

MATERI I

TINJAUAN MATA KULIAH

VI. DESKRIPSI SINGKAT

Matakuliah Fisika Bangunan-2 mempelajari a) dasar-dasar THERMAL pada bangunan, b) dasar-dasar penghawaan buatan, serta c) serta AKUSTIK, sebagai dasar dalam perancangan arsitektur, mencakup a) keseimbangan *thermal* dan *thermal control*, perhitungan OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*), penghitungan beban panas, b) istilah dan satuan thermal, sistem *thermal comfort*, *thermal control*, contoh penerapan rumus termal; c) sifat fisika bunyi, dasar-dasar perhitungan bunyi, akustik lingkungan (*outdoor*) dan akustik ruang (*Room acoustic*).

Merupakan mata kuliah yang memberikan wacana pentingnya pengetahuan tentang Sistem *Thermal* dan Sistem Akustik sebagai salah satu sub sistem dalam perancangan arsitektur.

Mata kuliah Fisika Bangunan ini merupakan bagian dari Sistem Teknologi Lingkungan (*Environmental Engineering System*) yang mempelajari tentang Aspek Thermal dan Aspek akustik pada bangunan. Menurut Szokolay (2008) :

“The architect’s task is not only the design of building but also the creation of controlled environments for human and their various activities, even if a particular task is the design of only one small building”.

Selanjutnya ditambahkan oleh Szokolay (2008), bahwa:

“ The man-environment relationship has many facets, and accordingly in man-environment systems, several subsystems can be distinguished. As the subject of this work is restricted to the man - made (built)- environment, the main facets of the relationship are:

- 1. Space*
- 2. Light*
- 3. Sound (some-aural-relations)*
- 4. Heat (thermal relations)*
- 5. Resources (especially: energy, water supply and waste disposal “*

Dengan demikian maka aspek termal dan aspek akustik yang dipelajari dalam Fisika Bangunan 2 ini merupakan bagian dari sistem manusia – bangunan – lingkungan yang tidak terpisahkan. Kedua aspek tersebut dijabarkan dalam peta kompetensi (*Competency Mapping*) yang secara garis besar mencakup sistem lingkungan yang berkaitan dengan aspek termal dan akustik, dimana keduanya memiliki subsistem-subsistem yang saling berhubungan satu sama lain. Kedua aspek juga tidak terlepas

dari karakteristik wilayah Indonesia sebagai daerah beriklim tropis yang memiliki spesifikasi kondisi cuaca yang khas seperti: temperatur yang tinggi, kelembaban yang tinggi, radiasi panas sepanjang tahun, curah hujan tinggi, serta kecepatan angin yang cukup ekstrim.

Pokok bahasan termal mempelajari tentang kondisi iklim tropis, daerah tropis, sifat fisika termal, sistem transfer termal, *passive design*, keseimbangan termal, *Overall Thermal Transfer Value (OTTV)* dan aplikasi *OTTV*.

Sedangkan pokok bahasan Akustik akan dibagi lagi menjadi akustik lingkungan (*environmental acoustic*) dan akustik bangunan (*Indoor Acoustic*). Pokok bahasan akustik akan didahului dengan dasar fisika bunyi terlebih dahulu baru akan dijabarkan mengenai sub sistem akustik lingkungan dilanjutkan dengan akustik bangunan.

Pembahasan mengenai Akustik Lingkungan (*Environmental Acoustic*) akan menerangkan mengenai sifat bunyi pada ruang terbuka, jenis-jenis bunyi, propagasi bunyi, pembobotan bunyi, aspek kontekstual bunyi pada bangunan, serta penentuan Garis Sepadan Bangunan (GSB) pada kawasan ruang kota dikaitkan dengan ilmu akustik lingkungan. Sementara itu, pembahasan mengenai akustik dalam bangunan (*Indoor Acoustic*) akan mempelajari mengenai sifat bunyi dalam ruang tertutup, variabel akustik ruang seperti koefisien absorpsi, absorpsi total ruang serta yang terpenting adalah pembahasan mengenai Waktu Dengung (*Reverberation Time*). Waktu Dengung atau *Reverberation Time* (R_t) merupakan indikator keberhasilan dalam pembuatan disain akustik ruang yang dipengaruhi oleh sub variabel dimensi ruang dan fungsi ruang tertentu.

Tugas-tugas dan contoh soal akan dijabarkan ke dalam masing-masing sub pokok bahasan disertai dengan jawaban kunci untuk mempermudah pemahaman.

VII. RELEVANSI

Dalam sistem teknologi lingkungan, dimana manusia dan bangunan serta lingkungan tidak dapat dipisahkan satu sama lain, maka posisi termal dan akustik merupakan sebagian dari sistem keseluruhan yang terdiri dari: ruang (*space*), cahaya (*light*), panas (*thermal*), suara (*acoustic*), dan sumber daya (*resources*).

Panas/termal merupakan substansi yang terpenting dalam sistem teknologi lingkungan karena memiliki efek terbesar dalam penggunaan energi dalam bangunan dan konsep keberlanjutan dalam sistem secara keseluruhan.

Sedangkan dalam pembahasan mengenai akustik maka perlu pemahaman bahwa Tidak selalu bunyi yang ingin didengar, diterima jelas ditelinga, karena adanya gangguan bunyi lain yang sebenarnya tidak kita inginkan, namun terdengar di telinga. Sehingga perlu upaya kontrol kebisingan dalam perencanaan bangunan. Oleh karena itu, pengetahuan mengenai akustik dalam Arsitektur sebagai salah satu sub sistem dalam

Perancangan Arsitektur akan diberikan dalam proses belajar mengajar di semester ini melalui Mata Kuliah Termal dan Akustik.

VIII. KOMPETENSI

4. Standar Kompetensi

Dengan dikuasainya kreatifitas desain, dasar-dasar fisika gelombang bunyi, penghitungan pengurangan tingkat bunyi dan diberikannya denah, tampak, potongan suatu bangunan, setelah mengikuti proses perkuliahan ini, diharapkan mahasiswa semester 4 Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro akan dapat merancang sistem termal dan sistem akustik pada suatu ruang atau suatu bangunan dengan 80% sesuai standar dan kaidah arsitektur

Pada akhir perkuliahan Fisika Bangunan 2 mahasiswa diharapkan mampu mendisain (C5) dan mensimulasikan prinsip-prinsip dasar *thermal comfort*, ke dalam aspek aspek kontekstual, paling tidak mulai dari Perancangan Arsitektur-2 semester 4 (empat).

Pada akhir perkuliahan Fisika Bangunan-2 mahasiswa diharapkan mampu mensintesa (C5) prinsip-prinsip dasar sistem termal bangunan, akustik lingkungan, dan akustik ruang, sebagai pemahaman dasar bangunan hemat energi setidaknya dapat menerapkannya pada bangunan sederhana mulai dari matakuliah Perancangan Arsitektur-2 semester 4

Pada akhir kuliah mahasiswa diharapkan akan mampu merumuskan/menguraikan (C3) prinsip prinsip dasar sistem pengkondisian udara dan sistem akustik. Paling tidak kedalam salah satu “aspek panduan perancangan” dan menerapkannya (C3) dalam analisis perancangan ruang/bangunan/kawasan.

5. Kompetensi Dasar

Dengan diberikannya peta kompetensi Mata kuliah Fisika Bangunan 2 (dua) tentang *Thermal & Acoustic*, maka mahasiswa dapat menyebutkan dengan jelas (C2) semua sistem dalam *environmental engineering* serta mampu memahami (C2) posisi sub sistem *Thermal* dan *Acoustic* pada bangunan dengan benar.

6. Indikator

Kemampuan mahasiswa semester 4 Jurusan Arsitektur dalam menjelaskan kembali serta menerapkan konsep dasar sub sistem termal pada bangunan dengan indikator kemampuannya dalam :

- a. Menyebutkan dengan benar semua sub sistem *environmental engineering* dengan benar
- b. Menyebutkan definisi termal dan akustik dengan benar
- c. Memahami hubungan termal dan akustik dalam satu satuan sistem perancangan sebagai dasar MK Perancangan Arsitektur 4 di Jurusan Arsitektur FT UNDIP.

IX. KONTRAK PEMBELAJARAN

KONTRAK PEMBELAJARAN

Nama Mata Kuliah	: Fisika Bangunan 2 (<i>Thermal & Acoustic</i>)
Kode Mata Kuliah/ SKS	: TKA 464/ 2 SKS
Semester	: 4 (empat)
Tempat Pertemuan	: Ruang Kuliah Gedung Prof. Ir. Eko Budihardjo 101/102

1. Standar Kompetensi

Pada akhir perkuliahan Fisika Bangunan 2 mahasiswa diharapkan mampu menerapkan (C3) dan mensimulasikan (C4) prinsip-prinsip dasar *thermal comfort*, ke dalam aspek aspek kontekstual, paling tidak mulai dari Perancangan Arsitektur-2 semester 4 (empat) yang berisi tentang kompetensi dasar design (C6).

Pada akhir perkuliahan Fisika Bangunan-2 mahasiswa diharapkan mampu mensintesis (C5) prinsip-prinsip dasar pengkondisian udara, akustik lingkungan, dan akustik ruang, sebagai pemahaman dasar bangunan hemat energi setidaknya dapat menerapkannya pada bangunan sederhana mulai dari matakuliah Perancangan Arsitektur-2 semester 4

Pada akhir kuliah mahasiswa diharapkan akan mampu merumuskan / menguraikan prinsip prinsip dasar sistem pengkondisian udara dan sistem akustik. Paling tidak kedalam salah satu “aspek panduan perancangan” dan menerapkannya dalam analisis perancangan ruang / bangunan / kawasan

2. Deskripsi Pembelajaran

Matakuliah Fisika Bangunan-2 mempelajari a) dasar-dasar *THERMAL* pada bangunan, b) dasar-dasar penghawaan buatan, serta c) serta AKUSTIK, sebagai dasar dalam perancangan arsitektur, mencakup a) keseimbangan termal dan *thermal control*, perhitungan *OTTV*, penghitungan beban panas, b) istilah dan satuan termal, sistem *thermal comfort*, *thermal control*, contoh penerapan rumus termal; c) sifat fisika bunyi, dasar-dasar perhitungan bunyi, akustik lingkungan (*outdoor*) dan akustik ruang (*Room acoustic*).

Merupakan mata kuliah yang memberikan wacana pentingnya pengetahuan tentang Sistem *Thermal* dan Sistem Akustik sebagai salah satu sub sistem dalam perancangan

arsitektur

3. Strategi Pembelajaran

- Kuliah tatap muka dengan menggunakan media pembelajaran (LCD Projector).
- Diskusi antar kelompok mahasiswa, dengan thema sesuai dengan bahan kuliah. Dosen berperan sebagai fasilitator.
- Pembuatan tugas kelompok/individu.

4. Tugas

Mata kuliah Fisika Bangunan terdiri dari 2 (dua) materi pokok, yaitu *Thermal & Acoustic*. Sehingga tugas MK dibagi menjadi 2, yaitu tugas *Thermal* dan Tugas *Acoustic* pada tengah semester pertama dan tengah semester kedua

Hasil penilaian 2 (dua) tugas akan dirata rata dan diberi bobot sebesar masing-masing 50%.

5. Kriteria Penilaian

Persyaratan mengikuti ujian adalah mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan minimal 75% x 16). Sistem penilaian dilakukan dengan menggunakan proporsi bobot sebagai berikut:

- Ujian : 40 %.
- Mid Semester : 30%.
- Tugas : 30%.

8. Jadwal Pembelajaran

Minggu ke	Topik Bahasan	Referensi
1.	Kuliah Pengantar	P1, P2, P3
2.	Daerah Tropis Dan Kenyamanan Termal	P1, P3
3.	Respon Manusia terhadap panas	P1, P2, P3
4.	Keseimbangan Termal pada Bangunan	P2, P3, P6, P7

5.	Pengantar OTTV dan Konduksi pada Bangunan	P2, P3, P6,P7
6.	Radiasi pada dinding trasparant (Solar Heat Gain)	P2, P3,P6,P7
7.	<i>Overall Thermal Transfer Value</i> (OTTV) pada Bangunan Sederhana	P2, P3,P6,P7
8.	MID SEMESTER (Rangkuman materi Thermal)	
9.	Dasar Fisika Bunyi	P4, P5,P8, P9
10.	Pengurangan Bunyi Penggabungan Bunyi	P4, P5,P11
11.	Penentuan GSB Bangunan Noise Control pada bangunan	P4, P5,P10, P11
12.	SLM (<i>Sound Level Meter</i>)	P4, P5,P10, P11
13.	Akustik Ruang dan Waktu Dengung	P4, P5,P9, P11
14.	Material Akustik Berbahan Limbah	P4, P5,P9, P11
15.	Desain Akustik Ruang	P4, P5,P9, P11
16.	UJIAN AKHIR SEMESTER	P4, P5,P9, P11

X. DAFTAR PUSTAKA

- P1. Lippsmeier, Georg, 1997, *Bangunan Tropis*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- P2. Satwiko, Prasasto, 2009, *Fisika Bangunan*, Penerbit ANDY Yogyakarta.
- P3. S.V. Szokolay, 2008, *Introduction to Architectural Science - The Basis of Sustainable Design*, Architectural Press is an imprint of Elsevier Linacre House, Oxford.
- P4. S.V. Szokolay, 1980, *Environmental Science Handbook for architects and builders*, Wiley Publisher, ISBN-10: 0470269049, ISBN-13: 978-0470269046.
- P5. Cyril. M.Harris, 1994, *Noise Control Handbook*
- P6. Leslie Doelle, (1989) *Akustik Lingkungan*
- P7. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6389-2000, *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- P8. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6389-2011, *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- P9. N.V. Baker,1987,*Passive and Low Energy Building Design for Tropical Island Climates*, The ECD Partnership, Lonodn, UK

- P10. C.E. Mediastika, *Akustika Bangunan*, Prinsip-prinsip dan Penerapannya di Indonesia, Penerbit Erlangga, Indonesia, ISBN : 979-781-053-4 (2004).
- P11. Ermann, M. (2015). *Architectural Acoustics*. New Jersey: Wiley.
- P12. M. Harrison, *Vehicle Refinement – Controlling Noise and Vibration in Road Vehicles*, SAE International, Warrendale, USA, ISBN 0 7680 1505 7 (2004).
- P13. E. Setyowati (2015), *Strategi Kontrol Kebisingan Melalui Disain Master Plan – Studi Kasus Perumahan Kawasan Bandara*, , Semarang, ISBN: 978-602-73644-1-7.
- P14. Soegijanto, 1999: *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- P16. E. Setyowati, G. Hardiman. S T.Atmadja, A. Satyapratama (2016), *Material Akustik Berbahan Limbah Hasil Hutan dan Perkebunan*, Semarang, ISBN: 978-602-73644-3-1.
- P17. E. Setyowati, G. Hardiman, Purwanto (2015), *Material Beton Rendah Emisi yang Berkelanjutan*, CV. Tigamedia Pratama, Semarang, ISBN: 978-602-73644-2-4..
- P18. American Society for Testing and Materials., ASTM E 413. *Classification for Rating Sound Insulation*. USA (2004).
- P19. Japanese Standard Association (JSA). 1963. JIS A 1405. *Methods of Test for Sound Absorption of Acoustical Material by the Tube Method*: Japanese Standard Association.

MATERI II

DAERAH TROPIS DAN KENYAMANAN THERMAL

I. DESKRIPSI SINGKAT

Daerah tropis merupakan daerah dengan spesifikasi iklim yang khas. Di daerah beriklim tropis lembab, terdapat kondisi cuaca yang spesifik dan berbeda dibandingkan dengan kondisi di daerah iklim tropis kering (G. Lippsmeier, 1997). Di daerah beriklim tropis kering, temperatur harian bisa sangat fluktuatif perbedaannya. Namun pada daerah yang beriklim tropis lembab, temperatur harian memiliki perbedaan rata-rata sampai dengan 8°C. Sedangkan perbedaan temperatur tahunan sangat kecil.

Pada kelembaban yang tinggi, temperatur selalu hampir sama sepanjang tahun (R.M. Soegiyanto, 1999). Iklim yang berpengaruh terhadap perencanaan bangunan tropis adalah temperatur udara, kelembaban udara, arah angin, kecepatan angin, radiasi matahari, cahaya matahari serta faktor langit. Faktor-faktor tersebut akan sangat mempengaruhi tingkat kenyamanan termal penghuni di dalam bangunan. Untuk itu materi kedua tentang daerah tropis, ciri-ciri iklim serta variabel-variabel kenyamanan termal akan sangat bermanfaat dalam mendukung proses disain dan perancangan arsitektur di daerah tropis.

II. RELEVANSI

Kondisi daerah tropis yang berada di sekitar garis katulistiwa menyebabkan perbedaan spesifikasi iklim dibandingkan dengan daerah yang memiliki 4 (empat) musim. Dua musim yang terjadi di daerah tropis yaitu musim kemarau (panas) dan musim penghujan yang dipengaruhi oleh letak geografis diantara dua benua dan dua samudra. Karena letaknya yang berada di seputar garis katulistiwa maka pada tengah tahun pertama matahari berada di utara garis katulistiwa dan pada tengah tahun kedua matahari berada di belahan bagian selatan katulistiwa.

III. KOMPETENSI

1. Standar Kompetensi

Dengan dikuasainya pemahaman tentang daerah tropis, konsekuensi logis dari bangunan di daerah tropis dan tingkat kenyamanan termal, maka setelah mengikuti proses perkuliahan Fisika Bangunan materi termal, diharapkan mahasiswa semester 4 Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas

Diponegoro akan dapat merancang (C5) tata letak orientasi serta penghitungan tingkat kenyamanan termal pada suatu bangunan dengan 80% sesuai standar dan kaidah arsitektur

Pada akhir perkuliahan materi kedua ini, mahasiswa diharapkan mampu mendisain dan mensimulasikan (C5) aspek kontekstual tata letak bangunan serta pencapaian kenyamanan termal pada bangunan, paling tidak mulai dari Perancangan Arsitektur-2 semester 4 (empat).

2. Kompetensi Dasar

Dengan diberikannya materi daerah tropis, lintasan matahari, sistem pembayangan serta tingkat kenyamanan thermal maka mahasiswa dapat mensintesis (C5) dengan jelas kaitan bangunan terhadap konsekuensi logis dalam disain terhadap kondisi iklim tropis yang meliputi : desain tata letak dan orientasi bangunan dan pencapaian tingkat kenyamanan termal dalam bangunan.

3. Indikator

Kemampuan mahasiswa semester 4 Jurusan Arsitektur dalam menjelaskan kembali serta menerapkan konsep dasar pemahaman bangunan di daerah tropis dengan indikator kemampuannya dalam :

- a. Mendisain tata letak bangunan dengan benar sesuai dengan letak geografis maupun posisi bangunan pada lingkungan serta konsekuensinya apabila hal tersebut mendapatkan kendala yang cukup signifikan terhadap lingkungan tempat dimana bangunan berada.
- b. Memahami bagaimana kondisi kenyamanan thermal di lingkungan tempat tinggal.
- c. Memahami diagram *Yaglou*
- d. Memahami diagram *psychrometric*
- e. Memahami diagram *Olgay*

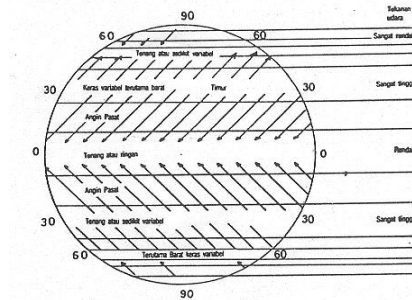
IV. DAERAH TROPIS DAN KENYAMANAN TERMAL

1. DAERAH TROPIS

Daerah tropis terletak di antara garis balik lintang utara dan garis balik lintang selatan. Orbit bumi sedemikian rupa sehingga matahari memiliki posisi maksimal di $23,45^{\circ}$ LU dan $23,45^{\circ}$ LS sepanjang tahun (G. Lippsmeier, 1997, S.V. Szokolay, 2008). Sementara itu, daerah iklim tropis dunia di bagi menjadi daerah iklim tropis kering

dan tropis basah. Pembagian daerah iklim tropis secara umum dapat dibagi dalam dua kategori (G. Lippsmeier, 1997):

- a) Daerah tropis dan kering dengan padang pasir, stepa, dan savana kering



Gambar 2.01. Arah Angin dan Tekanan di Bumi (G. Lippsmeier, 1997)

- b) Daerah tropis dan lembab dengan hutan tropis, daerah-daerah dengan angin musim dan savana lembab.

Daerah Tropis Kering

Daerah tropis kering meliputi daerah-daerah seperti di Afrika dan Arab Saudi yang meliputi area gurun pasir. Daerah padang pasir yang tandus memiliki karakter iklim kering dan hampir tidak mengenal hujan. Pada siang hari, daerah seperti ini memiliki temperatur yang cukup tinggi dan penguapan yang sangat besar. Sungai-sungai hampir kering karena air cepat sekali mengalir dan menguap. Kondisi ini menyebabkan manusia tidak dapat memanfaatkan secara optimal manfaat air sungai dan air hujan. Padang pasir berubah menjadi setengah padang pasir, tanaman-tanaman dengan karakter sedikit daun dan daun dengan daging daun yang tebal untuk menyimpan kandungan air, seperti kaktus sangat sering dijumpai. Kondisi padang pasir dengan curah hujan yang berlebih akan mengakibatkan stepa dan savana kering (G. Lippsmeier, 1997).

Daerah Tropis Lembab

Daerah lembab mencakup savana lembab, daerah dengan angin musim dan hutan hujan tropis. Daerah lembab dan daerah bermusim hujan memiliki satu atau dua musim hujan dengan batas yang jelas; Tumbuhan di daerah ini lebat dan mampu melewati musim kering panjang tanpa akibat yang berarti. Hutan hujan (*rain forest*) tidak mengenal periode kering. pengertian rimba (jungle) di daerah ini lebih tepat,

meskipun hutan seperti ini juga terdapat di daerah musim tertentu (India) ciri khas daerah ini adalah rendahnya perbedaan temperatur harian dan tahunan; pada kelembaban udara yang tinggi, temperatur selalu hampir sama sepanjang tahun (G. Lippsmeier, 1997). Lebih lanjut, G. Lippsmeier menyatakan bahwa kondisi iklim yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam perencanaan bangunan di daerah tropis adalah:

- a. Radiasi matahari
- b. Kesilauan
- c. Temperatur dan perubahan temperatur
- d. Resipitasi (curah hujan)
- e. Kelembaban udara
- f. gerakan udara
- g. pencemaran udara

Dalam perencanaan bangunan, kita tidak hanya membutuhkan data iklim rata-rata, namun juga data-data iklim secara ekstrim, minimum dan maksimum. Hal ini dibutuhkan untuk merencanakan bangunan yang dapat memberikan tingkat kenyamanan bagi penghuninya.

2. PENGARUH MATAHARI DI DAERAH TROPIS

A. Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah penyebab semua ciri umum iklim. Lebih lanjut, radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap kehidupan manusia. Kekuatan efektifnya ditentukan oleh energi radiasi matahari. pemantulan pada permukaan bumi, berkurangnya radiasi oleh penguapan, dan arus radiasi di atmosfer. Semuanya membentuk keseimbangan termal pada bumi (G. Lippsmeier, 1997). Radiasi matahari tertinggi terletak pada daerah antara Garis Balik lintang utara dan selatan.

B. Durasi radiasi

Menurut G. Lippsmeier, 1997, lamanya (durasi) penyinaran matahari maksimum di daerah tropis dapat mencapai 90%. Durasi harian penyinaran matahari tergantung pada musim dan dua hal lain, yaitu:

- a. garis lintang geografis tempat pengamatan

b. kepadatan awan

Salah satu ciri khas daerah tropis adalah waktu remang pagi dan senja yang pendek, semakin jauh sebuah tempat dari khatulistiwa, semakin panjang waktu remangnya. Cahaya siang bermula dan berakhir bila matahari berada sekitar 18° di bawah garis horizon, atau disebut sebagai ufuk timur dan barat (G. Lippsmeier, 1997).

C. Intensitas radiasi

Perbedaan karakter dan variasi atmosfer kondisi-kondisi setempat selalu berbeda, meskipun berada pada letak geografis dan ketinggian yang sama. Besarnya intensitas radiasi matahari ditentukan oleh (G. Lippsmeier, 1997):

- a. energi radiasi absolut
- b. hilangnya energi pada atmosfer
- c. sudut jatuh pada bidang yang disinari
- d. penyebaran radiasi

D. Sudut Jatuh

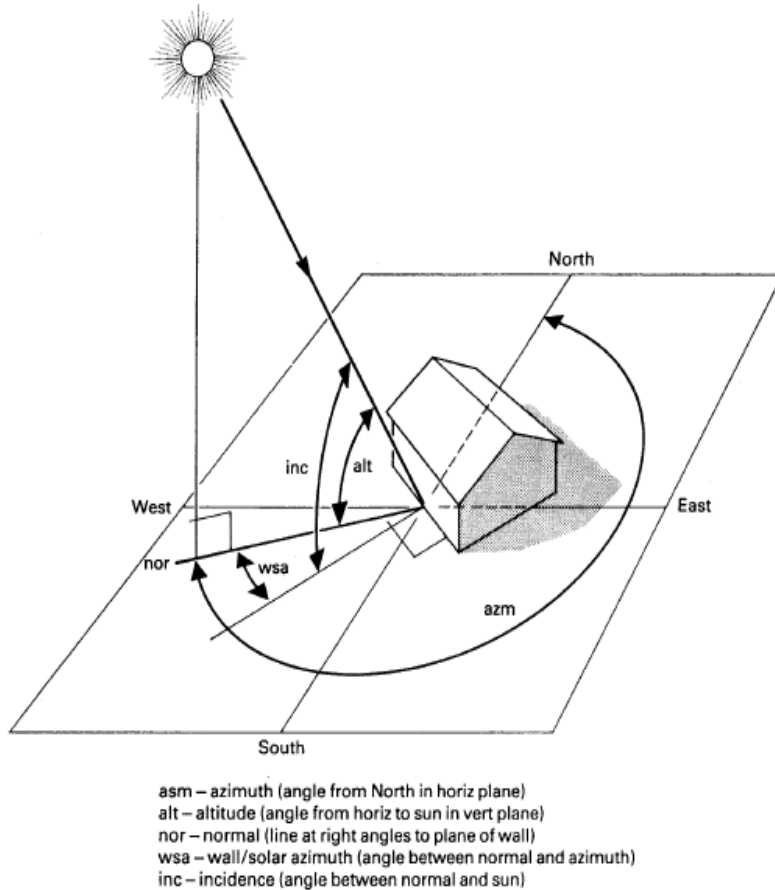
Sudut jatuh ditentukan oleh posisi relatif matahari, lokasi pengamatan di bumi serta beberapa hal, seperti (G. Lippsmeier, 1997):

- a. sudut lintang geografis tempat pengamatan
- b. musim
- c. lama penyinaran harian, yang ditentukan oleh garis bujur geografis tempat pengamatan

Untuk orientasi bangunan dan perlindungan terhadap cahaya matahari, berlaku aturan-aturan dasar berikut (G. Lippsmeier, 1997):

- a. Sebaiknya fasade terbuka menghadap ke selatan atau utara, agar meniadakan radiasi langsung dari cahaya matahari rendah dan konsentrasi tertentu yang menimbulkan pertambahan panas.
- b. Di daerah iklim tropika basah diperlukan pelindung untuk semua lobang bangunan terhadap cahaya langsung dan tidak langsung, bahkan bila perlu untuk seluruh bidang bangunan, karena bila langit tertutup awan, seluruh bidang langit merupakan sumber cahaya.
- c. Di daerah iklim tropika-kering, dalam musim panas diperlukan pelindung untuk lubang-lubang pada dinding bangunan tertutup. Dalam musim dingin kadang-kadang dibutuhkan juga.
- d. Studi yang tepat menggunakan sudut jatuh sinar matahari sangat diperlukan, karena hanya dengan ini pelindung cahaya dan orientasi bangunan dapat ditentukan dengan benar dan menguntungkan. Pelindung matahari pada setiap

orientasi facade memiliki perhitungan disain yang berbeda, karena kondisi posisi matahari di setiap orientasi juga berbeda-beda.



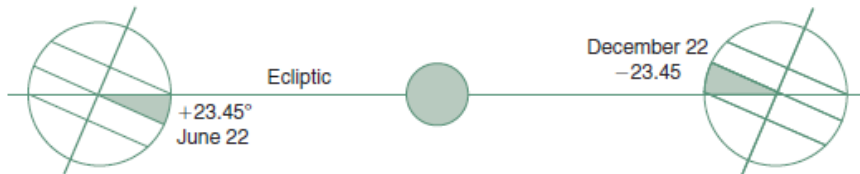
Gambar 2.02. Definisi sudut matahari kaitannya dengan facade bangunan (NV. Baker,1987)

Sudut jatuh cahaya matahari dapat ditentukan melalui (G. Lippsmeier, 1997):

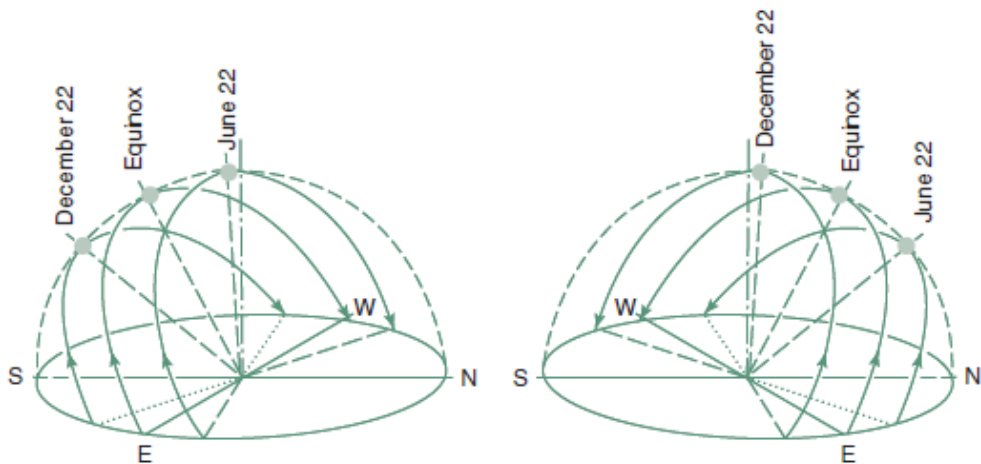
- a. pengamatan langsung, dengan bantuan sebuah sekstan, seperti yang biasa dipakai dalam navigasi pelayaran.
- b. perhitungan matematis, suatu metode yang sulit tetapi memberikan hasil yang tepat (lihat gambar 2.02).
- c. penggambaran grafis, sangat cocok untuk para arsitek. Saat ini ada banyak perangkat lunak yang menyediakan fitur gambar bayangan yang diakibatkan oleh sudut jatuh matahari, seperti: Ecotec dan Sketch-up.

E. Diagram Matahari

Lintasan matahari bergerak dari ufuk timur ke barat. Lintasan ini adalah semu karena sebenarnya bumilah yang mengitari matahari. Orbit bumi terhadap matahari menyebabkan seolah-olah matahari mengalami pergeseran dari $23,45^{\circ}\text{LU}$ - 0° - $23,45^{\circ}\text{LS}$ (S.V. Szokolay, 2008; G. Lippsmeier, 1997).



Gambar 2.03. Orbit bumi mengitar matahari (S.V. Szokolay, 2008)

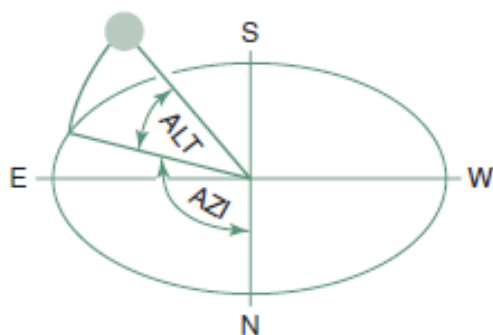


Gambar 2.04. Potongan dua dimensi orbit bumi dan deklinasi matahari

Karena bumi berbentuk ellips, selalu berputar mengitari matahari, maka perbedaan waktu ditentukan oleh meridian waktu yang berbeda-beda tergantung letak geografis. Untuk ini diperlukan pertimbangan dan langkah-langkah berikut (G. Lippsmeier, 1997):

- Waktu matahari sebenarnya bergeser untuk setiap derajat bujur 4 menit, atau 1 jam setiap 15° .

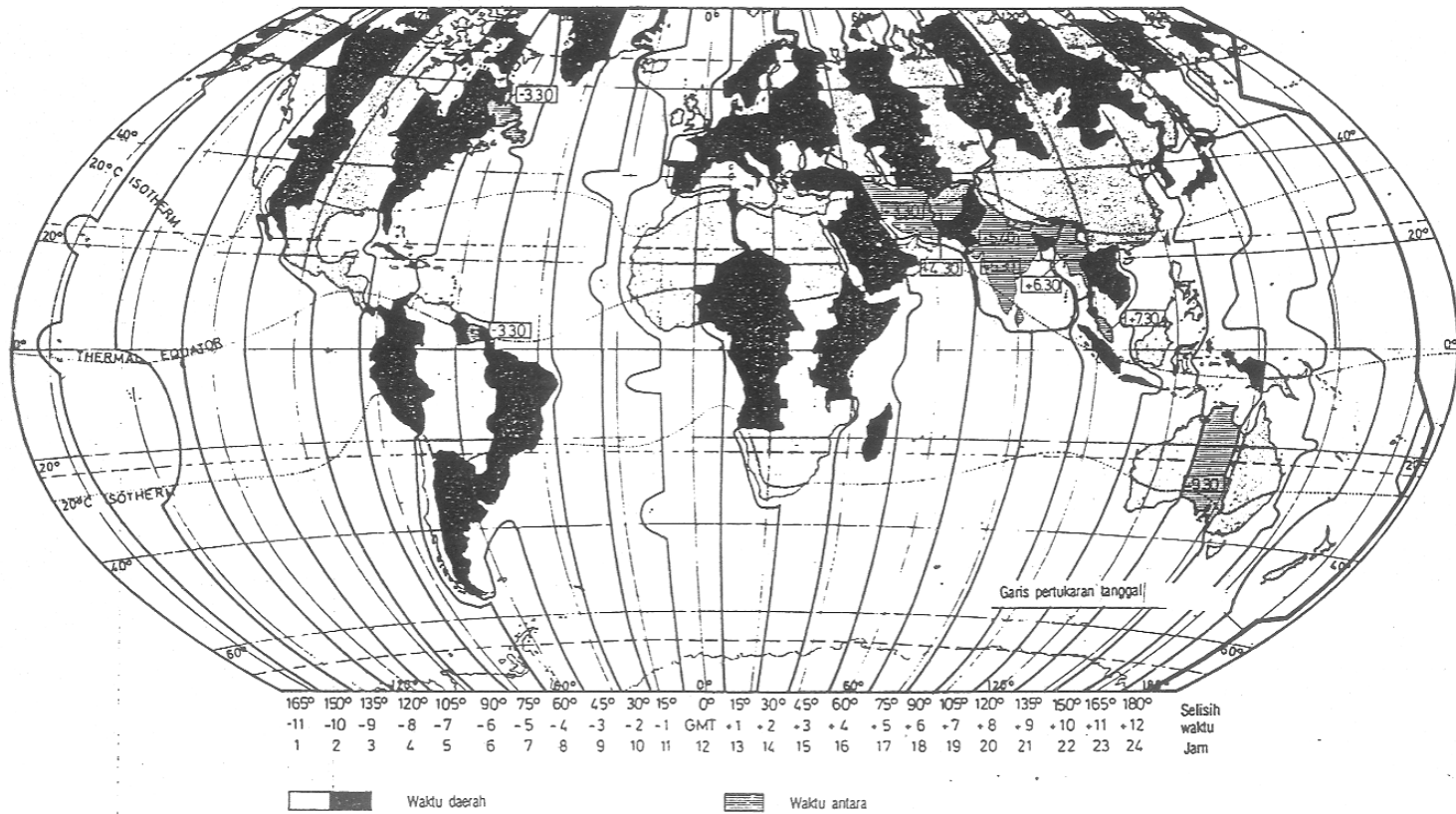
- Di sekeliling bumi telah ditentukan daerah-daerah waktu, yang secara teoritis memiliki lebar 15° atau 1 jam. Tetapi kenyataannya, memiliki kontur yang tidak teratur, karena umumnya kontur ini identik dengan batas negara. Untuk setiap daerah waktu ditentukan sebuah meridian, misalnya waktu Greenwich (GMT): 0° , Waktu Eropa Tengah: 15° Timur, di mana waktu matahari sebenarnya berimpit dengan daerah waktu yang bersangkutan. Waktu meridian ini juga berlaku untuk daerah waktu antara, yang tidak diatur dalam ritme 1 jam penuh.
- Setiap waktu meridian, memiliki jam tengah hari yang berbeda-beda tergantung letak geografis. Pada setiap jamnya, posisi matahari diperjelas dengan sudut altitude dan sudut azimuth (lihat gambar 2.05).



Gambar 2.05. Sudut Azimuth dan sudut Altitude Posisi Matahari
(S.V. Szokolay, 2005)

F. Pantulan dan Penyerapan

Intensitas cahaya matahari dan pantulan cahaya matahari yang kuat merupakan gejala dari iklim tropis (G. Lippsmeier, 1997). Cahaya yang terlalu kuat, juga kontras yang terlalu besar dalam nilai keterangan/kecerlangan (*brightness*) pada umumnya dirasakan tidak menyenangkan. Di sini perlu diperhatikan perbedaan mendasar antara daerah tropika kering dan tropika basah. Di daerah kering, kesilauan terjadi karena pantulan oleh bidang tanah atau bangunan yang terkena cahaya, sedangkan di daerah lembab, tingginya kelembaban udara dapat menimbulkan efek silau pada langit.



Gambar 2.06. Pembagian Daerah Waktu Dunia (G. Lippsmeierr, 1997)

3. FAKTOR-FAKTOR IKLIM DALAM PERENCANAAN BANGUNAN

A. Temperatur

Menurut G. Lippsmeier, 1997, daerah katulistiwa adalah daerah yang mendapatkan radiasi matahari terbesar. Hal ini disebabkan karena sudut jatuh sinar matahari yang cenderung tegak dan menyengat. Semakin ke arah kutub temperatur dan radiasi akan semakin berkurang. Pengurangan temperatur disebabkan oleh beberapa hal: letak geografis, kondisi atmosfer, jenis permukaan bumi (daratan atau air), suhu badan manusia, hewan, pemilihan bahan bangunan, kondisi iklim (tropis, sub tropis).

B. Kelembaban Udara

Kadar kelembaban udara, berbeda dengan unsur-unsur yang lain, dapat mengalami fluktuasi yang tinggi dan tergantung terutama pada perubahan temperatur udara. Semakin tinggi temperatur, semakin tinggi pula kemampuan udara menyerap air. Menurut G. Lippsmeier, 1997, **kelembaban absolut adalah kadar air dari udara, dinyatakan dalam gram per kilogram udara kering.** Cara yang lebih banyak digunakan adalah dengan mengukur tekanan yang ada pada udara dalam Kilo-Pascal (KPa). Ini umumnya disebut sebagai "Tekanan uap air". **Kelembaban relatif (%) menunjukkan perbandingan antara tekanan uap air yang ada terhadap tekanan uap air maksimum yang mungkin (derajat kejenuhan) dalam kondisi temperatur udara tertentu.**

Udara yang mengalami kondisi jenuh memiliki arti bahwa udara tersebut tidak dapat menyerap air lagi jika dalam temperatur tertentu tekanan uap air maksimum telah tercapai (G. Lippsmeier, 1997). **Misalnya udara dengan 38°C dapat menyerap uap air sepuluh kali lebih banyak dibandingkan udara dengan 0°C.** Jadi, titik jenuh akan naik dengan meningkatnya temperatur. "Temperatur lembab" menunjukkan kombinasi antara temperatur kering yang diukur secara normal dan kadar kelembaban udara. Ini diukur dengan sebuah thermometer yang dilembabkan. Contoh: pada temperatur kering 30°C dan kelembaban relatif 60% temperatur lembab adalah

23,7°C, tekanan uap air 2,55 KPa, kadar air 16 g/kg udara kering. Nilai-nilai ini dapat dibaca pada diagram Psychrometric (N.V. Baker 1987).

