

Hemat Energi dalam Kurikulum di Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Indonesia

(Energy Conservation in Curriculum of Architecture Study Program – Institut Teknologi Indonesia)

Tjandra Kania^{1*}

¹Institut Teknologi Indonesia (ITI)
Jalan Raya Puspiptek, Serpong, Tangerang 15320

(Diterima: 20 September 2012; Disetujui: 2 Januari 2013)

Abstrak

Dewasa ini energi merupakan unsur yang harus dihemat mengingat kebutuhan energi terus meningkat, sementara persediaan energi tak terbarukan sudah semakin menipis. Oleh karenanya, semua orang perlu disadarkan agar hanya menggunakan energi seperlunya, namun tentunya kegiatan dan karya masing-masing orang tidak boleh mengalami penurunan. Program Studi (Prodi) Arsitektur, Institut Teknologi Indonesia, sudah sejak lama memiliki kekhasan dalam bidang Arsitektur Tropis. Oleh karena itu dalam kurikulumnya pun terdapat matakuliah Teknologi Bangunan Tropis, yang diberikan di semester dua dan semester tiga. Mata kuliah ini mengajarkan tentang cara menghemat energi melalui desain sehingga dalam rancangannya, mahasiswa Arsitektur ITI sudah sejak awal diharuskan memikirkan cara untuk mendesain bangunan yang hemat energi, di samping juga memenuhi kaidah-kaidah perancangan.

Kata Kunci: hemat energi, kurikulum prodi arsitektur

Abstract

These days, energy should be economised as the need to consume it keeps increasing while the supply of non renewable energy is getting less and less. Everyone should, therefore, be made aware to use the energy to whatever extent necessary only, by not letting the productivity and the quality decreases. Architecture Study Programme, under the Indonesia Institute of Technology (ITI), has long been having specific subject in the field of Tropical Architecture. Hence, there are lectures on Tropical Building Technology delivered in the second and third semesters in her curriculum. They unveil the problem solving in energy saving as early as the design step, so as to make the students to seek methods to design energy-conserved buildings as well as meeting design requirements.

Keyword: energy conservation, the curriculum of architecture study programme

*Penulis Korespondensi. Telp: +62 21 7561080; fax: +62 21 7560542
Alamat E-mail : tjandra_k@yahoo.com

1. Pendahuluan

Dalam kondisi persediaan energi bumi yang semakin menipis, sudah selayaknya kalau semua orang disadarkan untuk dapat melakukan penghematan energi.

Program Studi (Prodi) Arsitektur – Institut Teknologi Indonesia (ITI), sudah sejak tahun 2000 memiliki aras di bidang Arsitektur Tropis. Oleh karenanya dalam kurikulum Prodi Arsitektur terdapat matakuliah Teknologi Bangunan Tropis yang diberikan dalam dua semester dengan masing-masing berbobot 2 sks sebagai ajang untuk mendapatkan teori. Matakuliah-matakuliah ini didampingi dengan Praktikum Teknologi Bangunan Tropis 1 di semester dua dan Praktikum Teknologi Bangunan Tropis 2 di semester tiga yang masing-masing juga berbobot 2 sks sebagai ajang berlatih melalui pengalaman sendiri.

2. Teknologi Bangunan Tropis

Teknologi Bangunan Tropis merupakan nama matakuliah di Prodi Arsitektur - ITI yang mengajarkan mengenai iklim terutama iklim di Indonesia, pengaruh negatif iklim terhadap bangunan, serta cara untuk memanfaatkan keuntungan yang dapat diperoleh dari iklim tropis basah di Indonesia.

Matakuliah ini sebenarnya dimiliki oleh setiap Program Studi Arsitektur, dan dikenal dengan nama Fisika Bangunan. Namun bobot sks yang ditentukan oleh pihak Konsorsium Pendidikan Arsitektur tahun 2001 (yang terdiri dari Forum Komunikasi Program Studi Arsitektur Kopertis Wilayah III dan Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Swasta Jurusan Arsitektur – Bandung), tidak sebesar bobot sks yang dimiliki oleh Program Studi Arsitektur – ITI, karena “Fisika Bangunan” merupakan matakuliah pendukung. Program Studi Arsitektur – ITI sejak awal melihat bahwa sebagai warga yang tinggal di daerah tropis basah kita sudah seharusnya menyadari bahwa komponen iklim di daerah ini tidak seluruhnya perlu dihindari, namun ada juga komponen iklim yang mendatangkan keuntungan dalam usaha untuk menghemat energi. Hal ini dipelajari dalam Matakuliah Teknologi Bangunan Tropis.

Matakuliah Teknologi Bangunan Tropis dibagi menjadi dua bagian, yaitu Teknologi Bangunan Tropis Pasif (Teknologi Bangunan Tropis 1) dan Teknologi Bangunan Tropis Aktif (Teknologi Bangunan Tropis 2).

3. Teknologi Bangunan Tropis Pasif

Yang dimaksud dengan Teknologi Bangunan Tropis Pasif adalah suatu teknologi bangunan yang digunakan untuk merancang bangunan dengan memanfaatkan kelebihan iklim

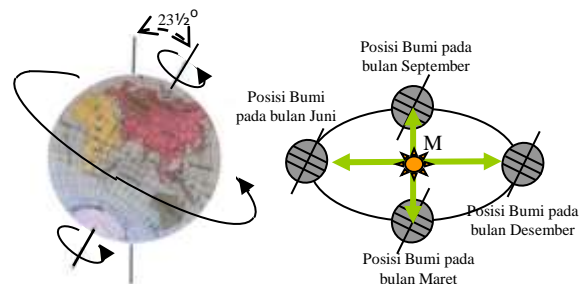
dan mengurangi dampak negatif dari iklim, agar kenyamanan dapat diperoleh tanpa menggunakan bantuan alat. Dengan menerapkan teknologi bangunan tropis pasif maka semua komponen iklim yang mendatangkan keuntungan dimanfaatkan sepenuhnya untuk menunjang kenyamanan visual, dan kenyamanan termal tanpa menggunakan peralatan yang mengonsumsi energi listrik.

Materi yang diajarkan dalam Teknologi Bangunan Tropis Pasif dalam kaitannya dengan energi adalah merancang pelindung sinar matahari, merancang lubang jendela sehingga cahaya alami masuk ke dalam ruangan, namun panas yang menyertai cahaya alam diminimalisasi, serta memanfaatkan aliran angin agar masuk ke dalam ruangan sehingga dapat membantu menghalau panas dari ruangan [1].

Merancang Pelindung Sinar Matahari.

Dalam cuaca panas, orang menggunakan topi untuk melindungi wajahnya dari sengatan sinar matahari. Petani di sawah / ladang menggunakan caping, juga untuk melindungi wajahnya. Oleh karenanya bangunan juga perlu diberi pelindung wajah terhadap teriknya sengatan sinar matahari tropis. Pelindung wajah bangunan dinamakan penghalang sinar matahari (*sun shading devices*).

Posisi bumi yang miring $23\frac{1}{2}^{\circ}$ terhadap porosnya ketika berputar mengelilingi matahari, menghasilkan gerak relatif, sehingga seakan-akan matahari yang beredar mengelilingi bumi dengan lintasan yang berbeda-beda sepanjang tahun seperti terlihat dalam Gambar 1.

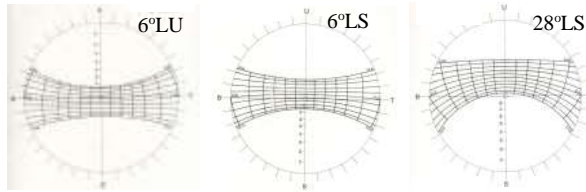


Gambar 1. Posisi Bumi Ketika Mengelilingi Matahari

Diolah dari Satwiko, Fisika Bangunan 1 [2]

Jejak lintasan matahari ketika bergerak relatif “beredar mengelilingi” bumi digambarkan dalam diagram yang disebut diagram jejak lintasan matahari (*sunpath diagram*), yang menunjukkan jejak lintasan matahari pada suatu saat dan di tempat tertentu, yang tentu saja berbeda-beda untuk setiap kedudukan tergantung lintang daerah masing-masing, seperti terlihat pada Gambar 2 yang menunjukkan jejak lintasan

matahari di daerah lintang 6°LU , 6°LS , dan 28°LS .



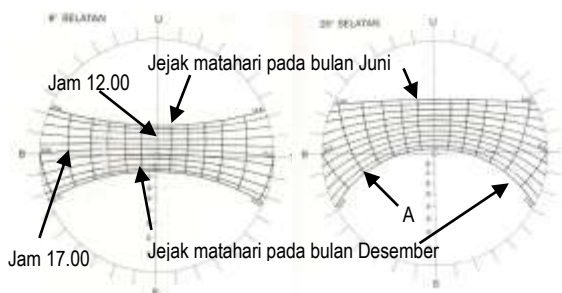
Gambar 2. Jejak Lintasan Matahari untuk Daerah dengan Lintang 6°LU , 6°LS dan 28°LS
Sumber : Lippsmeier [1]

Untuk membuat desain penghalang sinar matahari, perlu diperhatikan posisi bangunan terhadap garis lintang bumi, orientasi bangunan (arah hadap bangunan), dan jam perlindungan yang memperhatikan aktivitas yang ada dalam ruangan, sehingga diperoleh desain penghalang sinar matahari yang tidak terlalu panjang (yang akan mengakibatkan cahaya alam sulit masuk), namun juga tidak terlalu pendek (karena mengakibatkan berlebihnya panas masuk ke dalam ruangan yang akan menimbulkan radiasi panas di dalam ruangan).

Posisi Bangunan Terhadap Garis Lintang

Posisi bangunan terhadap garis lintang akan berdampak terhadap lamanya matahari beredar di atas cakrawala, makin lama matahari beredar di atas cakrawala berarti makin lama cahaya alam dapat dimanfaatkan sebagai pengganti cahaya buatan (lampu)

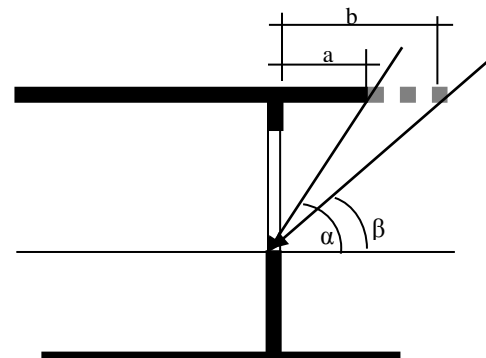
Matahari di bulan Desember pada daerah 28°LS , beredar lebih lama di atas cakrawala dibanding matahari di bulan Juni pada lintang yang sama. Di Jakarta yang terletak pada lintang 6°LS , perbedaan lamanya matahari beredar di atas katulistiwa antara bulan Desember dan bulan Juni tidak terlalu terasa. Titik A menunjukkan posisi matahari pada bulan Desember, pukul 7.00 pagi, di daerah 28°LS , seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Jejak Lintasan Matahari pada Lintang 6°LS dan 28°LS
Sumber : Lippsmeier [1]

Pengaruh Orientasi Bangunan

Orientasi bangunan berpengaruh terhadap waktu saatnya sinar matahari langsung mengenai wajah bangunan. Ketika matahari pagi mengenai wajah bangunan, penghuni bangunan tidak akan terlalu keberatan bila sinar matahari itu mengenai dirinya yang sedang berada di dalam ruangan, namun bila sinar matahari siang/sore mengenai penghuni yang berada di dalam ruangan, maka orang tersebut akan mengeluh karena panas. Orientasi bangunan akan menentukan apakah sinar matahari akan mengenai wajah bangunan melalui sudut yang sangat tajam (sudut kecil) ataukah tidak. Sinar matahari yang mengenai wajah bangunan melalui sudut yang sangat tajam akan sulit dihindari karena akan membutuhkan penghalang sinar matahari yang panjang. Sebagai gambaran terlihat dalam sketsa berikut. Sudut jatuh sinar matahari yang lebih kecil (β) membutuhkan bidang penghalang sinar matahari (*sun shading devices*) yang lebih panjang (b), dibandingkan dengan sudut jatuh sinar yang lebih besar (α) yang hanya membutuhkan *sun shading devices* sepanjang a, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Sun Shading Devices* yang Panjangnya Tergantung Sudut Jatuh Sinar
Sumber : Ekaputri [3]

Secara umum, orientasi yang terburuk untuk lokasi di bumi ini terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Orientasi Terburuk bagi Lokasi di Belahan Bumi Utara dan Selatan

Letak bangunan	Orientasi terburuk
Selatan katulistiwa	Barat laut
Utara katulistiwa	Barat daya

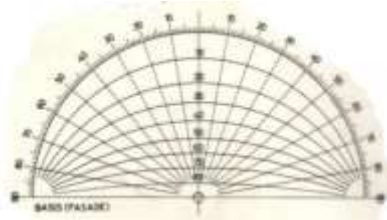
Sumber : Ekaputri [3]

Pengaruh Jam Perlindungan

Jam perlindungan adalah saat yang dibutuhkan agar sinar matahari langsung tidak dapat memasuki ruangan

Jam perlindungan sangat tergantung dari kegiatan yang ada di dalam ruangan yang akan dilindungi, karena saat berlangsungnya setiap kegiatan di dalam ruangan berbeda satu sama lain. Namun umumnya digunakan pukul 10.00 – 15.00, artinya sejak pukul 10.00 sinar matahari langsung tidak diizinkan memasuki ruangan karena sinarnya sudah terlalu panas bila mengenai bagian dalam ruangan, dan setelah pukul 15.00 sinar matahari baru diizinkan memasuki ruangan karena pada waktu tersebut diaggap sinar matahari sudah tidak terlalu terik.

Dengan mengetahui lokasi bangunan terhadap garis lintang bumi, ditambah dengan arah orientasi bangunan serta jam perlindungan yang diharapkan, maka dengan menggunakan pengukur sudut bayangan (Gambar 5), posisi matahari terhadap bidang jendela yang ingin diberi *sun shading devices* dapat diketahui, sehingga panjang *sun shading devices* dapat dihitung (dijelaskan melalui Gambar 4).



Gambar 5 Pengukur Sudut Bayangan
Sumber : Lippsmeier [1]

Pengukur sudut bayangan memiliki garis horisontal (garis dasar), garis tegak lurus terhadap garis dasar, garis-garis yang posisinya memusat pada tengah-tengah garis dasar, dan sejumlah garis lengkung.

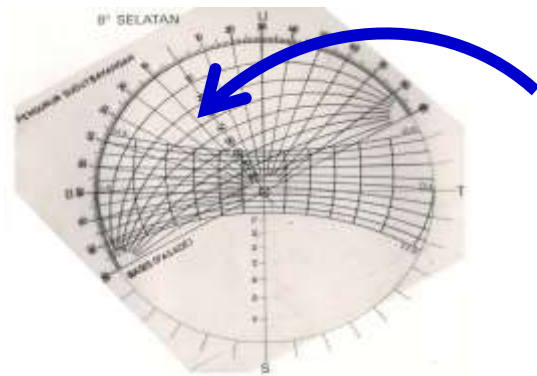
Garis dasar mewakili posisi bidang jendela, garis tegak lurus terhadap garis dasar diartikan sebagai arah orientasi bidang jendela, garis-garis memusat menunjukkan posisi matahari terhadap bidang jendela, misalnya bersudut 30° (30° kearah kanan) atau -30° (30° kearah kiri).

Dengan menggabungkan pengukur sudut bayangan (yang telah diposisikan sesuai orientasi bangunan) dan *sunpath diagram* (yang sesuai dengan lokasi bangunan), maka sudut jatuh sinar matahari dapat ditentukan.

Sebagai contoh, untuk mencari sudut jatuh sinar matahari pada bulan Juni, pukul 15.00 terhadap bangunan di lokasi 6° LS dengan orientasi jendela 30° barat laut, dibuat seperti Gambar 6.

Melalui Gambar 6, terlihat bahwa sudut jatuh sinar matahari pada bulan Juni pukul 15.00 pada bangunan dengan orientasi menghadap 30° barat laut dan berlokasi pada lintang 6° LS

adalah 38° , sehingga panjang penghalang sinar matahari dapat dicari, yaitu sepanjang tinggi bidang jendela dikali $\tan 38^\circ$.



Gambar 6. Mencari Sudut Jatuh Sinar Matahari
Sumber : Lippsmeier [1]

Dengan mengetahui sudut teruncing dari sinar matahari yang jatuh mengenai wajah bangunan maka masuknya radiasi panas ke dalam ruang dapat menghindarkan. Dengan demikian penghematan energi akan terjadi, karena untuk menghilangkan pengaruh radiasi panas tersebut, dibutuhkan 34% dari tenaga yang digunakan sebagai beban pendinginan (*cooling load*). Sementara untuk mendinginkan ruang (beban pendinginan) dibutuhkan energi lebih dari 50% energi total yang dikonsumsi oleh rata-rata bangunan pada umumnya.

Merancang Bidang Jendela.

Pada siang hari, lubang jendela pada sebuah bangunan berfungsi untuk memasukkan cahaya matahari sebagai ganti cahaya lampu. Semakin luas bidang jendela tanpa halangan yang dimiliki, semakin banyak cahaya yang dapat masuk, sehingga ruangan akan semakin terang. Namun masuknya cahaya alam ke dalam ruang sebaiknya tidak membawa serta radiasi panas yang berasal dari sinar matahari langsung. Oleh karenanya perlu dirancang desain lubang jendela yang mampu memasukkan cahaya alam sebanyak mungkin, namun radiasi panas ke dalam ruangan sesedikit mungkin, dengan bantuan bidang pelindung terhadap sinar matahari (*sun shading devices*).

Bila sistem penyejuk ruangan mengonsumsi energi terbanyak di dalam sebuah bangunan, pencahayaan menduduki peringkat kedua.

Sebuah desain lubang jendela dapat dikatakan berhasil atau baik bila kuat pencahayaan dibidang kerja, di titik ukur utama (titik ukur utama adalah sebuah titik ditengah ruang pada kedalaman 1/3 kedalaman ruang atau minimal 3 meter dari bidang jendela) sudah memenuhi persyaratan yang ditentukan.

Misalnya, bila ruang tersebut akan digunakan sebagai ruang kelas, maka persyaratan pencahayaan di bidang kerja adalah 250 lux.

Merancang Desain Lubang Ventilasi.

Lubang ventilasi berguna untuk mengalirkan udara/angin ke dalam ruangan sehingga dapat membantu mengusir panas keluar dari ruangan.

Desain luas lubang ventilasi tergantung kepada empat hal, yakni:

- Aktivitas dan jumlah manusia yang berada di dalam ruangan, semakin aktif dan semakin banyak manusia di dalam ruangan, dibutuhkan pergantian udara yang semakin cepat
- Posisi lubang ventilasi terhadap arah angin, posisi lubang yang miring terhadap arah angin membutuhkan lubang ventilasi yang lebih besar
- Kecepatan angin yang datang, makin cepat angin yang datang dibutuhkan lubang ventilasi yang semakin kecil
- Perbandingan luas lubang masuk (*inlet*) dibanding luas lubang keluar (*outlet*). Bila luas inlet lebih besar dari luas outlet, maka kecepatan angin yang masuk ke dalam ruangan akan dihambat.

Menurut Satwiko [2] dalam Fisika Bangunan 1, keempat faktor di atas saling terikat dan memenuhi persamaan (1)

$$Q = A \times V \times C_v \quad (1)$$

Q = kebutuhan pergantian udara, yang nilainya sama dengan kebutuhan pergantian udara per orang (tergantung aktivitasnya) dikali jumlah orang di dalam ruangan

A = luas *inlet* yang dibutuhkan, dinyatakan dalam meter persegi

V = kecepatan angin yang bertiup

C_v = efektivitas bukaan, merupakan nilai yang besarnya tergantung dari posisi bidang ventilasi terhadap arah datangnya angin dan perbandingan luas bidang *inlet* dan *outlet*.

4. Teknologi Bangunan Tropis Aktif

Yang dimaksud dengan Teknologi Bangunan Tropis Aktif adalah suatu teknologi bangunan yang digunakan untuk membantu Teknologi Bangunan Tropis Pasif bila teknologi tersebut tidak mampu lagi memenuhi kenyamanan, baik termal maupun visual.

Walaupun Teknologi Bangunan Tropis Aktif merupakan solusi pemecahan masalah yang memudahkan tercapainya kenyamanan termal dan visual, namun untuk menghemat konsumsi energi, penggunaan teknologi tropis aktif tidak boleh langsung digunakan tanpa memperdulikan teknologi bangunan tropis pasif.

Kenyamanan Termal.

Untuk memnuhi faktor kenyamanan termal di daerah tropis lembab seperti Indonesia dibutuhkan alat penyejuk dan penurun kelembaban ruangan, yang umumnya disebut sebagai *Air Conditioning* atau disingkat AC. Arti AC yang sesungguhnya adalah pengkondisian udara, yaitu membuat ruangan terkondisi sesuai kebutuhan, contohnya menghangatkan ruangan di kala dingin dan mendinginkan ruangan di kala panas [4].

Telah disebutkan di atas bahwa untuk mendinginkan udara di dalam ruangan dibutuhkan energi yang sangat besar, yaitu lebih dari 50% dari total energi yang digunakan oleh bangunan itu. Oleh karenanya perlu dicarikan jalan keluar melalui desain untuk menghemat konsumsi energi bagi penyejuk ruangan.

Untuk membantu mengurangi konsumsi energi, radiasi panas yang mengenai wajah bangunan perlu dikurangi dengan cara membuatkan penghalang sinar matahari, seperti yang telah diuraikan dalam Teknologi Bangunan Tropis Pasif, namun demikian pemilihan jenis AC juga harus tepat sesuai dengan kebutuhan.

Selain memilih jenis AC yang tepat, penurunan konsumsi energi dari sektor ini juga dapat dibantu dengan menempatkan kipas angin (*ceiling fan*).

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan di laboratorium Fisika Bangunan ITI, kenyamanan termal dalam sebuah ruangan yang dikondisikan pada temperatur 26°C tanpa menggunakan tambahan *ceiling fan*, sama nyamannya dengan ruangan yang dikondisikan pada temperatur 28°C namun ditambah *ceiling fan*.

Energi yang dikonsumsi oleh pengondisi ruangan pada temperatur 28°C dengan ditambah *ceiling fan* adalah 0,280 kWh, sementara energi yang dikonsumsi pengondisi udara pada temperatur 26°C tanpa *ceiling fan* adalah 0,610 kWh (*ceiling fan* di sini berfungsi sebagai pengatur gerakan angin, sehingga dengan temperatur yang sama orang akan merasa lebih nyaman dengan adanya gerakan angin). Oleh karenanya penambahan *ceiling fan* perlu dilakukan terutama untuk ruang-ruang yang besar dan tinggi ukurannya.

Selain hal tersebut di atas, dianjurkan pula agar tidak menghidupkan penyejuk ruangan dengan temperatur yang terlalu rendah sehingga untuk mendapatkan kenyamanan bagi orang di dalam ruangan, harus digunakan baju tambahan.

Kenyamanan Visual.

Penglihatan memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Sejak

membuka mata di pagi hari hingga memejamkan mata pada malam hari, manusia membutuhkan pencahayaan yang cukup, sesuai dengan aktivitas yang dilakukan.

Setiap aktivitas memiliki standar pencahayaan yang berbeda-beda, makin teliti aktivitas yang harus dilakukan, makin tinggi kuat pencahayaan yang dibutuhkan, sebagai contoh, pada Tabel 2 diperlihatkan beberapa kegiatan yang membutuhkan kuat pencahayaan yang berbeda-beda.

Tabel 2. Contoh Persyaratan Kuat Pencahayaan bagi Beberapa Aktivitas di Indonesia

No	Lokasi	Aktivitas	Pencahayaan
1	Rumah	Rata-rata	120-250 lux
		Kelas/Rg Rapat	250 lux
2	Kantor / Sekolah	Komputer	500 lux
		Menggambar	1000 lux
		Perpustakaan	500 lux

(Sumber : Darmasetiawan [5], Frick, dkk [6])

Untuk memenuhi standar pencahayaan di dalam ruangan, sering dibutuhkan lampu, apalagi bila pencahayaan alam sudah tidak memungkinkan, misalnya ketika langit mendung atau ketika langit sudah gelap.

Dewasa ini beredar berbagai jenis lampu yang dapat dipilih, dari mulai lampu pijar hingga lampu fluoresensi.

Lampu pijar berwarna agak kekuningan sehingga memberikan kesan hangat, dan sangat nyaman untuk ruang tinggal, karena akan memberikan kesan kehangatan sebuah keluarga, namun lampu jenis ini tidak hemat energi, sebagian dari energi yang dikonsumsi diubah menjadi panas.

Lampu fluoresensi memberikan kesan dingin, sehingga kurang cocok digunakan sebagai pencahayaan ruang tinggal, namun lampu jenis ini sangat hemat energi (walaupun lampu ini juga masih memiliki beberapa jenis lagi, baik bentuk maupun kehematannya). Saat ini telah beredar lampu fluoresensi dengan warna hangat, sehingga jenis lampu dapat dipilih sesuai dengan yang diinginkan, namun tetap hemat energi.

Dalam mata kuliah Teknologi Bangunan Tropis Aktif, mahasiswa diajarkan untuk mengenali lampu yang paling tepat untuk dipilih, baik dari segi bentuk maupun dari segi efikasinya (efikasi adalah lumen/watt; makin besar efikasinya makin hemat lampu tersebut).

5. Kesimpulan

Melalui uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa walaupun Arsitektur adalah ilmu yang

bergerak dalam merancang bangunan, namun dalam kurikulumnya, Prodi Arsitektur – ITI, sudah sejak tahun 2000 juga berbicara tentang penghematan energi. Penghematan energi diajarkan melalui mata kuliah Teknologi Bangunan Tropis Pasif dan Teknologi Bangunan Tropis Aktif yang kemudian diaplikasikan dalam desain bangunan, sehingga dihasilkan rancangan yang hemat energi.

Daftar Pustaka

- [1] Lippsmeier Georg. *Bangunan Tropis*. Terjemahan. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1994.
- [2] Satwiko Prasetyo. *Fisika Bangunan 1*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004.
- [3] Ekaputri L. Pemanfaatan Teknologi Bangunan Tropis Pasif dalam Rangka menunjang Program Hemat Energi. [Laporan Program Kreatifitas Mahasiswa]. Program Studi Arsitektur, Institut Teknologi Indonesia. 2011.
- [4] Satwiko Prasetyo. *Fisika Bangunan 2*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004.
- [5] Darmasetiawan Christian, Puspakesuma Lestari. *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia, 1991.
- [6] Frick Heinz, Ardiyanto Antonius, Darmawan AMS. *Ilmu Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2008.