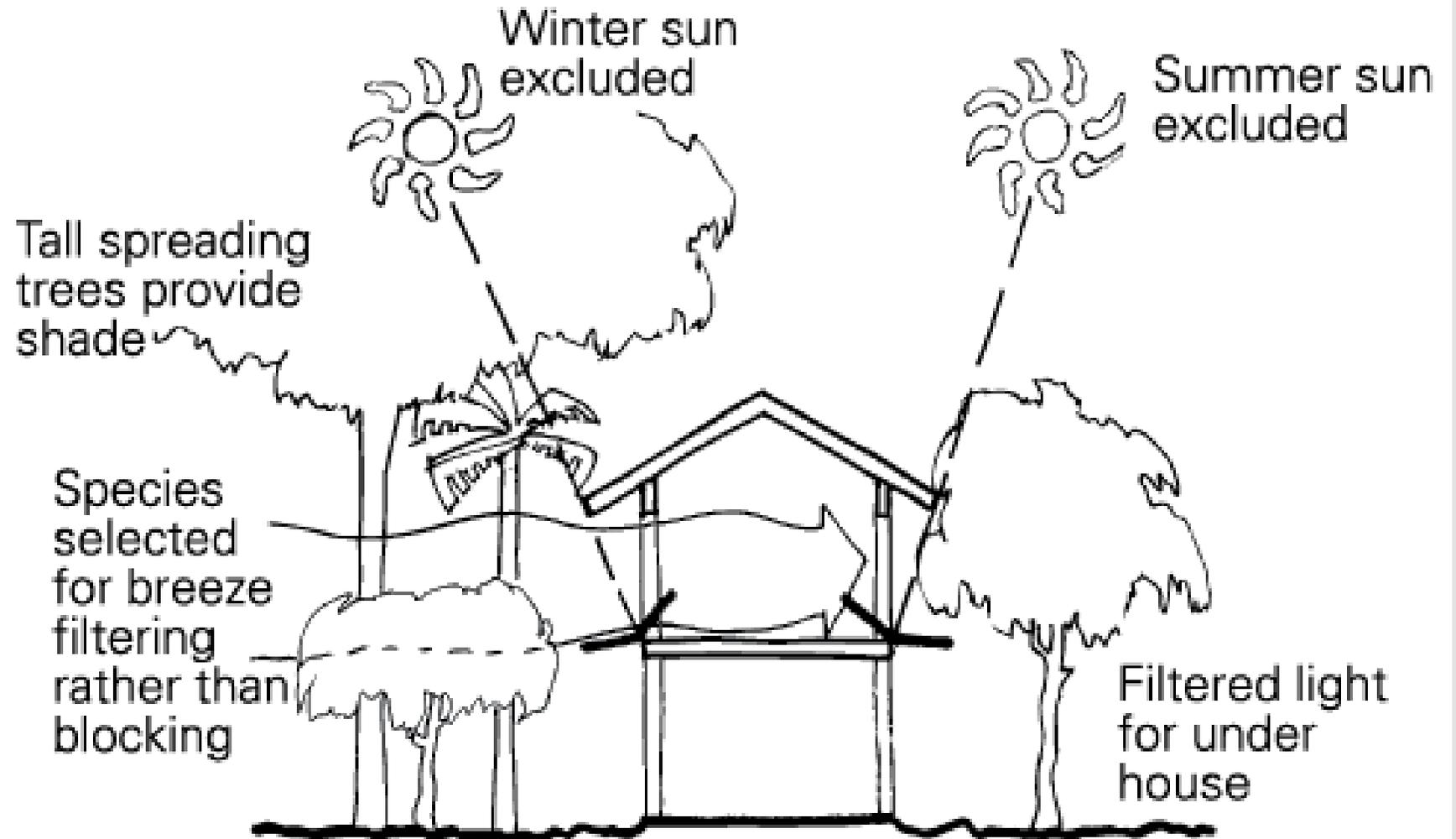
Jarak antar bangunan untuk aliran udara



$6h$ (h =tinggi bangunan) adalah jarak ideal antar bangunan yang memungkinkan aliran udara masih dapat mengalir

1. Building Orientation – Orientasi Bangunan

Mengingat **kecepatan angin meningkat sesuai dengan ketinggian**, maka bangunan berlantai lebih dari satu akan menempatkan ruang – ruang yg membutuhkan intensitas angin yg cukup tinggi di lantai atas. Jika digabungkan dengan bukaan – bukaan lebar potensi timbulnya ventilasi silang (cross ventilation) akan lebih besar.

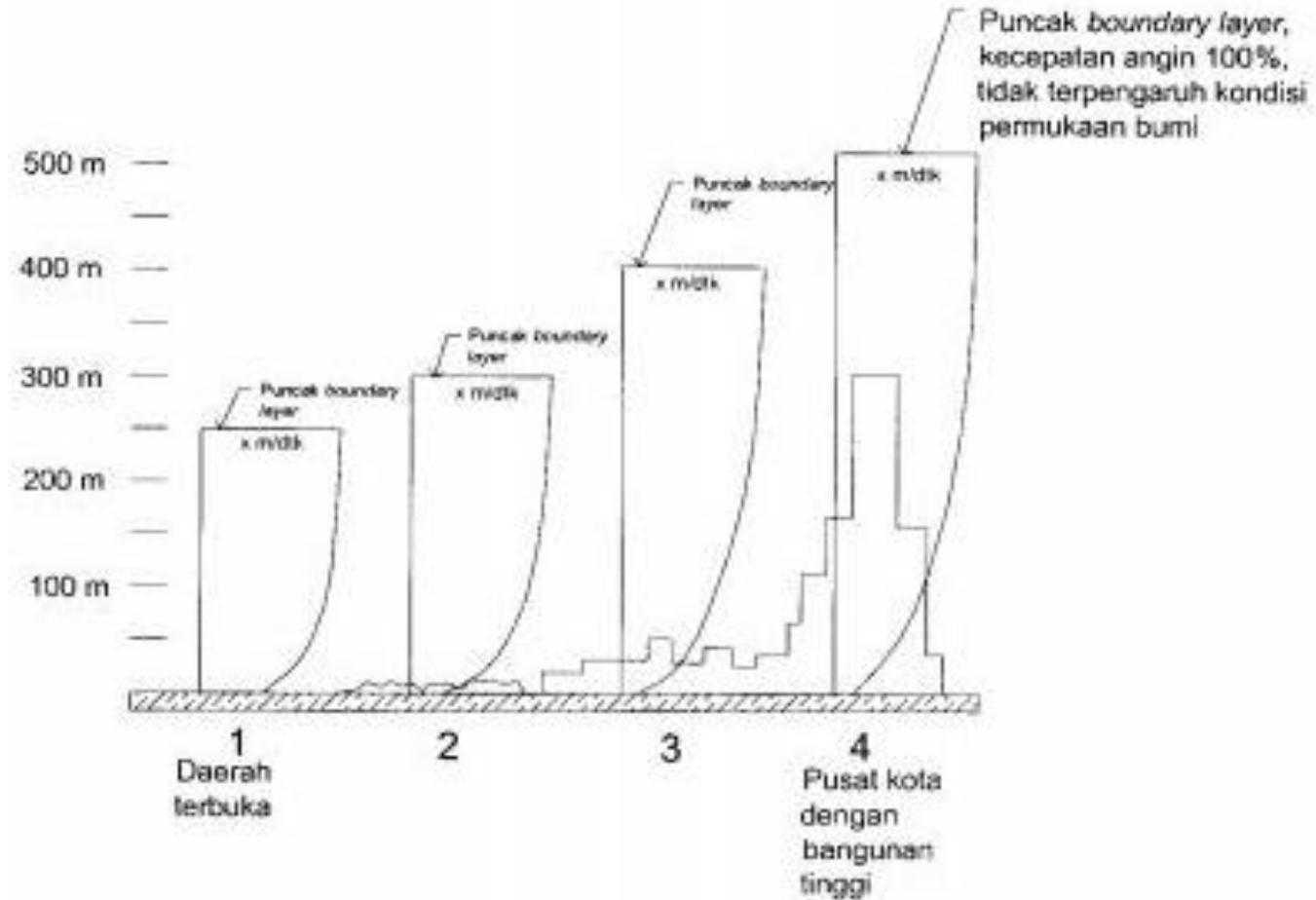


1. Building Orientation – Orientasi Bangunan

Akibat dari gaya gesekan, kecepatan angin akan lebih lambat jika dekat dengan permukaan bumi dan lebih kencang jika berada di ketinggian. Karena hal tersebut dipengaruhi oleh kekerasan permukaan, maka kecepatan angin sangat bervariasi di tiap – tiap daerah

Tabel 1.12 Boundary layer (Aynsley, 1979)⁴

Kategori permukaan tanah	Deskripsi permukaan tanah	Ketinggian boundary layer, m	Eksponen kecepatan angin rata-rata (ϕ)
1	Laut terbuka, padang es, padang pasir	250	0,11
2	Daerah terbuka dengan perdu pendek dan pepohonan jarang	300	0,15
3	Daerah pinggiran kota, kota kecil, hutan	400	0,25
4	Pusat kota dengan bangunan tinggi, daerah perindustrian	500	0,36

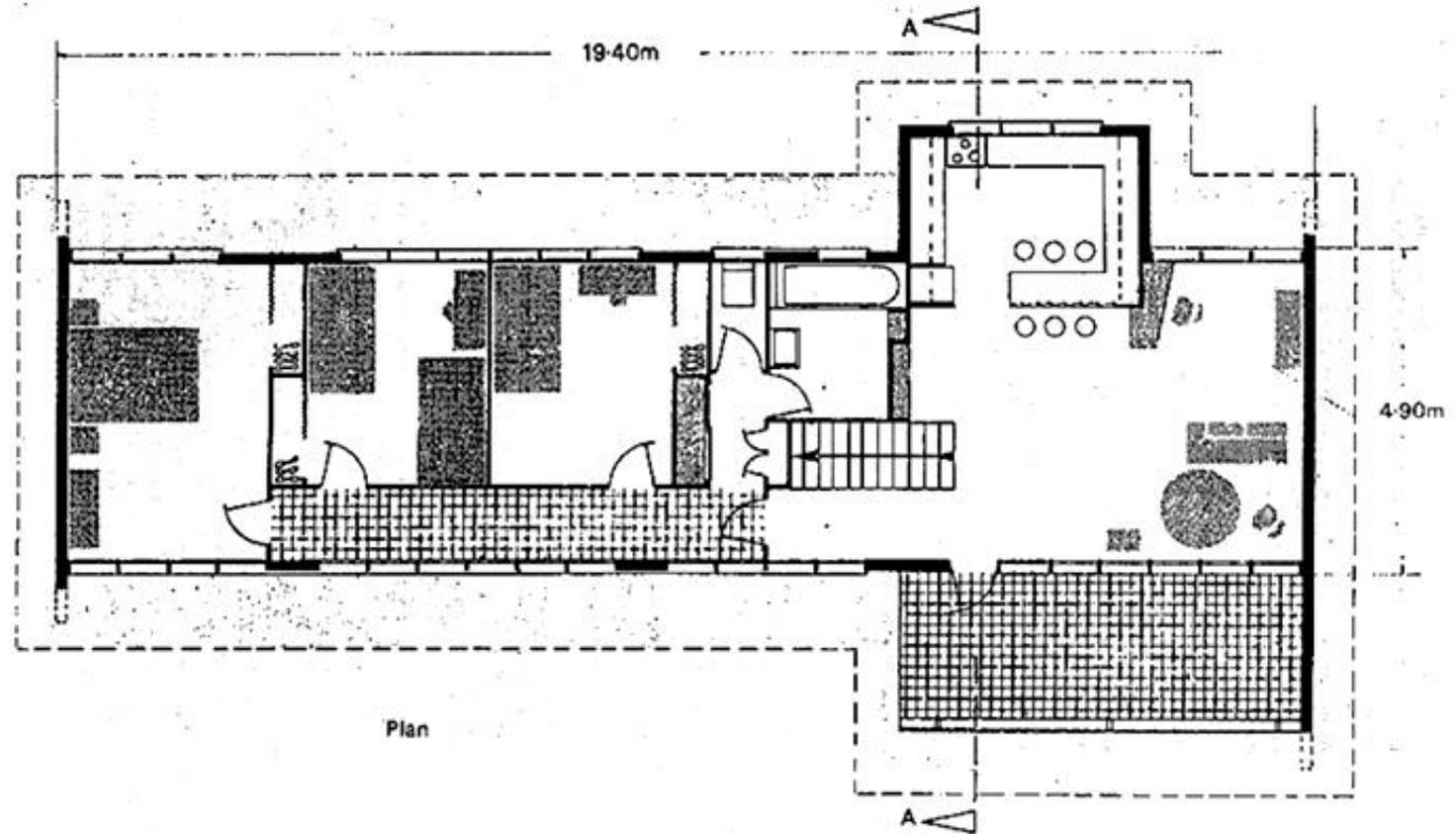


Gambar 1.18 Lapisan batas di kondisi permukaan bumi yang berbeda

1. *Building Orientation* – Orientasi Bangunan

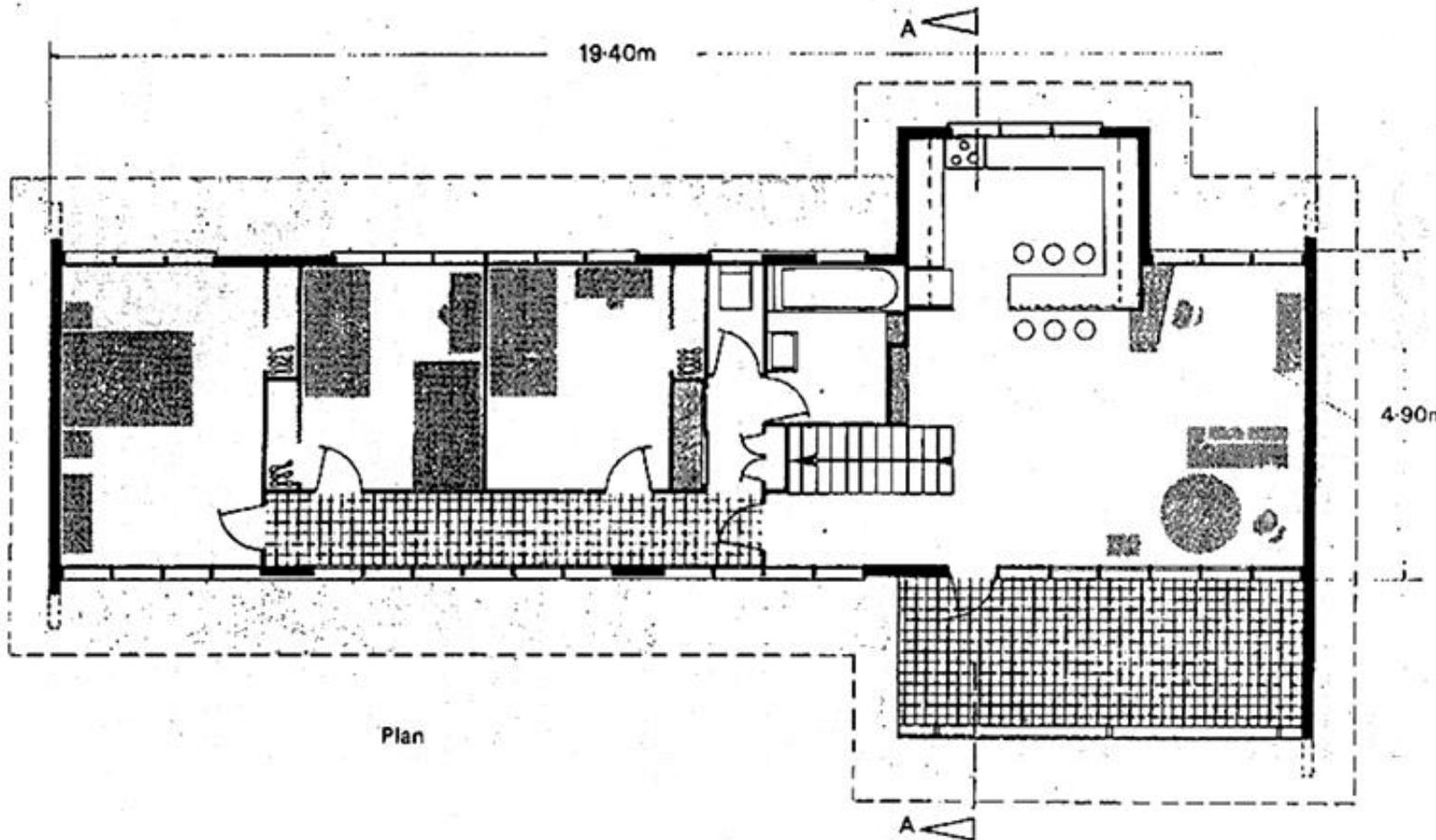
Untuk menentukan orientasi bangunan – juga ditentukan dari organisasi ruang (penentuan ruang)

- Kelompokkan ruang – ruang yang berpotensi menambah beban panas dan kelembapan (seperti dapur & kamar mandi)
- Hal ini akan melokalisasi sumber panas dan kelembapan. Pada ruang dengan fungsi – fungsi tersebut, pergantian udara harus sangat lancar.
- Pasanglah cerobong asap (*exhaust fan*) di atas kompor atau kamar mandi agar udara panas atau bau dapat keluar.
- Letakkan kompor jangan merapat pada dinding yang membatasi dapur dengan kamar tidur. Panas kompor akan menghangatkan dinding dan pada akhirnya panas akan dilepaskan di sisi kamar tidur. Suhu ruang di kamar tidur akan meningkat.

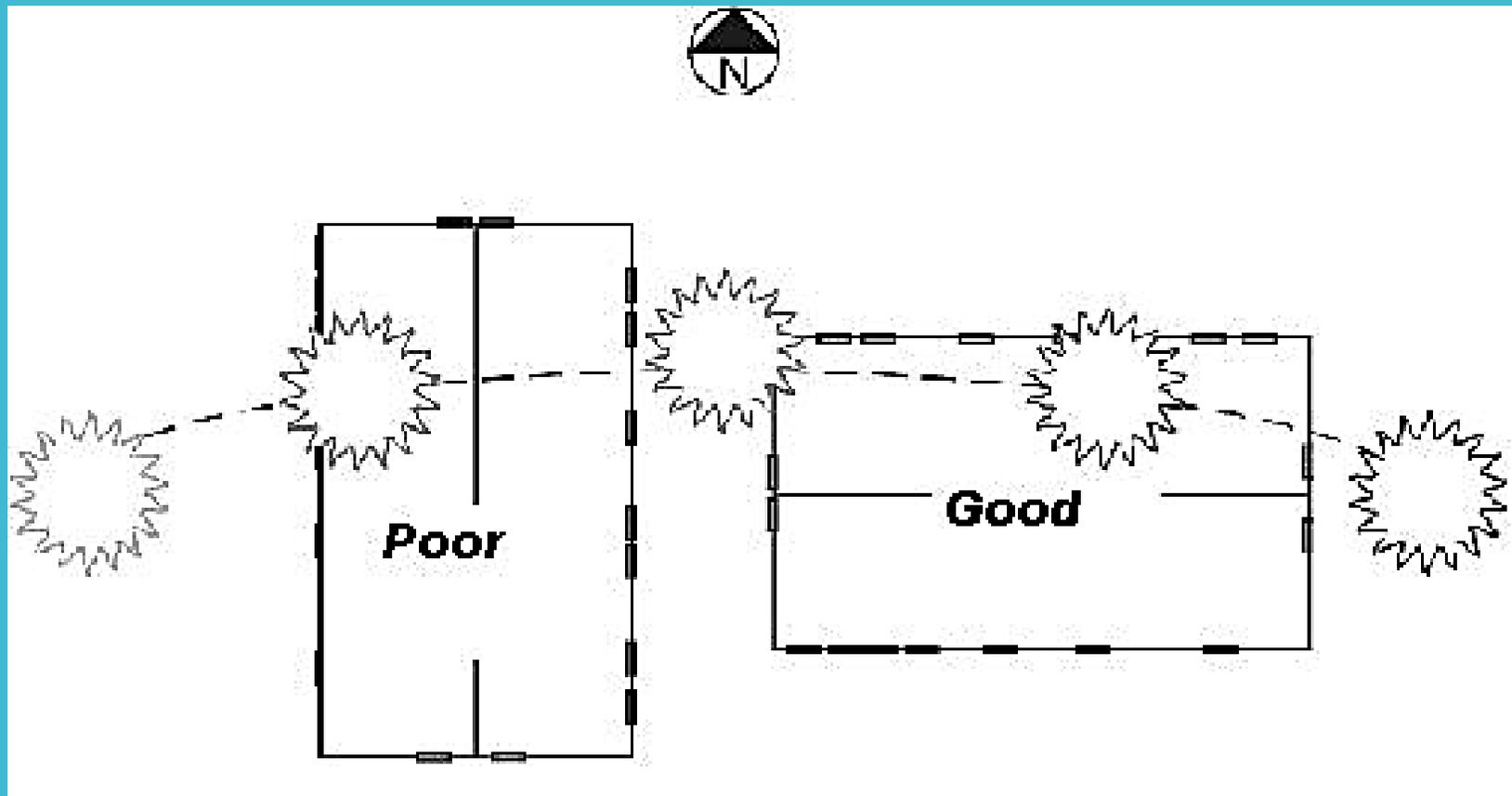


1. Building Orientation – Orientasi Bangunan

Untuk menentukan orientasi bangunan – juga ditentukan dari organisasi ruang (penentuan ruang)



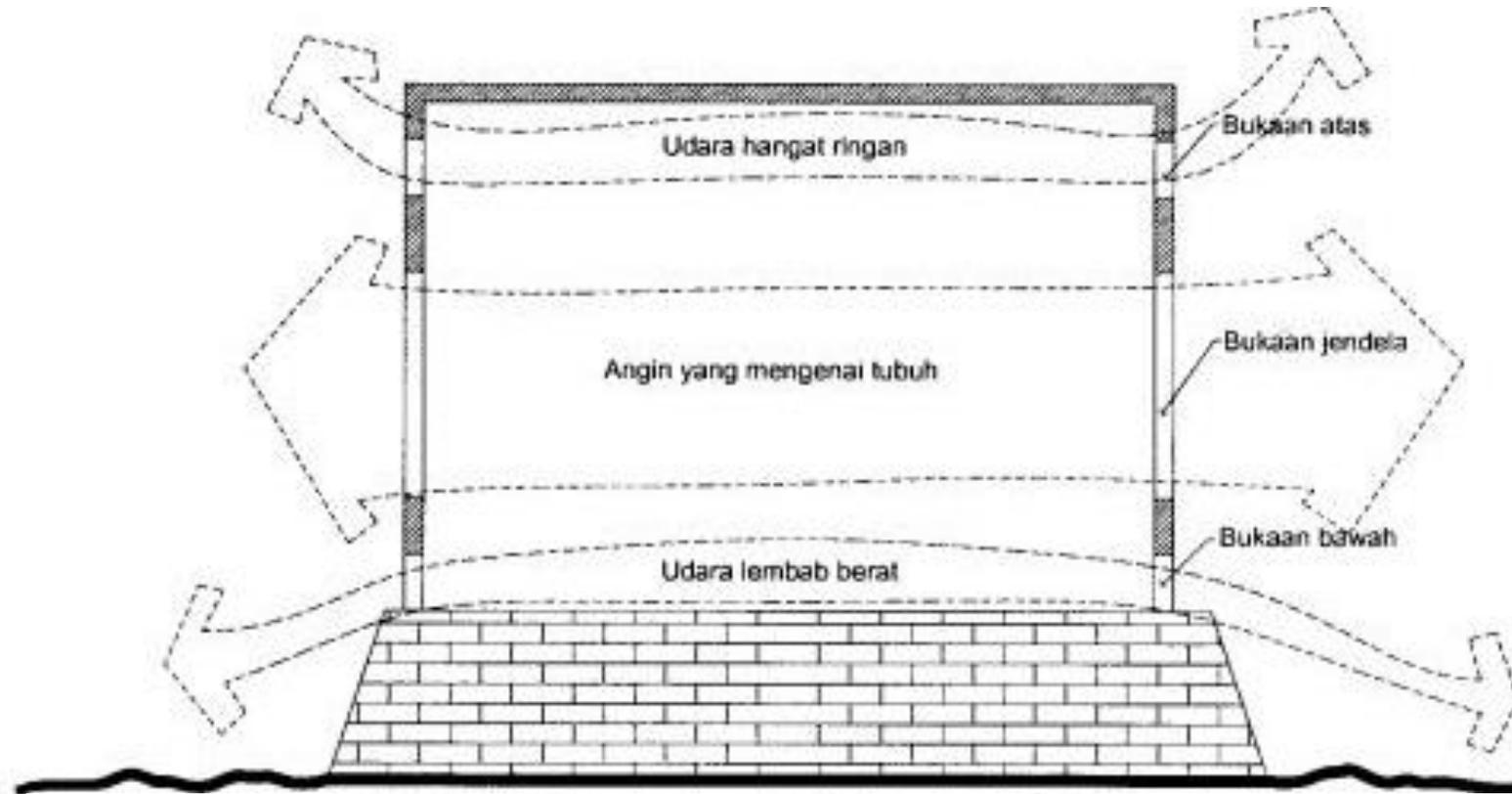
- Setiap rumah tinggal seharusnya mempunyai minimal 1 ruangan yg nyaman, sehingga dapat digunakan untuk beristirahat dengan santai & nyaman. Ruang – ruang untuk bersantai & beristirahat seperti Ruang Keluarga & Kamar Tidur, diletakkan di daerah yg terlindung dari panas matahari sore. Oleh karena itu sebaiknya ruang – ruang tersebut tidak diletakkan di sisi barat.
- Hindarilah kamar mandi yang langsung berhubungan dengan kamar tidur karena kelembapan dari kamar mandi akan dialirkan ke kamar tidur. Bisa juga dipasang exhaust fan untuk mengeluarkan udara lembab keluar ruangan



Bukaan menghadap ke Selatan / utara agar penetrasi sinar matahari langsung dapat diminimalkan.

2. Openings Orientatio- Orientasi Bukaan

2. Openings Orientation – Orientasi Bukaannya



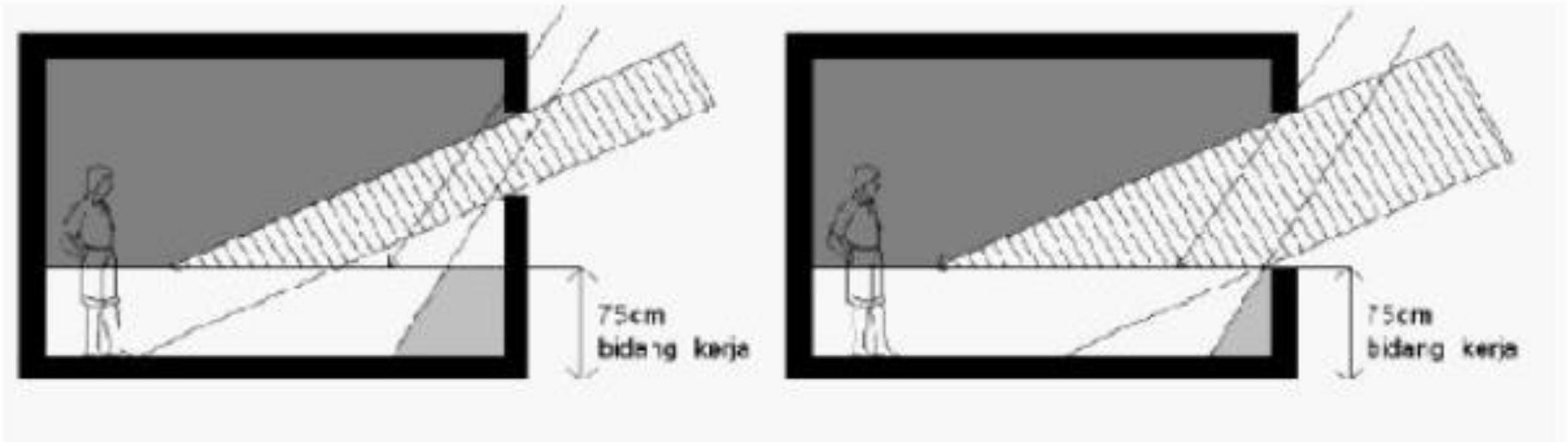
Gambar 1.8 Saran zona bukaan pada bangunan

- Usahakanlah ada 3 lubang pada dinding yg berbatasan dengan ruang luar (dinding eksterior) yaitu : **lubang atas (ventilasi atas)**, **lubang tengah (jendela)** dan **lubang bawah (ventilasi bawah)**.
- **Lubang atas** akan melepaskan udara panas yang biasa terjebak di atas, terutama apabila jendela tertutup. **Lubang bawah** untuk melepaskan udara lembab yg biasa terjebak di bagian bawah ruang. Lubang bawah saat ini tidak populer lagi, padahal bermanfaat untuk ventilasi. Bangunan – bangunan kolonial biasanya memiliki lubang bawah ini.

2. *Openings Orientation* – Orientasi Bukaannya

Orientasi Bukaannya – juga dipengaruhi oleh besar kecilnya bukaan -> Disesuaikan dengan kebutuhan sinar matahari/ angin yang ingin dimasukkan dalam bangunan / ruang -> kebutuhan tersebut dipengaruhi oleh aktivitas yg ada dalam ruang/bangunan tersebut

Besar kecil bukaan sangat berpengaruh terhadap cahaya matahari / angin yang masuk ke dalam ruang

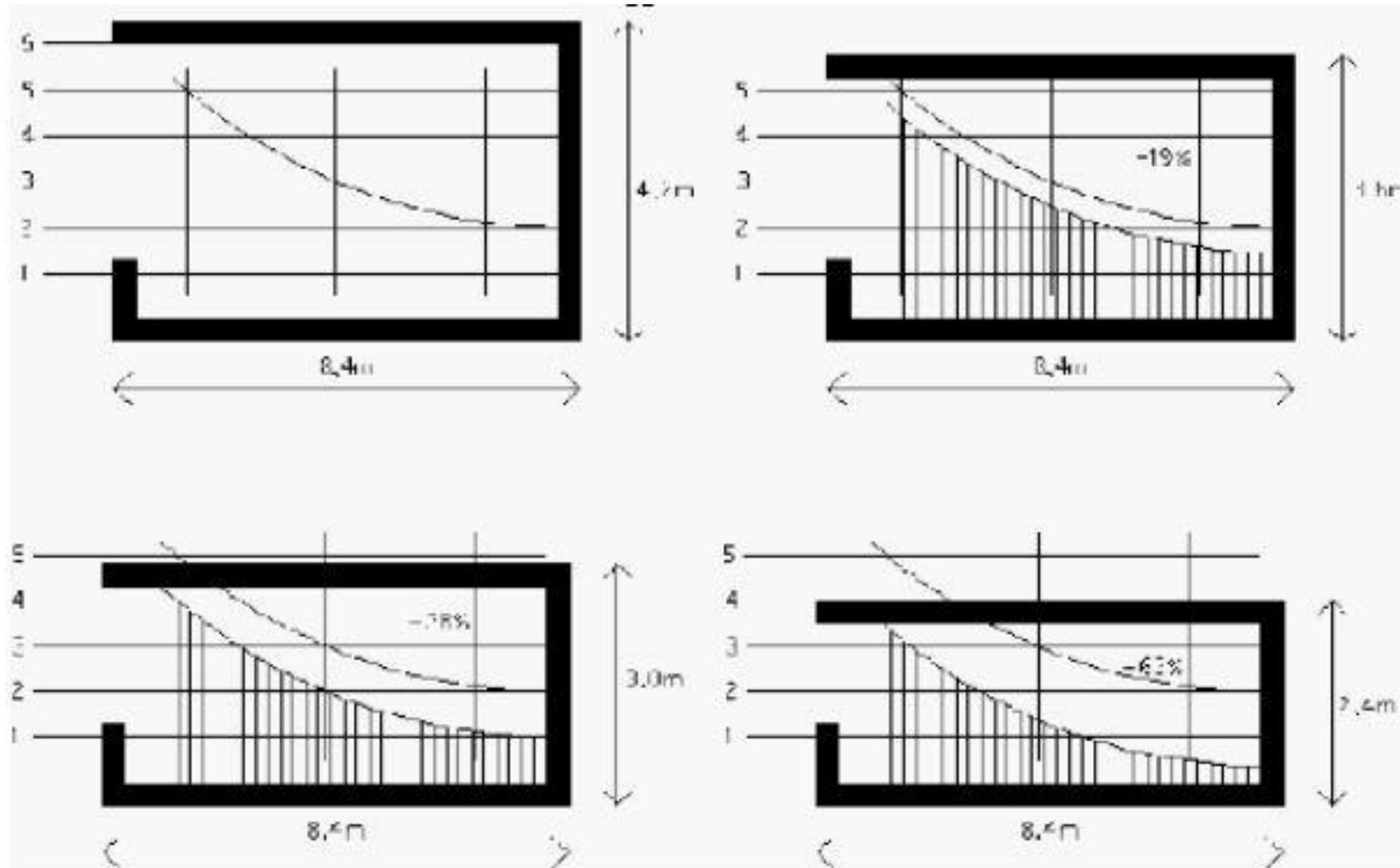


Ilustrasi Pengaruh Besar Kecil Bukaannya

Sumber : Ir. Setyo Soetjadi. 1993

2. Openings Orientation – Orientasi Bukaan

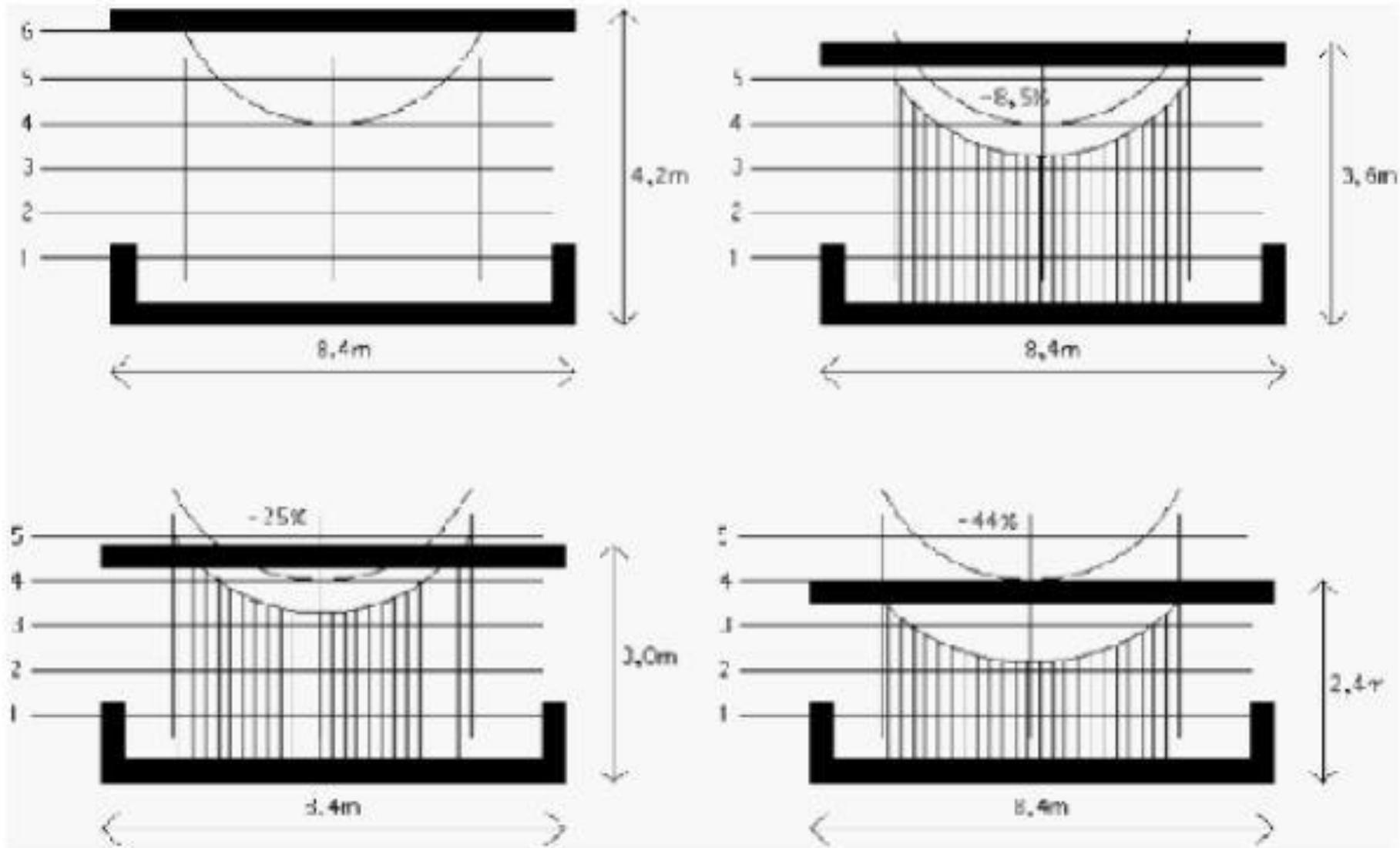
Terang gelap ruangan juga dipengaruhi oleh tinggi bukaan dan banyaknya bukaan, satu sisi atau multi sisi



Efek Ketinggian Bukaan Pada Satu Sisi

Sumber : Ir. Setyo Soetiadji. 1993

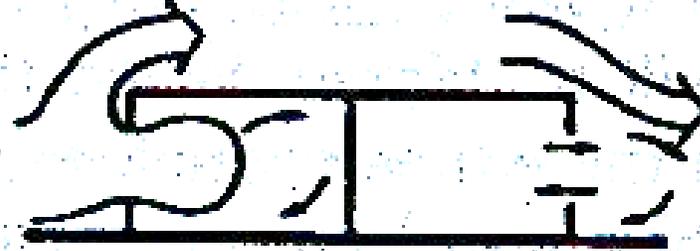
2. Openings Orientation – Orientasi Bukaannya



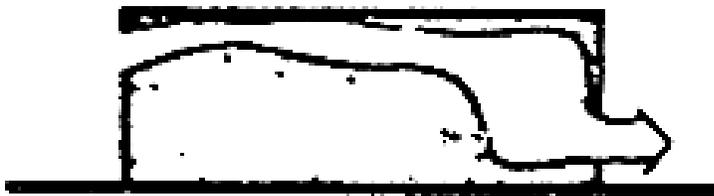
Efek Ketinggian Bukaannya Pada Dua Sisi

Sumber : Ir. Setyo Soetjadi. 1993

Mekanisme fisik Sistem Ventilasi

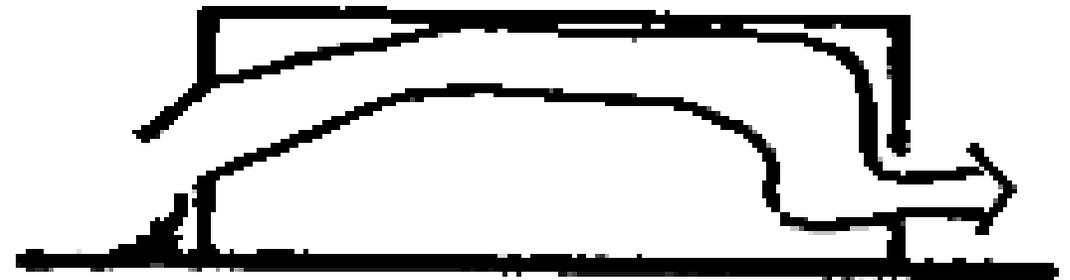
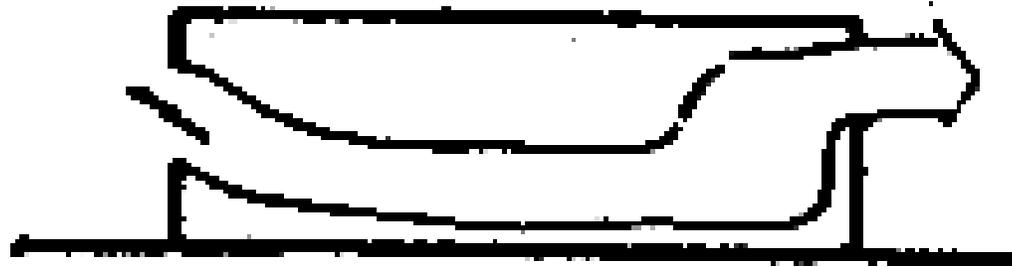


Tidak terjadi ventilasi silang

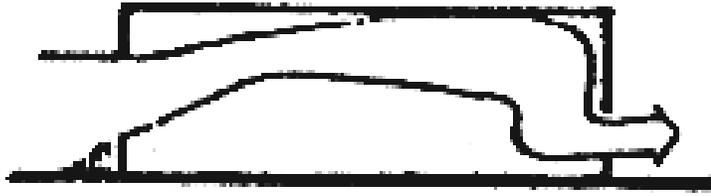


Ventilasi Silang & Efeknya terhadap posisi bukaan

Faktor Desain yang mempengaruhi Sistem Ventilasi



Efek bukaan pada daun jendela



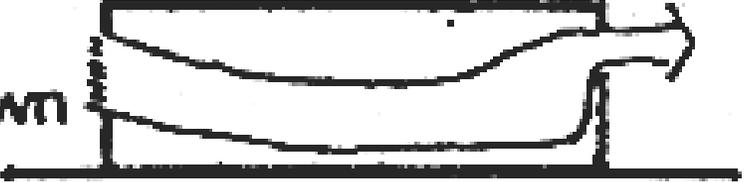
Efek kanopi / kantilever

Venetian blind

15°
up



15°
down



300 mm louvres

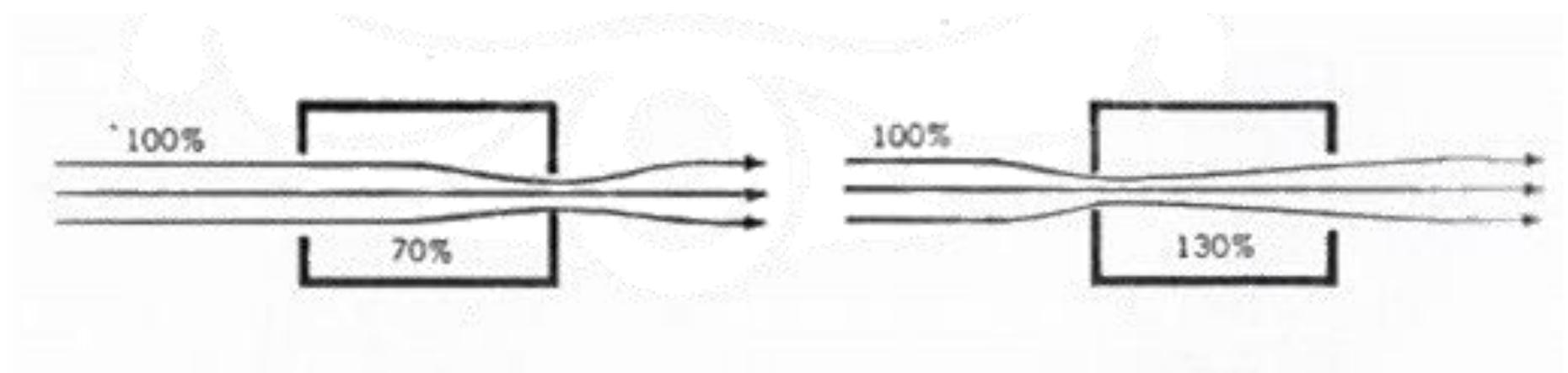
30°
up



20°
up

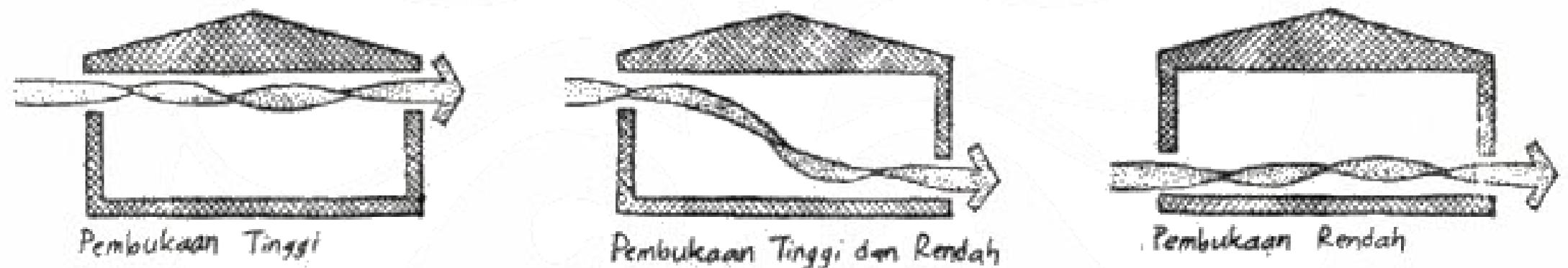


Efek louvre / jalusi



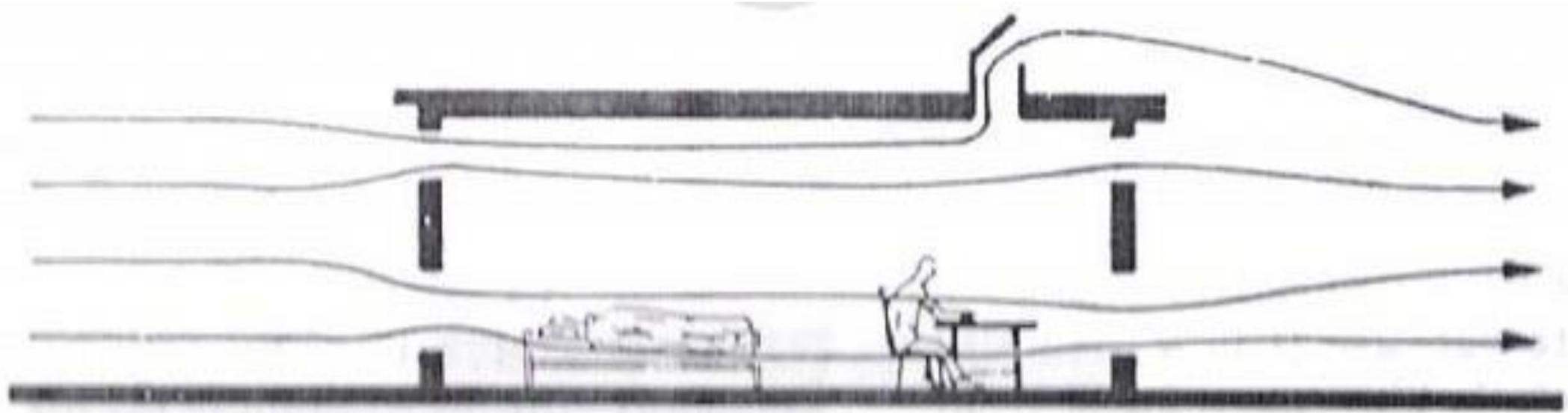
Gambar 2.4.10 Pengaruh lebar bukaan masuk dan keluar

Sumber: Heating, Cooling, Lighting



Gambar 2.4.11 Berbagai letak ketinggian bukaan

Sumber: Matahari, Angin, dan Cahaya



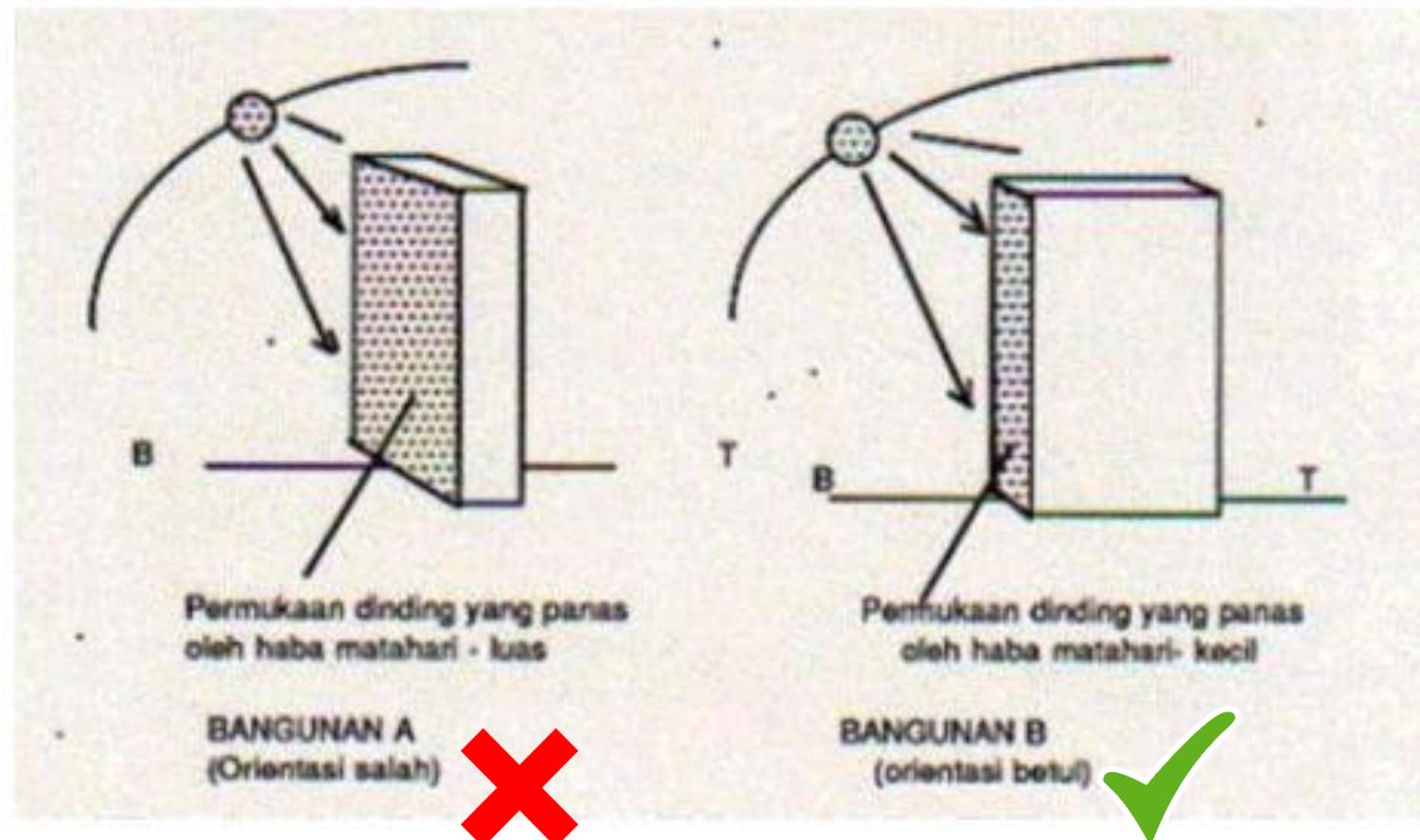
Gambar 2.4.12 Kombinasi bukaan

Sumber: Heating, Cooling, Lighting

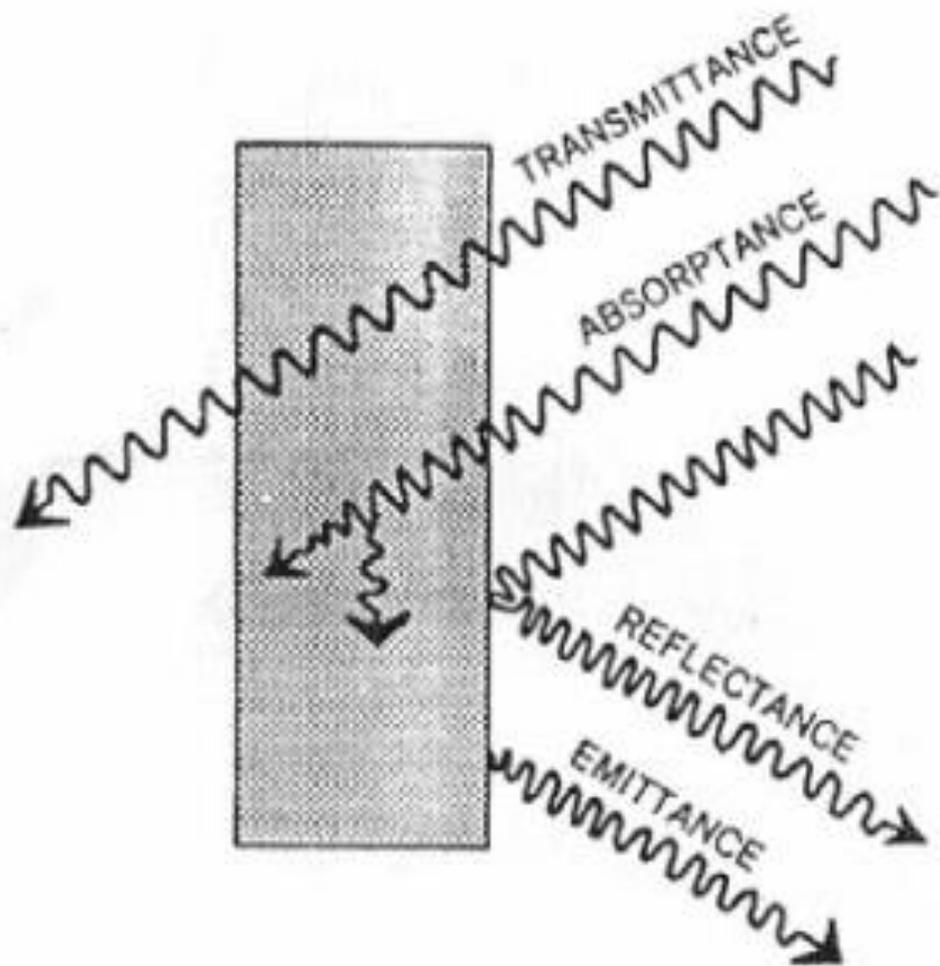
Agar nyaman, jendela diletakkan setara dengan ketinggian penghuni di dalam ruangan. Tambahan jendela tinggi juga harus diperhatikan untuk mengeluarkan udara panas yang sering terkumpul di dekat langit – langit.

3. *Minimize Conduction-* Pemilihan material

Berkaitan dengan perletakan bangunan / orientasi bangunan



Jika terpaksa perletakan bangunan harus tidak sejajar dengan pergerakan matahari – pemilihan material menjadi hal yg penting untuk dipertimbangkan yaitu Material yg memiliki nilai transmisi yg kecil atau dilai absorpsi besar



Ada 4 macam interaksi yang dapat terjadi antar materi dan energi

Gambar 2.3.4 Interaksi radiasi

Sumber: Heating, Cooling, Lighting

Radiasi tidak dipengaruhi oleh gravitasi, karena itu benda dapat memancarkan radiasi ke bawah dan ke atas sama besarnya. Bagaimanapun juga, radiasi dipengaruhi oleh interaksi benda khususnya pada permukaan bahan. Empat kemungkinan interaksi tersebut adalah:¹⁴

1. Penembusan
Keadaan saat radiasi menembus sebuah bahan
2. Penyerapan
Keadaan saat radiasi diubah menjadi panas di dalam sebuah bahan
3. Pemantulan
Keadaan saat radiasi dipantulkan oleh permukaan benda
4. Pemancaran
Keadaan saat radiasi dikeluarkan melalui permukaan, sehingga mengurangi panas yang terkandung benda tersebut

Tabel 1.9 Transmitan konstruksi

Tipe Konstruksi	Transmitan, U (W/m ² degC)
Dinding	
Batubata, tidak diplester, tebal 114 mm	3,64
Batubata, diplester kedua sisinya, tebal 114 mm	3,24
Batubata, tidak diplester, tebal 228 mm	2,67
Batubata, diplester kedua sisinya, tebal 228 mm	2,44
Beton padat biasa, tebal 152 mm	3,58
Beton padat biasa, tebal 203 mm	3,18
Batu berkepadatan sedang, berpori, tebal 305 mm	2,84
Batu berkepadatan sedang, berpori, tebal 457 mm	2,27
Batubata berongga sejarak 280 mm, bagian luar bata fletton, bagian dalam bata biasa, dan sisi yang menghadap ruang dalam diplester	1,70
Batubata dengan isolator papan gabus setebal 25 mm, diplester	0,85
Batubata dengan isolator <i>fibreboard</i> setebal 13 mm, diplester	1,19
Batubata dengan isolator slab serutan kayu setebal 50 mm, diplester	0,85
Batubata dengan bagian dalam diplester vermikulit setebal 16 mm.	1,47
Batubata, sisi dalam dilapis papan asbes 13 mm dengan rangka kayu	1,19
Batubata, sisi dalam dilapis papan serat 13 mm dengan rangka kayu	0,95
Batubata, sisi dalam dilapis papan jerami 50 mm dengan rangka kayu, diplester	0,74

Tipe Konstruksi	Transmitan, U (W/m ² degC)
Batubata, sisi dalam dilapis <i>aerated concrete blocks</i> setebal 100 mm	1,13
Batubata, sisi dalam dilapis <i>clinker concrete blocks</i> setebal 100 mm	1,30
<i>Aerated concrete block</i> ganda (bercelah), tebal 250 mm (100+50+100), bagian luar dicat, bagian dalam diplester	1,19
<i>Clinker concrete block</i> ganda (bercelah), tebal 250 mm (100+50+100), bagian luar dicat, bagian dalam diplester	1,08
<i>Aerated concrete block</i> berongga, tebal 228 mm, satu lapis, bagian luar dicat, bagian dalam diplester	1,70
<i>Clinker concrete block</i> berongga, tebal 228 mm, satu lapis, bagian luar dicat, bagian dalam diplester	1,59
Asbes semen gelombang pada rangka	6,53
Asbes semen gelombang pada rangka baja dengan <i>fibreboard</i> 13 mm	2,04
Asbes semen gelombang pada rangka baja dengan lapisan jerami atau serutan kayu 50 mm	1,19
Asbes semen gelombang pada rangka baja dengan <i>aerated concrete block</i> 76 mm	2,10

Atap Miring	
Asbes semen gelombang	7,95
Asbes semen gelombang, langit-langit dari <i>fibreboard</i> setebal 13 mm. (asbes semen diletakkan pada gording, sedangkan <i>fibreboard</i> ditempelkan bagian bawah rangka)	1,70
Asbes semen gelombang dilapis dengan <i>fibreglass</i> setebal 25 mm.	0,80
Asbes semen gelombang, langit-langit dari <i>fibreboard</i> setebal 13 mm yang dipasang pada rangka kayu. Di atas <i>fibreboard</i> ditempelkan aluminium foil.	1,20
Asbes semen gelombang, langit-langit dari papan kayu setebal 13 mm yang dipasang pada rangka kayu. Di atas papan kayu ditempelkan aluminium foil.	1,60
Asbes semen gelombang, langit-langit dari asbes semen setebal 5 mm yang dipasang pada rangka kayu. Di atas asbes semen ditempelkan aluminium foil.	1,70
Asbes semen gelombang, langit-langit dari <i>fibreboard</i> setebal 13 mm, di atas <i>fibreboard</i> diberi <i>fibreglass</i> 25 mm, dan di atas <i>fibreglass</i> ditempel <i>aluminium foil</i> .	0,68
Asbes semen gelombang, langit-langit dari papan kayu setebal 13 mm, di atas papan kayu diberi <i>fibreglass</i> 25 mm, dan di atas <i>fibreglass</i> ditempel <i>aluminium foil</i> .	0,74
Asbes semen gelombang, langit-langit dari asbes semen setebal 5 mm, di atas asbes semen diberi <i>fibreglass</i> 25 mm, dan di atas <i>fibreglass</i> ditempel <i>aluminium foil</i> .	0,80
Aluminium gelombang, langit-langit dari <i>fibreboard</i> setebal 13 mm.	1,30
Aluminium gelombang, langit-langit dari asbes semen setebal 5 mm.	1,90

Tipe Konstruksi	Transmitan, U (W/m ² degC)
Atap Datar	
Sleb beton bertulang setebal 100 mm, lapisan <i>screed</i> 12 mm, di atas <i>screed</i> ditambah tiga lapis bulu kempa bitumen	3,35
Beton bertulang setebal 100 mm, di atasnya <i>screed</i> setebal 75 mm. Langit-langit dari <i>fibreboard</i> 13 mm yang ditempelkan pada rangka kayu di bawah beton.	1,30
Sleb beton bertulang setebal 100 mm, lapisan <i>screed</i> 12 mm, ditambah lagi isolator dari gabus setebal 25 mm, plus tiga lapis bulu kempa bitumen	1,08
Sleb beton bertulang setebal 100 mm, lapisan <i>screed</i> 12 mm, ditambah lapisan jerami atau serutan kayu sebagai isolator setebal 50 mm, plus tiga lapis bulu kempa bitumen	1,13
Sleb beton bertulang setebal 100 mm, lapisan <i>screed</i> 12 mm, ditambah dua <i>fibreboard</i> masing-masing 12 mm sebagai isolator, plus tiga lapis bulu kempa bitumen.	1,25
Papan kayu setebal 25 mm pada balok 178mm dengan tiga lapis bulu kempa bitumen dan langit-langit gipsum	1,82
Papan kayu setebal 25 mm pada balok 178mm dengan tiga lapis bulu kempa bitumen dan langit-langit gipsum, di atas papan dilapisi isolator gabus setebal 25 mm.	0,85
Papan kayu setebal 25 mm pada balok 178mm dengan tiga lapis bulu kempa bitumen dan langit-langit gipsum, di atas papan dilapisi isolator <i>fibreboard</i> setebal 13 mm.	1,25
Papan kayu setebal 25 mm pada balok 178mm dengan tiga lapis bulu kempa bitumen dan langit-langit gipsum, di atas papan dilapisi isolator jerami atau serutan kayu setebal 50 mm.	0,91

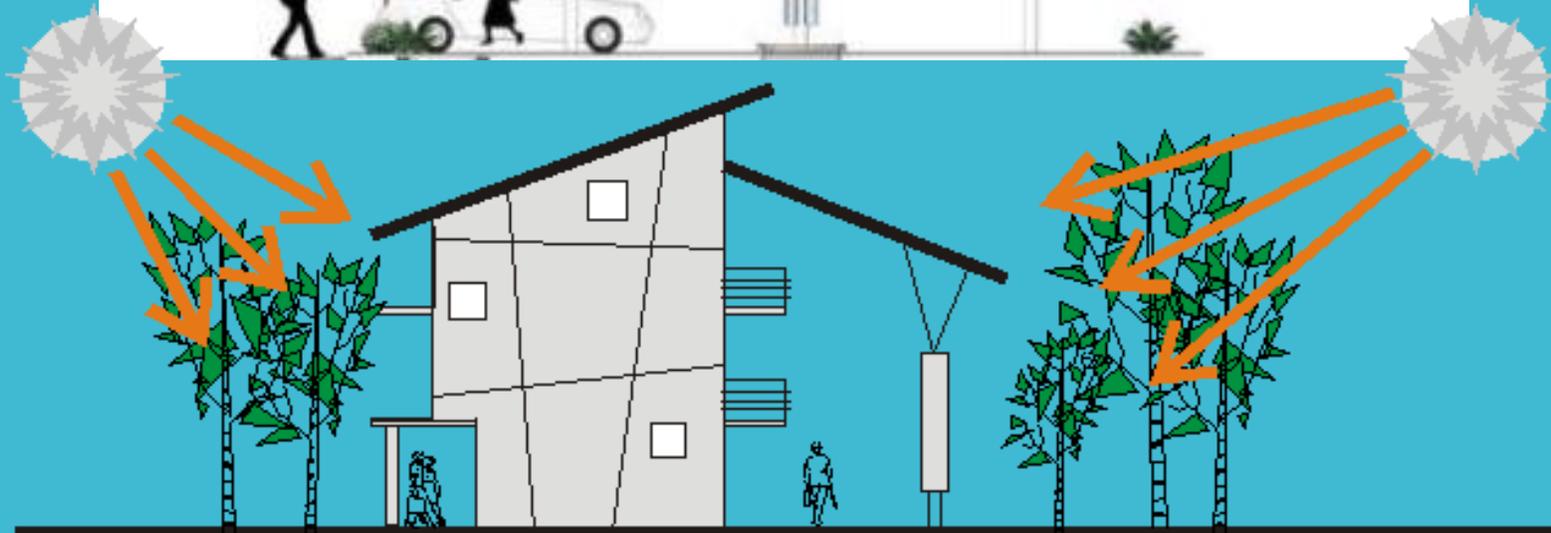
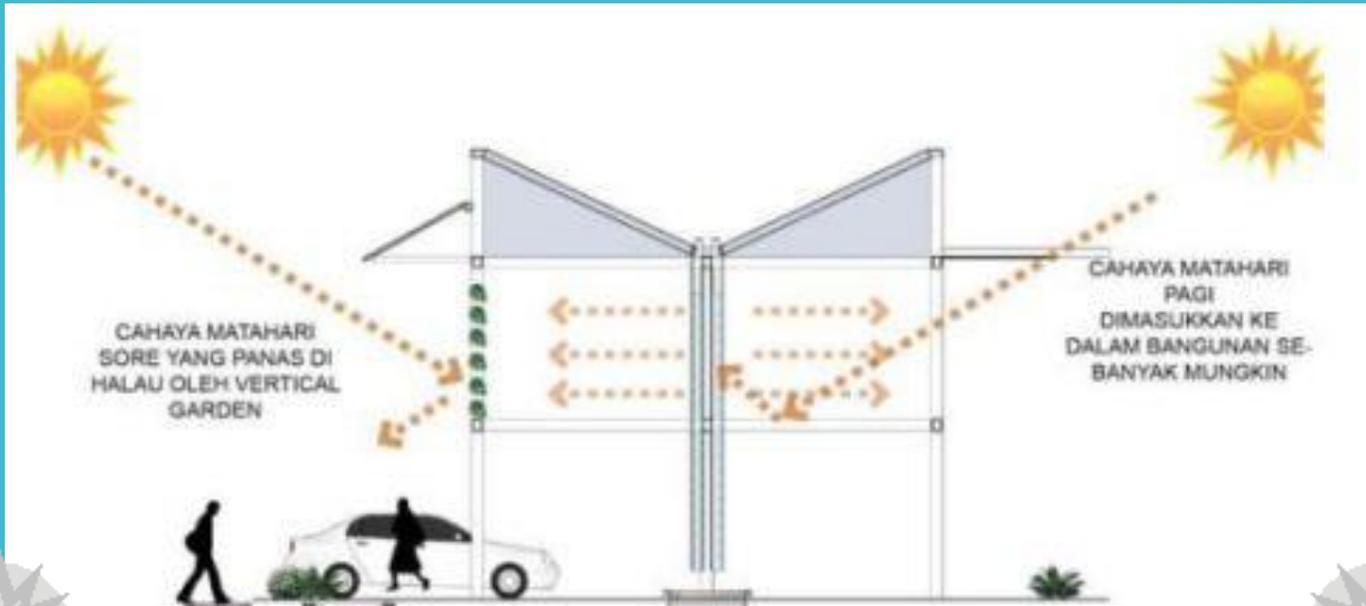
Lantai	
Beton di atas tanah atau lapisan padat.	1,13
Beton di atas tanah atau lapisan padat, plus granit, teraso atau kepingan lain.	1,13
Beton di atas tanah atau lapisan padat, plus blok kayu.	0,85
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai berventilasi.	1,70
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi dari satu sisi, di atas papan di lapis parket, lino, atau karet.	1,42
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi.	2,27
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, di atas papan di lapis parket, lino, atau karet.	1,98
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, bagian bawah papan dilapis <i>tibreboard</i> 25 mm.	1,08
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, bagian bawah papan dilapis papan gabus 25 mm.	0,95
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, di bawah balok kayu dipasang papan gabus 25 mm.	0,79
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, di bawah balok kayu dipasang papan jerami 50 mm.	0,85
Papan kayu di atas balok kayu, ruang di bawah lantai diberi ventilasi lebih dari satu sisi, di bawah digantungkan <i>aluminium foil</i> dua sisi.	1,42

Tabel 1.11 Bilangan serap

Bahan Dinding Luar	α_w	Cat Dinding Luar	α_p
Beton berat (untuk bangunan nuklir)	0,91	Hitam merata	0,95
Bata merah	0,89	Pernis hitam	0,92
Bitumen lembaran	0,88	Abu-abu tua	0,91
Batu sabak	0,87	Pernis biru tua	0,91
Beton ringan	0,86	Cat minyak hitam	0,90
Aspal jalan setapak	0,82	Coklat tua	0,88
Kayu permukaan halus	0,78	Abu-abu biru tua	0,88
Beton ekspos	0,61	Biru/hijau tua	0,88
Ubin putih	0,58	Coklat medium	0,84
Bata kuning tua	0,56	Pernis hijau	0,79
Atap putih	0,50	Hijau medium	0,59
Cat aluminium	0,40	Kuning medium	0,58
Kerikil	0,29	Hijau/biru medium	0,57

Bahan Dinding Luar	α_w	Cat Dinding Luar	α_p
Seng putih	0,26	Hijau muda	0,47
Bata glasir putih	0,25	Putih agak mengilap	0,30
Aluminium lembaran mengilap	0,12	Putih mengilap	0,25
		Perak	0,25
		Pernis putih	0,21

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum.



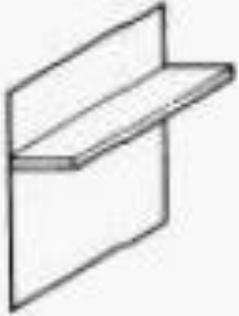
barat

timur

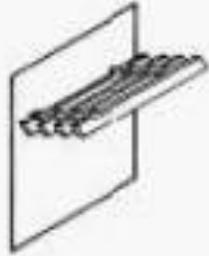
4. *Comfort Zone with Shading-barrier, vegetasi*

- Apabila cahaya terlalu banyak masuk ke dalam ruangan – tirai dapat digunakan untuk menutup sebagian jendela agar penerangan sesuai dengan yang dikehendaki
- Jendela Timur & barat perlu dilindungi tirai, agar panas dan sinar matahari pagi dan sore hari yang tajam tidak mengganggu

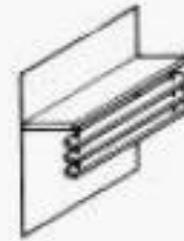
Berdasarkan (Watson, 1993), ada 3 dasar cara perletakkan *sun shading* pada fasad bangunan, yaitu ***vertical shading device***, ***horizontal shading device***, dan ***eggcrate shading type device***



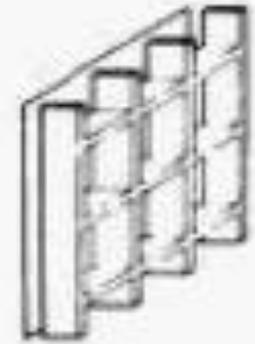
Overhang
Horizontal panel



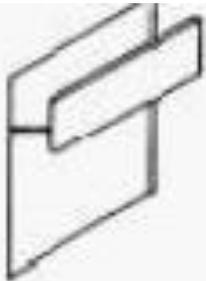
Overhang
Horizontal louvers in horizontal plane



Overhang
Horizontal louvers in vertical plane



Eggcrate



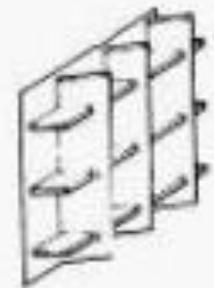
Overhang
Vertical panel



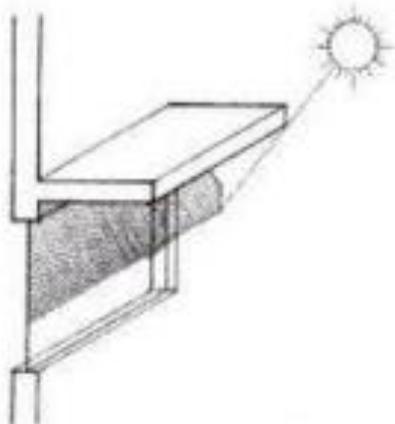
Vertical fin



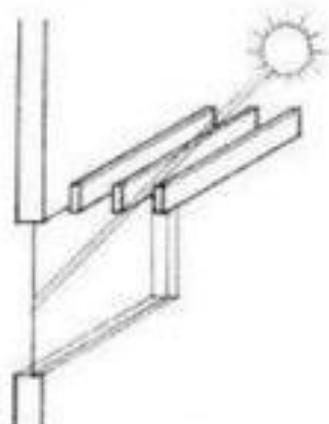
Vertical fin slanted



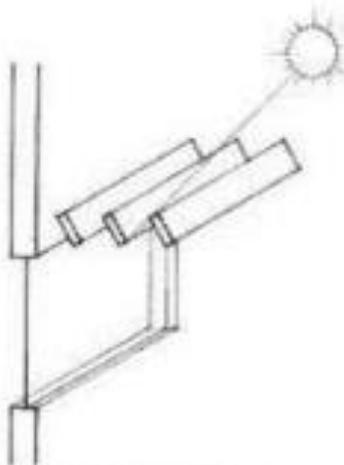
Eggcrate with slanted fins



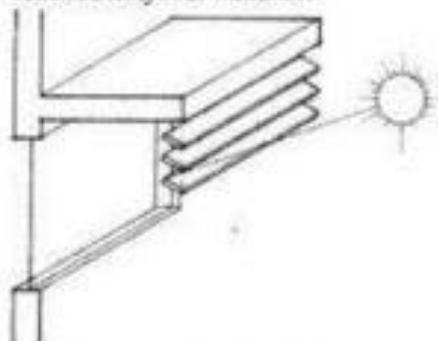
- Tertitisan peneleh horisontal paling efektif bila diorientasikan pada arah selatan.



- Kisi-kisi horisontal yang sejajar dinding memungkinkan sirkulasi udara di dekat dinding dan mengurangi rambatan panas secara konduktif.
- Kisi-kisi dapat dioperasikan secara manual atau dikendalikan otomatis dengan pengaturan waktu atau kontrol tenaga matahari/photoelectric untuk menyesuaikan sudutnya pada sudut datang sinar matahari.



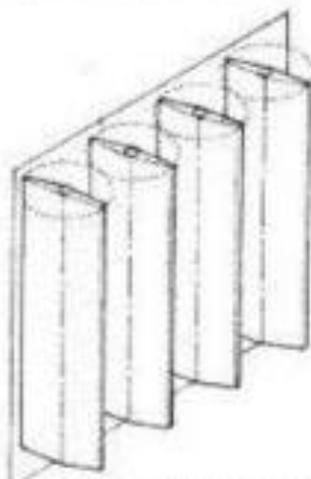
- Kisi-kisi miring memberikan perlindungan lebih daripada kisi-kisi yang sejajar dengan dinding.
- Sudutnya bervariasi tergantung pada cakupan sudut datang sinar matahari.



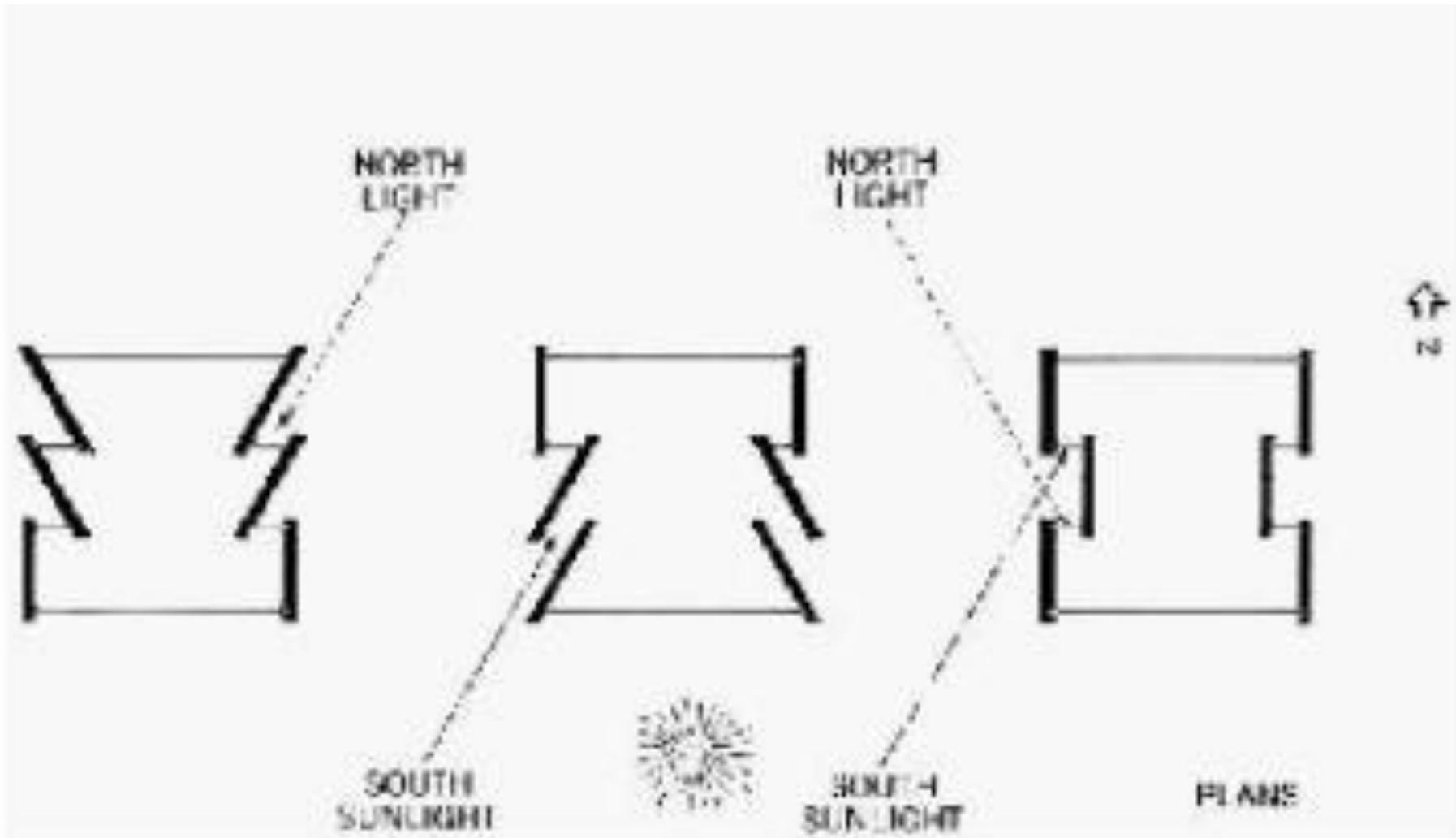
- Kisi-kisi yang tergantung pada tertitisan horisontal melindungi dari sinar matahari dengan sudut datang yang kecil.
- Kisi-kisi dapat mengganggu pemandangan.

Peneleh melindungi jendela dan bagian dinding berkaca dari sinar matahari langsung untuk menghindari esau dan panas yang berlebihan di musim panas. Keefektifannya ditentukan oleh bentuk dan arah hadapnya terhadap sudut datang vertikal (altitude) dan horisontal (azimuth) sinar matahari sepanjang hari dan tahun. Peneleh akan lebih efektif bila diletakkan di luar daripada di dalam ruang karena peneleh tersebut menghalangi sinar matahari sebelum mencapai dinding atau jendela.

Berikut ini ditampilkan bentuk-bentuk dasar peneleh matahari. Bentuk, orientasi, material dan konstruksinya dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan tertentu. Kualitas tampilan pola, tekstur dan ritme, serta bayangan yang dihasilkan, harus dipertimbangkan ketika mendesain fasad bangunan.

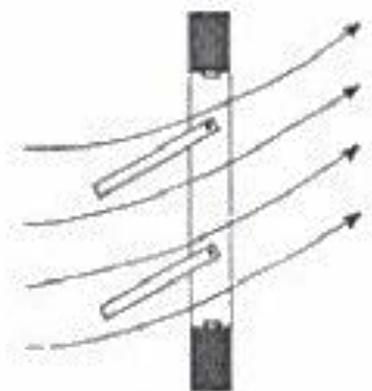


- Kisi-kisi vertikal lebih efektif untuk bukaan arah timur dan barat. (Catatan penerjemah: situasi ini hanya berlaku di daerah di lintang tinggi U-G)
- Kisi-kisi dapat digerakkan secara manual atau dikendalikan secara otomatis dengan jam atau dengan tenaga matahari/photoelectric untuk mengubah sudut datangnya sesuai sudut datang sinar matahari.

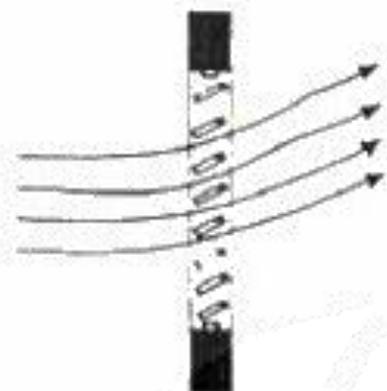


Bukaan di timur dan barat ketika fasad menghadap utara atau selatan.

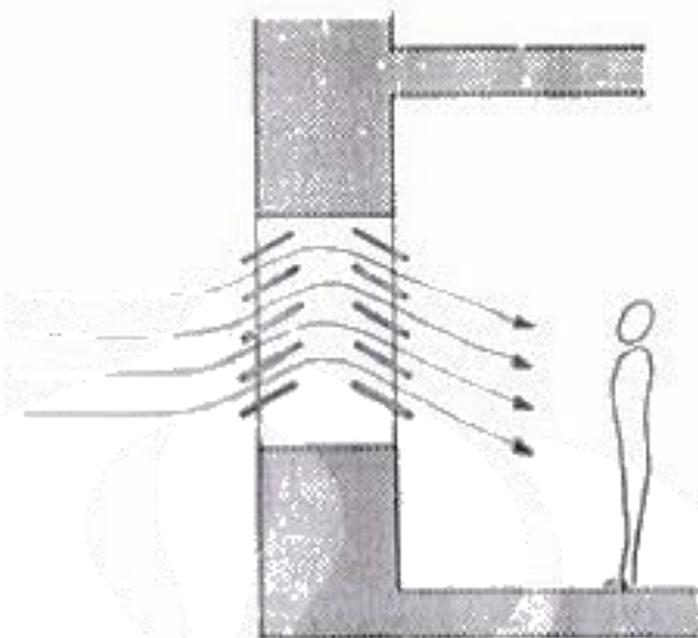
Sumber : Lechner, 2001



HOPPER
(SECTION)



JALOUSIE
(SECTION)

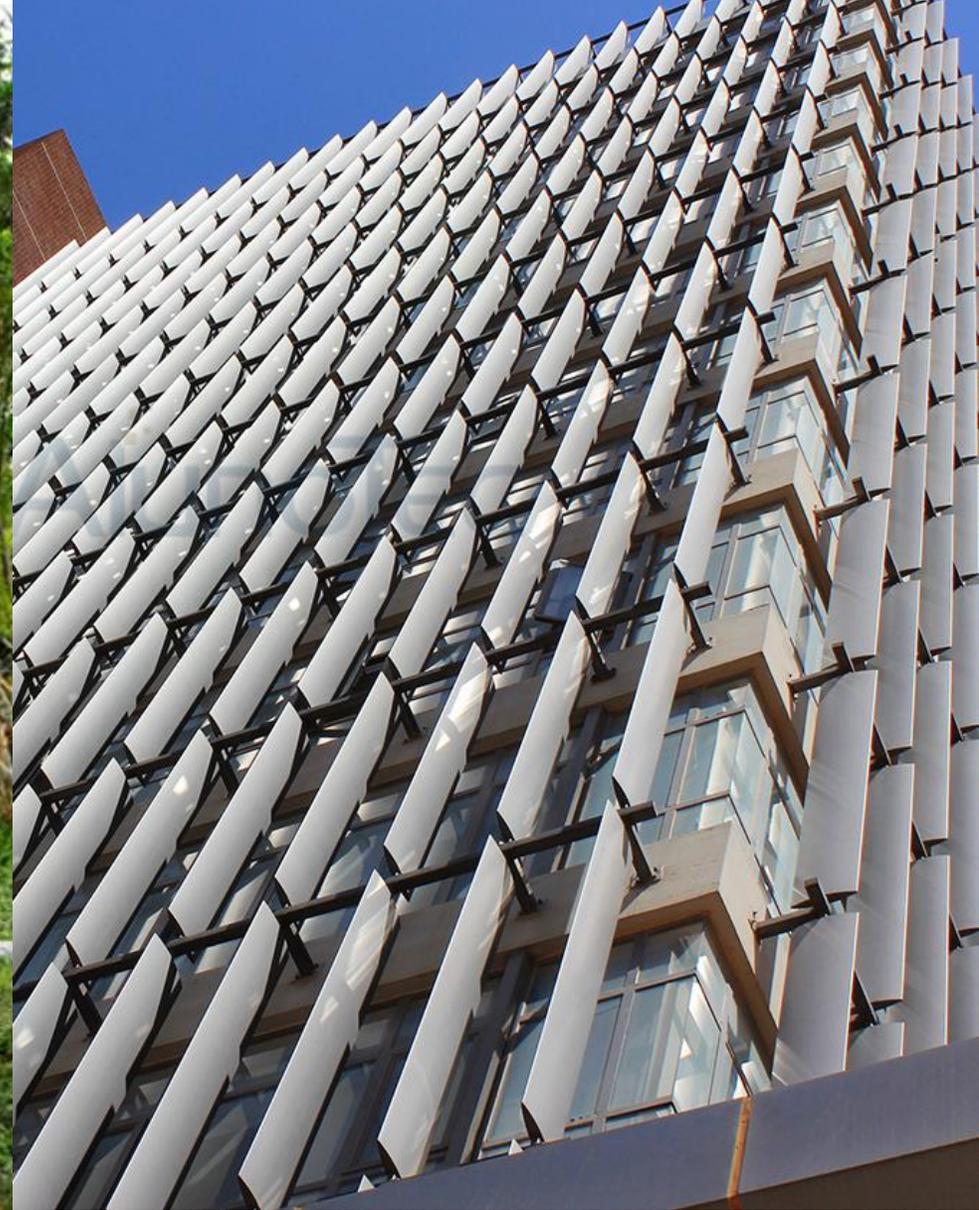


If both rain protection and ventilation are required much of the time, then hopper and jalousie windows should be coupled with a second set of deflectors to direct the air down to the occupants.

Gambar 2.4.15 Tipe *hopper* dan *jalousie*

Sumber: Heating, Lighting, Cooling.



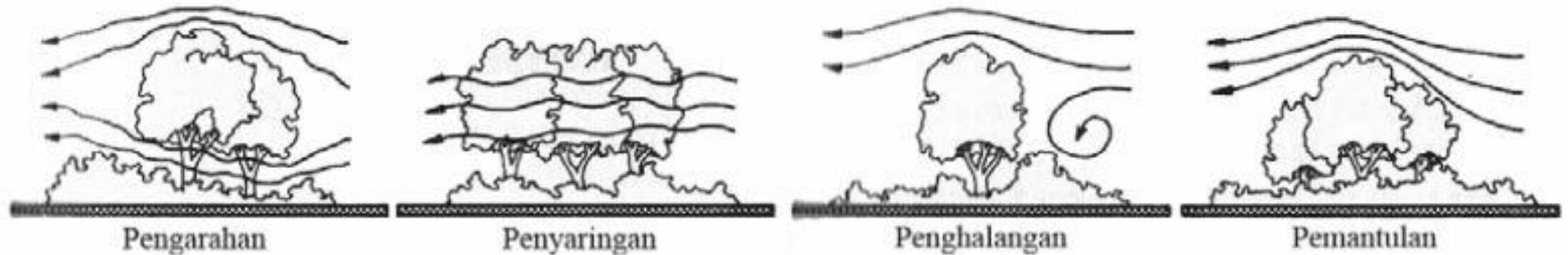




- Tanaman rambat juga baik untuk menahan panas matahari yg mengenai dinding secara langsung. Daun tidak akan sepanas dinding bila terkena panas matahari yang panas, karena sebagian panas akan dipakai dalam proses evapotranspirasi dan fotosintesis. Selisih antara suhu daun dan permukaan lain dapat mencapai 30 derajat Celcius. Permukaan dinding yang dipenuhi daun dengan suhu rendah tentu akan memancarkan radiasi ke lingkungan lebih rendah pula. Jadi dapat membantu suhu lingkungan agar tetap sejuk. Selain itu daun membantu mengurangi gas CO₂ & menambahkan O₂ pada lingkungan



Pepohonan dan semak-semak bukan hanya dapat memperindah tampak dan meningkatkan nilai jual sebuah bangunan, tetapi juga mengatur aliran udara jika dipilih dan diletakkan dengan tepat. Penyaringan, pemantulan, pengarahannya, dan penghalangan aliran udara bisa dilakukan oleh pepohonan dan semak-semak. Vegetasi bahkan dapat mengurangi kecepatan aliran udara di sekitar bangunan sehingga mengurangi atau menambah kebutuhan kekuatan struktural.²⁸



SEKIAN
TERIMA KASIH

