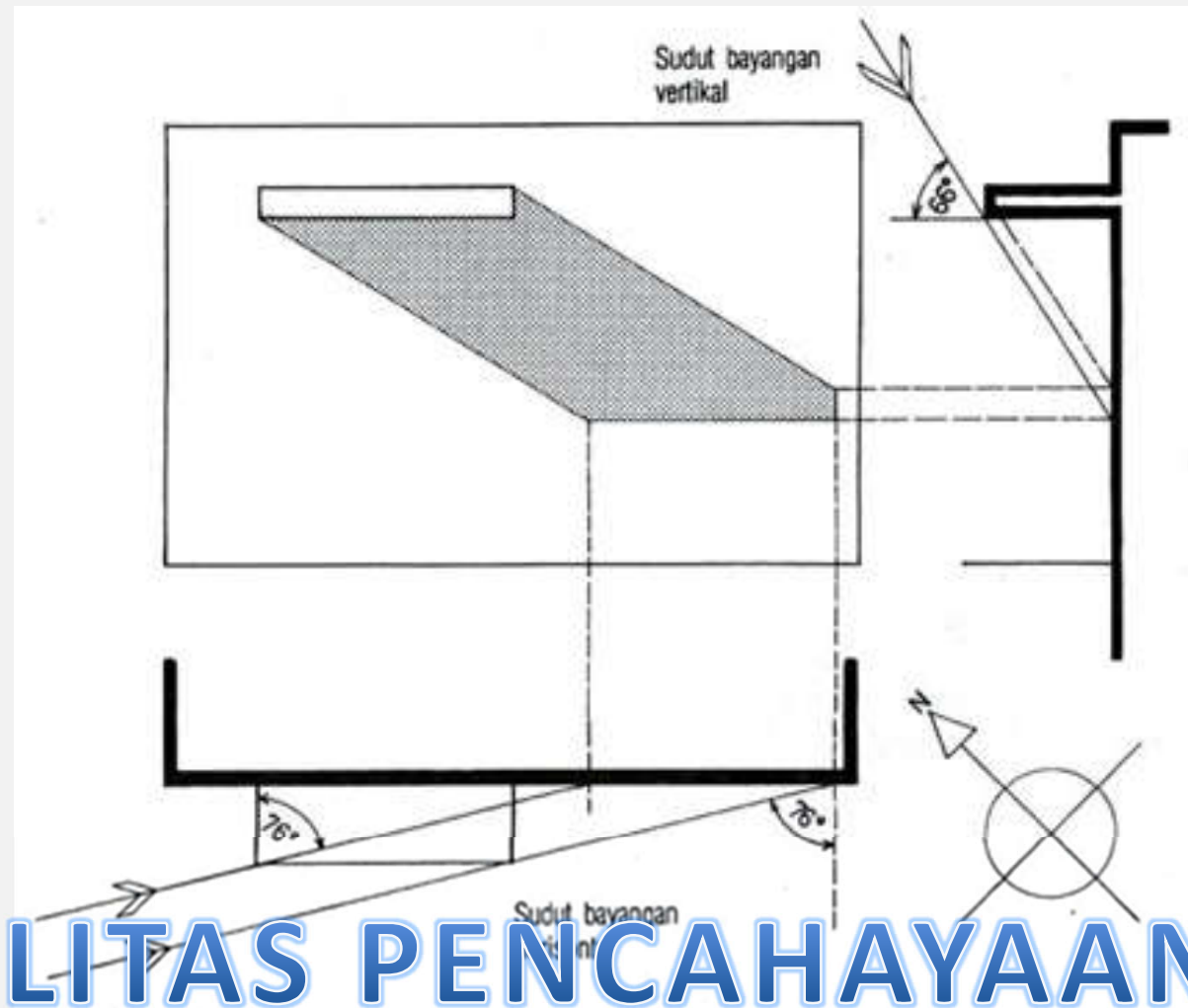


MINGGU 2 & 3 , UTILITAS BANGUNAN RENDAH



FASILITAS PENCAHAYAAN DAN PENGHAWAAN

NDARU HARIO SUTAJI, M.T.



FASILITAS PENCAHAYAAN (ALAMIAH)

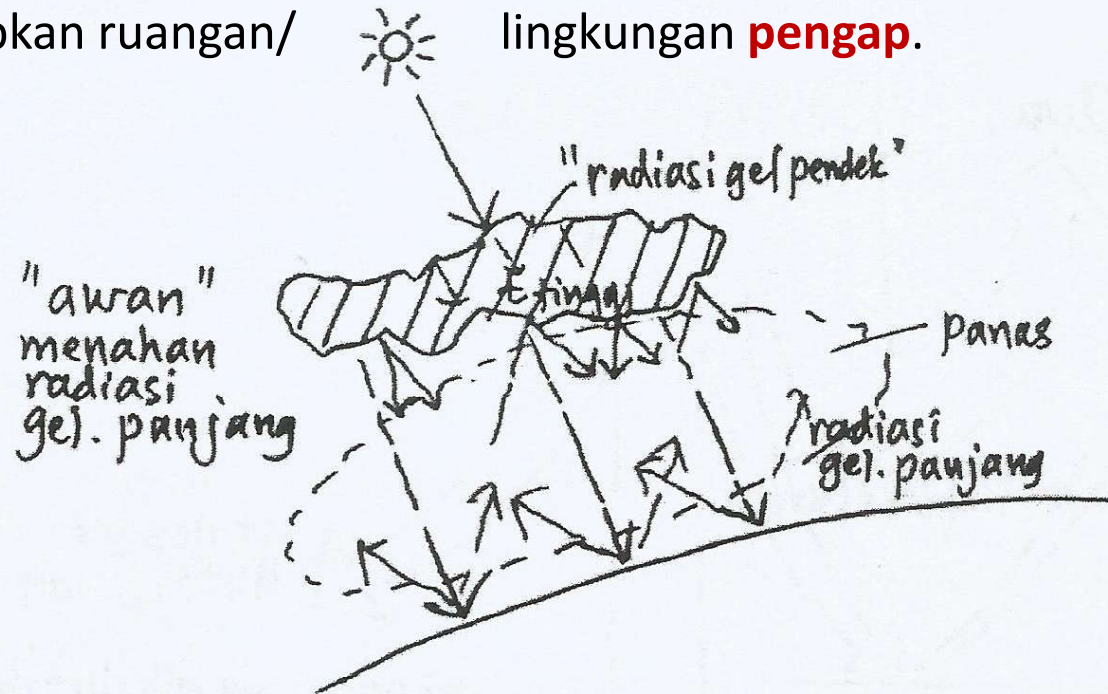
PENCAHAYAAN

- **Cahaya** adalah sinar yang secara alami diperoleh dari sinar matahari sehingga memberikan **penerangan** yang memiliki sifat *(1) memberikan penerangan (2) memberikan efek kebersihan untuk kesehatan (3) memberikan efek keindahan*
- Pembahasan disini hanya pada lingkup **pencahayaan alami**.
- Sistem pencahayaan alami lebih disarankan semaksimal mungkin digunakan di **siang hari pada jam kerja**, karena menurut beberapa penelitian cahaya alami dapat lebih memberikan **kenyamanan** dan **produktivitas aktifitas** di siang hari. Sedangkan penggunaan cahaya lampu atau pencahayaan buatan lebih disarankan untuk malam hari saja.
- Tujuan seoptimal mungkin pencahayaan alami adalah juga untuk **penghematan energi** (tidak memerlukan tenaga listrik)

PENCAHAYAAN

Radiasi Matahari (I)

- Letak Indonesia di **khatulistiwa**, maka mendapatkan **radiasi matahari** yang cukup banyak. Radiasi matahari yang banyak dapat menyebabkan **temperatur** ruangan menjadi tinggi, baik di dalam dan di luar bangunan. Demikian pula kondisi udara **berawan** (mendung) juga dapat menyebabkan ruangan/ lingkungan **pengap**.

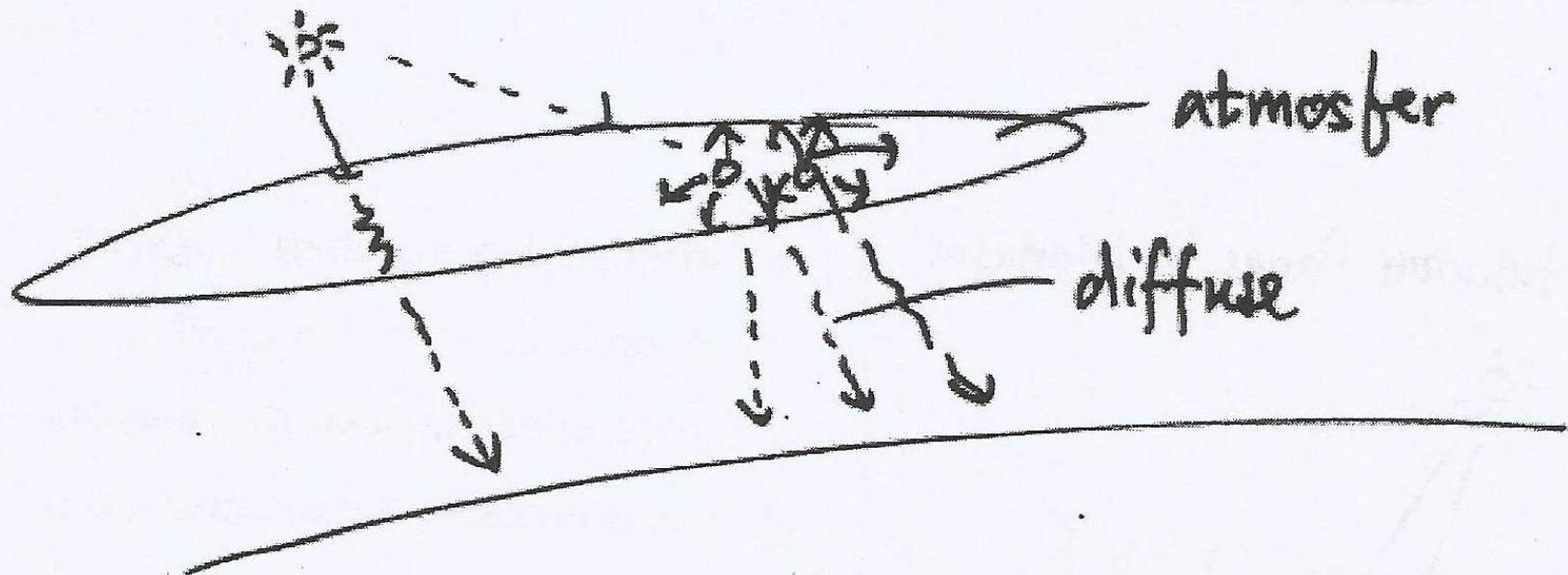


Gambar 4.10: Radiasi matahari

PENCAHAYAAN

Cahaya Matahari (E)

- Matahari di Indonesia setiap hari terlihat dengan memancarkan cahaya dengan tingkat terang antara : 1.000 Lux – 12.000 Lux (**catatan: tengah siang, ditempat terbuka, langsung/tidak ada penghalang, jam 12.00 siang**). Terang siang hari (day light) didapatkan dari cahaya matahari, awan, pantulan bangunan, dll.



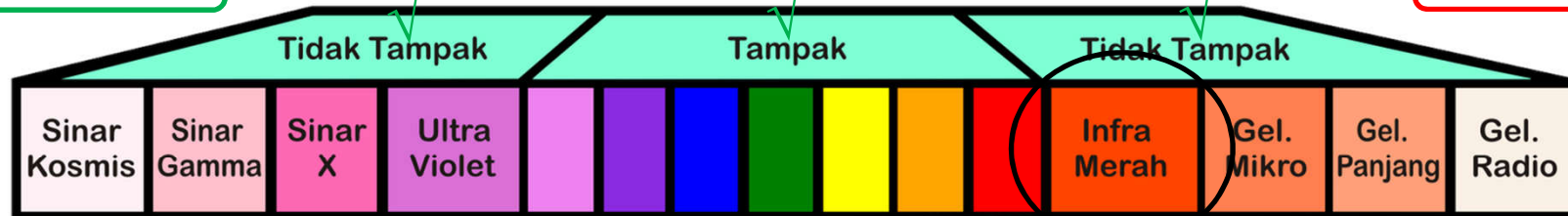
Gambar 4.11: Cahaya/ terang siang (day light)

SINAR MATAHARI

Gelombang Elektromagnetik

Gel.pendek

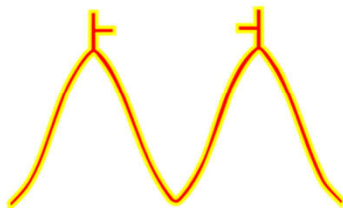
Gel.panjang



0,1 μ 0,2 μ 0,4 μ

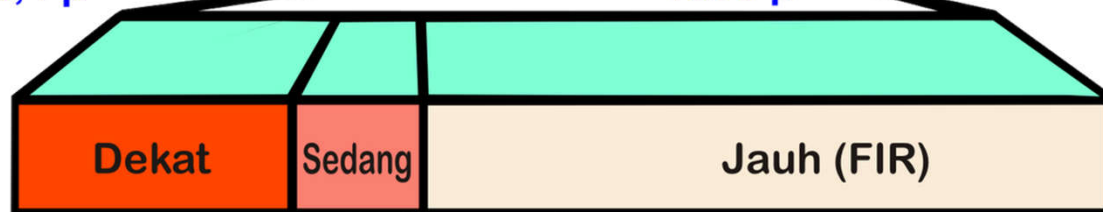
1000 μ

Panjang Gelombang



μ (mikron) = 0,001 mm

Panjang Gelombang adalah jarak antara 2 titik



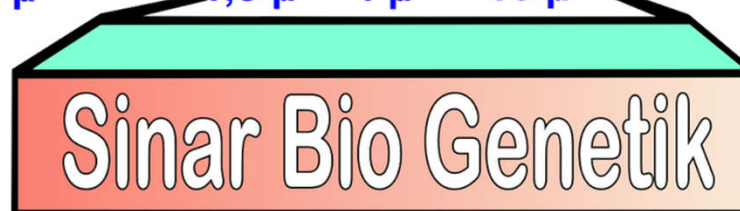
0,75 μ

1,5 μ

4 μ

16 μ

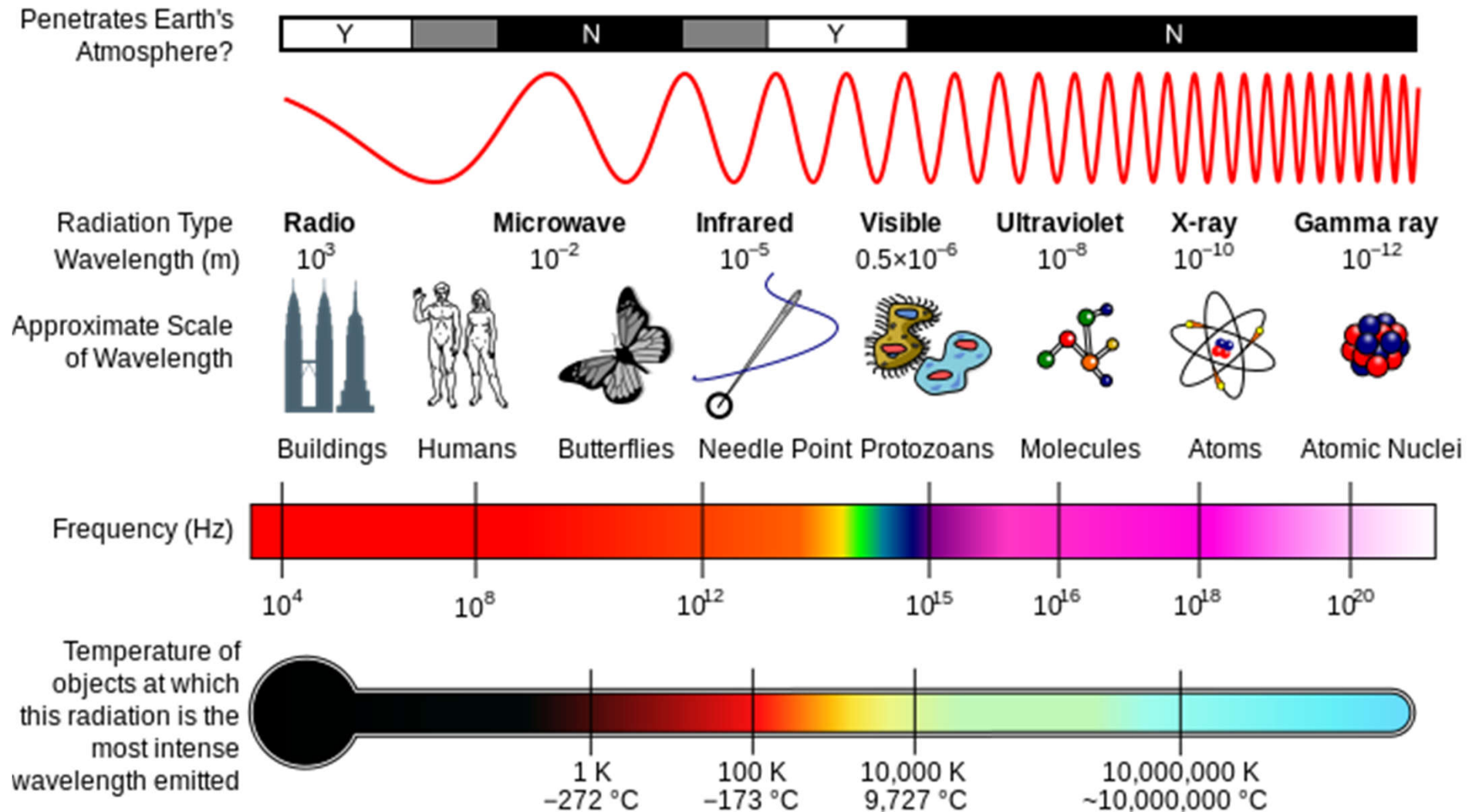
1000 μ



4 μ

16 μ

SINAR MATAHARI



INFORMASI

DATA METEOROLOGIS

RADIASI MATAHARI
LOKASI GEOGRAFIS YANG TEPAT
(MERIDIAN) ATAS WAKTU STANDAR LOKAL

3.2.2

BATAS-BATAS TEMPERATUR

3.3.1

KELEMBABAN UDARA

3.3.2

GERAKAN UDARA
FLUKTUASI MUSIM HARUS
DIPERHATIKAN

3.3.3

PENGARUH TAPAK BANGUNAN

TOPOGRAFI
ORIENTASI
VEGETASI
BANGUNAN SEKITARNYA
SEHUBUNGAN DENGAN PENEDUHAN,
KESILAUAN, PELEPASAN PANAS DAN
KELEMBABAN, PENGARUH TERHADAP
GERAKAN UDARA

PENGUNAAN BANGUNAN/PENGHUNI

JENIS PENGUNAAN
MISALNYA: RUMAH TINGGAL, KANTOR,
SEKOLAH, RUMAH SAKIT, REPRESENTASI GUDANG
LAMA PENGUNAAN
SIANG MALAM, HANYA SIANG, SEWAKTU-WAKTU

LAPISAN LUAR
TRADISI/NILAI ESTETIKA

ASPEK EKONOMI ASPEKTE

DANA
STANDAR BANGUNAN
TENAGA KERJA YANG TERSEDIA
BAHAN BANGUNAN, TEKNOLOGI

ANALISIS

DIAGRAM MATAHARI

3.2.2

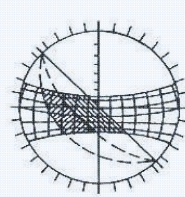
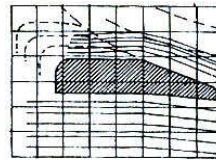
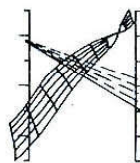
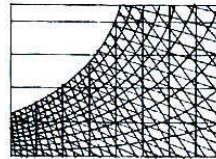


DIAGRAM KENYAMANAN

3.3.4



PERANCANGAN

METODE ALAMIAH

PENEDUHAN
BERBEDA UNTUK SETIAP FASADE

7.1.3

ORIENTASI BANGUNAN
UNTUK MENGURANGI TINDAKAN
PENEDUHAN

7.1.1

VENTILASI SILANG
DIINGINKAN ATAU TIDAK DIINGINKAN

7.1.2

PELEMBABAN UDARA
DIINGINKAN ATAU TIDAK DIINGINKAN

7.1.4

JENIS KONSTRUKSI
BERAT ATAU RINGAN, KUALITAS
BAHAN BANGUNAN

7.1.5

METODE MEKANIS

PENGERINGAN UDARA
PERLU ATAU TIDAK PERLU

7.3.2

PELEMBABAN UDARA
PERLU ATAU TIDAK PERLU

7.3.3

PENYEJUK UDARA/SEBAGIAN
ATAU TOTAL
PERLU ATAU TIDAK PERLU ALAT
INDIVIDUAL ATAU INSTALASI SENTRAL

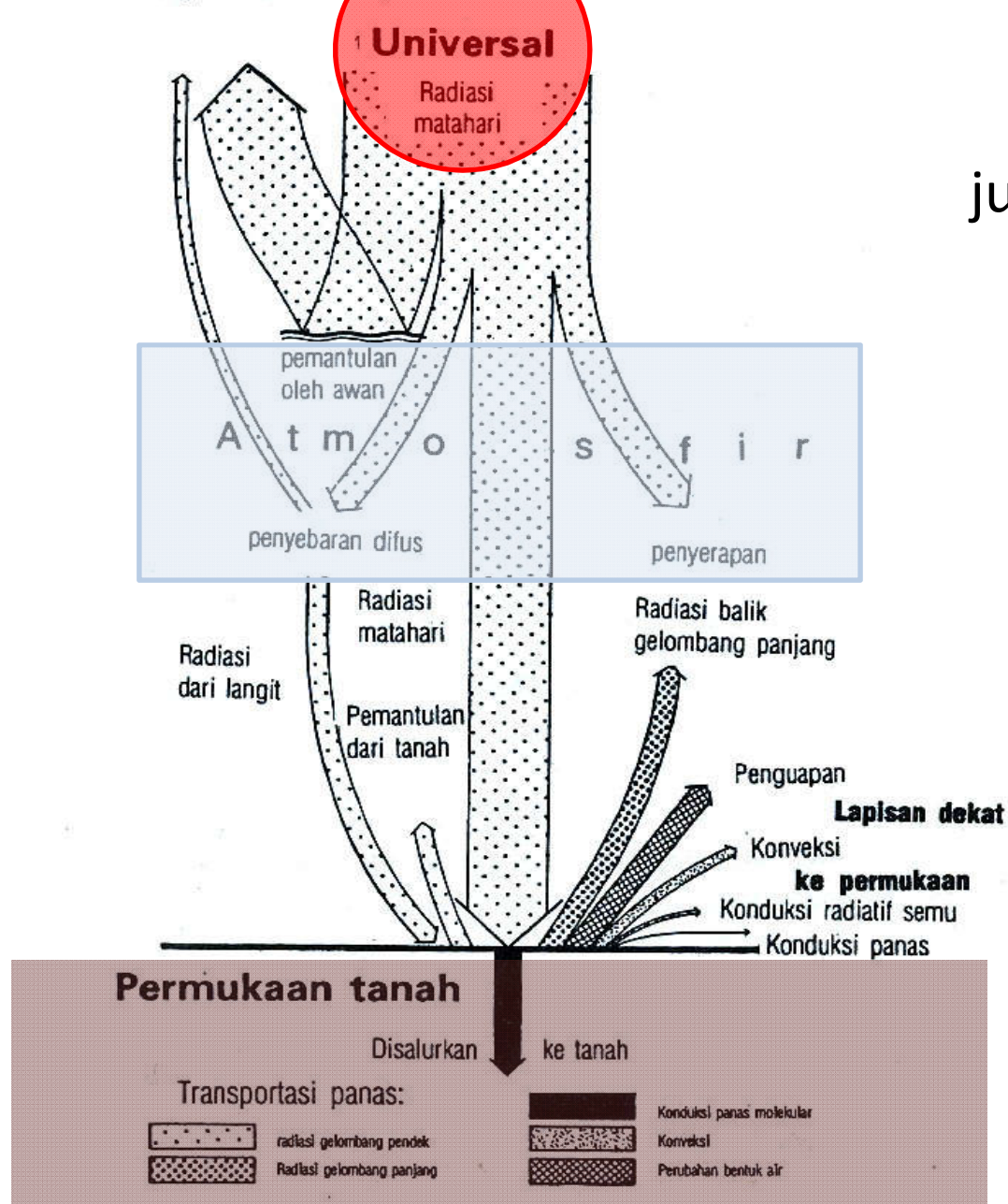
7.3.4

7.3.5

SISTEM PENCAHAYAAN ALAMI

- Cahaya alami diperoleh dari **alam**, disebut cahaya matahari.
- Cahaya matahari merupakan **sumber kehidupan** makhluk hidup di muka bumi ini, termasuk memberikan **kenyamanan / kenikmatan** dalam bangunan.
- Cahaya matahari dapat dinikmati **sepanjang hari** (khusus daerah khatulistiwa) dari pagi sampai sore hari.
- Bagi kehidupan daerah subtropis baik di belahan Selatan bumi maupun belahan Utara bumi akan mendapatkan cahaya yang maksimal hanya 6 bulan dalam waktu setahun. Sisi Utara bangunan yang berada di daerah subtropis sebelah Selatan katulistiwa akan mendapatkan cahaya matahari yang lebih banyak dibanding sisi Selatan bangunan tersebut, begitu juga sebaliknya. **Hal ini akan mempengaruhi perancangan bangunan secara umum, juga rumah tinggal.**

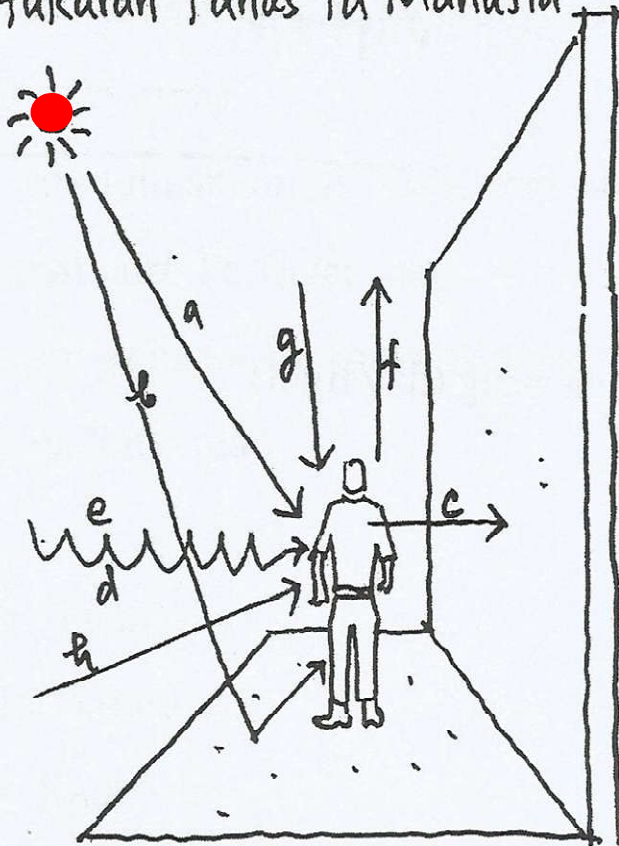
3.2 Pertukaran panas pada pukul 12.00 dalam musim panas. Lebar panah menunjukkan jumlah panas yang disampaikan (dari V. Olgyay, Design with Climate).



Rancangan harus juga memperhatikan arah **Barat** dan **Timur**, karena cahaya matahari pagi (07.00-10.00) dan sore (14.00-17.00) akan memberikan pengaruh yang berbeda pada ruangan dan lingkungan.

Sinar Matahari dan panas pada manusia

• Pertukaran Panas Pd Manusia



- a : absorpsi dari matahari langsung
- b : absorpsi dari refleksi objek
- c : absorpsi benda sekitar (cahaya)
- d : panas konduksi ke manusia
- e : panas konduksi dari manusia
- f : radiasi keluar ke langit
- g : radiasi keluar ke objek yang lain
- h : absorpsi atau pelepasan terhadap objek yang tidak bercahaya

Gambar 4.13: Pertukaran panas pada manusia

SISTEM PENCAHAYAAN ALAMI

- Cahaya pagi akan membawa pengaruh dalam kesehatan, sehingga ruang-ruang tidur dan ruang duduk atau ruang makan (paling baik) **terbuka ke arah Timur**.
- Untuk menghindari cahaya matahari dari Barat sebaiknya mengusahakan penanaman pohon atau sesuatu yang dapat **menghalangi** atau **mengurangi** adanya cahaya dari arah barat tersebut.
- Besarnya bukaan untuk dinding selubung guna mendapatkan cahaya matahari makin besar persentasenya makin baik, asalkan dikurangi dengan bayangan tanaman atau bidang-bidang lain yang **tidak menimbulkan cahaya berlebihan**.

Peneduhan (berbeda untuk setiap fasade)
untuk : sisi Utara, Selatan, Barat, Timur

Orientasi Bangunan (dirancang guna
mengurangi tindakan peneduhan)

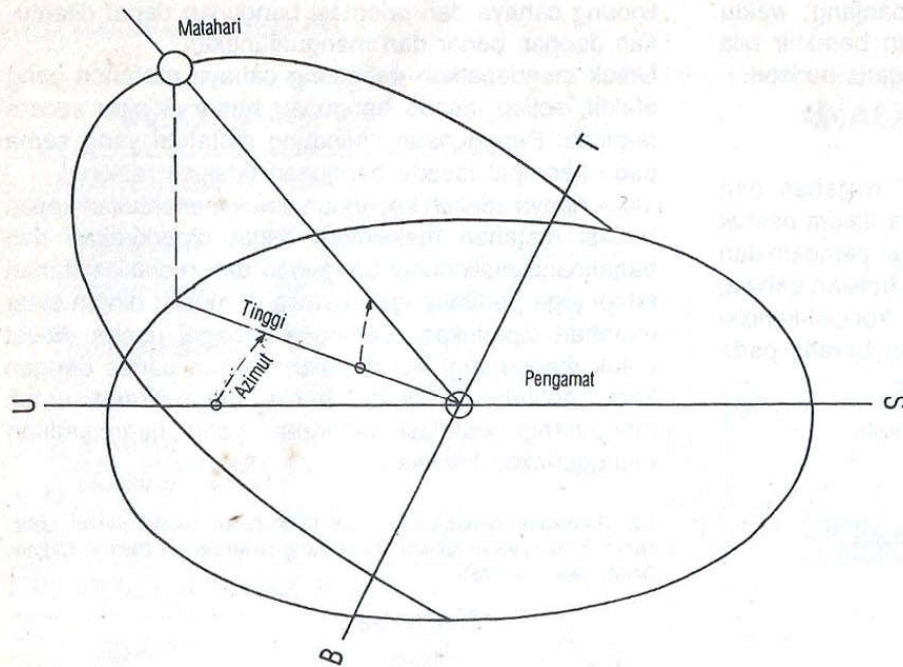
slide >>>>

SISTEM PENCAHAYAAN ALAMI

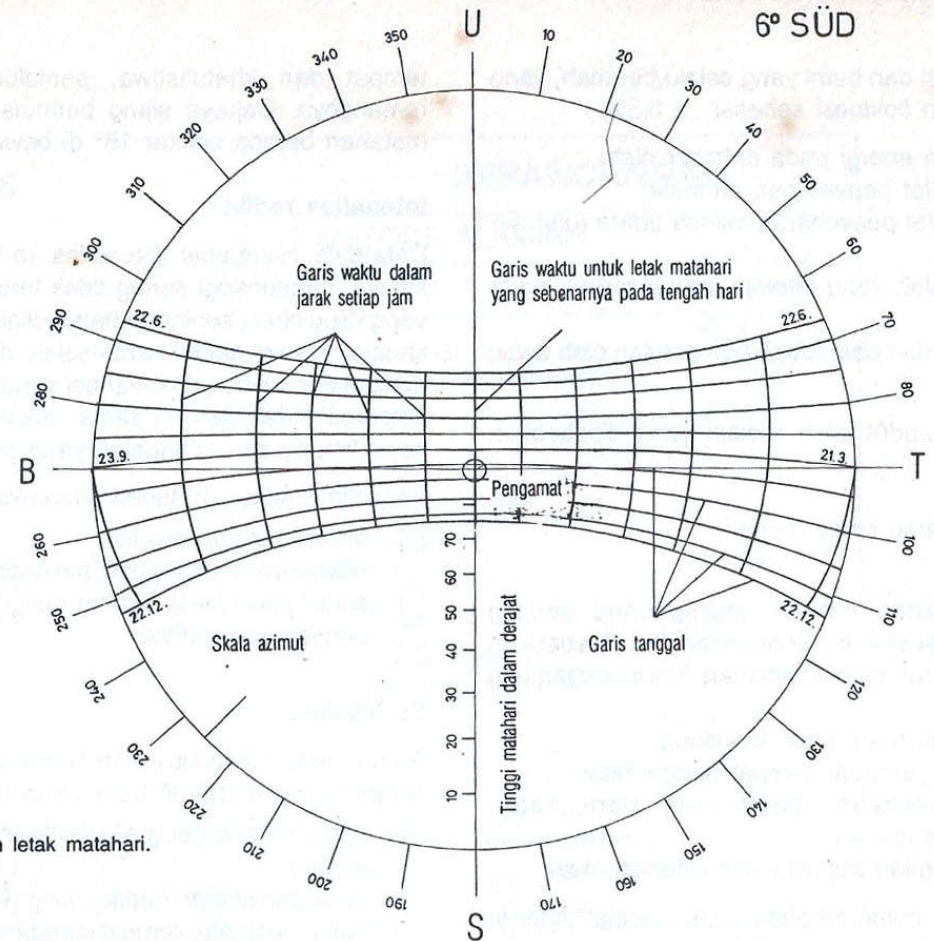
- *Cahaya matahari atau alami yang dipakai adalah cahaya tidak langsung (**diffuse**) baik pantulan elemen bangunan (**overhang, sirip, dll**) maupun oleh kubah langit atau atap. Cahaya matahari langsung harus dihindarkan karena akan dapat menimbulkan efek rumah kaca, dimana suhu didalam ruang akan jauh lebih tinggi dari suhu diluar ruang dan juga akan menimbulkan efek radiasi sinar ultra violet yang sangat merusak bagi benda maupun manusia.*
- Inti perencanaan sistem pencahayaan alami, bagaimana bangunan dapat seoptimal mungkin, sesuai dengan fungsinya, dapat memasukkan sinar matahari untuk digunakan sebagai sumber cahaya di siang hari. Hal ini sangat penting bagi efektifitas fungsi didalamnya termasuk **meminimalisasi pemakaian energi listrik**.

Penentuan letak matahari dan diagram letak matahari

22

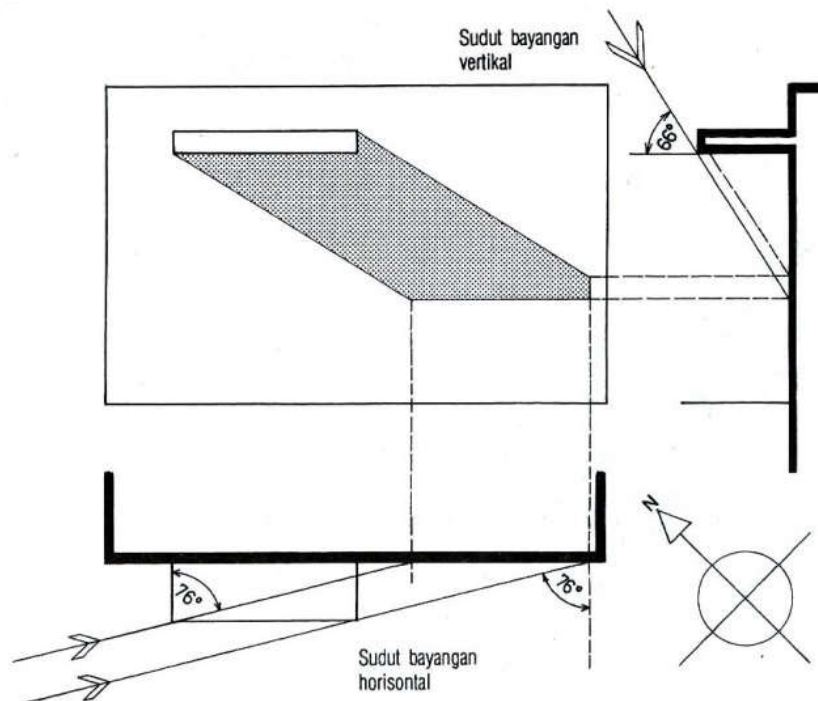


3.3 Penentuan letak matahari.

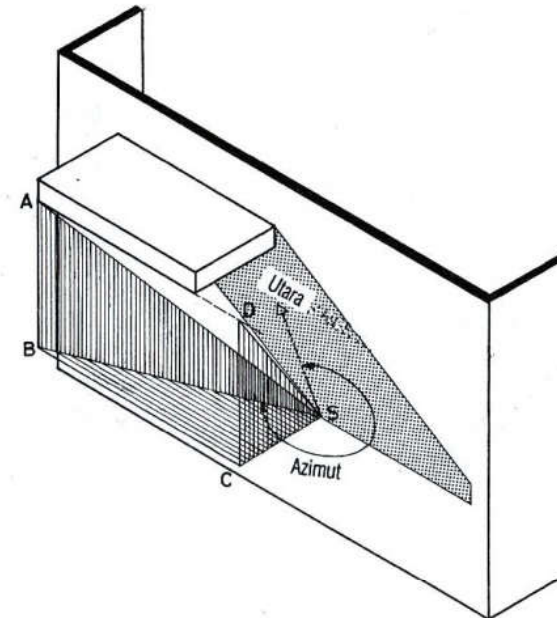


3.4 Diagram letak matahari.

PEMBAYANGAN

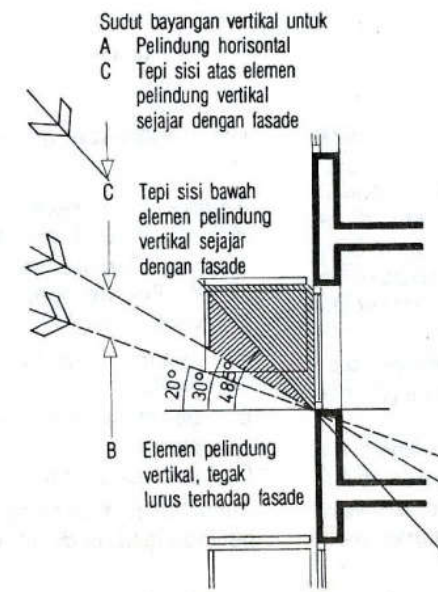
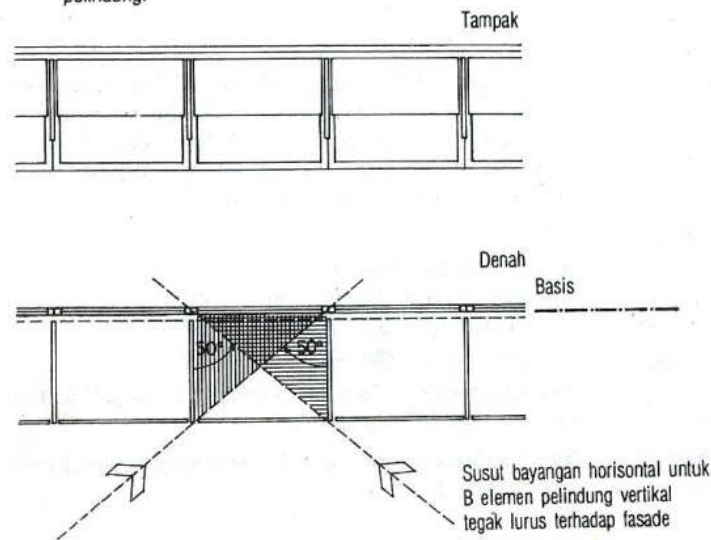


3.10 Bayangan dari sebuah plat konsol pada fasade

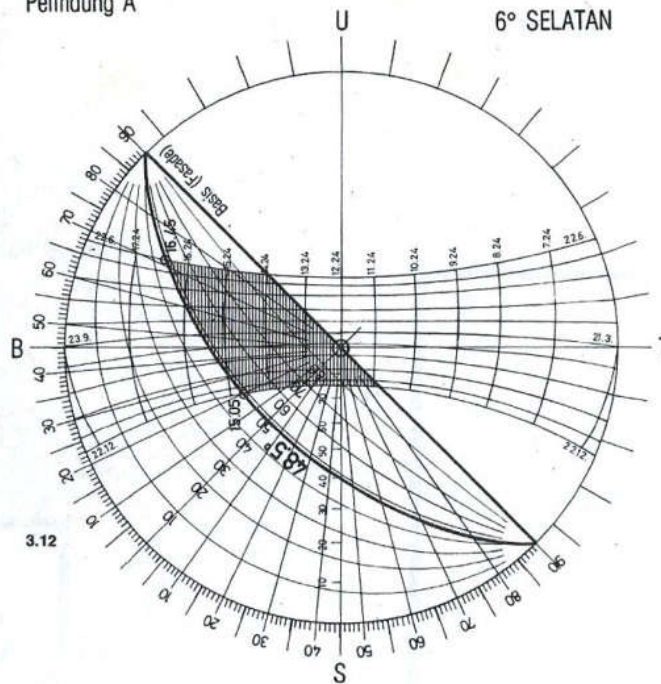


Sudut
ASB = Tinggi
CSD = Sudut bayangan
vertikal
BSC = Sudut bayangan
horizontal

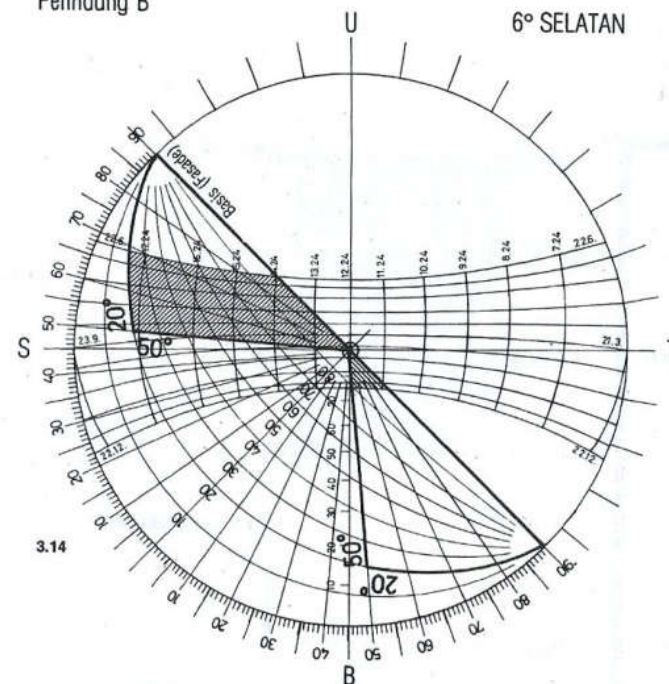
3.11 Denah tampak dan potongan dari sebuah fasade dengan pelindung.



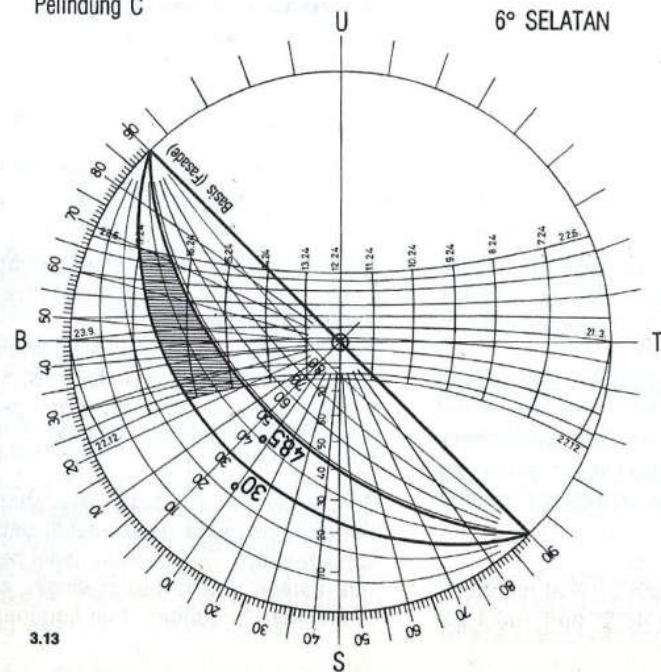
Pelindung A



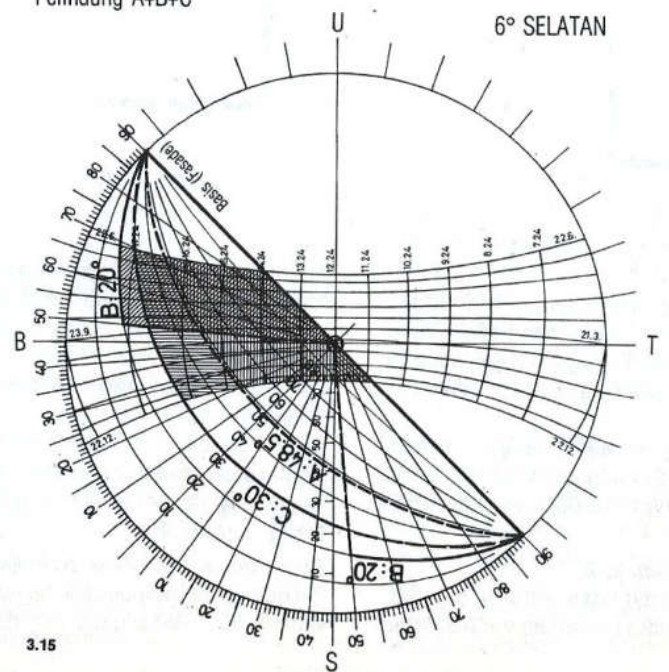
Pelindung B

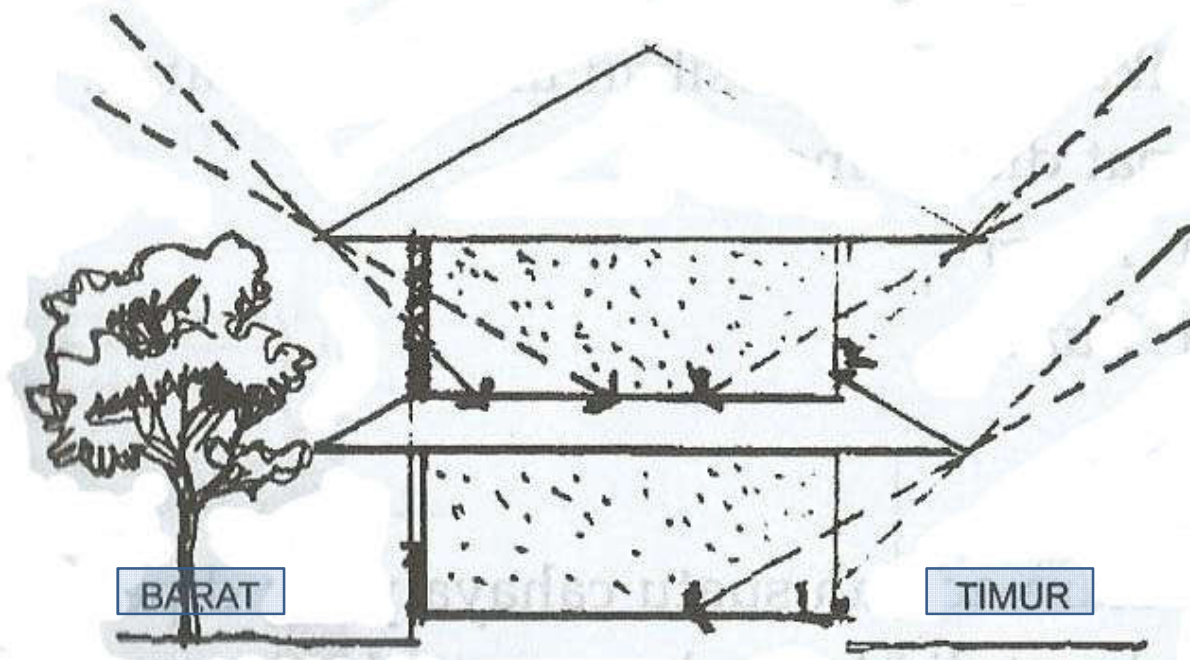


Pelindung C

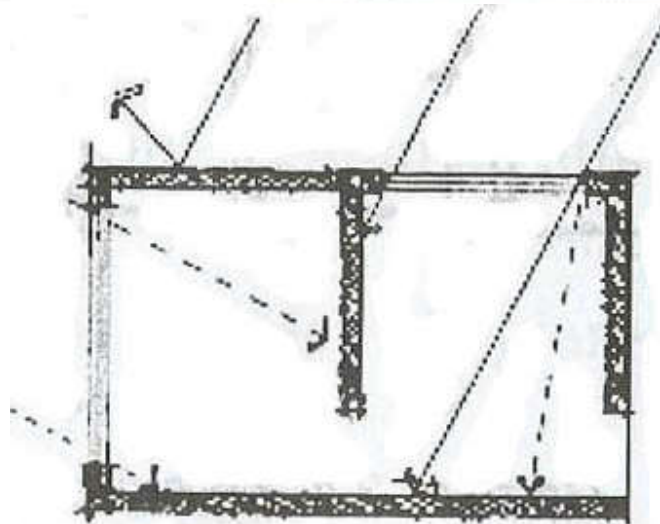


Pelindung A+B+C





Gambar 3.1. Skema Cahaya Matahari Pagi-Sore

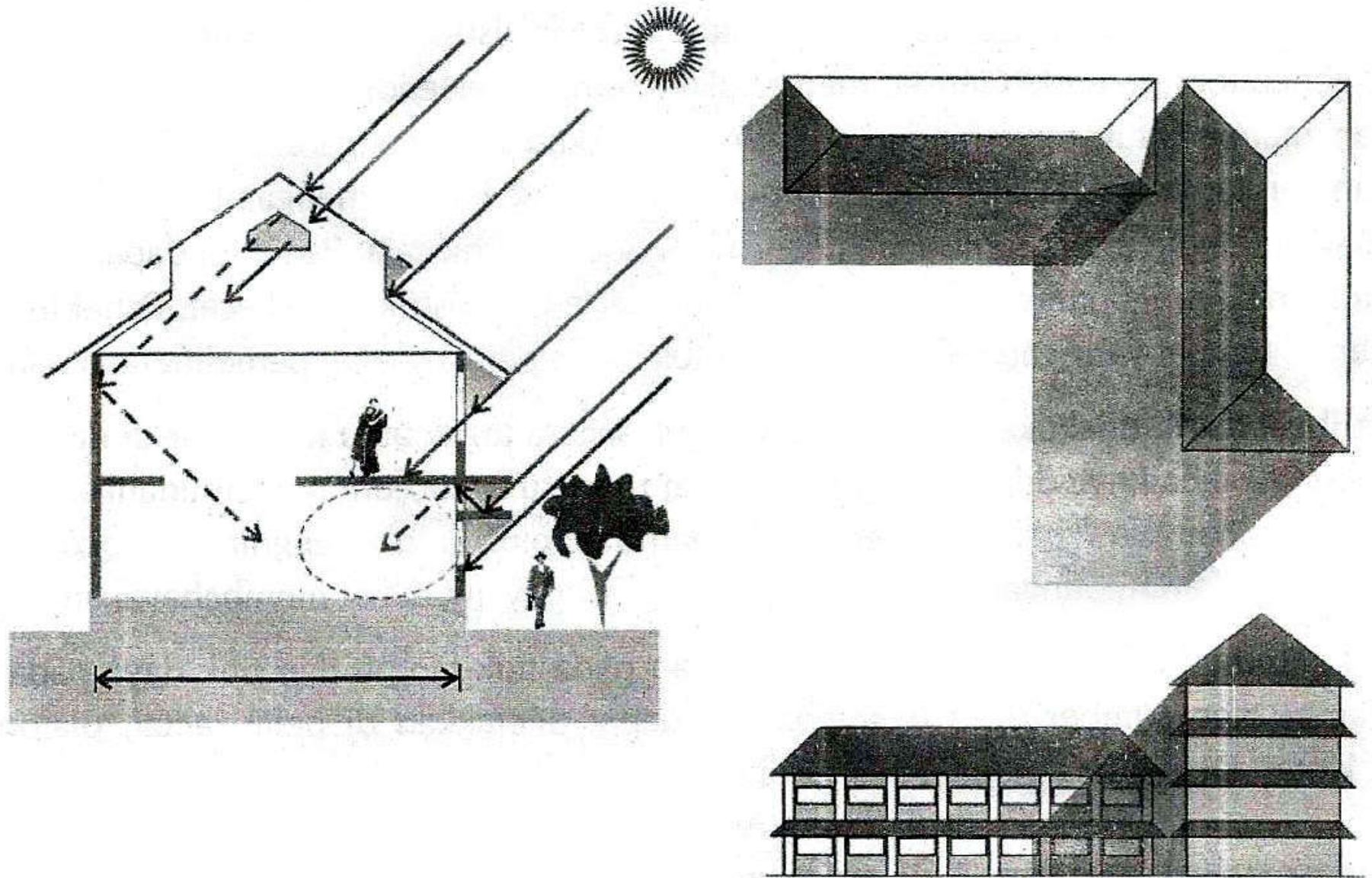


SISTEM PENCAHAYAAN ALAMI

- Perletakan ruangan-ruangan seperti kamar tidur, ruang duduk, ruang keluarga atau ruang makan serta dapur tidaklah mudah, asal ruang-ruang tersebut mendapatkan cahaya matahari dari arah manapun dengan mengadakan bukaan ruang sebesar 10% sampai 25% dari luas ruang tersebut.
- Cahaya matahari secara optimal pada ruang dengan ketinggian normal dengan bukaan normal dapat menembus ruang dengan ketebalan kurang lebih 16 meter.
- Besar-kecil pintu dan jendela akan langsung mempengaruhi ketinggian antar lantai bangunan. Bersamaan itu semakin besar bukaan, semakin besar pula intensitas cahaya alami. Namun yang harus diperhatikan adalah penyediaan *tritis* / *overhang* dan *sun-shade (shading)* yang lebar, yang akan besar pula melindungi ruang dari sinar matahari langsung.

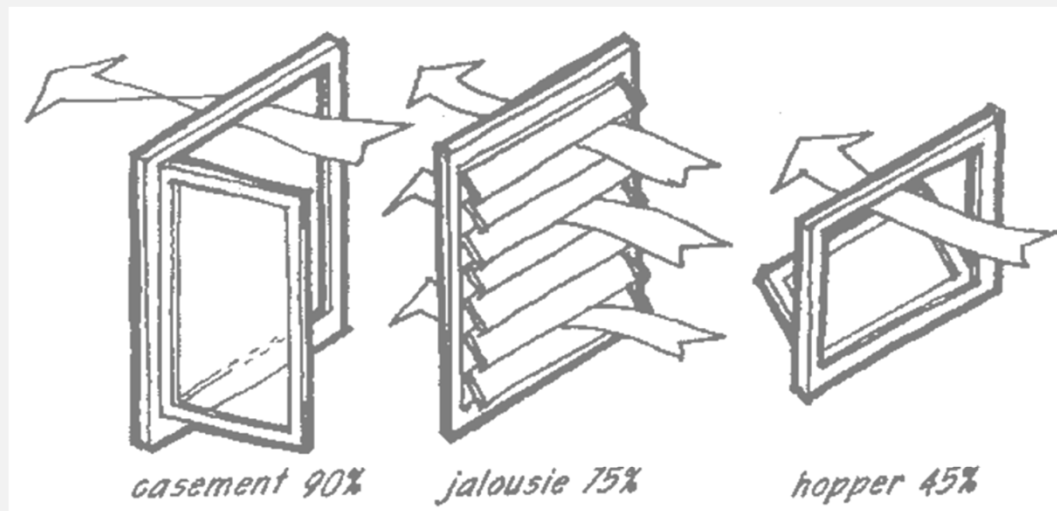
Berbagai elemen yang berkaitan dengan fasilitas penerangan alamiah (utilitas cahaya alami) yang berkaitan dengan pencahayaan alamiah adalah :

- Atap beserta tritisnya***
- Dinding dan bukaannya beserta elemennya***
- Tebal dan lebar ruang***
- Konfigurasi masa bangunan***



Gambar 4-6 Contoh desain pencahayaan alamiah bangunan

MINGGU 3, UTILITAS BANGUNAN SEDERHANA



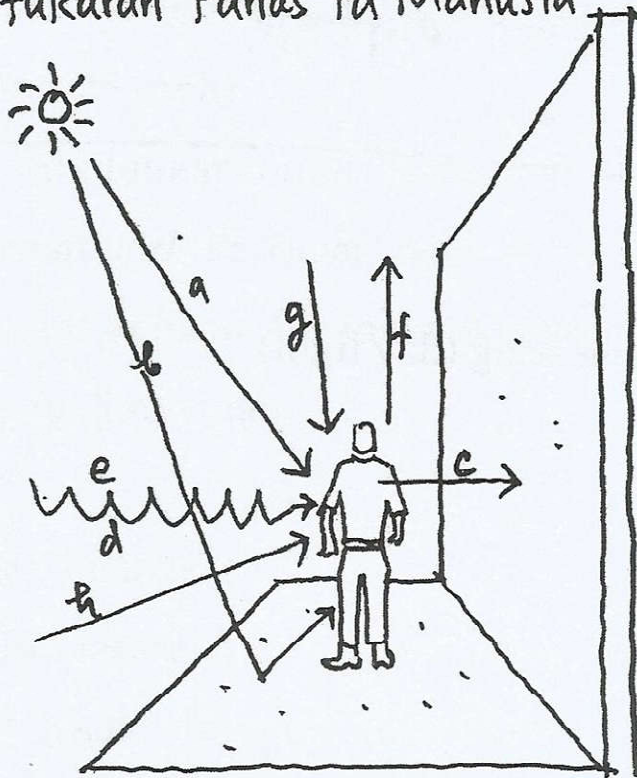
FASILITAS PENGHAWAAN (ALAMIAH)

PENGHAWAAN

- Penghawaan alami termasuk **a n g i n** dan **u d a r a**
- Angin adalah udara -alam- yang bergerak dari udara yang bertekanan tinggi ke daerah udara yang bertekanan rendah.
- **Udara dingin** mengandung molekul yang padat, akibatnya **lebih berat dari udara yang panas**, yang molekulnya renggang. **Secara alami** akan terjadi **aliran udara** dari yang padat ke tempat yang renggang udaranya.
- Pengaliran udara yang **rendah** (tingginya sekitar tinggi manusia) dan **dingin** akan memberikan rasa yang nyaman.
- Udara dibawah mempunyai tekanan yang tinggi sehingga temperatur yang rendah akan memberi tekanan ke arah bagian atas karena udara dibagian atas mempunyai tekanan rendah. **Angin akan mengarah ke atas**

Pertukaran Panas

- Pertukaran Panas Pd Manusia

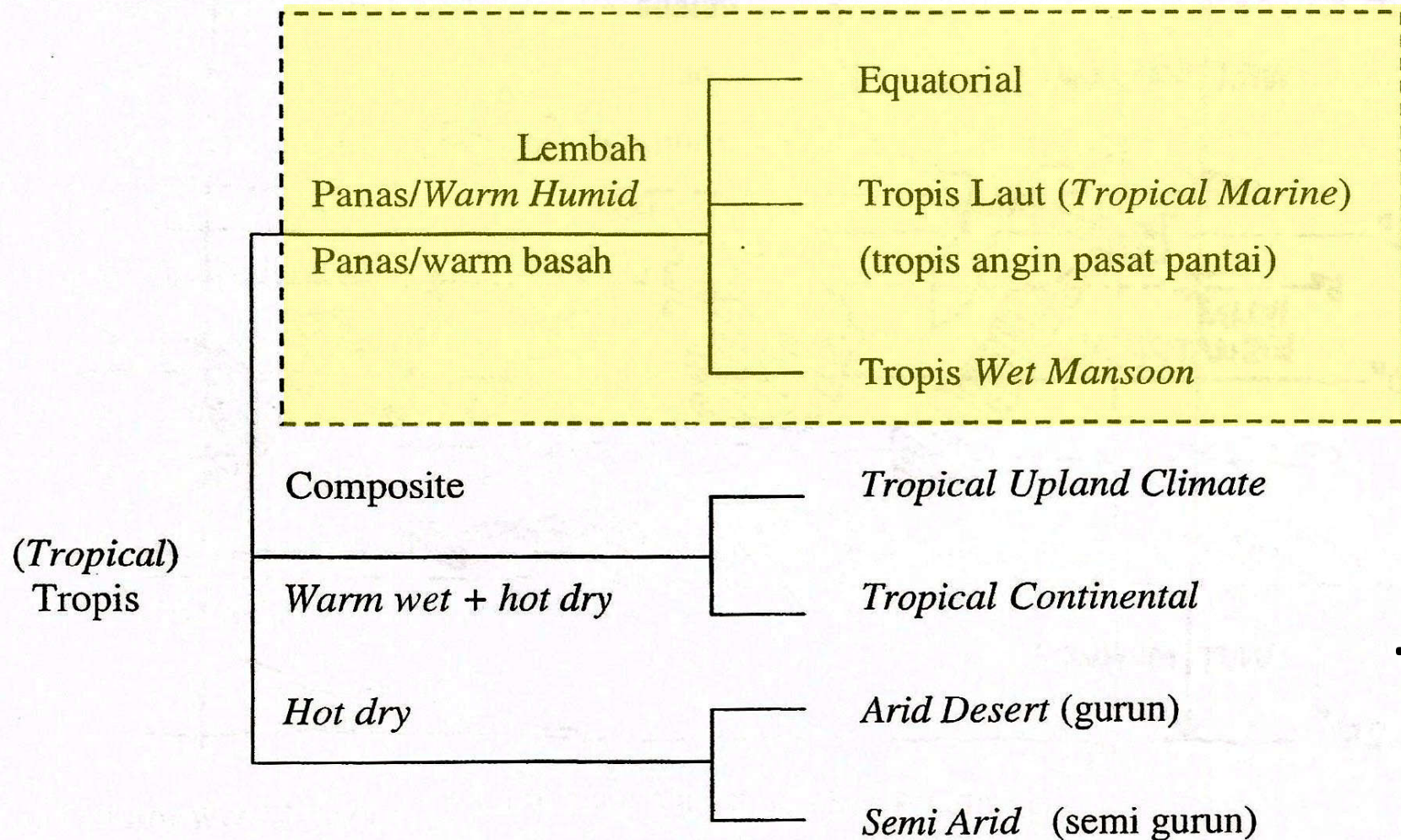


- a : absorpsi dari matahari langsung
- b : absorpsi dari refleksi objek
- c : absorpsi benda sekitar (cahaya)
- d : panas konduksi ke manusia
- e : panas konduksi dari manusia
- f : radiasi keluar ke langit
- g : radiasi keluar ke objek yang lain
- h : absorpsi atau pelepasan terhadap objek yang tidak bercahaya

Gambar 4.13: Pertukaran panas pada manusia

IKLIM TROPIS

Iklm Indonesia



Iklm Dunia : Dingin (cold); Subtropis (cool temperature); Tropis (tropic)

ciri-ciri iklim di Indonesia (warm humid)

- t = temperatur tinggi, cenderung konstan
- Rh = kelembaban tinggi
- V = angin sepoi-sepoi (konstan pada siang hari)
- I = radiasi Matahari sangat panas
- E = cahaya matahari silau, memedihkan mata (silau langit dan laut)
- hujan sering deras
- terdapat banyak jamur dan serangga

Kenyamanan thermal daerah tropis

- Berdasarkan SNI 03-6572-2001 Daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis dapat dibagi menjadi :
 - > sejuk nyaman, antara temperatur efektif $20,5^{\circ}\text{C} \sim 22,8^{\circ}\text{C}$.
 - > nyaman optimal, antara temperatur efektif $22,8^{\circ}\text{C} \sim 25,8^{\circ}\text{C}$.
 - > hangat nyaman, antara temperatur efektif $25,8^{\circ}\text{C} \sim 27,1^{\circ}\text{C}$.
- Untuk daerah tropis, **kelembaban udara** relatif yang dianjurkan antara 40% ~ 50%, tetapi untuk ruangan yang jumlah orangnya padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relatif masih diperbolehkan berkisar antara 55% ~ 60%.
- Untuk mempertahankan kondisi nyaman, **kecepatan udara** yang jatuh diatas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik dan sebaiknya lebih kecil dari 0,15 m/detik.

iklim dan ketinggian tempat

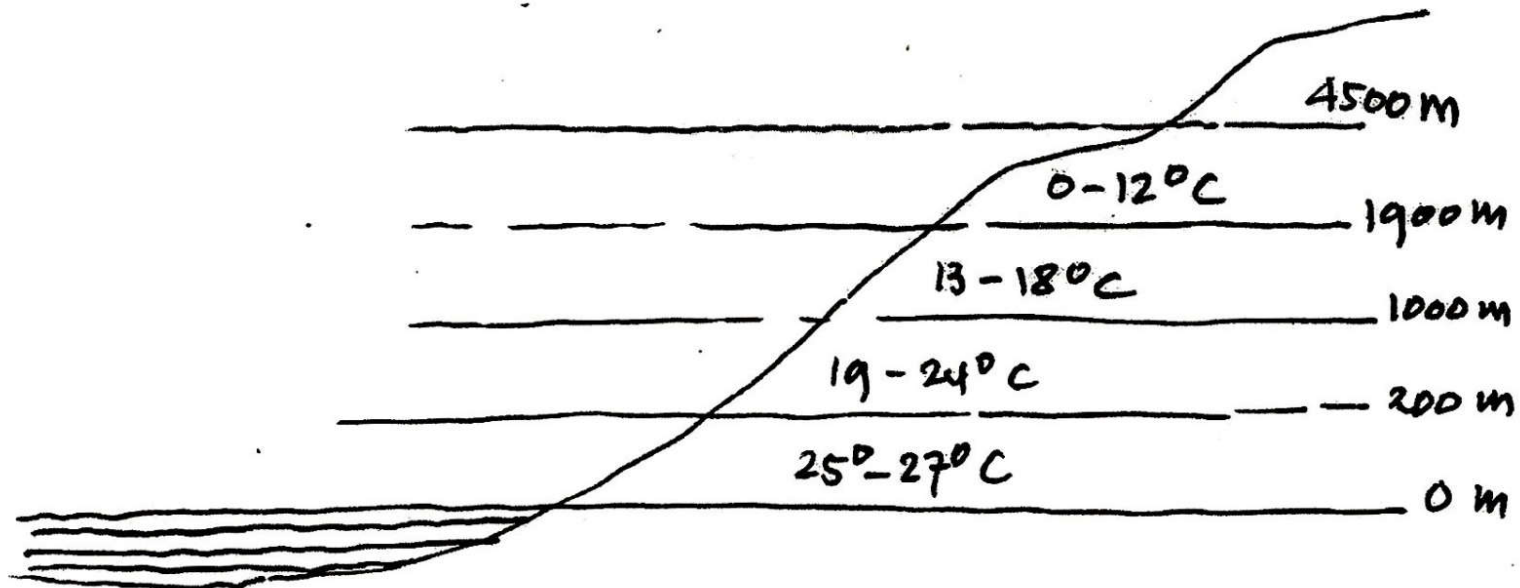
4.3.3 Faktor Iklim dan Ketinggian Tempat

1. Temperatur/ suhu udara (t)

Faktor iklim yang berupa temperatur/ suhu udara (t) ditentukan oleh:

- Lokasi (LS, LU) di bumi
- Ketinggian/ level suatu tempat
- Faktor-faktor lain

Besaran temperatur dan Ketinggian suatu tempat



Catatan: Temperatur udara ruang yang ideal adalah 28° C

INFORMASI

DATA METEOROLOGIS

RADIASI MATAHARI
LOKASI GEOGRAFIS YANG TEPAT
(MERIDIAN) ATAS WAKTU STANDAR LOKAL

3.2.2

BATAS-BATAS TEMPERATUR

3.3.1

KELEMBABAN UDARA

3.3.2

GERAKAN UDARA
FLUKTUASI MUSIM HARUS
DIPERHATIKAN

3.3.3

PENGARUH TAPAK BANGUNAN

TOPOGRAFI
ORIENTASI
VEGETASI
BANGUNAN SEKITARNYA
SEHUBUNGAN DENGAN PENEDUHAN,
KESILAUAN, PELEPASAN PANAS DAN
KELEMBABAN, PENGARUH TERHADAP
GERAKAN UDARA

PENGUNAAN BANGUNAN/PENGHUNI

JENIS PENGGUNAAN
MISALNYA: RUMAH TINGGAL, KANTOR,
SEKOLAH, RUMAH SAKIT, REPRESENTASI GUDANG
LAMA PENGGUNAAN
SIANG MALAM, HANYA SIANG, SEWAKTU-WAKTU

LAPISAN LUAR
TRADISI/NILAI ESTETIKA

ASPEK EKONOMI ASPEKTE

DANA
STANDAR BANGUNAN
TENAGA KERJA YANG TERSEDIA
BAHAN BANGUNAN, TEKNOLOGI

ANALISIS

DIAGRAM MATAHARI

3.2.2

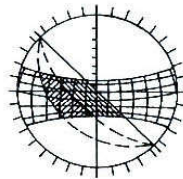
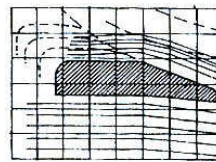
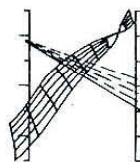
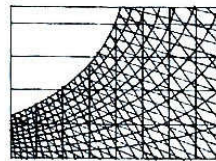


DIAGRAM KENYAMANAN

3.3.4



PERANCANGAN

METODE ALAMIAH

PENEDUHAN
BERBEDA UNTUK SETIAP FASADE

7.1.3

ORIENTASI BANGUNAN
UNTUK MENGURANGI TINDAKAN
PENEDUHAN

7.1.1

VENTILASI SILANG
DIINGINKAN ATAU TIDAK DIINGINKAN

7.1.2

PELEMBABAN UDARA
DIINGINKAN ATAU TIDAK DIINGINKAN

7.1.4

JENIS KONSTRUKSI
BERAT ATAU RINGAN, KUALITAS
BAHAN BANGUNAN

7.1.5

METODE MEKANIS

PENGERINGAN UDARA
PERLU ATAU TIDAK PERLU

7.3.2

PELEMBABAN UDARA
PERLU ATAU TIDAK PERLU

7.3.3

PENYEJUK UDARA/SEBAGIAN
ATAU TOTAL
PERLU ATAU TIDAK PERLU ALAT
INDIVIDUAL ATAU INSTALASI SENTRAL

7.3.4

7.3.5

udara bersih / murni

Udara yang bersih lagi sehat berbeda dengan udara yang biasa kita hirup dalam suasana hiruk pikuk, seperti daerah perkotaan. Udara yang bersih dan sehat ini merupakan udara yang murni, sejuk, dan terasa segar apabila kita hirup dan masuk ke paru-paru kita.

Udara bersih merupakan udara yang murni dan belum tercampur dengan berbagai benda asing, baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas, serta zat- zat lain yang bersifat merugikan. Udara yang bersih dan sehat ini tentulah berbeda ciri-cirinya dengan udara yang tercemar atau kotor.

Beberapa ciri ciri udara bersih dan sehat antara lain:

Tidak berwarna

Tidak berbau

Tidak berasa

Tidak tercampur dengan benda asing

Terasa segar apabila kita hirup

Terasa sejuk

Dapat digunakan sebagai terapi kesehatan tubuh

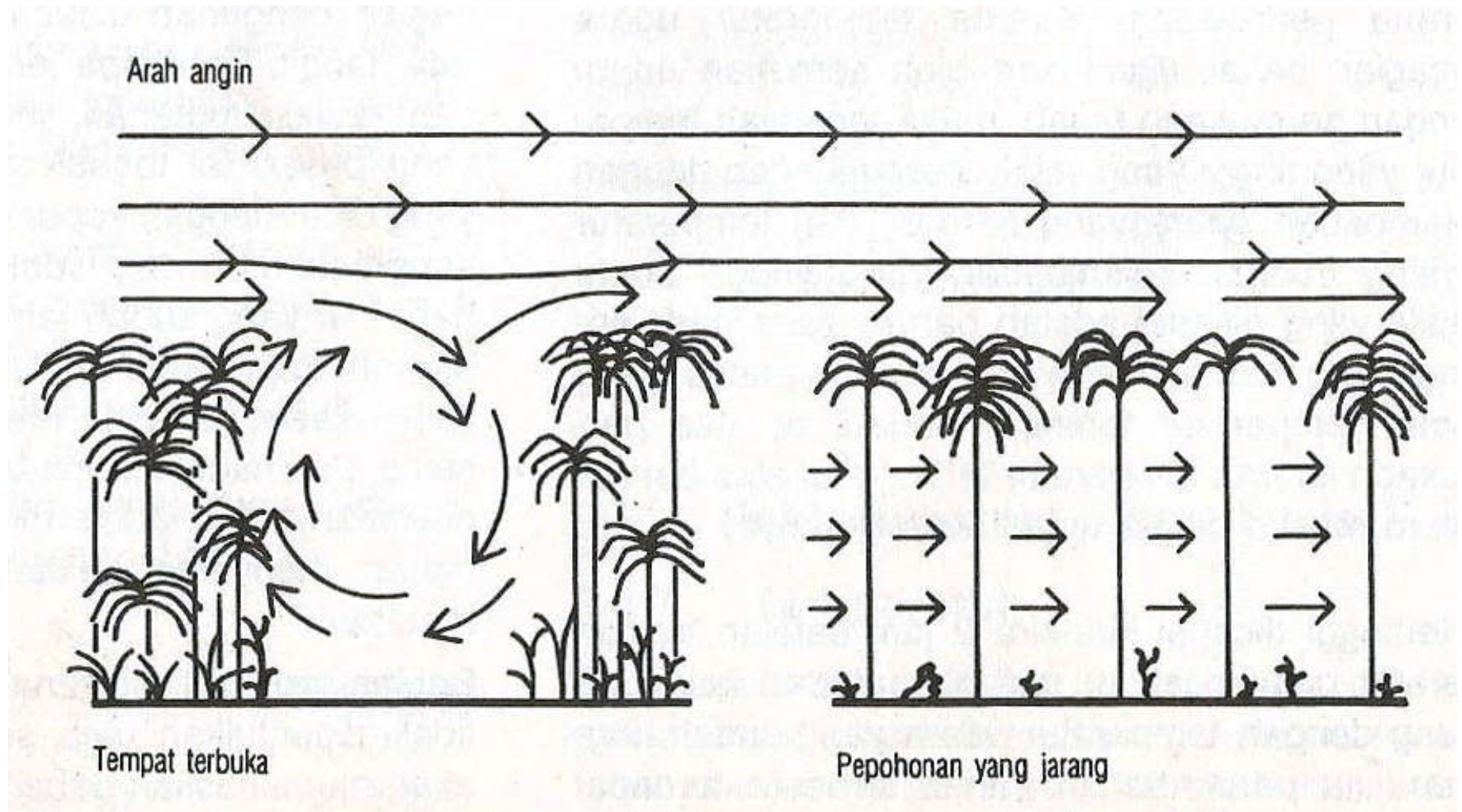
udara murni dan oksigen

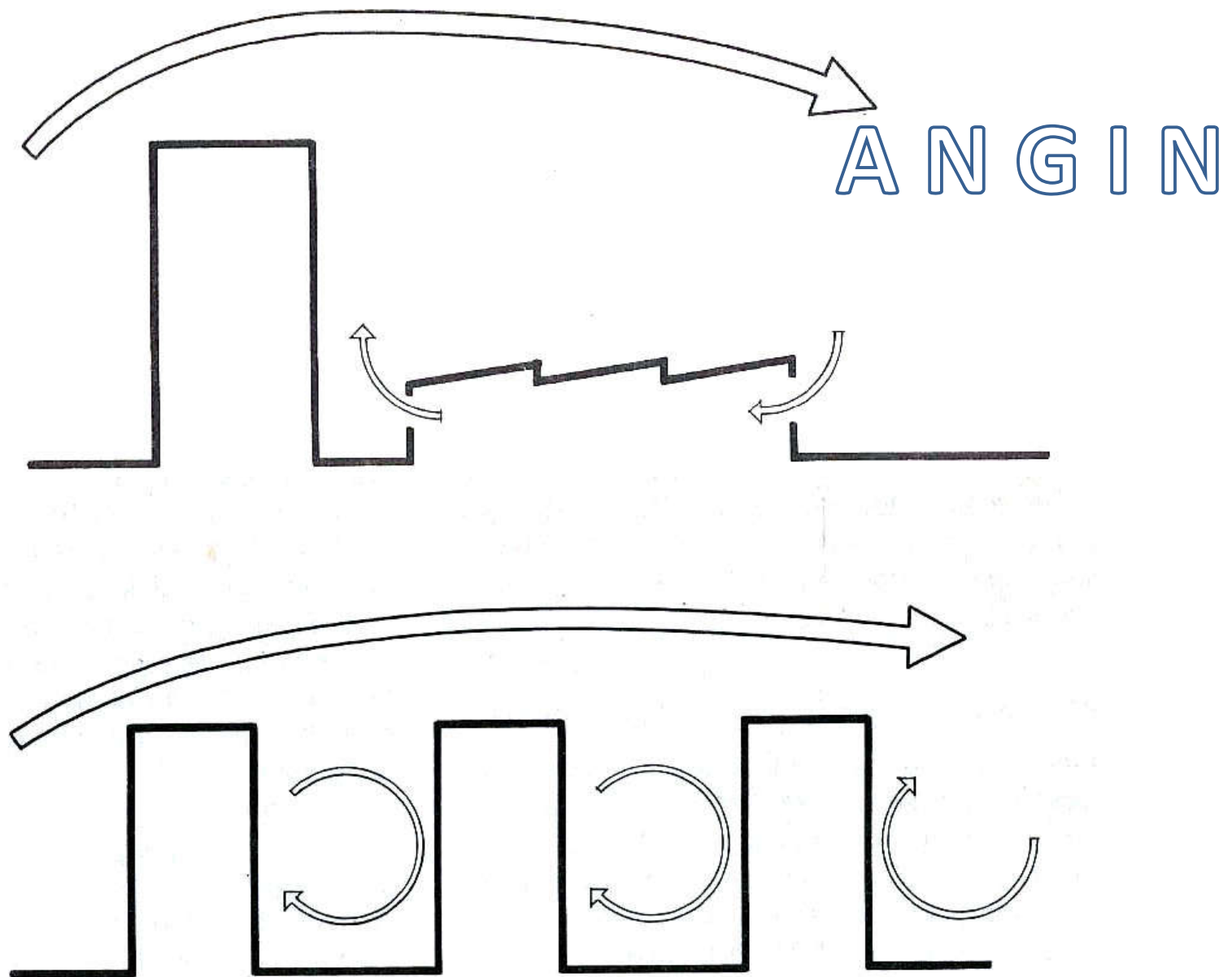
Udara yang bersih dan menyehatkan mudah kita temui di tempat- tempat yang mempunyai banyak pepohonan dan juga tumbuhan hijau (baca hal berkait manfaat hutan) Hal ini karena **tumbuhan hijau**lah yang berperan untuk **memproduksi udara** yang murni atau bersih.

Udara yang bersih juga **sarat dengan oksigen**. Oksigen memiliki ciri-ciri tidak berwarna dan tidak berbau. Oksigen dapat dengan mudah bereaksi dengan unsur lainnya karena memiliki unsur yang reaktif. Unsur yang terdapat di udara tidak hanya oksigen saja, terdapat juga unsur lainnya seperti karbondioksida, nitrogen, dsb. Oksigen hanya berjumlah 20% di udara.

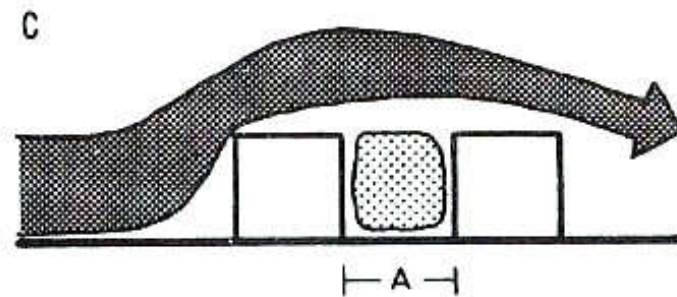
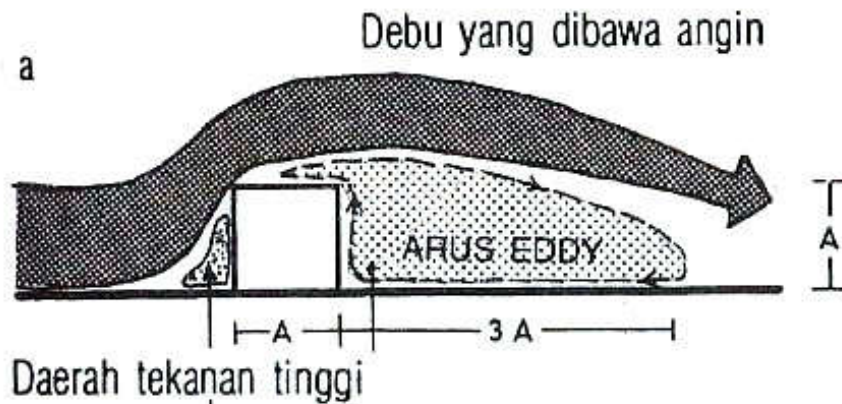
Dalam keadaan biasa, **sehari semalam** kita memerlukan **300 liter** oksigen, atau lebih kurang 0,25 per menit. Jumlah tersebut akan semakin meningkat bila aktivitas tubuh meningkat. Pasokan oksigen yang cukup, terasa segar di badan. Area pedesaan seringkali merupakan area dengan udara bersih terbanyak, apabila masih ditumbuhi oleh banyak pepohonan dan juga jauh dari polusi udara seperti di perkotaan.

ANGIN



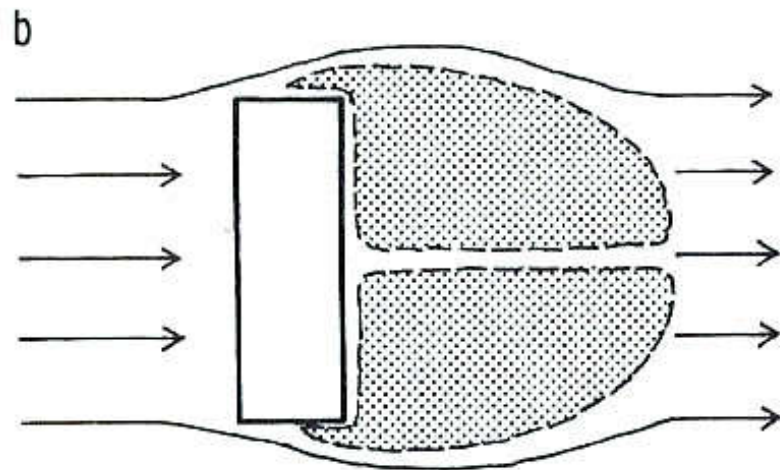


3.27 Gerakan udara antara barisan rumah yang rapat dan sejajar.

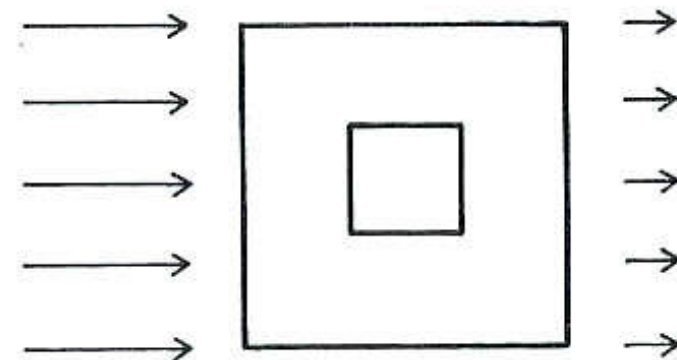


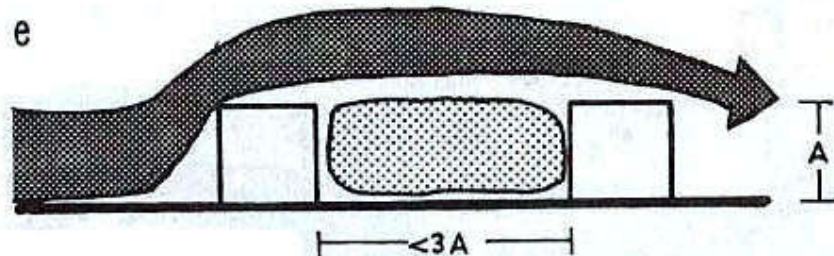
Perlindungan yang baik terhadap debu
Bangunan dapat diorientasikan ke semua arah

ANGIN



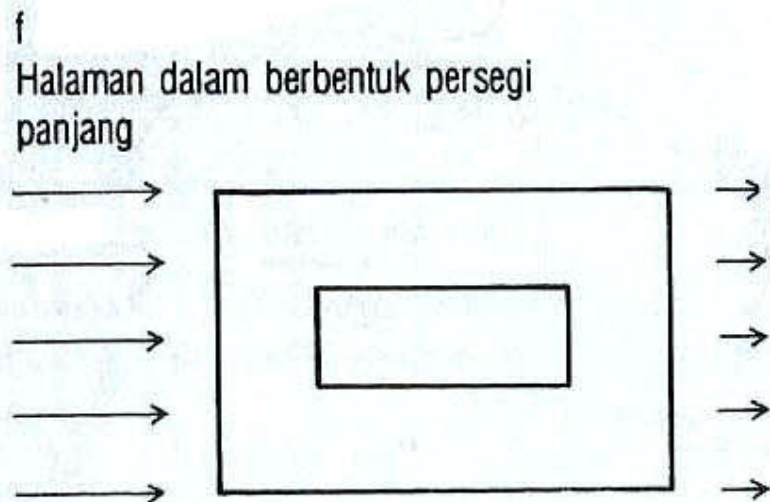
d
Halaman dalam berbentuk bujur sangkar



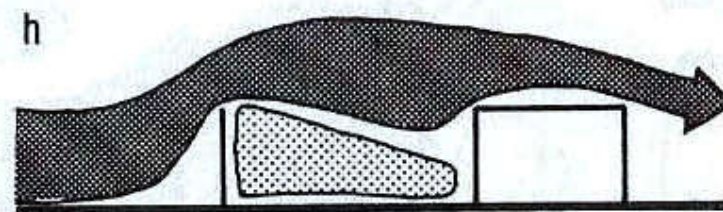


Perlindungan yang baik bagi halaman dalam
 Panjang halaman lebih dari 3A:
 Sumbu panjang tegak lurus terhadap arah angin
 utama

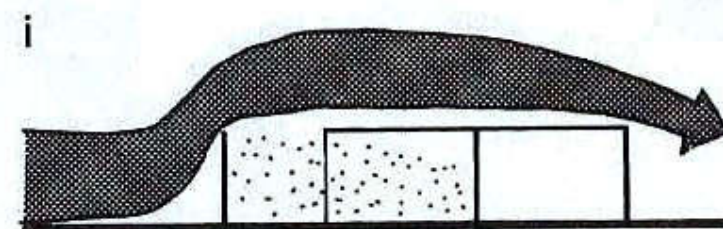
ANGIN



Fungsi perlindungan tergantung pada panjang dan tinggi penghalang dan bangunan

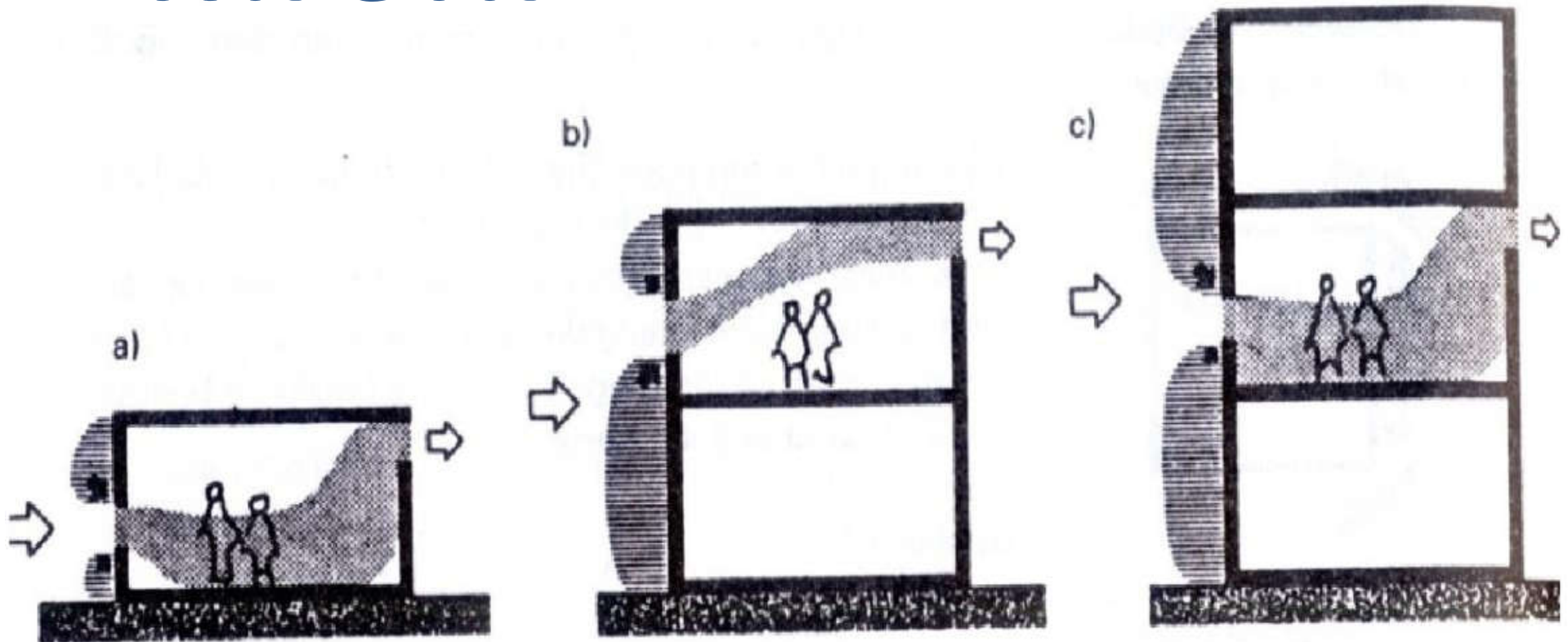


Penyusupan debu dan pasir pada jarak lebih dari 6 meter



Pelindung yang sukses dengan
 penghalang sisi dan titisan atap

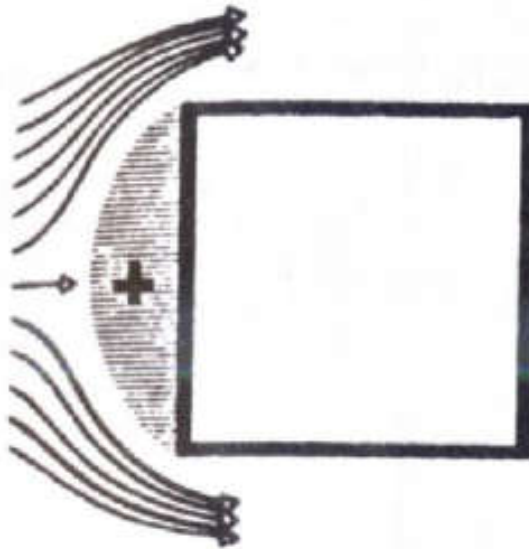
ANGIN



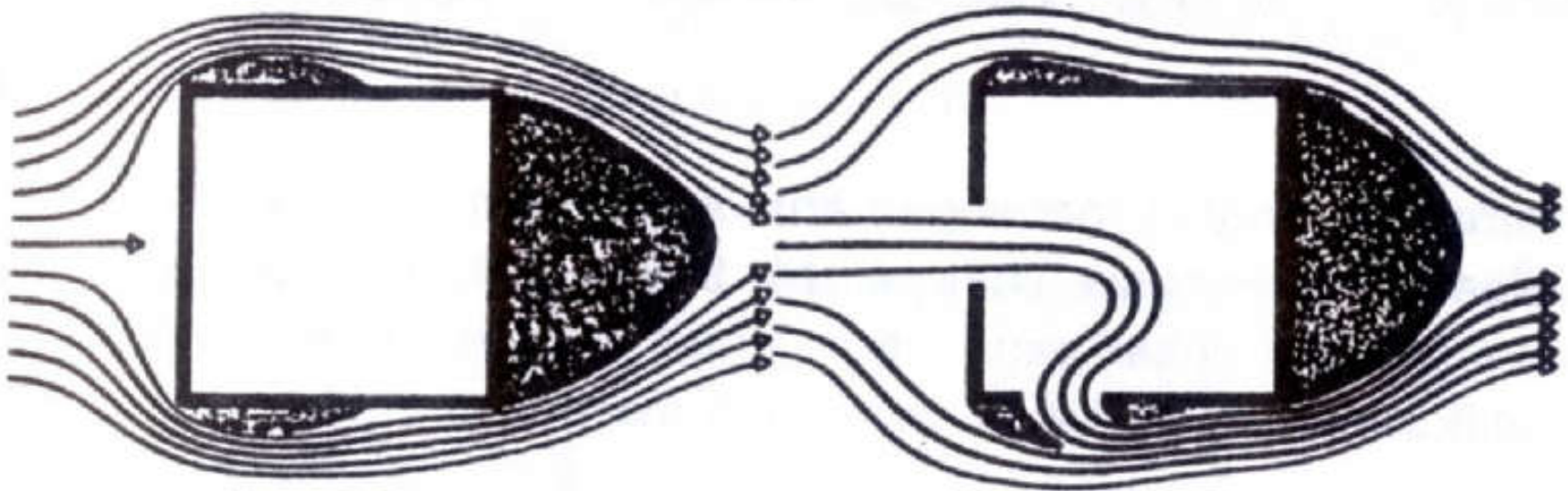
Gambar 3.2. Arus angin pada bangunan bertingkat

(perhatikan **pola angin** yang terjadi di dalam ruang!)

ANGIN

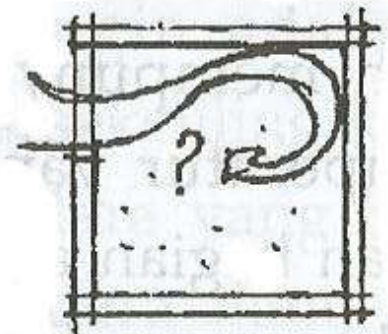
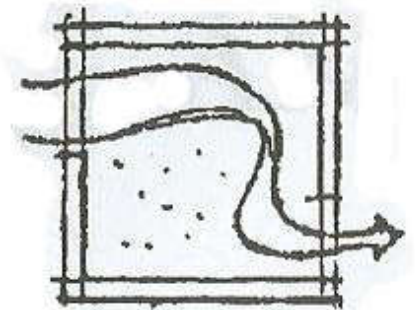
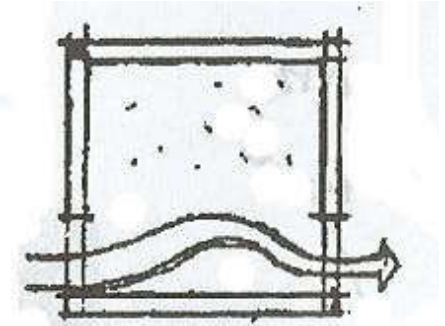


Gambar 3.1a. Angin bertiup mengenai gedung. timbul bertekanan besar



SISTEM PENGHAWAAN ALAMI

- Dalam perjalanan udara yang berupa angin mempunyai kecepatan yang bervariasi. Mengalirnya angin dengan kecepatan yang tidak lebih dari **5km/jam** akan memberikan kesejukan dan kenyamanan dalam ruangan. Apalagi udara /angin tersebut membawa udara yang bersih yang banyak mengandung oksigen maka juga akan baik bagi kesehatan.
- Dalam merencanakan ruangan perlu diperhatikan jalannya angin, supaya angin tidak berlalu saja atau malahan angin menjadi mati karena ruangan buntu.

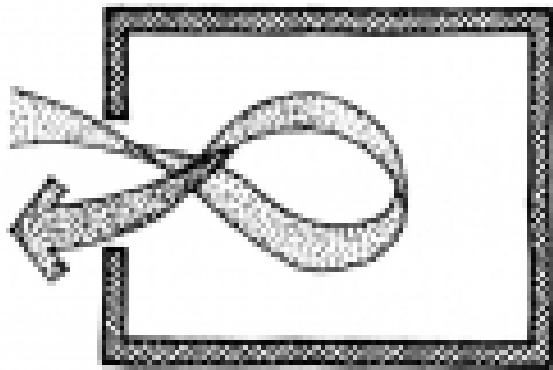


Gambar 4.3. Angin dalam Ruangan

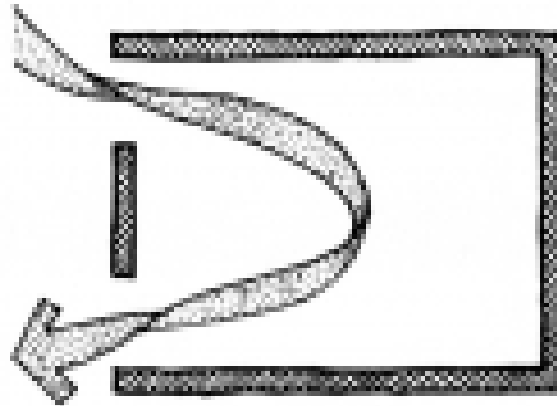
JENDELA -- SISTEM PENGHAWAAN ALAMI

- Desain jendela dipengaruhi faktor-faktor: meliputi penempatan, dimensi dan tipe atau model jendela yang dipilih.
- Pada layout bangunan satu lapis sangat dimungkinkan terjadinya ventilasi silang sempurna (sudut 180°) secara horisontal. Jendela yang berfungsi sebagai *inlet* (*memasukkan udara*) sebaiknya diletakkan pada ketinggian manusia yaitu 60cm-150cm (aktivitas duduk maupun berdiri), agar udara dapat mengalir di sekitar manusia tersebut untuk memperoleh rasa nyaman yang diharapkan.
- Desain jendela harus mampu mendorong terjadinya pergerakan yang lebih cepat atau memperbesar kecepatan udara. Hal ini dapat ditempuh dengan memilih **dimensi jendela yang berbeda antara *inlet* dan *outlet*** dengan memilih tipe jendela yang berbeda kemampuan mengalirkan udara.

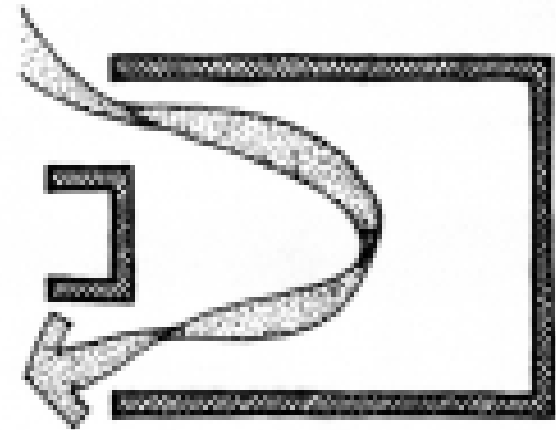
PENGHAWAAN ALAMI DALAM RUANG



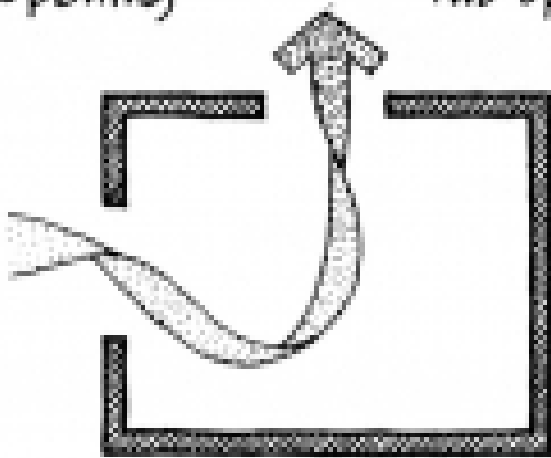
Single Opening



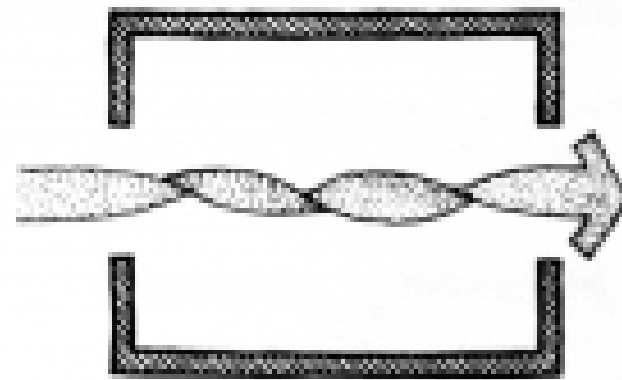
Two Openings - Same Wall



Two Openings With Wings

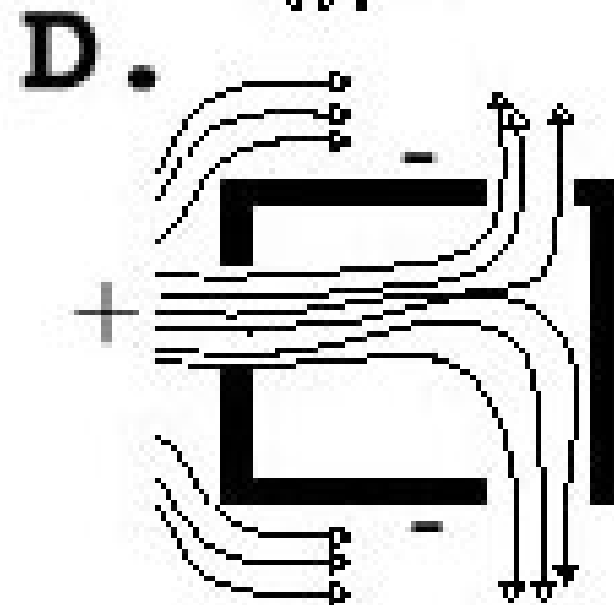
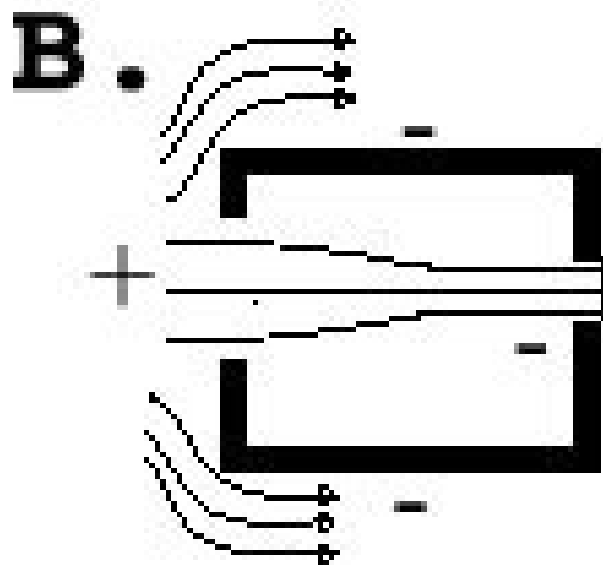
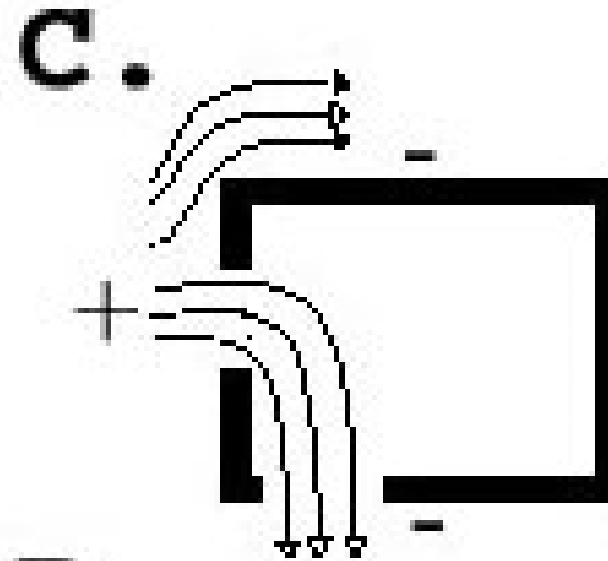
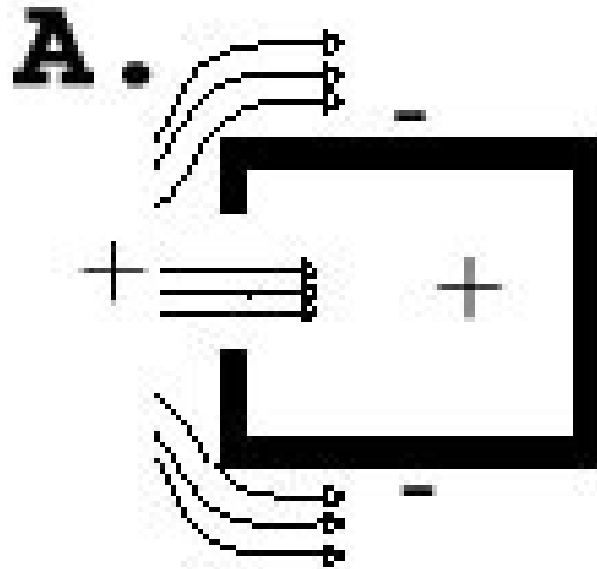


Two Openings - Adjacent Walls

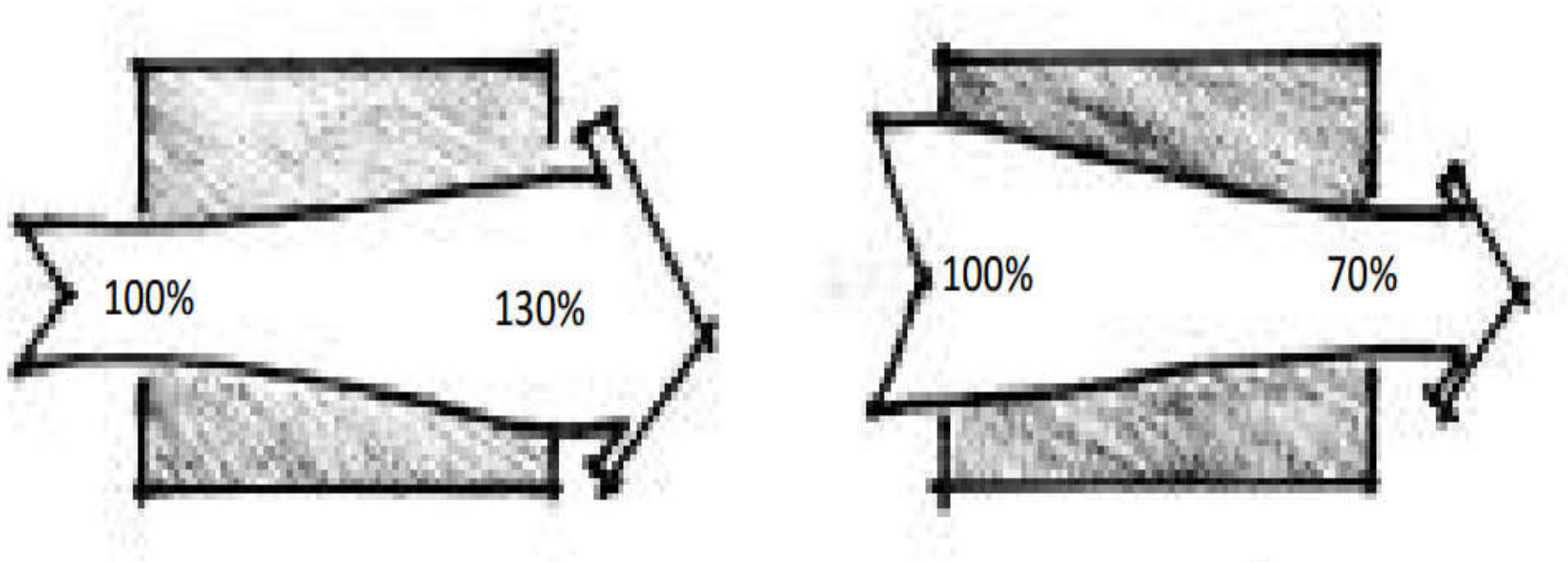


Two Openings - Opposite Walls

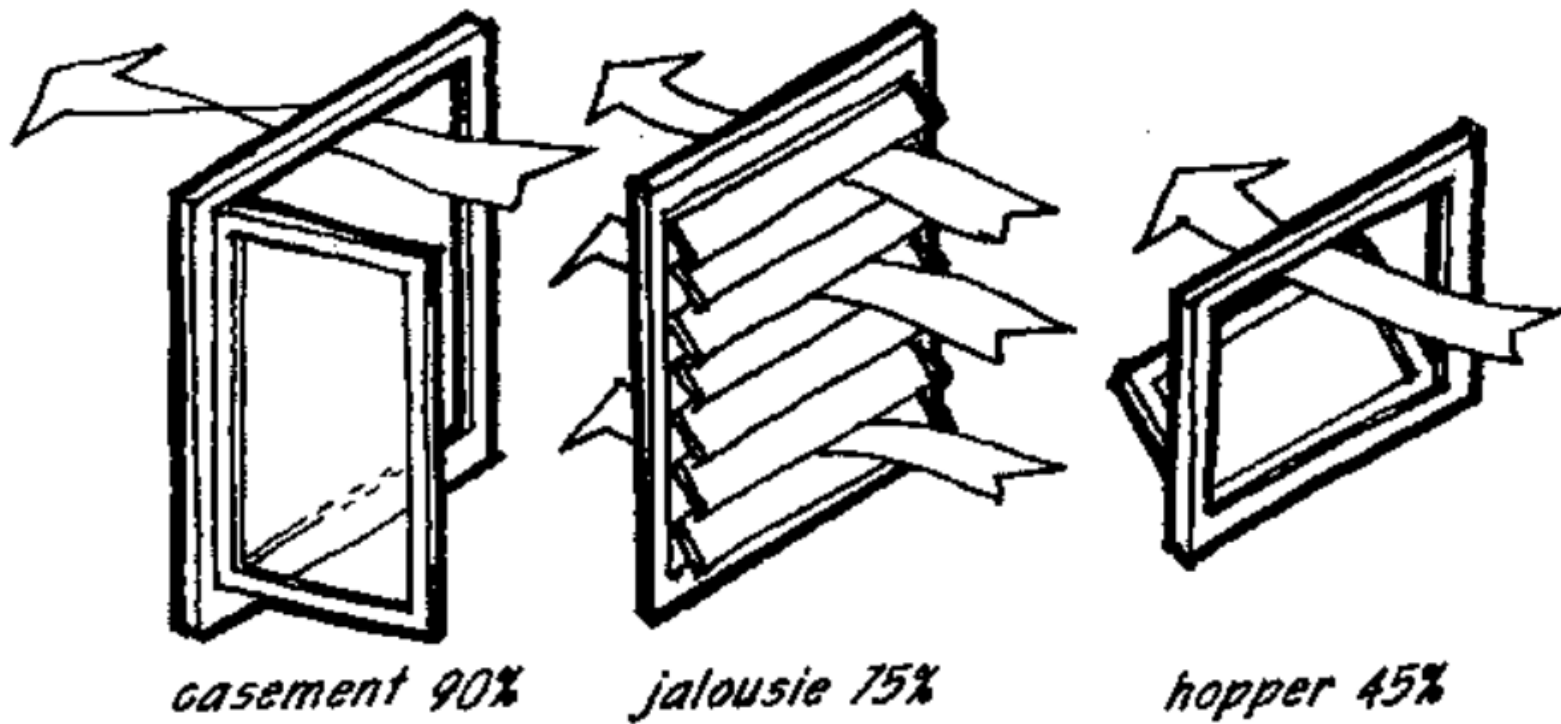
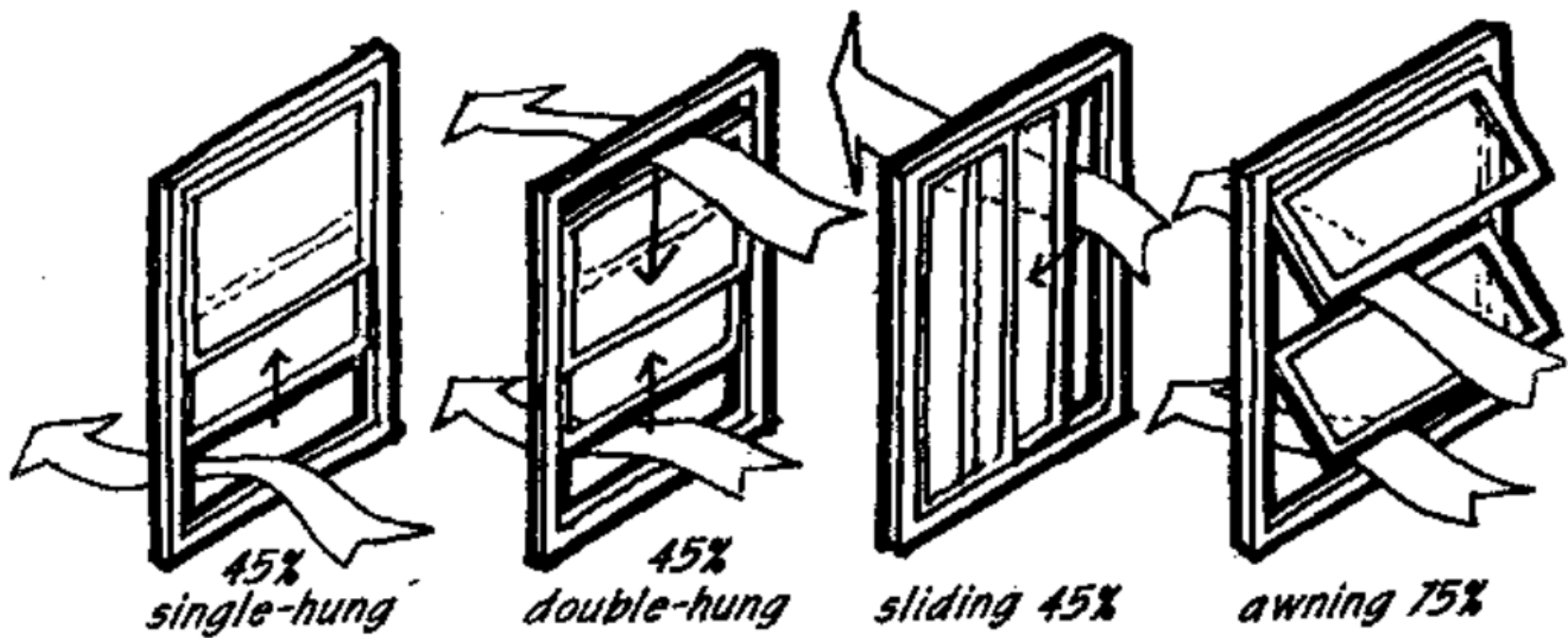
PENGHAWAAN ALAMI DALAM RUANG



JENDELA

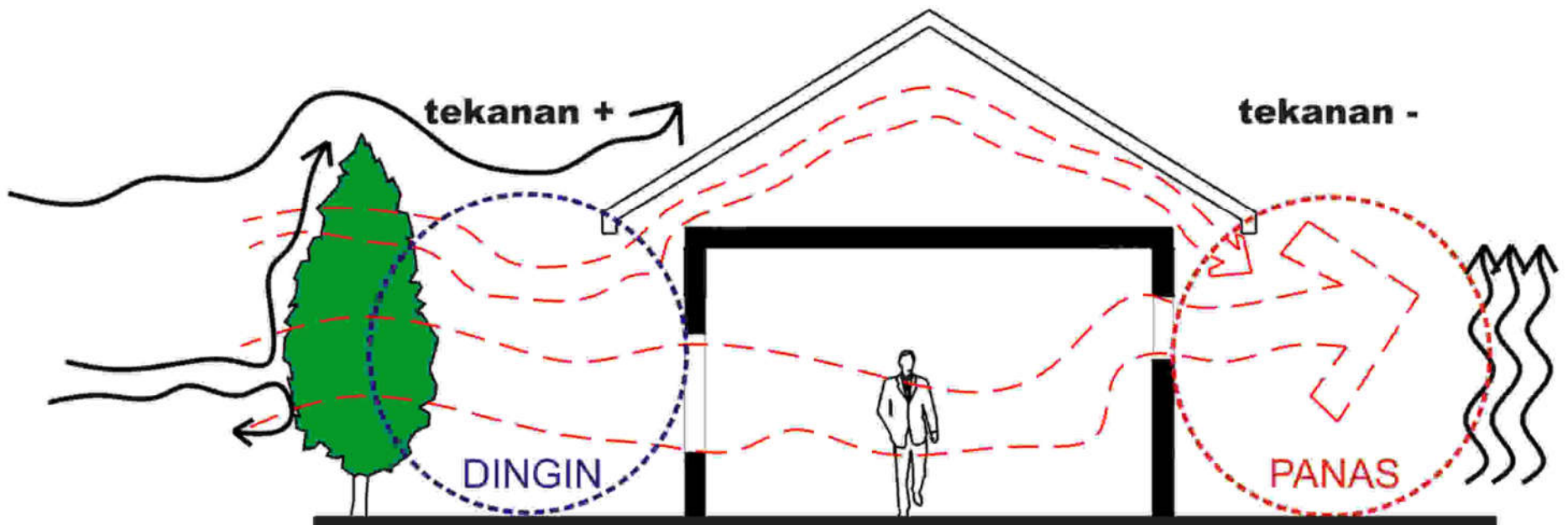


Desain jendela yang memiliki dimensi yang berbeda antara inlet dan outlet mampu mendorong terjadinya pergerakan udara

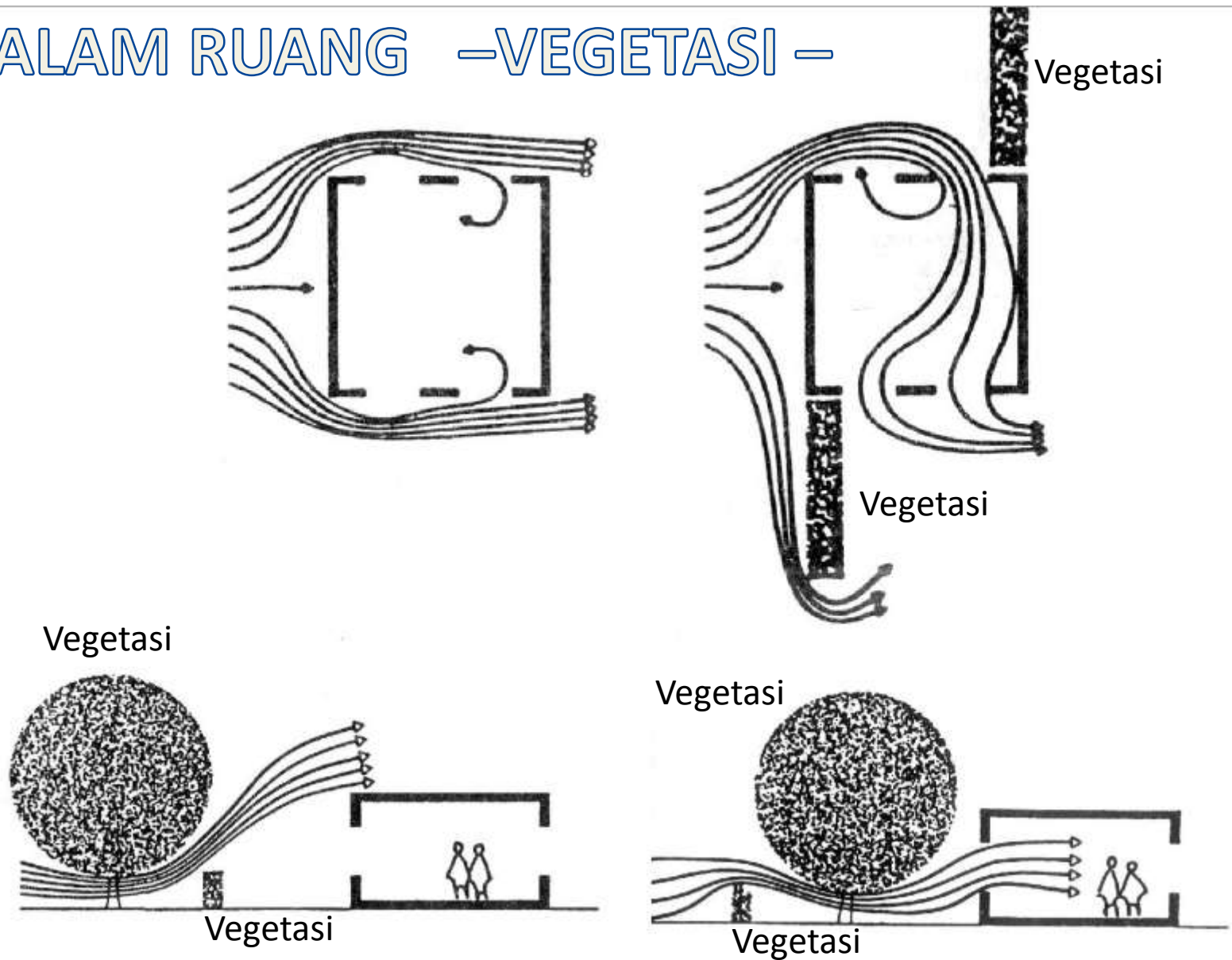


PENGHAWAAN ALAMI

BANGUNAN DAN DALAM RUANG



PENGHAWAAN ALAMI BANGUNAN DAN DALAM RUANG –VEGETASI –

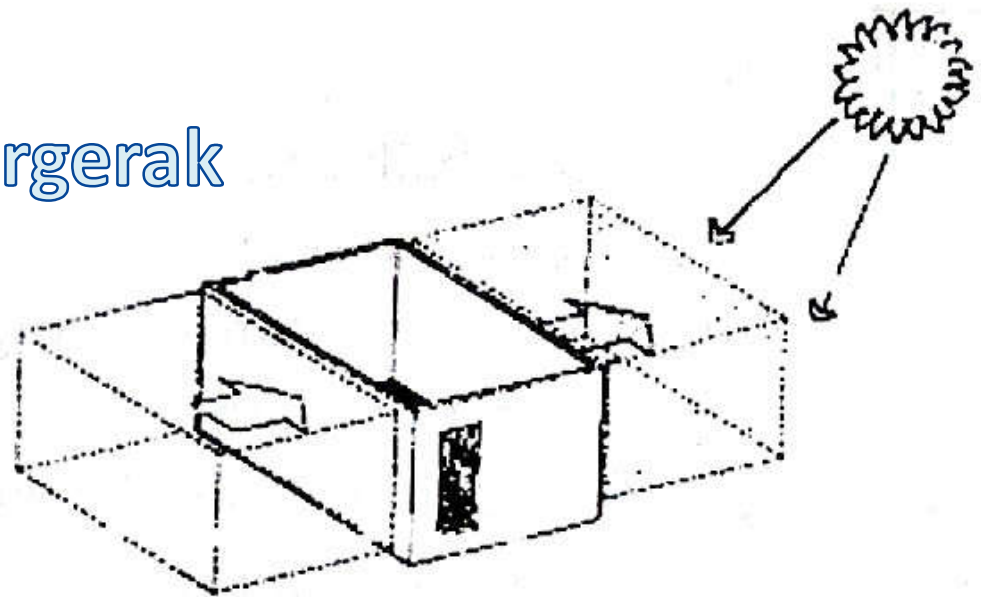


Gambar 3.6 Vegetasi digunakan untuk mengarahkan ke dalam bangunan

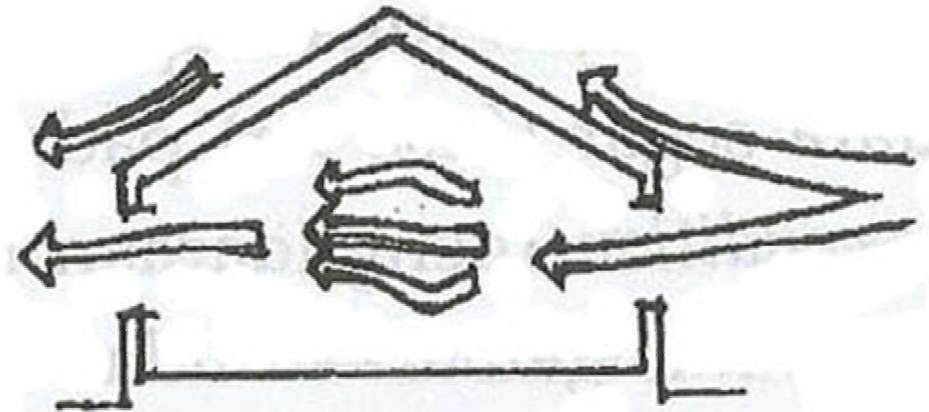
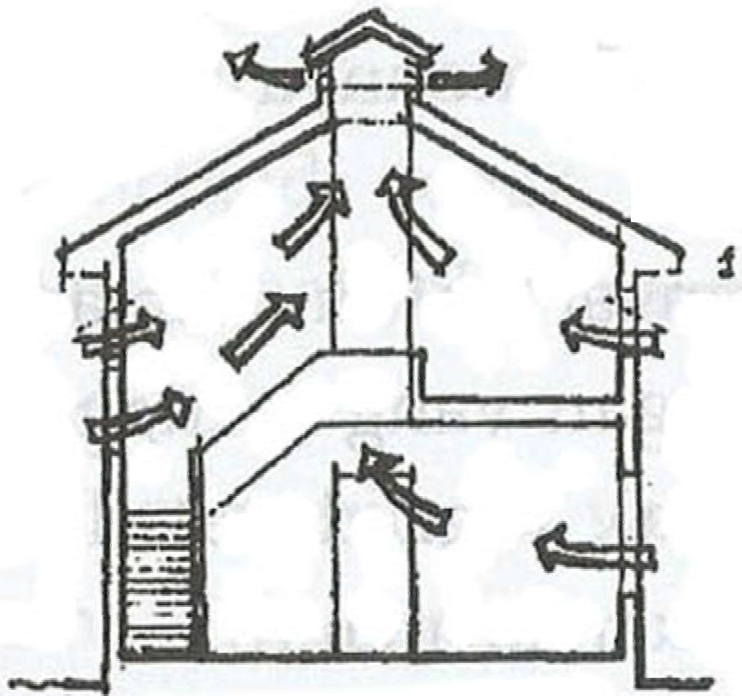
SISTEM PENGHAWAAN ALAMI

- Buka pintu dan jendela juga harus diperhatikan supaya dapat membantu **jalannya angin** yang melintasi ruangan. Penataan furniture yang baik juga membantu hal ini.
- Pada fungsi-fungsi tertentu lebih menghendaki penghawaan alami atau sebaliknya yang banyak dipengaruhi oleh pertimbangan-pertimbangan lain dalam perencanaan ruang. Kedua sistem ini akan **secara langsung berpengaruh pada desain bangunan** secara keseluruhan.
- Hal yang harus diperhatikan adalah **penggunaan ruang** dan **posisi bukaan**. Untuk menjaga aliran udara, ruang tidak boleh **disekat** penuh, sehingga ventilasi silang di dalam ruang tetap terpelihara.
- Buka pada jendela atau pintu harus dapat dibuka daunnya pada **kedua sisi ruang**, sehingga udara akan dapat mengalir.

Angin – bukaan – bergerak



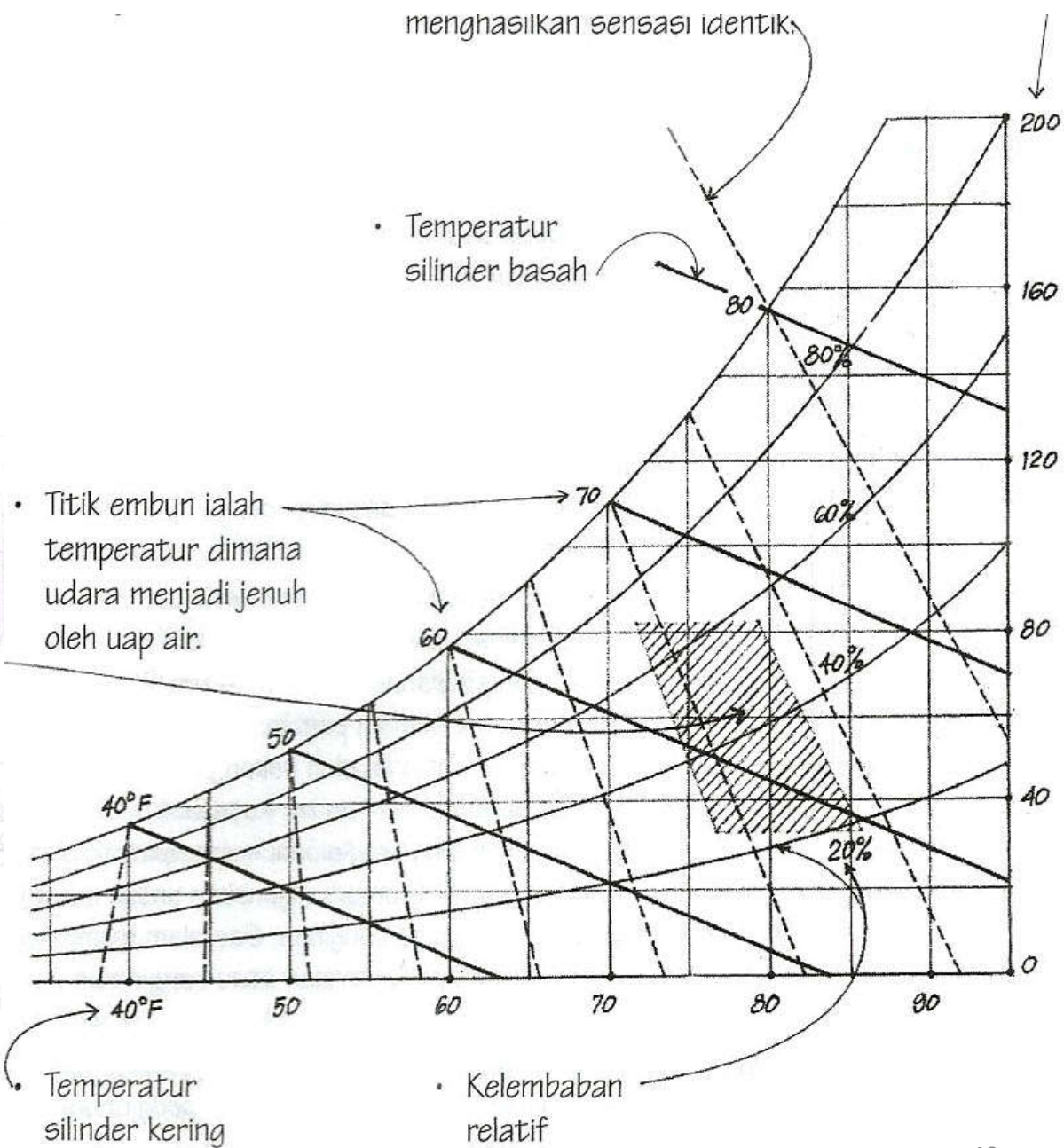
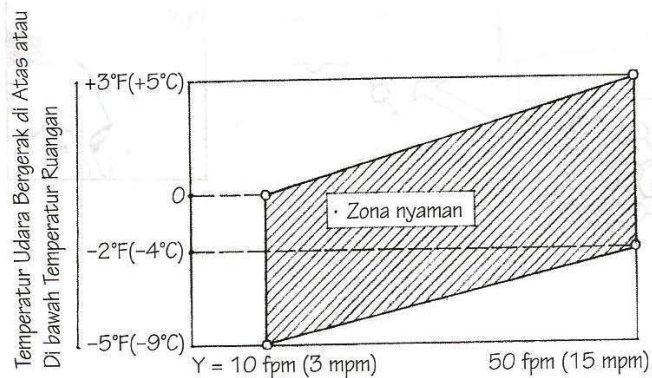
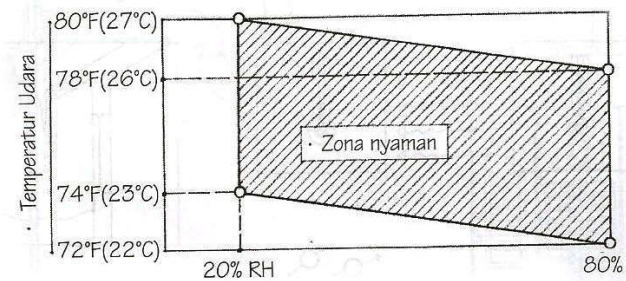
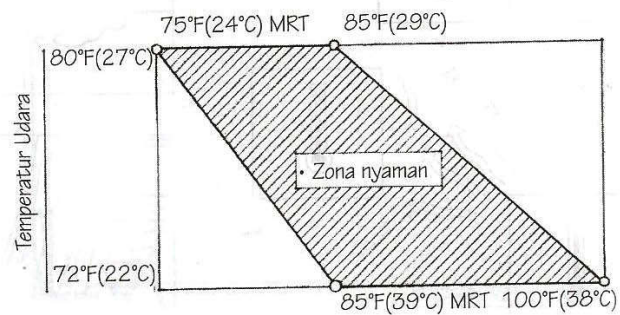
Gambar 4.1. Aliran Udara



Gambar 4.2. Perjalanan Angin

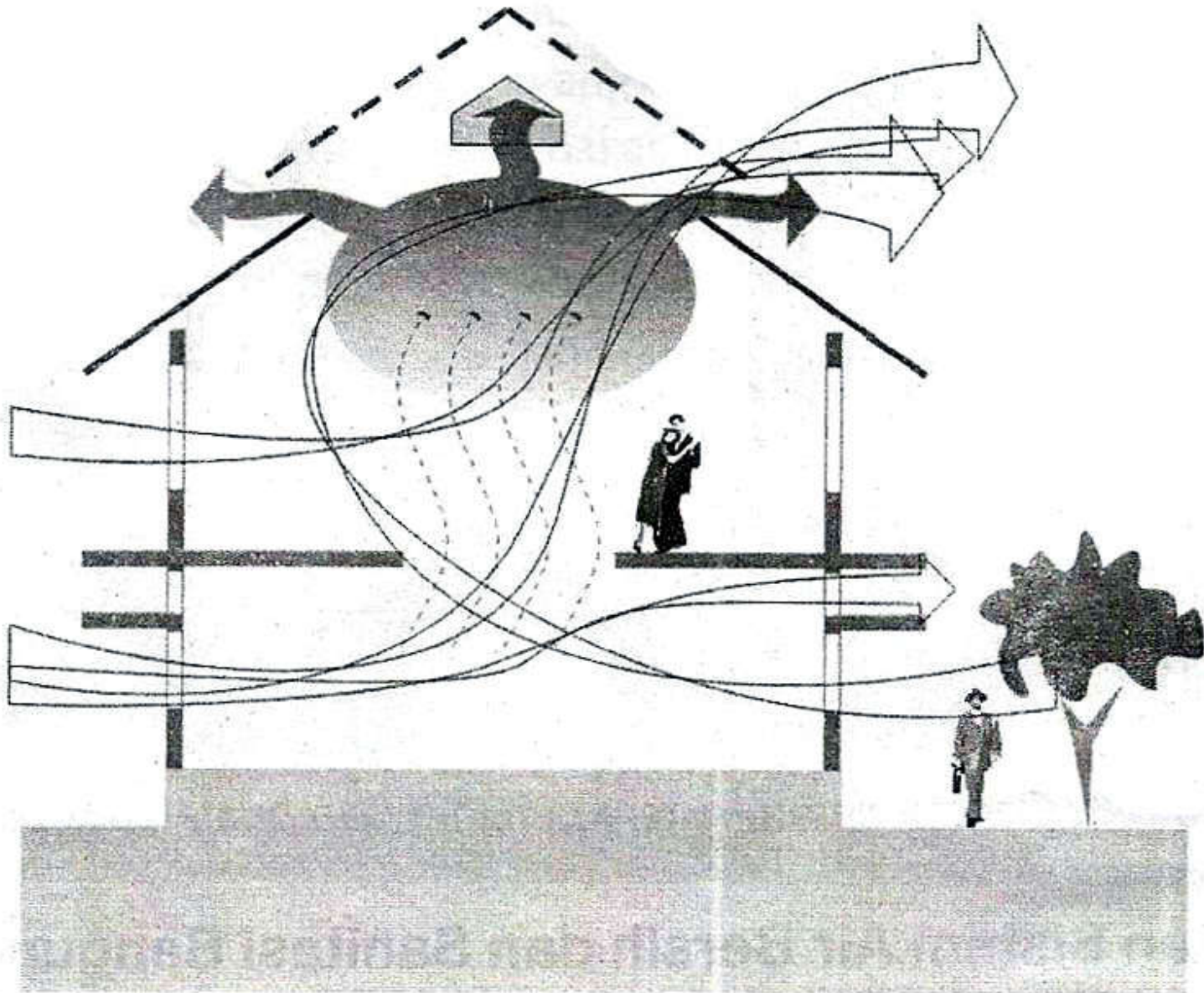
SISTEM PENGHAWAAN ALAMI

- Untuk menimbulkan angin karena tidak adanya angin yang melintas dalam ruangan, dapat digunakan alat tertentu sehingga angin akan timbul dan akan memberikan udara yang nyaman (*kipas angin dan exhaust fan*)
- Exhaust fan juga dapat berfungsi untuk memasukkan udara segar (*fresh air*) pada ruangan yang menggunakan *air condition* (pengudaraan buatan).
- *Exhaust fan* Juga dapat dipasang untuk **mengeluarkan udara** dari kamar mandi. Daya untuk menghidupkan atau mematikan exhaust fan dapat digabung dengan saklar penerangan lampu, untuk ruangan yang perlu pengeluaran udara (mati-pengap)
- Untuk pengkondisian udara buatan (AC) dibahas nanti.



SISTEM PENGHAWAAN ALAMI

- **Ruang dibawah atap** bagi penghawaan alami juga berperan besar dalam menentukan aliran udara.
- Ruang di bawah atap dapat digunakan sebagai ruang spasi (*plenum*) dengan cara disekat dengan plafond untuk menghambat panas matahari dari atas atap, atau dibuka untuk mengalirkan udara panas dari dalam ruangan, sementara plenum diletakkan di antara penutup atap dan rangkanya (plafon menempel pada kasau)



Gambar 4-7. Contoh desain sistem penghawaan alami

Prinsip utama penghawaan alami diperoleh dengan :

- ***Ventilasi silang → dua bukaan pada dua sisi bangunan***
- ***Volume ruang yang besar → jarak antar lantai besar dan ruang dibawah atap (atap kemiringan tinggi)***