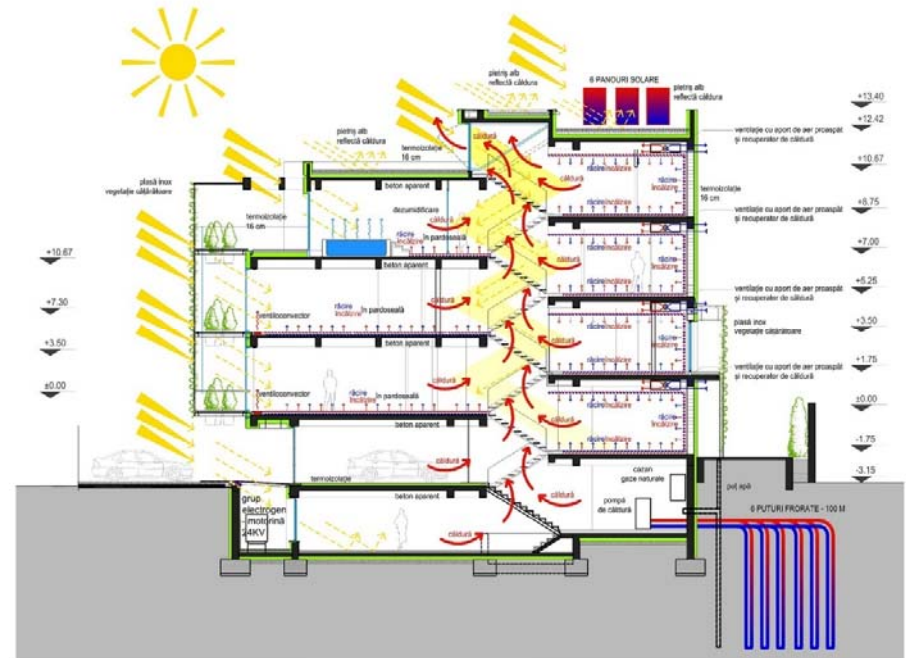




Program Studi Arsitektur  
Fakultas Teknik  
Universitas PGRI Semarang



# KONDISI IKLIN DAN PENGHAWAAN ALAMI

Baju Arie Wibawa, ST, MT.

Pertemuan 01 - MK. Penghawaan dan Akustik

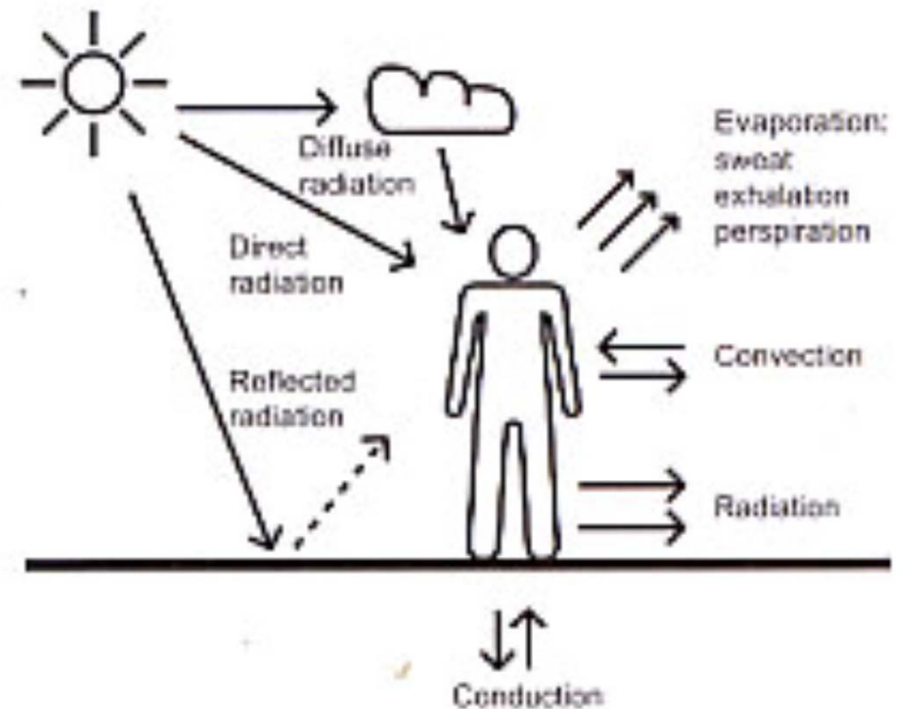


KENYAMANAN TERMAL

## FAKTOR KENYAMANAN TERMAL

Penghawaan pada bangunan berfungsi untuk mencapai kenyamanan thermal dipengaruhi:

- Radiasi matahari
- **Temperatur udara**
- **Humidity**
- **Angin**
- Precipitation
- Lain-lain  
(topografi, vegetasi, udara, kepadatan bangunan).



# FAKTOR KENYAMANAN TERMAL

Menurut standar 55-1992 ASHRAE (*American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers*), kenyamanan termal (*thermal comfort*) adalah keadaan pikiran manusia yang **mengekspresikan kepuasan** terhadap lingkungan sekitar.

Sistem ventilasi (*ventilation system*) adalah salah satu komponen bangunan yang mendukung terjadinya proses ventilasi atau pergantian udara di dalam ruangan.

Faktor-faktor kenyamanan termal:

1. Suhu udara
2. Kelembapan udara
3. Laju udara (*air flow*)

Untuk mencapai kenyamanan termal di iklim tropis basah, kondisi cuaca yang terukur dalam ruang idealnya memenuhi syarat sebagai berikut:

a. Suhu udara

$$20\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 26\text{ }^{\circ}\text{C}$$

b. Kelembapan udara

$$40\% < RH < 60\% - (20\% < RH < 80\%)$$

c. Kecepatan udara

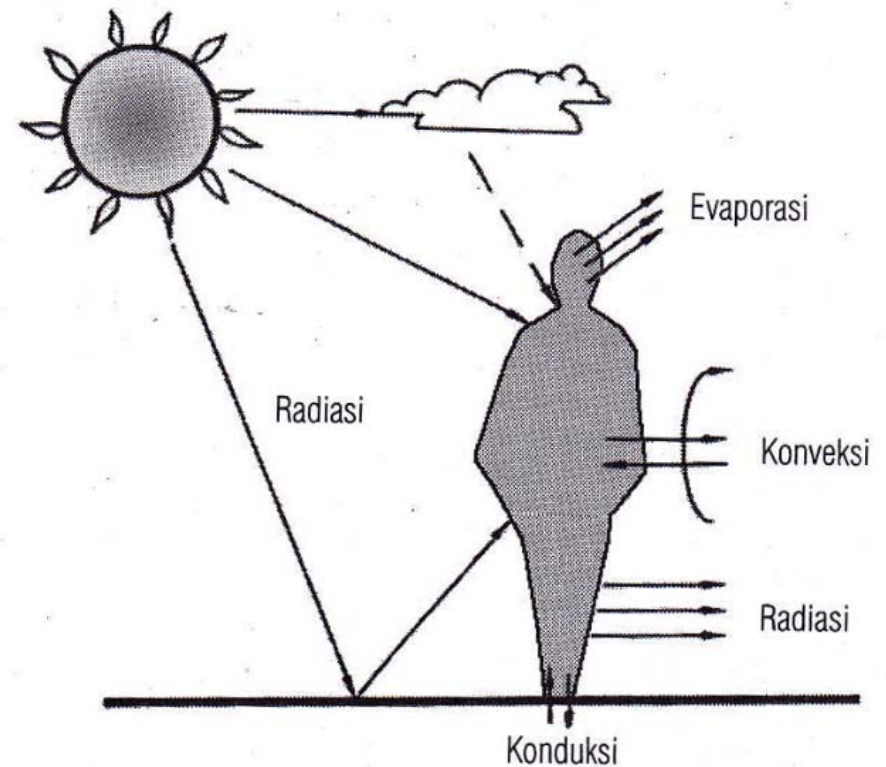
$$0,6\text{ m/s} < v < 1,5\text{ m/s}$$



## KENYAMANAN RUANG

### Suhu Udara

- Dari semua cara pelepasan panas pada tubuh, evaporasi melalui keringat adalah cara yang paling efektif.
- Saat suhu udara meningkat, tubuh segera berkeringat.
- Tetapi, keringat dapat menguap dan mendinginkan suhu tubuh hanya jika udara masih dapat menampung uap air.
- Berarti tingkat kelembapan udara sangat berpengaruh terhadap kenyamanan termal.



$Met - Evp \pm Cnd \pm Cnv \pm Rad = 0$   
Met = Metabolisme  
Evp = Evaporasi  
Cnd = Konduksi  
Cnv = Konveksi  
Rad = Radiasi  
Minus = Pelepasan panas  
Plus = Perolehan Panas

**Suhu udara**

**$20^{\circ}\text{C} < T < 26^{\circ}\text{C}$**



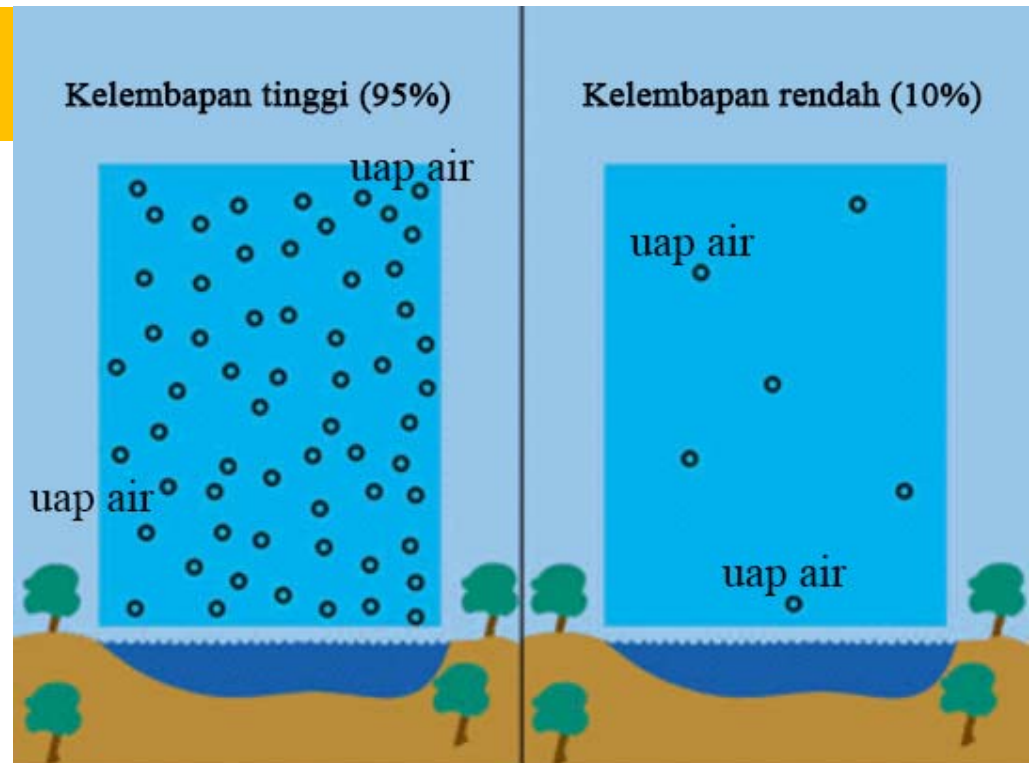
## KENYAMANAN RUANG

### Kelembapan Udara

Nilai kelembapan udara adalah indikator banyaknya kandungan uap air di udara. Makin banyak uap airnya maka udara makin lembap. Ada tiga cara pengukuran kelembapan udara, yaitu sebagai berikut:

1. *Absolute humidity* (AH) adalah jumlah uap air dalam unit massa udara (g/kg) atau unit volume udara (g/m<sup>3</sup>)
2. *Saturation-point humidity* (SH) adalah jumlah uap air yang dapat dikandung oleh udara pada suhu tertentu (g/kg, kg/m<sup>3</sup>, g/m<sup>3</sup>)

Kelembapan udara sangat memengaruhi perolehan kenyamanan termal. Makin lembap udara maka makin sukar keringat menguap, sehingga pelepasan panas tubuh pun terhambat.



Rumus Kelembapan Udara

$$RH = \frac{AH}{SH} \times 100$$

Kelembapan udara

**40% < RH < 60%**

(20% < RH < 80% )



# KENYAMANAN RUANG

## Arah dan Kecepatan Gerak Udara

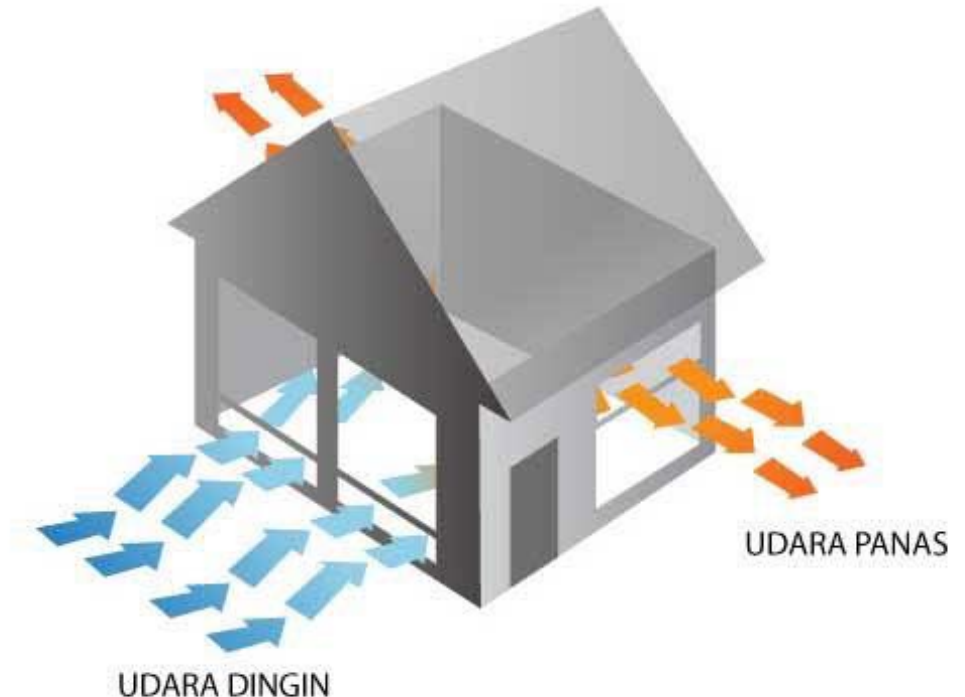
Pergerakan udara di dalam ruang/ bangunan yang diharapkan melalui desain bukaan (*opening*), yaitu sebagai berikut:

### 1. Arah gerak udara

Udara bergerak semerata mungkin dalam ruang. Bila udara tidak bergerak merata dalam ruang maka tujuan ventilasi/ penghawaan alami tidak dapat tercapai dengan optimal. Untuk iklim tropis basah, udara yang lebih hangat dan lembap tidak segera tergantikan oleh udara yang sejuk dan kering. Selain itu ventilasi silang (*cross ventilation*) tidak terjadi. Akibatnya perolehan kenyamanan termal bagi pengguna ruang/ bangunan akan terhambat.

### 2. Kecepatan gerak udara

Udara bergerak dengan kecepatan sesuai kebutuhan untuk perolehan kenyamanan termal. Jika udara tidak bergerak dengan kecepatan yang cukup (0,6 m/s s/d 1,5 m/s) maka laju udara (*air flow*) dan pergantian udara per jam (*air changes per hour*) tidak dapat memenuhi syarat minimal sesuai fungsi ruang. Akibatnya, perolehan kenyamanan termal bagi pengguna ruang/ bangunan akan terhambat.



Maka laju udara (*air flow*) dan pergantian udara per jam (*air changes per hour*) tidak dapat memenuhi syarat minimal sesuai fungsi ruang.

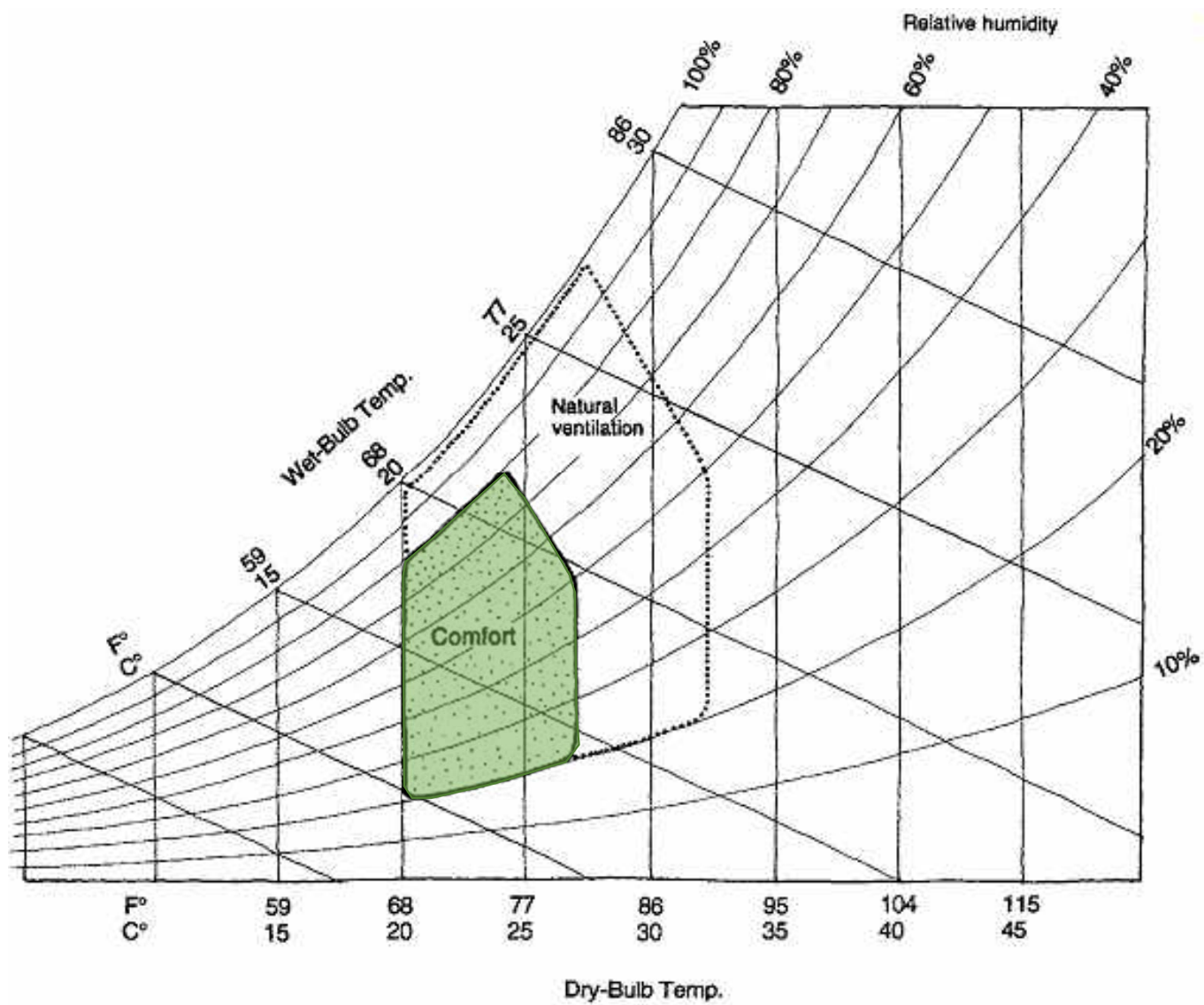
Akibatnya, perolehan kenyamanan termal bagi pengguna ruang/ bangunan akan terhambat.

**Kecepatan udara**

$$0,6 \text{ m/s} < v < 1,5 \text{ m/s}$$

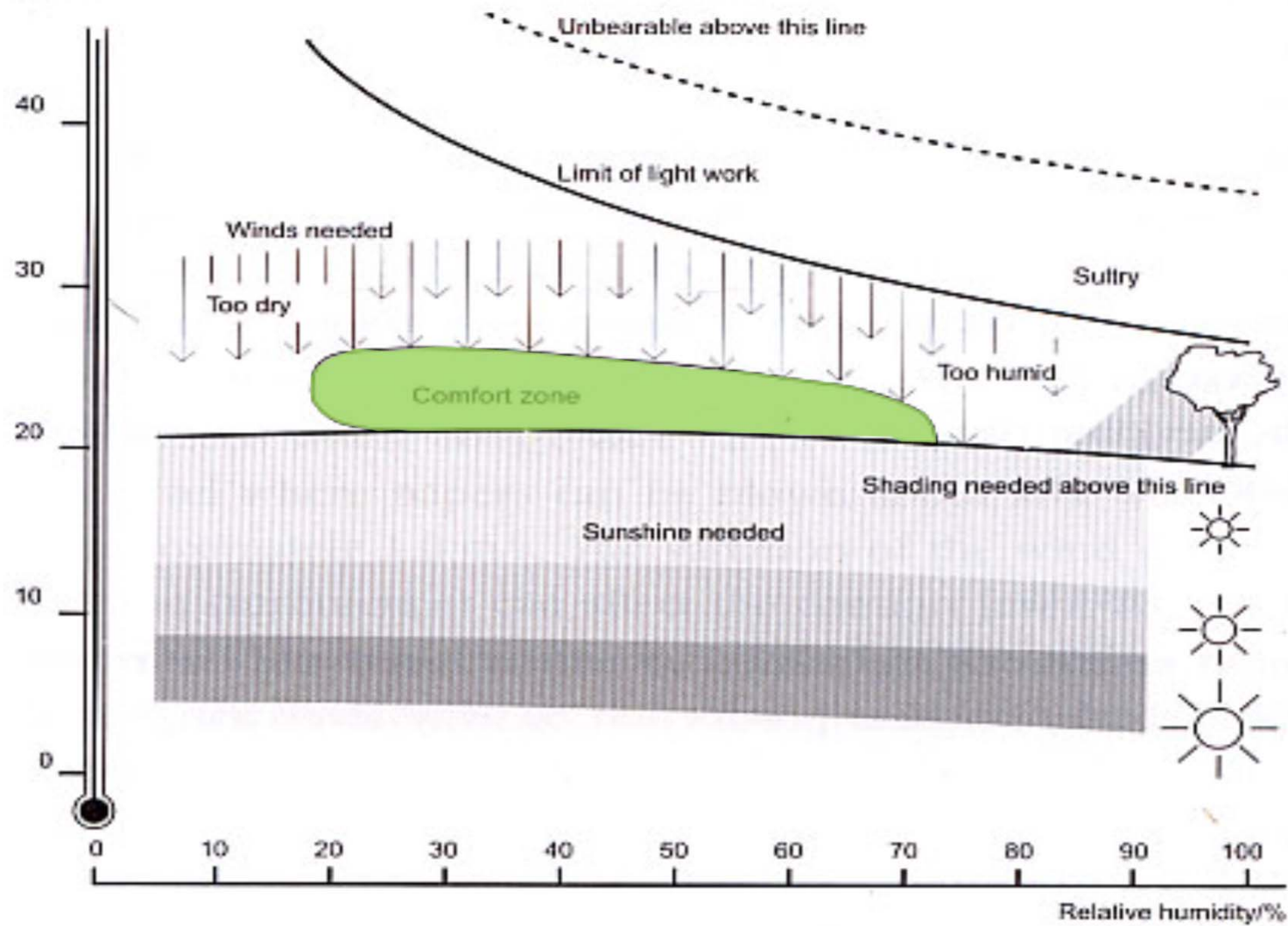


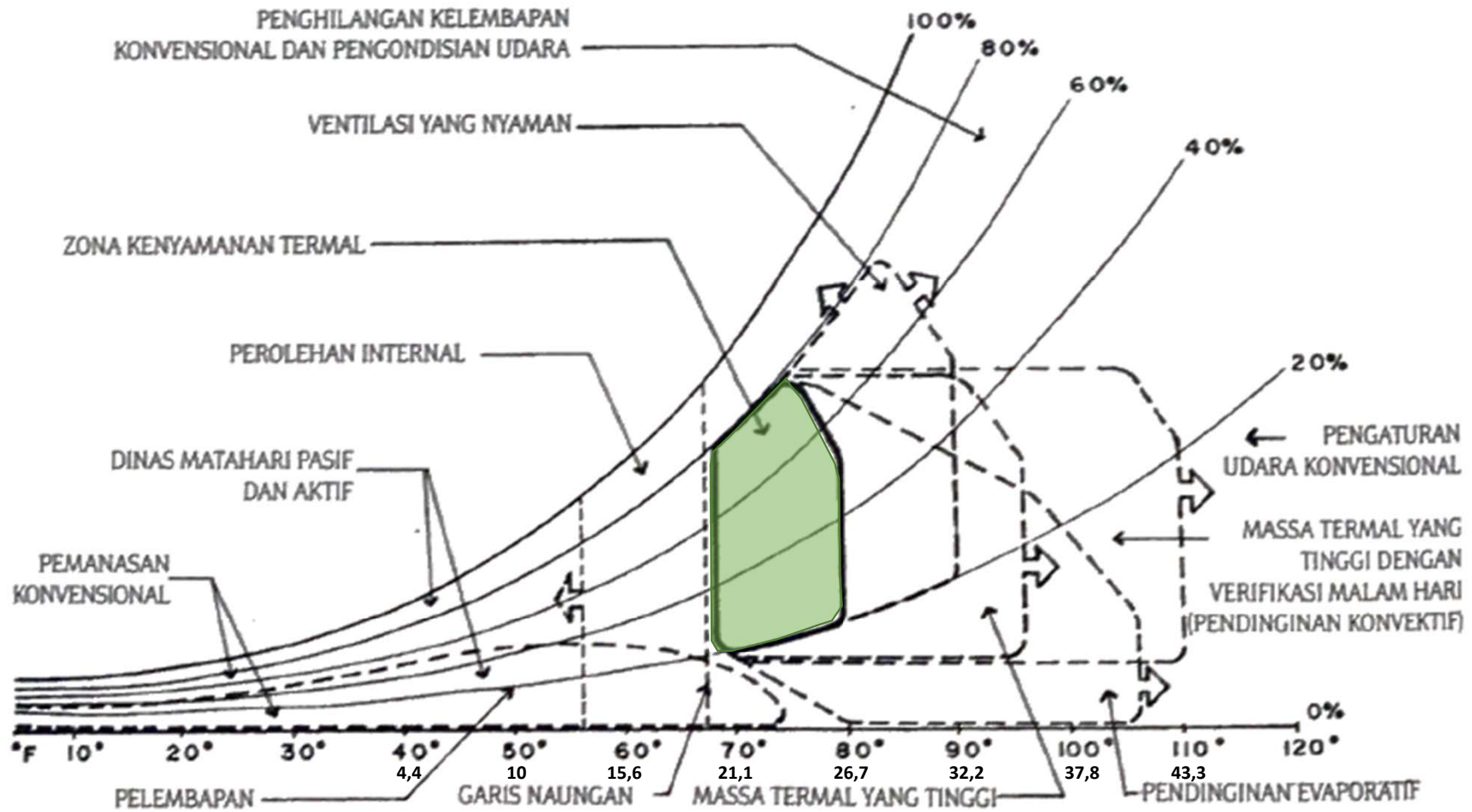






Temp./ °C





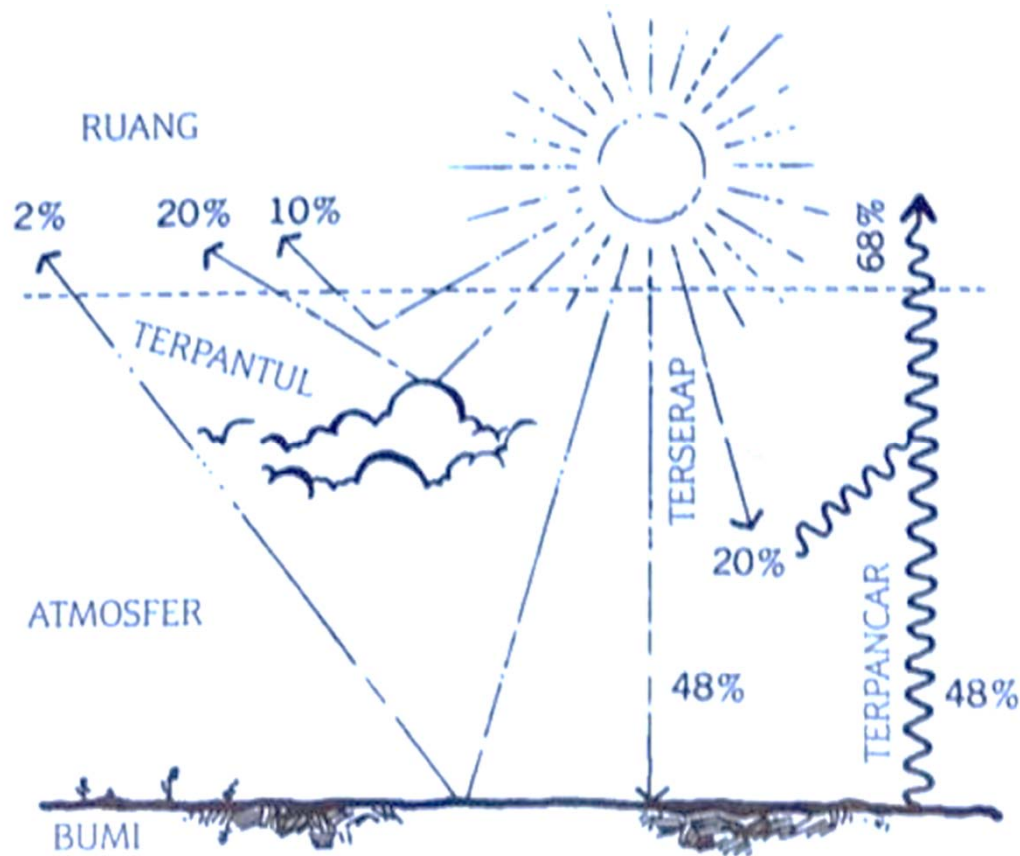
Gambar 4.11 Rangkuman strategi perancangan sebagai sebuah fungsi kondisi-kondisi lingkungan (iklim). (Dikutip dari buku *Psychrometric-Bioclimate Chart*, copyright oleh Baruch Givoni dan Murray Milne)



# 2

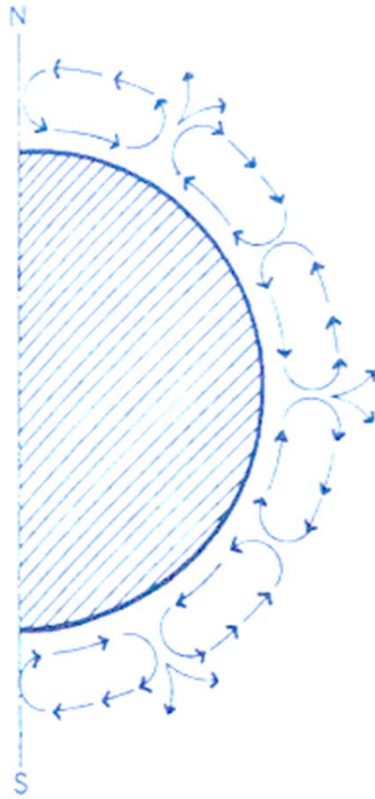
PENGARUH IKLIM

# IKLIM



- Iklim atau cuaca rata-rata terutama merupakan fungsi matahari.
- Atmosfer adalah mesin pemanas raksasa berbahan bakar matahari, karena atmosfer adalah transparan terhadap bumi.
- Karena transparan, maka pemanasan terjadi di permukaan bumi.

# IKLIM



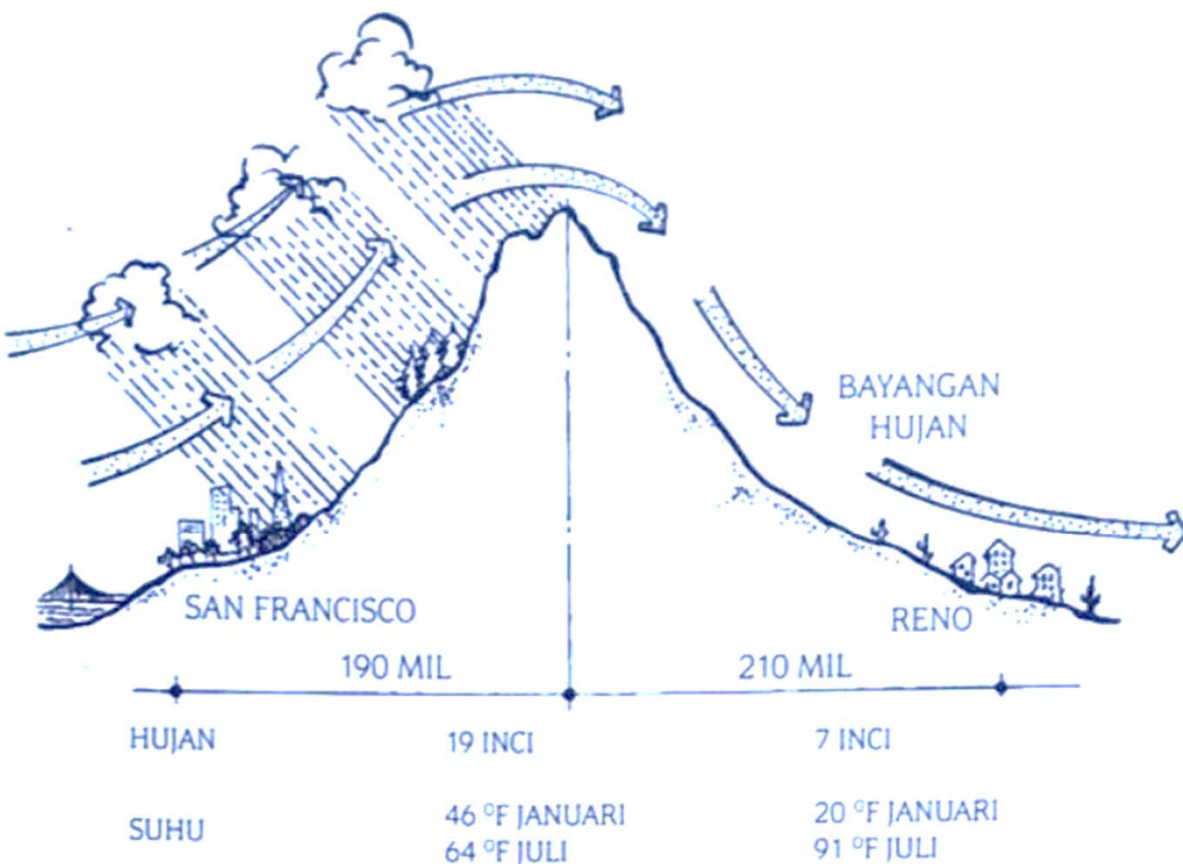
Gambar 5.2b Karena bagian bumi lebih panas di garis khatulistiwa dibanding di daerah kutub, maka terjadilah pancaran konveksi arus bumi yang sangat besar

- Begitu udara menjadi panas, maka udara akan naik dan menyebabkan tekanan rendah di daratan.
- Demikian sebaliknya, bila permukaan bumi tidak sama terkena panas, akan akan terjadi tekanan lebih rendah atau tinggi dibarengi dengan hembusan angin.
- Pergerakan udara dari Kawasan utara-selatan terjadi karena equator menerima panas lebih besar



- Pergerakan udara dari Kawasan utara-selatan terjadi karena equator menerima panas lebih besar
- Pergerakan udara global ini dimodifikasi oleh perubahan musim dan rotasi bumi.
- Perubahan suhu ini juga dipengaruhi oleh temperature air laut yang lebih lambat dalam menerima dan melepaskan panas

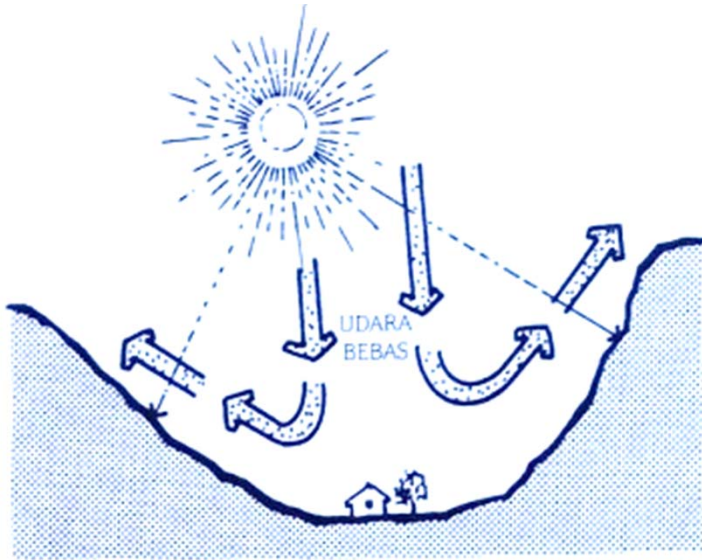




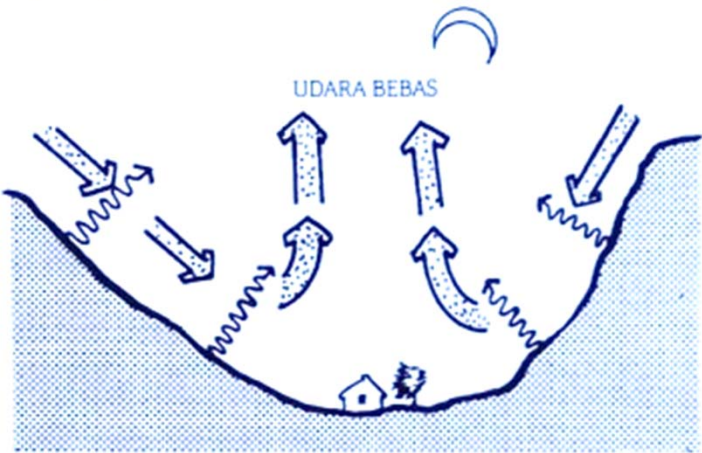
Gambar 5.2d Dalam kasus-kasus tertentu, daerah pegunungan menyebabkan perubahan instan mulai dari agak basah dan dingin menjadi iklim panas dan kering. (Dari *American Buildings 2: The Environment Forces That Shape It* oleh James Marston Fitch, copyright James Marston Fitch, 1972)

- Deretan pegunungan tidak hanya menutup atau mengalihkan angin, tetapi juga memiliki efek utama terjadinya embun di udara.
- Ketika udara naik ke atas, terjadi penurunan temperature sekitar 3,1 derajat Celcius setiap naik 303 m.
- Setiap penambahan dingin akan mengakibatkan terbentuknya embun yang menuju awan, hujan dan salju.
- Pada sisi lain pegunungan, udara yang kering akan turun yang mengakibatkan panas naik lagi



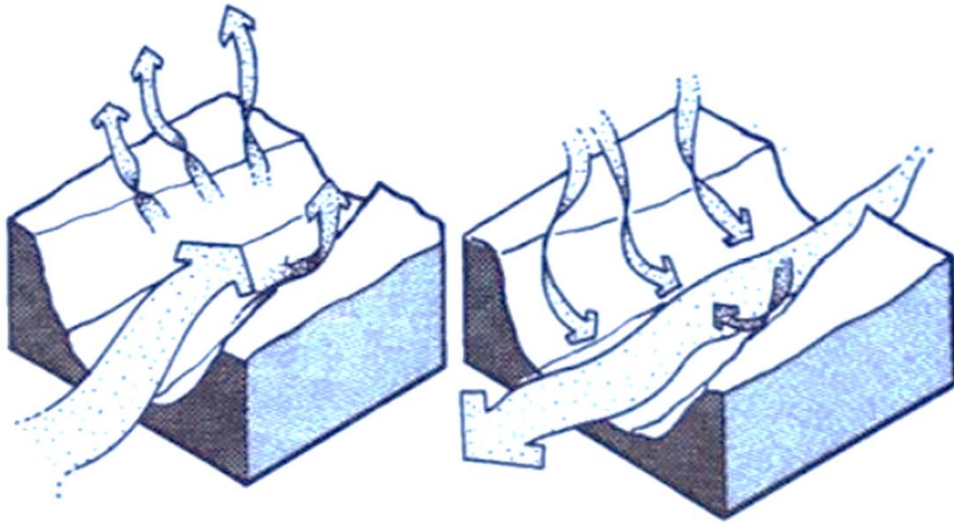


Gambar 5.2e Pada siang hari, udara bergerak naik ke atas menuju daerah sisi pegunungan.



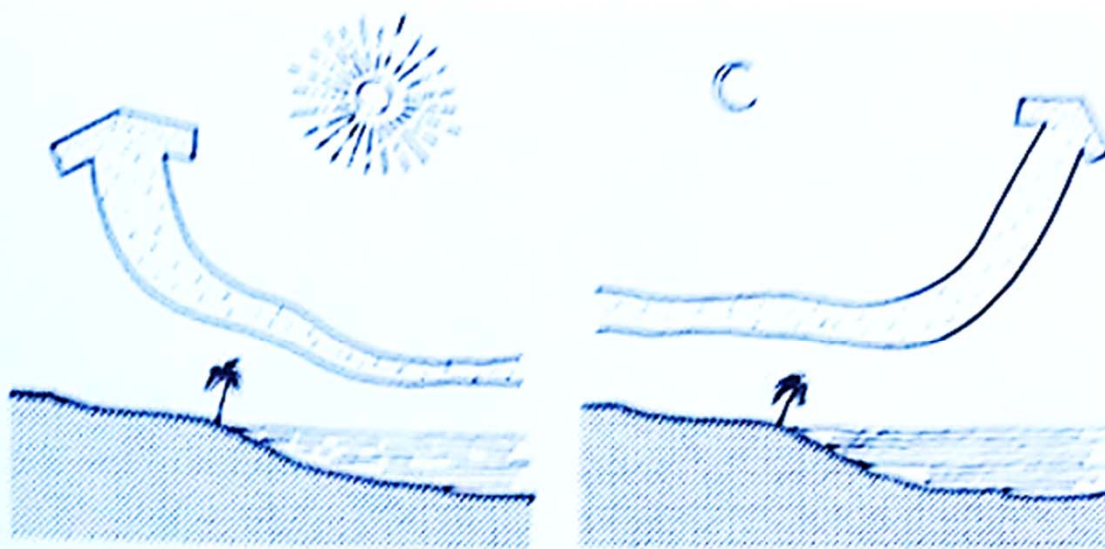
Gambar 5.2f Pada malam hari, tanah mendingin secara cepat karena radiasi dan arus udara bergerak turun ke bawah menuju sisi samping pegunungan.

- Pegunungan juga dapat menjadi angin local siang dan malam yang berbeda
- Selama siang udara bergerak ke permukaan pegunungan, panas meninggi lebih cepat.
- Jadi udara panas bergerak sepanjang kemiringan bumi pada siang hari.
- Pada malam hari proses terjadi sebaliknya, udara turun melalui kemiringan sebab permukaan pegunungan yang dingin oleh radiasi yang lebih cepat dari pada udara



Gambar 5.2g Efek akibat yang terjadi diuraikan pada Gambar. 5.2e dan 5.2f yang banyak terjadi di lembah. Pada siang hari angin kencang menghembus ke atas; pada malam hari angin menghembus pada arah yang berlawanan.

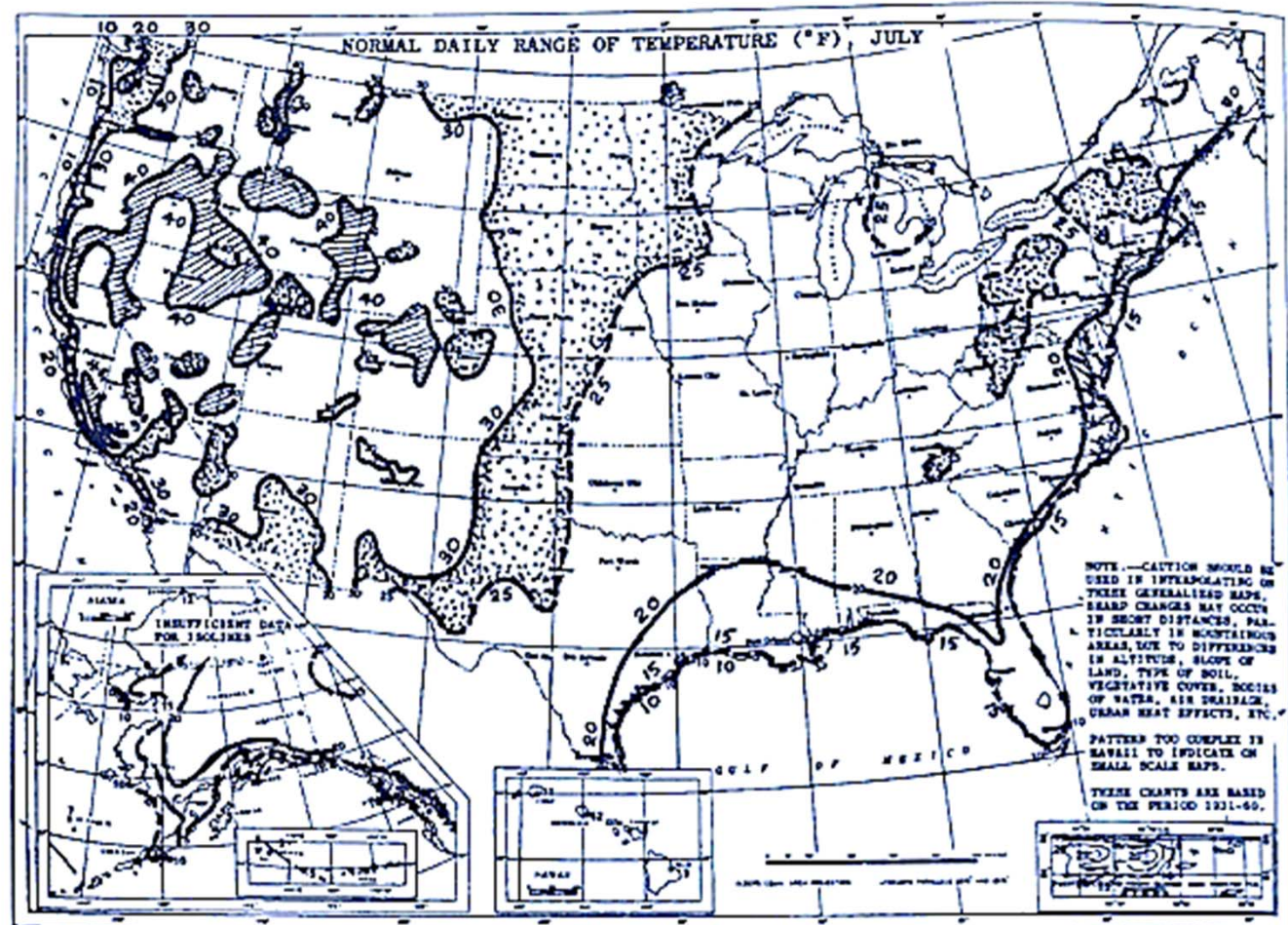
- Proses ini pada lembah akan memberikan arah hembusan angin yang berbeda juga



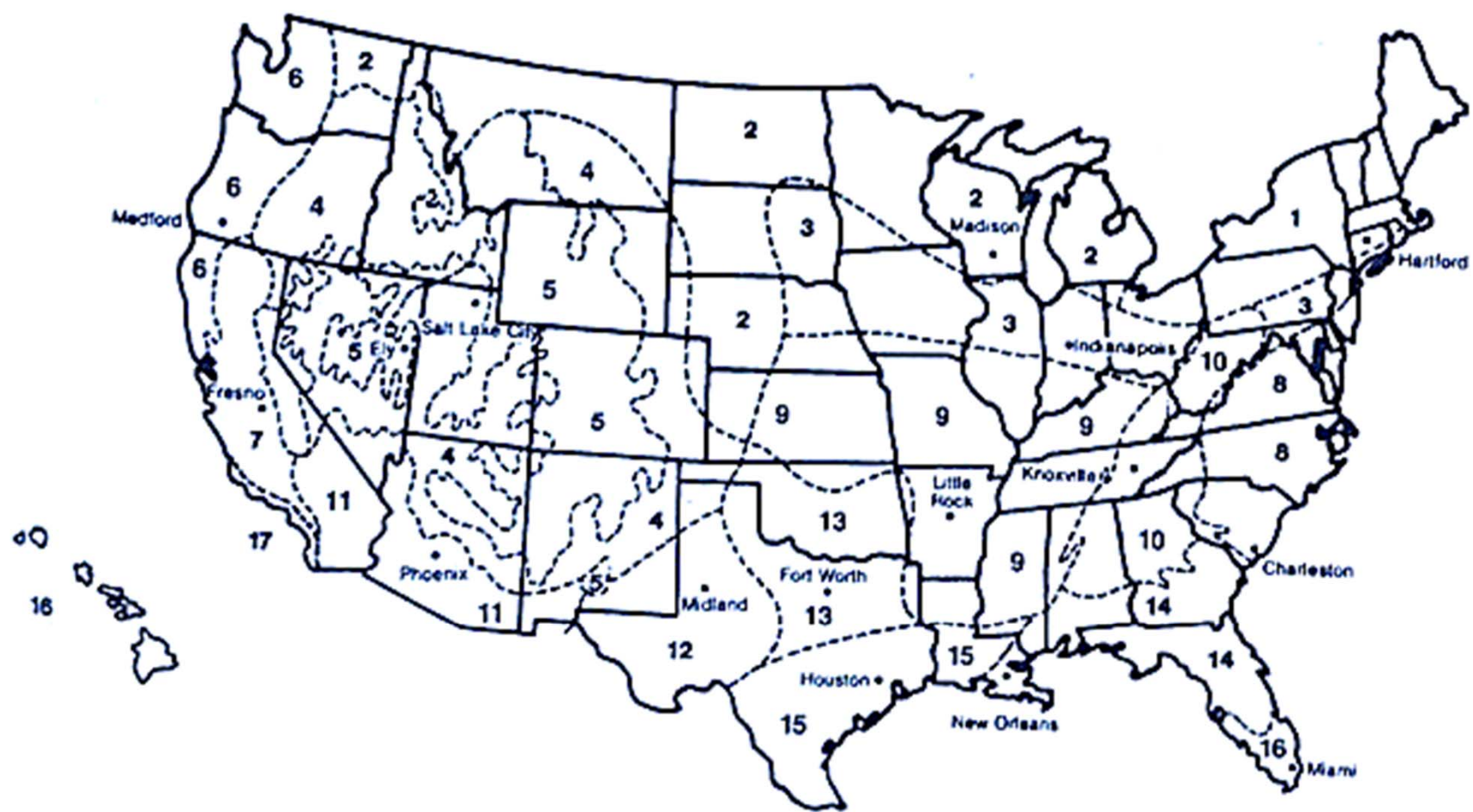
Gambar 5.2h Perbedaan suhu antara daratan dan air menghasilkan angin laut pada siang hari dan angin darat pada malam hari.

- Proses pembalikan arah angin pada siang dan malam juga terjadi pada area daratan dan lautan.
- Pada siang hari terjadi angin laut karena daratan lebih cepat panas
- Sebaliknya pada malam hari terjadi angin darat karena laut lebih panas karena sifat air yang lebih lambat melepaskan panas



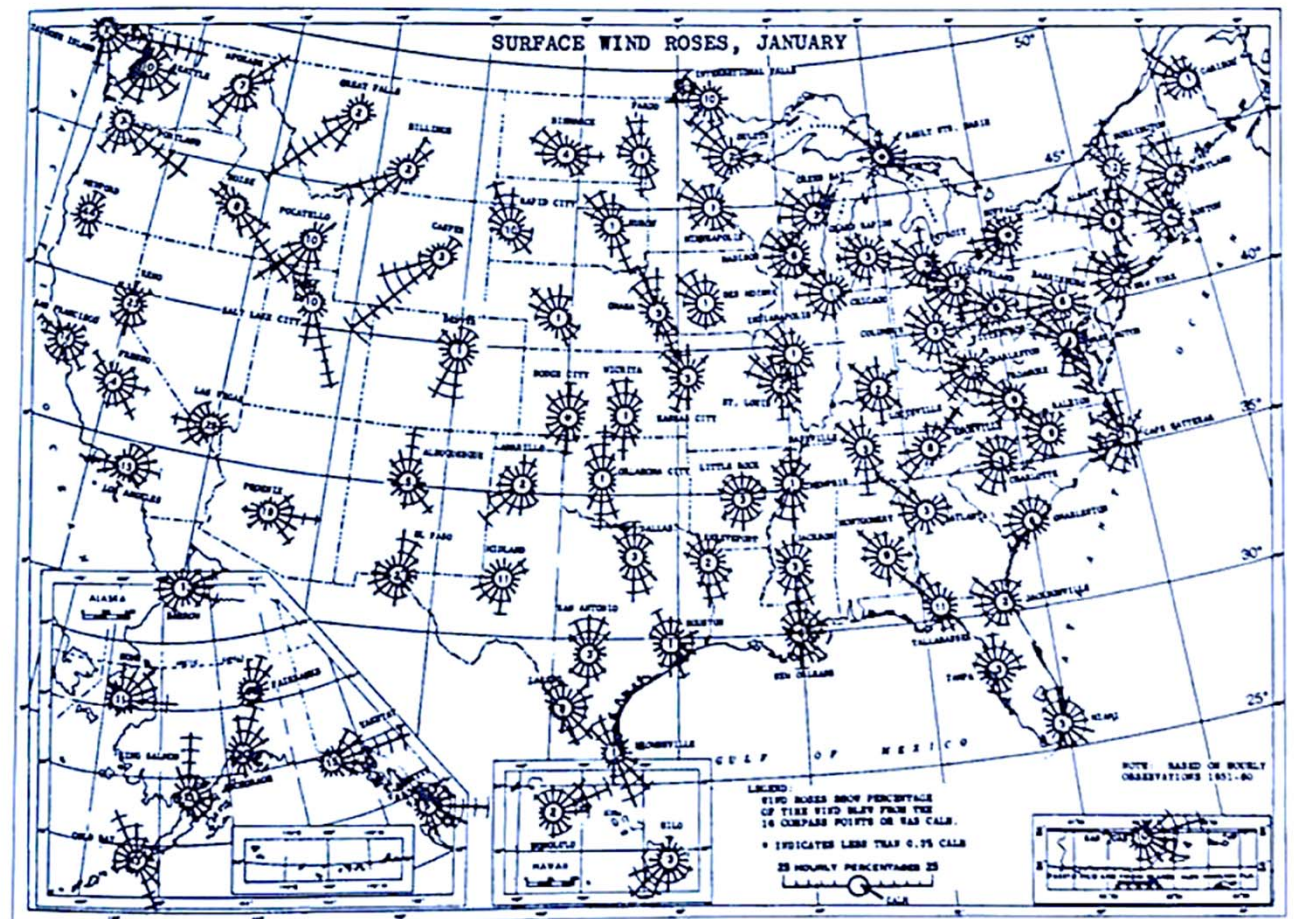


Gambar 5.6c Jangkauan suhu harian normal pada bulan Juli. (Diambil dari *Climate Atlas of the US*, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 1983)

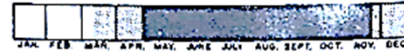


Gambar 5.5 Peta ini memperlihatkan bagaimana Negara Amerika Serikat terbagi menjadi tujuh belas wilayah iklim yang digunakan dalam buku ini. Deskripsi setiap wilayah iklim dapat dilihat pada Tabel Data Iklim setelah ini.



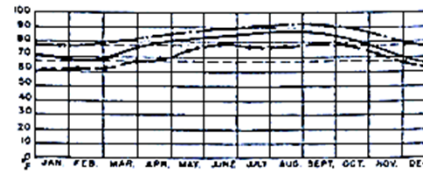


Gambar 5.6d Surface wind roses pada bulan Januari (Diambil dari *Climate Atlas of the US*, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 1983)



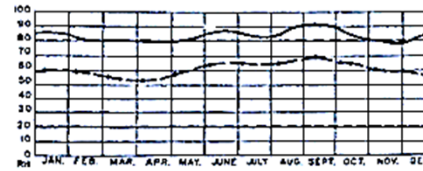
#### KONDISI IKLIM DASAR

Perioda nyaman	% tahun
terlalu panas	20
terlalu dingin	69
	11



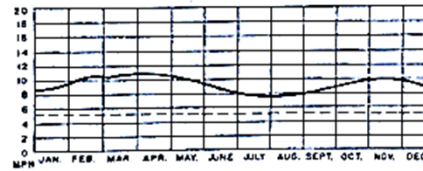
#### SUHU

- jarak suhu nyaman
- suhu maksimum sore hari
- rata-rata suhu harian
- suhu minimum pagi hari



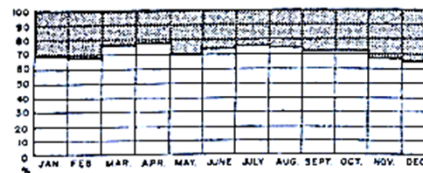
#### KELEMBAPAN RELATIF

- rata-rata kelembapan pagi
- rata-rata kelembapan sore
- jarak kelembapan nyaman



#### KECEPATAN ANGIN

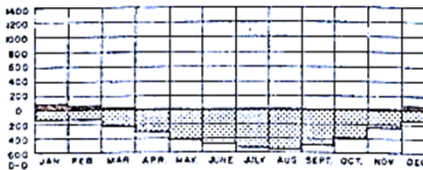
- mean kecepatan angin harian
  - kecepatan angin untuk ventilasi alami yang efektif
- untuk arah angin lihat wind roses pada hlm. 54-58



#### SINAR MATAHARI

rata-rata % jam sinar matahari  
sinar matahari tahunan = 72 %

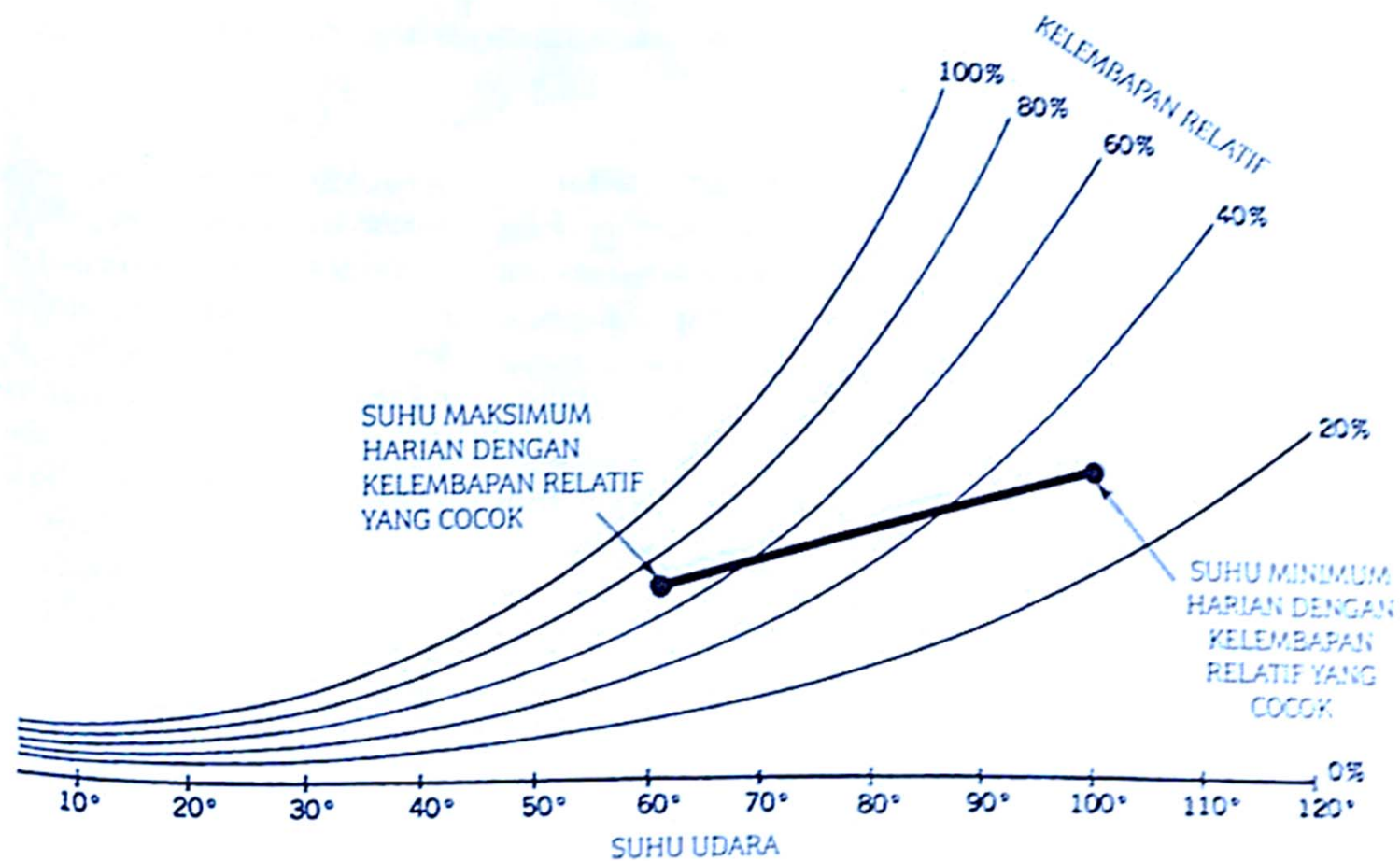
puncak radiasi sinar matahari pada bulan Januari  
Horiz. sq ft = 1300 btu/day  
vert. sq ft = 1450 btu/day



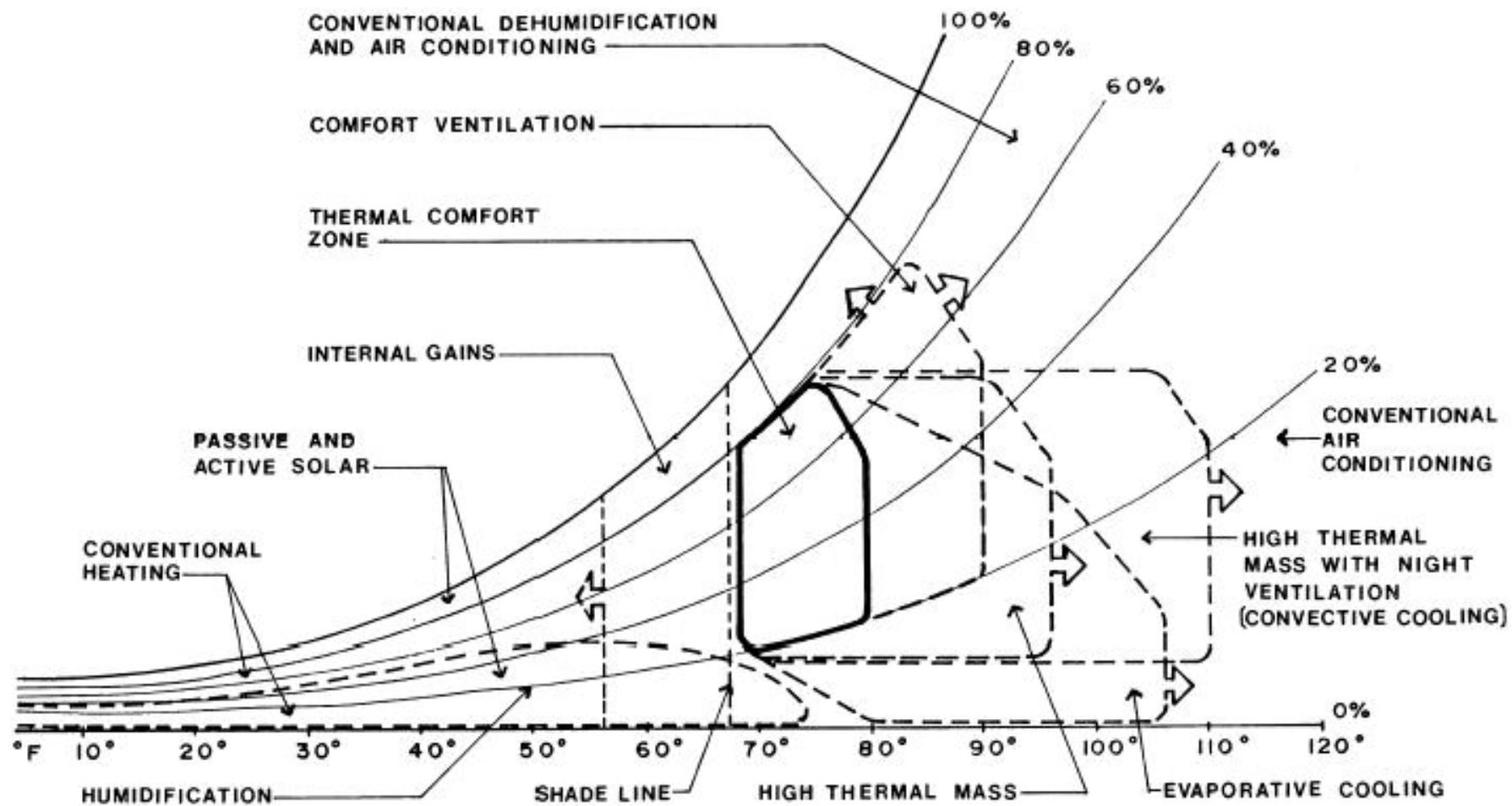
#### TINGKAT-HARI

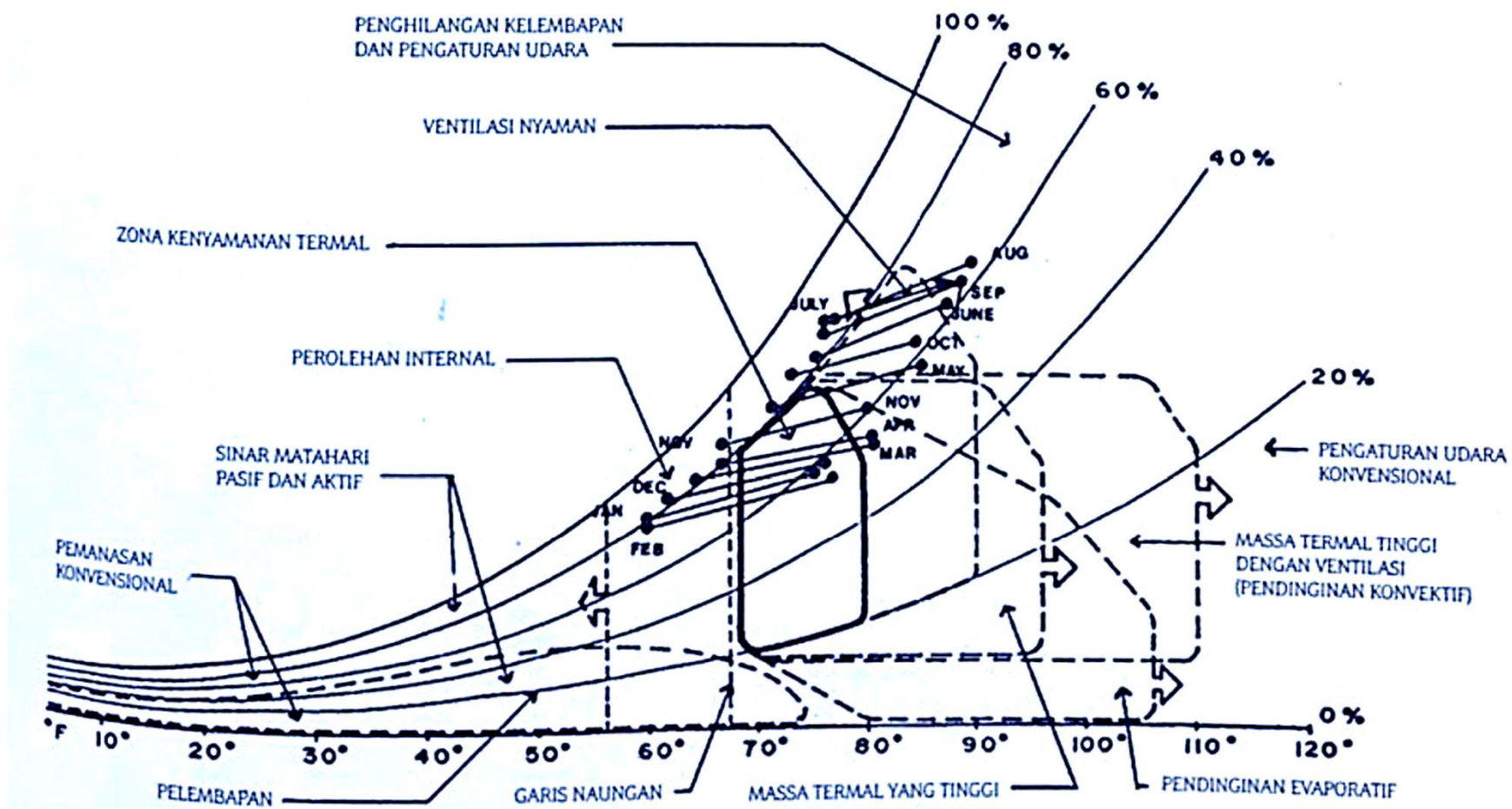
tingkat-hari-pemanasan	tahunan
tingkat-hari-pendinginan	122
	4005

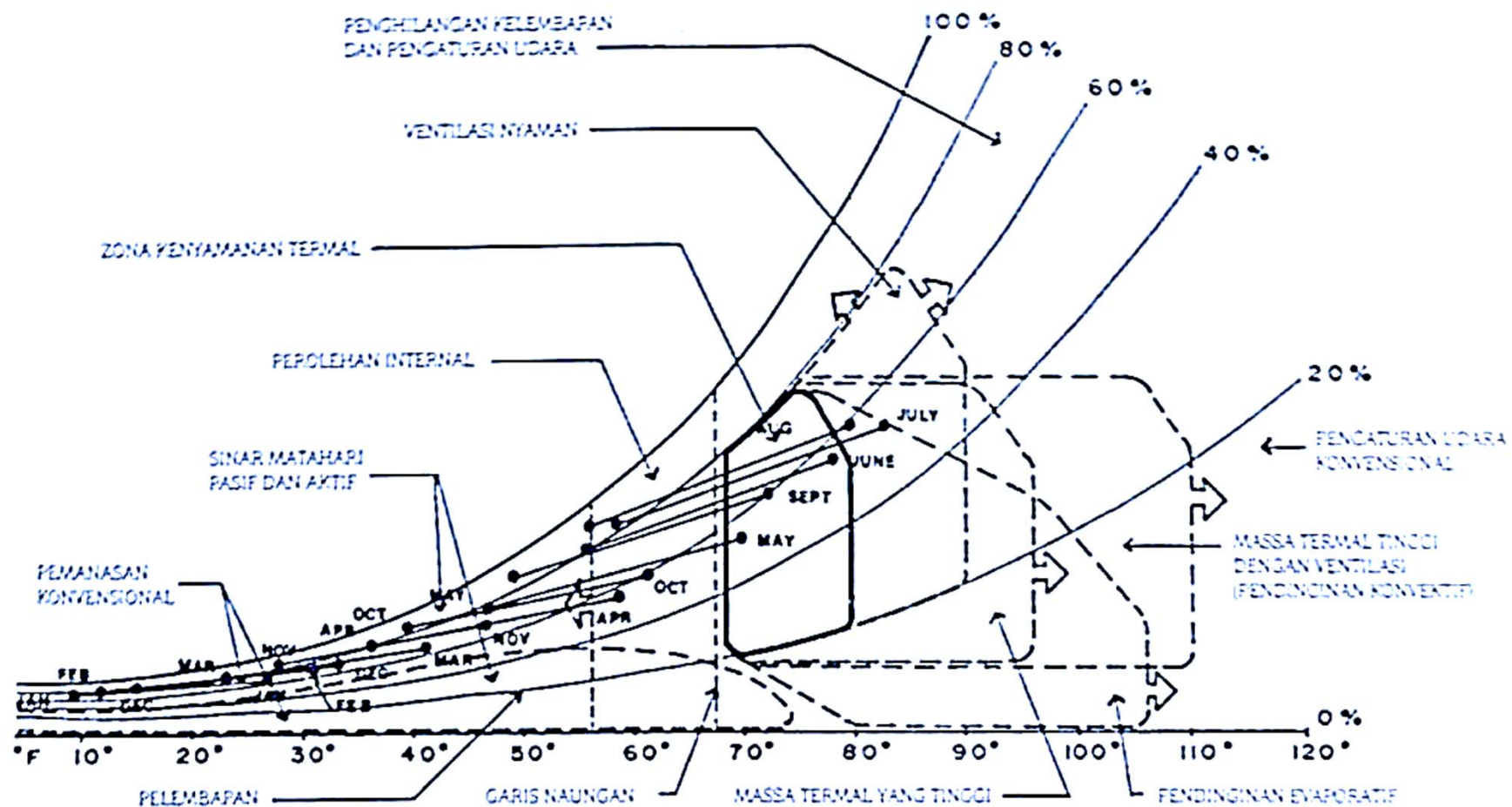




Gambar 5.6b Pada Grafik Psikrometrik-bioklimatik (*psychrometric-bioclimate*) iklim sebuah wilayah sepanjang bulan apa pun diwakili oleh sebuah garis.









## IKLIM DAERAH 1

Kota Acaun: Hartford, Connecticut

### Iklim

Daerah ini, termasuk New England, beriklim dingin dan bersuhu dingin yang sering di bawah titik beku selama musim dingin. Salju sangat biasa dalam sebagian besar daerah ini. Angin musim dingin menambah sangat besar ketidaknyamanan musim dingin yang biasanya datang dari sebelah barat laut dan dari arah barat. Karena sinar matahari tersedia lebih dari 50 persen pada jam siang hari, pemanasan oleh matahari memiliki potensi di sini. Pantulan salju secara signifikan dapat meningkatkan sinar matahari musim dingin fasade di selatan.

Musim panas terasa sangat nyaman dengan waktu panas yang pendek. Angka suhu ekstrem tahunan dapat mencapai lebih dari 120 °F; salah satu faktor yang menyebabkan daerah di Amerika Serikat ini berbukit-berbatu-batu. Ada masa pendek dalam musim panas ketika kelembapan berkombinasi dengan suhu sangat tinggi. Selama musim panas, matahari dapat menghambat sehingga bayang-bayang diperlukan. Angin musim panas umumnya dari selatan dan sangat berharga untuk mencapai kenyamanan.

Curah hujan tahunan sekitar 14 inci dan agaknya terjadi keseragaman sepanjang tahun.

### Prioritas Rancangan Klimatik\*

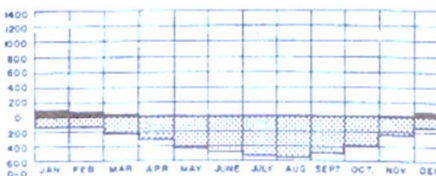
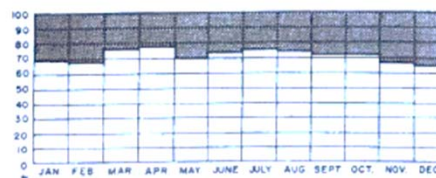
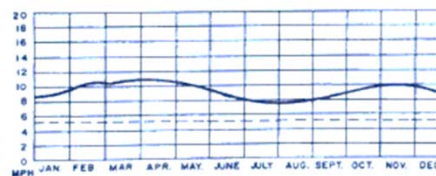
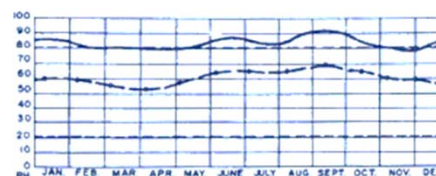
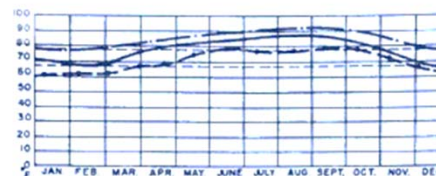
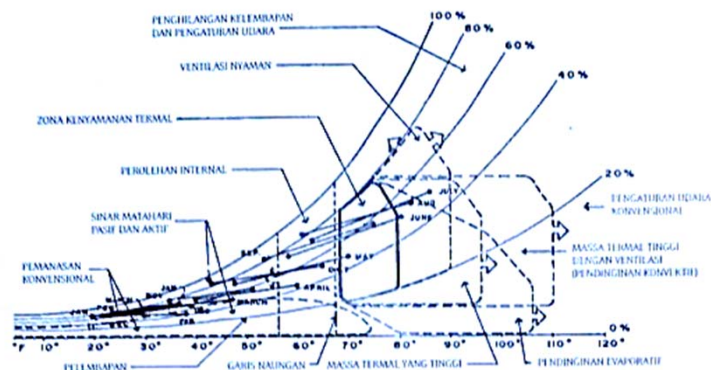
1. Jaga suhu panas di dalam dan suhu dingin tetap di luar selama musim dingin (I)
2. Lindungi dari angin dingin musim dingin (II)
3. Biarkan matahari musim dingin masuk (III).

\*Prioritas rancangan iklim ini hanya untuk tipe bangunan "envelope dominated". Lihat Subbab 5.7 untuk daftar khusus strategi yang cocok untuk mencapai hal di atas

Catatan: Untuk penjelasan Tabel Data Klimatik ini, lihat Subbab 5.6. Sebagian besar materi pada Tabel Data Klimatik berasal dari buku *Regional Guidelines for Building Passive Energy Conserving Homes* oleh AIA Research Corporation.

### Prioritas lebih rendah

4. Lindungi dari matahari musim panas (IV)
5. Gunakan ventilasi alami sebagai pendingin musim panas (V)



### KONDISI IKLIM DASAR

Periode nyaman	% tahun
terlalu panas	20
terlalu dingin	69
	11

### SUHU

jarak suhu nyaman
suhu maksimum sore hari
rata-rata suhu harian
suhu minimum pagi hari

### KELEMBAPAN RELATIF

rata-rata kelembapan pagi
rata-rata kelembapan sore
jarak kelembapan nyaman

### KECEPATAN ANGIN

mean kecepatan angin harian
kecepatan angin untuk ventilasi alami yang efektif
untuk arah angin lihat wind roses pada hlm. 54-58

### SINAR MATAHARI

rata-rata % jam sinar matahari  
sinar matahari tahunan = 72 %

puncak radiasi sinar matahari pada bulan Januari  
Horiz sq ft = 1300\_btu/day  
vert sq ft = 1450\_btu/day

### TINGKAT-HARI

tingkat hari pemanasan	tahunan
tingkat hari pendinginan	199
	4.095

Thank  
You



**Baju Arie Wibawa, ST, MT.**

Kaprodri Arsitektur Universitas PGRI Semarang

E-mail: ***bayu.ariwibawa@gmail.com***