

**DARI KENYAMANAN TERMIS HINGGA PEMANASAN BUMI:
SUATU TINJAUAN ARSITEKTUR DAN ENERGI**

**Oleh
Tri Harso Karyono**

Pidato
Pengkukuhan Guru Besar Tetap Dalam
Ilmu Arsitektur
Pada Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara – Jakarta
Disampaikan di Jakarta pada hari Sabtu 10 Nopember 2007

Yang terhormat,

- Bapak Menteri Pendidikan Nasional
- Bapak Direktur Jendral Pendidikan Tinggi
- Bapak Koordinator Kopertis Wilayah III
- Rektor Universitas Tarumanagara
- Dekan dan Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
- Senat Guru Besar Universitas Tarumanagara
- Dosen, Asisten Dosen dan Karyawan Universitas Tarumanagara
- Rekan – Rekan Dosen dari Perguruan Tinggi Lain
- Undangan dan hadirin sekalian yang saya hormati

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Salam sejahtera bagi kita semua

Pada kesempatan yang baik ini saya ingin memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia sehingga pada hari ini saya dapat berdiri di sini untuk menyampaikan pidato pengukuhan Guru Besar Universitas Tarumanagara dalam Bidang Ilmu Arsitektur. Melalui kesempatan ini pula saya juga ingin menyampaikan penghargaan kepada saudara-saudara sekalian yang telah meluangkan waktu untuk menghadiri acara pengukuhan ini.

Pada kesempatan ini saya akan menyampaikan pidato pengukuhan dengan judul:

Dari Kenyamanan Termis hingga Pemanasan Bumi: Suatu Tinjauan Arsitektur dan Energi

Latar Belakang Masalah

Seperti kita ketahui bersama, bahwa peningkatan keragaman aktifitas manusia serta peningkatan tuntutan kualitas hidup manusia mendorong penggunaan teknologi yang konsumtif terhadap penggunaan sumber energi tidak terbarukan seperti halnya minyak bumi. Penggunaan minyak bumi sebagai sumber energi listrik maupun energi mekanik saat ini sulit dilepaskan dari kehidupan manusia sehari-hari

Di sisi lain, berbagai penemuan ilmu pengetahuan dan teknologi banyak membantu menciptakan kemudahan hidup manusia di dunia ini. Transportasi cepat dan nyaman, bangunan indah dan nyaman, peralatan-peralatan elektronika dan komunikasi yang mampu mendukung aktifitas manusia secara lebih mudah, cepat dan pasti. Semuanya merubah pola dan cara pandang

hidup manusia terhadap dunia. Terjadi pergeseran pola dan aktifitas manusia, dari kehidupan tradisional agraris yang bergantung kepada alam, menjadi suatu kehidupan modern industrialistis, serba cepat dan sangat bergantung terhadap teknologi modern.

Dari sisi fisik muka bumipun terjadi perubahan-perubahan yang mencolok. Kawasan hutan berubah menjadi kawasan pertanian, Kawasan pertanian berubah menjadi permukiman dan desa, desa berubah menjadi kota kecil, kota kecil berubah menjadi kota besar, dan selanjutnya. Perubahan-perubahan fisik kulit bumi ini pada akhirnya mempengaruhi perubahan iklim lokal di tempat di mana perubahan fisik tersebut terjadi, serta mempengaruhi terjadinya perubahan iklim regional di tempat lain, dan secara keseluruhan mempengaruhi perubahan iklim global.

Perubahan iklim lokal, regional dan global merubah paramater iklim. Salah satu yang terpenting adalah perubahan suhu udara. Dari berbagai pemantauan telah terjadi kenaikan suhu udara rata-rata di berbagai tempat di dunia. Suhu udara berperan besar terhadap salah satu aspek kenyamanan fisik manusia, yakni 'kenyamanan termis'. Kenaikan suhu udara luar atau lingkungan akan mempersulit bangunan memberikan kenyamanan termis bagi penggunaannya tanpa bantuan peralatan mekanis, seperti halnya pengkondisian udara mekanis (AC).

Untuk pemenuhan kenyamanan termis pengguna bangunan, diperlukan studi tentang kebutuhan suhu nyaman manusia di dalamnya. Keterbatasan studi dan penelitian terkait dengan suhu nyaman di berbagai negara berkembang berimplikasi terhadap penggunaan standar-standar asing yang cenderung tidak sesuai dengan kebutuhan kenyamanan termis setempat. Penggunaan standar ASHRAE 55-56 tahun 1992 [1] untuk kenyamanan termis di Indonesia oleh sebagian besar konsultan M&E bangunan berkonsekuensi terhadap pemborosan energi karena terlalu rendahnya rekomendasi suhu nyaman tersebut bagi manusia Indonesia pada umumnya. Ketidaktepatan penggunaan standar kenyamanan termis asing memicu pemborosan energi bangunan. Hal ini memberikan implikasi terhadap peningkatan konsumsi energi bangunan untuk pendinginan udara, yang pada akhirnya mempengaruhi besarnya emisi karbondioksida (CO₂) ke udara.

Sebagian besar energi listrik yang digunakan di bangunan di sejumlah negara termasuk Indonesia diproduksi dari minyak bumi. Pembakaran minyak secara kontinyu dalam jumlah yang sangat besar di satu sisi menyebabkan penipisan cadangan sumber daya energi yang tidak terbarukan, sementara di sisi lain menghasilkan polutan CO₂ sebagai penyebab terjadinya pemanasan bumi (*global warming*).

Pemanasan bumi mengakibatkan perubahan cuaca global. Banyak dijumpai anomali cuaca di berbagai tempat di dunia dalam waktu belakangan ini. Hujan lebat turun tidak pada waktunya, gelombang panas melanda tempat yang tidak pernah mengalami sebelumnya. Pemanasan bumi

diduga keras akibat dari emisi gas karbon dioksida (CO₂) secara berlebihan ke atmosfer. Perubahan iklim global membawa dampak terhadap semua sendi kehidupan manusia. Terjadinya perubahan iklim secara langsung atau tidak langsung merubah lingkungan fisik manusia di mana mereka tinggal dan melakukan kegiatan kesehariannya.

Kenyamanan termis

Para hadirin yang terhormat,

Dalam pembahasan selanjutnya izinkanlah saya mencoba untuk memberikan pengantar tentang 'kenyamanan termis'.

Istilah kenyamanan termis sendiri sesungguhnya sudah dikenal oleh nenek moyang kita berabad-abad lalu. Peneliti kenyamanan termis dari Inggris, Webb [2], menyatakan bahwa sejak 400 tahun sebelum Masehi, Hippocrates telah memperkenalkan efek fisik dari iklim terhadap manusia yakni dalam bentuk suhu udara, kelembaban, angin dan radiasi sinar matahari. Dalam bahasa Inggris kata 'nyaman' atau '*comfort*' diartikan sebagai bebas dari rasa sakit atau bebas dari masalah [3].

Dalam kaitan dengan bangunan, kenyamanan didefinisikan sebagai suatu kondisi tertentu yang dapat memberikan sensasi yang menyenangkan (atau tidak menyulitkan) bagi pengguna bangunan tersebut [4]. Manusia dinyatakan nyaman secara termis ketika ia tidak dapat menyatakan apakah ia menghendaki perubahan suhu udara yang lebih panas atau lebih dingin dalam ruangan tersebut [5]. Olgyay [6] merumuskan suatu 'daerah nyaman' sebagai suatu kondisi di mana manusia berhasil meminimalkan pengeluaran energi dari dalam tubuhnya dalam rangka menyesuaikan (mengadaptasi) terhadap lingkungan termis di sekitarnya.

Standard ASHRAE 55-56, 1992 [1] mendefinisikan kenyamanan termis sebagai perasaan dalam pikiran manusia yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termisnya. Dalam standard ini juga disyaratkan bahwa suatu kondisi dinyatakan nyaman apabila tidak kurang dari 90% responden yang diukur menyatakan nyaman secara termis. Sementara Standar Internasional Kenyamanan Termis, ISO - 7730 [7] juga mensyaratkan kondisi yang sama, yakni tidak lebih dari 10% responden yang diukur diperkenankan berada dalam kondisi tidak nyaman.

Para hadirin yang terhormat,

Manusia merasakan panas atau dingin adalah wujud respon dari sensor perasa yang terletak di bawah kulit terhadap stimuli suhu yang ada di sekitarnya. Sensor perasa berperan menyampaikan

informasi rangsangan rasa kepada otak, di mana otak akan memberikan perintah kepada bagian-bagian tubuh tertentu agar melakukan antisipasi tertentu untuk mempertahankan suhu tubuhnya sekitar 37°C. Hal ini diperlukan organ tubuh agar dapat menjalankan fungsinya secara baik [8].

Apabila suhu udara di sekitar tubuh manusia lebih tinggi dari suhu yang diperlukan tubuh, aliran darah pada permukaan tubuh atau anggota badan akan meningkat dan ini akan meningkatkan suhu kulit dan bertujuan untuk melepaskan panas dari dalam tubuh secara radiasi ke udara di sekitarnya. Pada tingkat selanjutnya hal ini akan diikuti oleh proses pengeluaran keringat sebagai upaya lebih lanjut dari tubuh untuk melepaskan lebih banyak panas atau kalor melalui proses penguapan.

Pada situasi sebaliknya di mana suhu udara lebih rendah dari yang diperlukan tubuh, peredaran darah ke permukaan tubuh atau anggota badan dikurangi. Hal ini dilakukan sebagai usaha untuk mengurangi pelepasan panas dari tubuh ke udara di sekitarnya. Dalam kondisi ini umumnya tangan atau kaki menjadi dingin dan pucat. Pada situasi lebih lanjut, otot-otot akan berkontraksi dan tubuh akan menggigil. Ini merupakan usaha terakhir tubuh untuk meningkatkan proses metabolisme dalam rangka memperoleh tambahan panas di dalam tubuh.

Para hadirin yang saya hormati,

Ilmu kenyamanan termis hanya membatasi pada kondisi udara tidak ekstrim (*moderate thermal environment*), di mana manusia masih dapat mengantisipasi dirinya terhadap perubahan suhu udara di sekitarnya. Dalam kondisi yang tidak ekstrim ini terdapat daerah suhu tertentu di mana manusia tidak memerlukan usaha apapun, seperti halnya menggigil atau mengeluarkan keringat guna mempertahankan suhu tubuhnya agar tetap berkisar pada 37°C. Daerah suhu inilah yang kemudian disebut dengan 'suhu nyaman'. Suhu nyaman sangat diperlukan manusia untuk mengoptimalkan produktifitas kerjanya [9].

Karena tubuh manusia memiliki variasi antara satu dengan lainnya, seperti halnya gemuk, kurus, kekar, dan sebagainya, ada kecenderungan bahwa suhu nyaman yang dimiliki oleh tiap-tiap individu berbeda. Untuk itu, secara teori, tidak akan pernah terjadi bahwa sekelompok manusia yang mengenakan pakaian sama, beraktivitas sama, dapat merasakan nyaman seluruhnya apabila ditempatkan dalam satu ruang yang memiliki suhu yang sama. Prosentase maksimum yang dapat dicapai oleh suhu tertentu untuk memberikan kenyamanan terhadap suatu kelompok manusia adalah 95%. Artinya pada suhu tersebut 95% dari individu dalam kelompok

itu akan merasa 'nyaman'. Suhu inilah yang kemudian secara teori didefinisikan sebagai 'suhu netral' atau 'suhu nyaman'[7].

Perlunya Suhu Nyaman

Para hadirin yang terhormat,

Untuk menyelenggarakan aktifitasnya agar terlaksana secara baik manusia memerlukan kondisi fisik tertentu di sekitarnya yang dianggap nyaman. Seorang sekretaris memerlukan ruang kerja yang secara spasial memadai, memerlukan meja, kursi, rak arsip serta perlengkapan kerja lainnya yang secara antropometri - ergonomi sesuai dengan dimensi serta kebutuhan pergerakan anggota tubuhnya. Dia juga memerlukan intensitas cahaya yang cukup agar dapat membaca, mengetik, membuat catatan dengan baik. Ada kebutuhan dan persyaratan lain yang diperlukan oleh si sekretaris agar dia dapat melakukan pekerjaannya dengan baik. Salah satu persyaratan yang tidak kalah pentingnya adalah persyaratan akan 'suhu nyaman', yaitu suatu kondisi termis udara di dalam ruang di mana ia berada, yang 'tidak mengganggu' tubuhnya.

Suhu ruang yang terlalu rendah akan mengakibatkan efek 'dingin' di mana sang sekretaris akan kedinginan atau menggigil, sehingga kemampuan kerjanya menurun. Sementara suhu ruang yang tinggi akan mengakibatkan efek 'panas', yang dapat mengakibatkan tubuh berkeringat dan tentu mengurangi produktifitas kerja. Dari berbagai penelitian disimpulkan bahwa produktifitas cenderung menurun atau tidak maksimum pada kondisi udara yang tidak nyaman [9]. Dengan demikian jelas terlihat bahwa di luar persyaratan-persyaratan lain yang diperlukan, suhu ruang yang nyaman dalam bangunan sangat diperlukan agar penyelenggaraan aktifitasnya manusia dapat berjalan dengan baik.

Penelitian yang dilakukan Ellsworth Huntington dikutip Victor Olgyay dalam *Design with Climate* [6], memperlihatkan bahwa tingkat produktifitas dan kesehatan manusia sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim setempat. Apabila kondisi iklim - yang berkaitan dengan suhu udara, kelembaban, radiasi matahari, angin, hujan, salju dan sebagainya - sesuai dengan kebutuhan fisik manusia, maka tingkat produktifitas manusia mencapai titik maksimum demikian pula dengan tingkat kesehatan yang akan mencapai kondisi optimal apabila kondisi iklim juga mendukung pencapaian kondisi tersebut.

Penelitian Huntington [6] yang dilakukan di Amerika serta beberapa negara Eropa ini menunjukkan bahwa puncak produktifitas dan kesehatan manusia dicapai pada iklim yang berbeda antara tempat satu dengan lainnya di muka bumi ini. Semakin mendekati arah kutub,

seperti halnya Scotlandia, Scandinavia dan Finlandia, manusia akan mencapai tingkat produktifitasnya pada musim panas, yakni antara bulan July dan September, sementara musim dingin adalah kondisi terburuk di mana produktifitas manusia mencapai titik terendah. Sementara di Italy, Spanyol dan Yunani yang letaknya menjauhi kutub, kondisi musim dingin tidak memberikan dampak yang terlalu buruk bagi produktifitas dan kesehatan manusia seperti halnya di Scotlandia. Sementara itu di kawasan Mediterania yang sudah mendekati katulistiwa, musim dingin merupakan kondisi yang optimal bagi produktifitas manusia dan kesehatan.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa manusia yang berdiam pada kawasan dekat dengan kutub - yang sedikit sekali menerima sinar matahari, musim panas merupakan kondisi yang menggairahkan untuk beraktifitas. Sebaliknya, pada kawasan di dekat katulistiwa, terlebih lagi di daerah tropis, panas matahari yang menyengat membuat manusia mudah lelah, sehingga produktifitas menurun pada saat musim panas atau kemarau.

Para hadirin yang terhormat,

Tingkat produktifitas dan daya tahan fisik (kesehatan) manusia berada pada suatu zona tertentu, sementara di luar zona ini produktifitas dan daya tahan fisik manusia menurun. Zona ini berkaitan dengan kenyamanan, di mana menurut laporan dari berbagai penelitian berbeda antara kelompok manusia yang berdiam di lokasi iklim berbeda. Penelitian CEP Brookes dikutip oleh Olgyay [6] memperlihatkan bahwa orang Inggris memiliki zona nyaman antara 15°C hingga 20°C sementara manusia yang berdiam di Amerika Serikat mencapai tingkat nyaman pada suhu yang lebih tinggi, antara 19,5 °C hingga 26,7°C, sedangkan mereka yang tinggal pada kawasan tropis mencapai tingkat nyaman pada suhu udara yang lebih tinggi lagi, yakni antara 23,4°C hingga 29,4°C, seluruhnya pada kondisi kelembaban antara 30 hingga 70%.

Penelitian Kenyamanan Termis di Daerah Tropis Asia Tenggara

Sejumlah penelitian telah dilakukan oleh berbagai peneliti di dunia dalam kaitannya dengan kenyamanan termis manusia. Beberapa penelitian kenyamanan termis dilakukan di daerah beriklim tropis seperti di India oleh Maitreya [10], Matthews dan Nicol [11], kemudian di Pakistan penelitian dilakukan oleh Nicol dan kawan [12]. Beberapa penelitian kenyamanan termis juga dilakukan di wilayah Asia Tenggara, yakni di Singapura, Thailand, Papua Nugini, dan Indonesia.

Penelitian kenyamanan termis dilakukan di Singapura tahun 1952 dan 1953 oleh peneliti kenyamanan termis Inggris, Ellis [13,14], dilanjutkan oleh Webb [2] tahun 1959. Richard de Dear [15,16,17] dari Australia melakukan penelitian di negara tersebut tahun 1990. Penelitian kenyamanan termis di Bangkok, Thailand, dilakukan oleh Peneliti Amerika, John Busch tahun 1988 [18]. Penelitian kenyamanan termis di ibu kota Port Moresby, Papua Nugini dilakukan oleh Ballantyne tahun 1967 dan 1979 [19,20].

Penelitian Kenyamanan Termis di Indonesia

Para hadirin yang terhormat,

Beberapa penelitian kenyamanan termis yang pernah dilakukan di Indonesia di antaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Mom dan Wiesebron [21] antara tahun 1936 hingga 1940 di Bandung, tepatnya di *Technische Hoogeschool* (sekarang Institut Teknologi Bandung, ITB). Penelitian tersebut melibatkan tiga kelompok etnis sebagai responden: etnis Eropa, Tionghoa, dan Indonesia asli (pribumi). Dari penelitian ini diperoleh rentang suhu nyaman untuk responden Indonesia adalah antara 24°C hingga 28°C suhu udara dengan kelembaban sekitar 70%. Beberapa penelitian lain juga dilakukan di Yogyakarta oleh Henry Feriadi [22] dari Teknik Arsitektur Universitas Duta Wacana dan Sugini [23] dari Teknik Arsitektur UII terhadap sejumlah responden di kawasan permukiman di kota tersebut.

Penelitian kenyamanan termis lain dilakukan oleh penulis [24,25,26,27,28] pada tahun 1993 di Jakarta melibatkan 596 responden karyawan dan karyawan yang bekerja di tujuh bangunan kantor menghasilkan suhu nyaman responden, yakni 26,4°C suhu udara dengan deviasi sekitar 2°C. Dari penelitian ini terungkap bahwa standar suhu nyaman internasional ISO-7730 [7] dan ASHRAE 55-56 [1], terpaut sekitar 1 hingga 3°C lebih rendah dari suhu nyaman yang dibutuhkan para responden. Ini berkonsekuensi terhadap penggunaan energi yang berlebih yang semestinya tidak diperlukan.

Hasil penelitian di Jakarta ini telah dipublikasikan secara internasional di beberapa tempat di dunia: Inggris, Australia, Eropa, Amerika dan Afrika Selatan. Data penelitian ini diambil sebagai salah satu *data base* penelitian kenyamanan termis yang pernah dilakukan di dunia oleh Macquarie University - Australia dan Center for Environmental Design Research, University of California, Berkeley, USA [29]. Data penelitian di Jakarta ini juga dijadikan salah satu dari sejumlah data penelitian lain di berbagai tempat di dunia untuk mengoreksi Standar Internasional ISO-7730 [7], 1994 dan Standard Amerika ASHRAE 55-56, 1992 [1].

Penelitian kenyamanan termis di Bandung tahun 2005 [30,31] yang dilakukan penulis memperlihatkan bahwa responden merasa nyaman pada suhu udara yang tidak jauh berbeda dengan suhu udara luar rata-rata bulanan. Temuan ini mengindikasikan bahwa dengan perancangan arsitektur yang tepat sesuai iklim setempat, secara umum bangunan di Bandung tidak memerlukan bantuan mesin pengkondisian udara mekanis (AC) untuk memberikan kenyamanan termis kepada penggunanya.

Para hadirin yang saya hormati,

Dari berbagai penelitian yang dilakukan para peneliti kenyamanan termis, terlihat bahwa hasil penelitian umumnya hanya tepat digunakan bagi kebutuhan lokal, dan kurang sesuai untuk diaplikasikan secara universal bagi pemenuhan suhu nyaman kelompok manusia lain dari bangsa lain, dengan letak geografi, perilaku, dan jenis pakaian setempat yang berlainan.

Peneliti kenyamanan termis Inggris, Prof Michael Humphreys [32,33,34], mencetuskan teori Adaptasi yang memperlihatkan bahwa kebutuhan suhu nyaman antara satu kelompok manusia yang tinggal di satu tempat akan berbeda dengan kelompok lain yang berdiam di tempat lain. Suhu nyaman yang dipilih oleh sekelompok manusia ternyata ada kaitannya dengan suhu udara rata-rata bulanan di mana kelompok tersebut tinggal. Dalam batas tertentu, semakin tinggi suhu udara rata-rata bulanan di suatu tempat, maka manusia yang berdiam di tempat tersebut akan merasa nyaman pada suhu udara yang lebih tinggi pula.

Meskipun demikian, untuk tujuan praktis, dua buah standar suhu nyaman saat ini banyak digunakan di negara atau wilayah yang belum memiliki standar suhu nyaman, yakni Standar Internasional untuk kenyamanan termis, ISO 7730-1994 [7] serta ASHRAE 55-56, 1992 [1].

Dalam penggunaan kedua standar tersebut di Indonesia dijumpai adanya kekurangsesuaian terhadap kebutuhan suhu nyaman manusia Indonesia pada umumnya. Banyak ditemukan bahwa dengan menggunakan standar ini sering muncul keluhan terhadap rendahnya suhu ruang yang mengakibatkan ketidaknyamanan (dingin) [24].

Karena adanya perbedaan antara angka suhu nyaman dalam standar dengan kebutuhan suhu nyaman manusia Indonesia, di mana angka standar terlalu rendah, hal ini mendorong terjadinya pemborosan energi di sektor bangunan di Indonesia. Arsitek dan konsultan M&E di Indonesia perlu menyadari hal ini. Standar ASHRAE 55-56, 1992 [1] merupakan acuan kenyamanan termis yang dikembangkan di Amerika melalui penelitian laboratorium di Amerika terhadap sejumlah

manusia yang berdiam di negara tersebut. Sangat sulit diterima apabila acuan ini juga akan sesuai dengan kebutuhan manusia Indonesia yang telah lama berdiam di iklim yang berbeda.

Sementara itu Standar Internasional ISO 7730, 1994 [7] merupakan hasil pemikiran Profesor Fanger dari Denmark yang didasarkan pada hasil penelitian kenyamanan termis di laboratorium di Denmark dan digabungkan dengan beberapa hasil penelitian beliau di Amerika Serikat. Standar ini diformulasikan oleh Fanger secara matematis berdasarkan teori keseimbangan panas antara tubuh manusia dan lingkungan di sekitarnya, atau lebih dikenal dengan *heat balance model* [35].

Para hadirin yang terhormat,

Akibat dari penerapan suhu nyaman dari standar asing yang lebih rendah dari kebutuhan nyata suhu nyaman manusia Indonesia, di satu pihak karyawan/wati yang bekerja pada gedung-gedung berpengkondisi udara merasakan suhu yang terlalu dingin dari yang diperlukan, atau dengan kata lain 'dingin-tidak nyaman'. Di lain pihak, terlalu rendahnya *setting* suhu di dalam bangunan berkonsekuensi terhadap semakin borosnya energi yang digunakan oleh bangunan.

Bangunan-bangunan berpengkondisi udara di Indonesia dengan *setting* suhu nyaman yang mengacu pada standar ASHRAE 55-56 [1] berpotensi memboroskan energi. Secara teori, penurunan suhu ruang 1°C akan menaikkan 10% penggunaan energi untuk pendinginan bangunan. Dengan *setting* suhu udara sekitar 1 hingga 3 °C lebih rendah dari yang diperlukan, bangunan memboroskan energi antara 10 hingga 30% dari kebutuhan energi pendinginan dalam bangunan. Dengan kata lain, jika sumber energi bangunan berasal dari minyak bumi, maka aspek kenyamanan termis bangunan menyumbang 10 hingga 30% pelepasan CO₂ lebih banyak ke udara dan membantu terjadinya pemanasan bumi.

Standar Nyaman Termis dan Konsumsi Energi

Para hadirin yang terhormat,

Studi konsultan energi Inggris, Max Fordam [36], mengungkapkan bahwa sektor bangunan mengonsumsi 50% total konsumsi minyak nasional negara maju, sektor transportasi mengonsumsi 25%, dan sisanya 25% dikonsumsi sektor industri. Di negara berkembang, proporsi penggunaan energi untuk bangunan umumnya lebih rendah hingga sekitar 35% terhadap total konsumsi energi nasional. Hampir 95% energi yang digunakan bangunan

dikonsumsi untuk operasional bangunan selama bangunan tersebut digunakan, 4% dikonsumsi untuk pembuatan material dan saat pembangunan, serta sisanya 1% digunakan ketika bangunan dihancurkan [37].

Berbagai studi memperlihatkan pengkondisian udara bangunan (AC) mengkonsumsi energi antara 40 hingga 70% dari total konsumsi energi bangunan. Sehingga secara matematis, pencapaian kenyamanan termis bangunan mengkonsumsi 15 hingga 35% total energi yang bersumber dari minyak bumi di suatu negara.

Karena pembakaran minyak bumi mengemisi karbondioksida, maka peralatan mekanis pendingin udara (AC) akan menyumbang 15 hingga 35% total emisi CO₂ di suatu negara. Ilmu Arsitektur memiliki andil besar dalam hal ini. Kaidah-kaidah lama perancangan arsitektur bangunan perlu mendapat perhatian. Diperlukan pendefinisian ulang tentang arsitektur. Arsitektur bukan lagi suatu seni bangunan sebatas memenuhi aspek kegunaan, kekokohan dan keindahan. Arsitektur perlu memenuhi aspek hemat energi dan rendah dalam mengemisi CO₂.

Dalam beberapa tahun belakangan ini negara maju sudah menyadari kelemahan arah pendidikan arsitektur mereka yang menghasilkan karya-karya arsitektur yang tidak tanggap terhadap penghematan energi dan secara langsung membuang sejumlah besar CO₂ ke udara. Bangunan merupakan salah satu kontributor penting pelepas CO₂ ke udara dan memicu pemanasan bumi. Pencapaian kenyamanan termis bangunan yang mengandalkan peralatan mekanis dan bukan pemecahan rancangan arsitektur terhadap iklim setempat memerlukan energi yang sebagian besar masih bersumber dari minyak bumi dan melepas jutaan ton CO₂ ke atmosfer memicu pemanasan bumi.

Konferensi internasional tentang strategi pengurangan emisi CO₂ melalui pengurangan ketergantungan bangunan terhadap penggunaan AC akan diselenggarakan di Windsor, Inggris tahun 2008 mendatang. Dalam waktu yang berurutan juga akan diselenggarakan Konferensi Internasional tentang Evaluasi Ulang Pendidikan Arsitektur di Oxford, Inggris, untuk merancang ulang kurikulum pendidikan arsitektur yang mampu mereduksi emisi CO₂ serta lebih responsive terhadap pemanasan bumi dan perubahan cuaca.

Pemanasan Bumi

Para hadirin yang terhormat,

Ijinkanlah saya memaparkan isu singkat tentang pemanasan bumi atau *global warming*.

Teori tentang gas-gas rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan bumi dicetuskan pertama kali oleh Fourier [38], ahli matematika Perancis, sekitar tahun 1820-an. Bahwa atmosfer bumi yang terbentuk dari berbagai komposisi gas (karbon dioksida, uap air dan methane) berperilaku semacam kaca transparan yang menyelimuti bumi. Selimut atau selubung transparan ini berfungsi sebagaimana sebuah rumah kaca yang memungkinkan panas serta cahaya matahari menembus permukaan bumi. Sebagai rumah kaca, selimut ini tidak membiarkan seluruh panas yang sudah diterima bumi untuk kemudian dikembalikan ke angkasa luar. Dengan selimut transparan ini, sejumlah panas yang cukup ideal bagi kelangsungan hidup makhluk bumi dan tumbuhan, terperangkap di antara permukaan bumi dan lapisan atmosfer.

Seandainya gas-gas pembentuk atmosfer bumi yang berperan sebagai selimut ini tidak ada, maka seluruh panas dari matahari akan dilepas kembali ke angkasa luar mengakibatkan bumi beku. Contoh klasik peran CO₂ dalam pengaturan suhu atmosfer planet adalah yang terjadi pada planet Venus. Konsentrasi CO₂ pada atmosfer Venus sangat tinggi mengakibatkan suhu planet ini demikian tingginya sehingga tidak memungkinkan suatu kehidupan berlangsung.

Phenomena sebaliknya terjadi pada planet Mars. Konsentrasi CO₂ di atmosfer planet ini sangat rendah sehingga hampir seluruh panas matahari yang jatuh di planet dikembalikan ke angkasa luar, membuat suhu udara Mars sangat rendah dan tidak memungkinkan suatu kehidupan berlangsung.

Karbondioksida (CO₂) sebagai salah satu gas rumah kaca memiliki peran dominan dalam mengatur suhu bumi. Tinggi rendahnya konsentrasi CO₂ di lapisan atmosfer mempengaruhi tinggi rendahnya suhu bumi. Kenaikan konsentrasi CO₂ lapisan atmosfer akibat pembakaran bahan bakar minyak dan bahan bakar lain yang mengandung senyawa C, H dan O, mengakibatkan kenaikan suhu bumi.

Arsitektur, kenyamanan termis, energi dan pemanasan bumi

Para hadirin yang saya hormati,

Arsitek bertanggung jawab terhadap bangunan dan lingkungan binaan yang dirancangnya. Salah satu kelemahan rancangan arsitektur dapat mengakibatkan ketidaknyamanan termis pengguna bangunan. Kekeliruan rancangan bangunan dapat menyebabkan bangunan menjadi panas, sehingga diperlukan mesin AC dalam kapasitas besar. Mesin pendingin ini memerlukan energi listrik yang umumnya dibangkitkan dari sumber energi minyak bumi dan melepaskan sejumlah gas CO₂ sebagai pemicu pemanasan bumi.

Kelemahan arsitek dalam merancang kota atau bagian kota, akan mengakibatkan pemanasan kota, memunculkan fenomena '*heat urban island*'. Kelemahan arsitek dalam merancang kota hemat energi, mendorong warga bepergian dengan menggunakan kendaraan bermotor, atau bahkan kendaraan pribadi yang mengemisi CO₂ dalam jumlah yang sangat besar. Jika kota dirancang dengan konsep hemat energi, dengan menyediakan jalur-jalur sepeda, jalur pedestrian yang memadai dan nyaman, pembakaran minyak bumi dapat ditekan sehingga menekan jumlah pelepasan CO₂ ke udara, serta membantu menghambat pemanasan bumi [39].

Salah satu penyebab ketidaknyamanan termis bangunan adalah tingginya suhu udara luar. Rancangan ruang luar dan ruang terbuka kota (taman, jalan, dan lainnya) perlu vegetasi yang memadai baik dari segi jumlah maupun penempatan. Vegetasi menyerap CO₂ dan memberikan peneduh, turut membantu menyerap radiasi panas matahari dalam jumlah yang besar sehingga menurunkan suhu udara di sekitarnya [40,41]. Hal ini sangat membantu pencapaian kenyamanan termis manusia di dalam maupun di luar bangunan

Dengan rancangan kota yang tepat, yang mampu mengeliminir fenomena *heat urban island*, disertai dengan rancangan bangunan yang tepat sesuai kondisi iklim setempat, kebutuhan kenyamanan termis pengguna bangunan dapat dipenuhi tanpa, atau sedikit sekali menggantungkan kepada pengkondisian udara mekanis AC.

Penggunaan sumber-sumber energi alternatif yang tidak mengemisi CO₂ bagi pemenuhan aspek kenyamanan termis bangunan kiranya perlu mulai dipertimbangkan. Energi surya dalam bentuk sel surya dan energi angin sudah banyak digunakan sebagai sumber energi alternatif di sejumlah bangunan di negara-negara maju. Rancangan arsitektur masa depan dituntut untuk lebih kreatif memanfaatkan sumber-sumber energi terbarukan yang tidak mengemisi CO₂. Kenyamanan termis di dalam bangunan harus dapat dicapai melalui rancangan kota dan rancangan bangunan yang tidak tergantung dari sumber-sumber energi yang mengemisi CO₂ sehingga dapat membantu mencegah proses pemanasan bumi lebih lanjut.

Penutup

Para hadirin yang saya hormati.

Tidak ada yang menyangkal bahwa pemanasan bumi tengah berlangsung. Pemanasan bumi mengakibatkan perubahan cuaca global. Bahwa para ilmuwan sepakat penyebab utama pemanasan bumi adalah emisi berlebihan dari karbondioksida (CO₂) ke atmosfer. Karbondioksida sebagian besar diemisi dari hasil pembakaran minyak bagi kebutuhan aktifitas manusia. Bangunan merupakan sektor dominan dalam hal penggunaan energi minyak bumi yang secara langsung

melepaskan sejumlah CO₂ ke atmosfer. Untuk pencapaian kenyamanan termis ruang, mesin pengkondisian udara, pemanas atau pendingin (AC) mengkonsumsi energi sekitar 40 hingga 70% dari total konsumsi energi listrik bangunan. Sementara bangunan sendiri mengkonsumsi sekitar 35 hingga 50% energi minyak nasional suatu negara. Dengan kata lain, kebutuhan kenyamanan termis bangunan mengkonsumsi antara 15 hingga 35% konsumsi minyak nasional suatu negara dan melepaskan sejumlah gas CO₂ dalam proporsi yang sama.

Kelemahan arsitek dalam merancang bangunan akan mengakibatkan ketidaknyamanan termis bagi pengguna bangunan: terlalu dingin di negara beriklim sub tropis atau terlalu panas di negara beriklim tropis. Kelemahan ini terutama disebabkan pertama, oleh ketidak perdulian arsitek dalam merancang bangunan terhadap *setting* (lokasi) di mana bangunan tersebut dibangun, sehingga tidak memperdulikan kondisi iklim setempat termasuk posisi matahari terhadap bangunan. Hal ini akan menghasilkan bangunan dengan suhu udara yang terlalu rendah untuk wilayah beriklim sub tropis, atau terlalu tinggi untuk wilayah beriklim tropis, berkonsekuensi terhadap penggunaan mesin pemanas atau pendingin secara berlebihan.

Kedua, karena keterbatasan pemahaman arsitek terhadap bangunan hemat energi, yakni bangunan yang hemat dalam mengkonsumsi energi tanpa harus mengorbankan kenyamanan fisik manusia, termasuk kenyamanan termis. Sehingga cukup banyak bangunan diklaim sebagai bangunan hemat energi atau bangunan tropis, namun ternyata tidak nyaman dan sesungguhnya boros energi. Cukup banyak bangunan mengkonsumsi energi yang seharusnya tidak diperlukan jika bangunan tersebut dirancang dengan benar sesuai kaidah-kaidah perancangan bangunan hemat energi, sehingga emisi CO₂ dari bangunan dapat diminimalkan

Arsitek, sebagai orang yang bertanggung jawab dalam pengukiran kulit bumi, merupakan sosok yang perlu menyadari tanggung jawabnya terhadap pemanasan bumi. Dari tangan arsiteklah lingkungan alamiah yang berupa hutan, rawa, kawasan pertanian di rubah menjadi bangunan, kumpulan bangunan, jalan, dan kota. Aktifitas manusia kota lebih bergantung kepada teknologi yang digerakan oleh listrik yang bersumber dari minyak bumi dibanding aktifitas manusia desa atau di kawasan hutan pedalaman.

Rancangan kota dan bangunan sangat mempengaruhi besar kecilnya energi yang digunakan oleh setiap individu dan sangat mempengaruhi jumlah pelepasan CO₂ ke udara yang menyebabkan pemanasan bumi. Arsitek harus mulai menyadari terhadap setiap garis yang ditorehkan di atas kertas. Torehan garis akan menentukan besar kecilnya emisi CO₂ ketika ia mulai diwujudkan menjadi bangunan atau kota.

Pemborosan energi yang disebabkan oleh kelemahan arsitek dalam merancang bangunan nyaman hemat energi memberi dampak terhadap pelepasan CO₂ dalam jumlah besar ke atmosfer

dan secara signifikan memperbesar peluang terhadap kenaikan suhu bumi yang mengakibatkan perubahan cuaca global. Perubahan cuaca global menyebabkan terjadinya anomali cuaca dan memunculkan berbagai bencana alam, mengancam kehidupan manusia di dunia.

Arsitek perlu mewaspadaikan itu. Barangkali mulai perlu dipikirkan untuk menyusun kembali kurikulum pendidikan arsitektur yang berbasis pada lingkungan, yang memberikan dasar-dasar pengetahuan arsitektur dan perancangan arsitektur yang tidak boros energi dalam rangka pencapaian kenyamanan fisik penggunaannya. Arsitektur yang mampu memberikan kenyamanan termis penggunaannya tanpa harus banyak mengemisi CO₂ ke udara. Arsitektur yang mampu menjaga dan melestarikan bumi agar tetap layak digunakan sebagai wadah kehidupan manusia generasi masa datang.

Para hadirin yang saya hormati,

Saya ingin mengakhiri pidato pengukuhan ini dengan terlebih dahulu menyampaikan ucapan terimakasih kepada mereka yang selama ini telah membantu dalam proses pengumpulan dokumen hingga pengukuhan saya menjadi guru besar Arsitektur di Universitas Tarumanagara. Kepada Pak Haryanto, selaku Dekan Fakultas Teknik yang pertama kali memunculkan ide kepada saya untuk memproses jenjang guru besar, demikian juga Pak Rudy Surya, Pak Sutarki, dan Pak Franky. Kepada Pak Sugi yang membantu menyusun dokumen-dokumen yang diperlukan saya ucapkan banyak terima kasih. Kepada Ibu Mursilah, yang dengan sabar selalu memantau proses pengusulan jabatan guru besar saya, saya ucapkan banyak terima kasih.

Kepada almarhum Prof Mas Santosa dari Arsitektur ITS dan Prof Ramli Rahim dari Arsitektur UNHAS yang bertindak sebagai *peer reviewer*, saya ucapkan terima kasih. Kepada Ibu Sofia Alisyahbana sebagai rekan berdiskusi, saya ucapkan banyak terima kasih. Kepada Prof Dali dan Prof. Singgih yang telah mendukung dan memfasilitasi proses pengajuan hingga sampai dengan pengukuhan jabatan ini saya ucapkan banyak terima kasih.

Kepada teman-teman Tata Usaha Arsitektur: Pak Mirodj, pak Tumino, Pak Sadimo, Pak Waluyo, Pak Suci, Pak Wagiarto, Pak Purwadi, Pak Katino, Bu Dahlia, Bu Darko, dan Pak Ootong, saya ingin mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan pelayanan administrasi serta masukan-masukan informalnya. Kepada Pak Danang Priatmojo, Pak Sani, Pak Tony Winata, Pak Edison, Pak Itut, Bu Titik Atmantari, Ibu Pricila, Bu Widya, dan lain-lain, sebagai rekan-rekan diskusi sehari-hari, saya ucapkan banyak terima kasih.

Kepada seluruh dosen, karyawan dan karyawan Universitas Tarumanagara yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, saya ucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan formal maupun informal selama ini sehingga saya dapat mencapai jenjang kepangkatan ini.

Pada akhirnya saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh hadirin atas perhatian dan kesabarannya mendengarkan paparan materi yang saya sampaikan ini.

Terima kasih

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Rujukan

1. ANSI / ASHRAE 55-1992, ASHRAE Standard Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHRAE Inc., Atlanta, USA.
2. Webb, C.G., (1959), An Analysis of Some Observations of Thermal Comfort in An Equatorial Climate, *British Journal of Industrial Medicine*, vol. 16, pp. 297-310.
3. Macfarlane, W.V., (1958), Thermal Comfort Zones, *Architectural Science Review*, November, pp. 1-14.
4. Karyono, T.H. (1989), *Solar Energy and Architecture: A Study of Solar Passive Design for Hospital Wards in Indonesia*, MA dissertation, Institute of Advanced Architectural Studies, University of York, UK.
5. McIntyre, D.A., (1980), *Indoor Climate*, Applied Science, UK.
6. Olgyay, V (1963), *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, Princenton University Press, Princenton
7. ISO (1994), *International Standard 7730 - 1994, Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort*, Geneva, ISO.
8. Karyono, TH (2001), *Teori dan Acuan Kenyamanan Termis dalam Arsitektur*, Penerbit Catur Libra Optima, Percetakan Olta Printings, Maret 2001, Jakarta.
9. Idealistina, F. (1991), *Model Termoregulasi Tubuh untuk Penentuan Besaran Kesan Thermal Terbaik dalam kaitannya dengan Kinerja Manusia*, Doctoral Thesis, Bandung Institute of Technology (ITB), Indonesia
10. Maitreya, VK (1991), Indoor Physical Environment in Rural India, *Architectural Science Review*, June, vol. 34, pp. 37-41.
11. Matthews, J. and Nicol, F. (1994), Thermal Comfort of Factory Workers in Northern India, In: *Standards for Thermal Comfort Indoor Air Temperature Standards for the 21st Century*, eds: Nicol, Humphreys, Sykes, Roaf, E&FN Spon and Chapman & Hall, London.

12. Nicol, JF et al (1994), *A Survey of Thermal Comfort in Pakistan, Toward New Indoor Temperature Standards, Final Report*, School of Architecture, Oxford Brookes University, July 1994, UK.
13. Ellis, FP (1952), Thermal Comfort in Warm Humid Atmosphere - Observations in a Warship in the Tropics, *Journal of Hygiene*, vol. 50, pp. 415-432, Cambridge, UK.
14. Ellis, EP (1953), Thermal Comfort in Warm and Humid Atmosphere, *Journal of Hygiene*, vol. 51, pp. 386-404.
15. de Dear, RJ, et al. (1991), Thermal Comfort in The Humid Tropics - Part 1: Climate Chamber Experiments on Temperature Preferences in Singapore, *ASHRAE Transactions*, vol. 97, part 1.
16. de Dear, RJ, et al. (1991), Thermal Comfort in The Humid Tropics - Part 2: Climate Chamber Experiments on Thermal Acceptability in Singapore, *ASHRAE Transactions*, vol. 97, part 1.
17. de Dear, RJ, Leow, K.G., and Foo, S.C. (1991), Thermal Comfort in the Humid Tropics: Field Experiments in Air Conditioned and Naturally Ventilated Buildings in Singapore, *International Journal of Biometeorology*, Vol. 34, pp. 259-265.
18. Busch, JF (1990), Thermal Responses to the Thai Office Environment, *ASHRAE Transactions*, vol. 96, part 1. pp. 859-872.
19. Ballantyne, ER, et al. (1967), Environment Assessment of Acclimatized Caucasian Subjects at Port Moresby, Papua New Guinea, *3rd Australian Building Research Congress*, no 400, Australia.
20. Ballantyne, ER, et al. (1979), A Survey of Thermal Sensation in Port Moresby, Papua New Guinea, *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*, no 32, pp. 1-28, Australia.
21. Mom, CP, et al. (1947), The Application of the Effective Temperature Scheme to the Comfort Zone in the Netherlands Indies, *Chronica Naturae*, vol. 103.
22. Feriadi, H, Wong NH (2002), Thermal Comfort for Naturally Ventilated Houses in Indonesia, in Proceedings of International Conference 'Building Research and the Sustainability of the Built Environment in the Tropics', edited by Tri Harso Karyono, Fergus Nicol and Susan Roaf, Tarumanagara University, Jakarta, 14-16 October 2002.
23. Sugini (2007), Indoor Climatic Variables and the Bias of Thermal Comfort Index of PMV in Warm Humid Climate with A Specific Reference of Yogyakarta, Indonesia, proceedings of the 8th International Conference 'Sustainable Environmental Architecture: Sustainability in Rain, Sun and Wind', Petra University, Surabaya, 23-14 August 2007.

24. Karyono, TH (1995), Higher PMV causes Higher Energy Consumption in Air-conditioned Buildings: A Case Study in Jakarta, Indonesia, in *Standards for Thermal Comfort Indoor Air Temperature Standards for the 21st Century*, edited by Fergus Nicol, Michael Humphreys, Oliver Sykes and Susan Roaf, E & Spon and Chapman & Hall, London, UK.
25. Karyono, TH (1995), Thermal Comfort for the Indonesian Workers in Jakarta, *Journal of Building Research and Information*, Vol. 23 No 6, November/ December, UK, pp. 317-323.
26. Karyono, TH (1996), Discrepancy between Actual and Predicted Thermal Votes on the Indonesian Workers in Jakarta, *International Journal of Ambient Energy*, April, UK.
27. Karyono, TH (1996), Thermal Comfort in the Tropical South East Asia Region, *Architectural Science Review*, vol. 39, no. 3, September, pp. 135-139, Australia.
28. Karyono, TH (1996), *Thermal Comfort and Energy Studies in Multi Storey Office Buildings in Jakarta - Indonesia*, PhD Thesis, School of Architectural Studies, University of Sheffield, UK.
29. de Dear, R, Brager, G, Cooper, D (1997), *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference: Final Report on RP-884*, Macquarie University and Center for the Environmental Design Research, University of California Berkeley, Macquarie Research Ltd., Australia.
30. Karyono, TH, et al (2006): Report on thermal comfort study in Bandung, *Proceedings of International Conference 'Comfort and Energy Use in Building Getting Them Right'*, Cumberland Lodge, Windsor Park, United Kingdom, 27-30 April 2006.
31. Karyono, TH (2007), Thermal comfort study and the potential saving of energy for cooling in Bandung, Indonesia, *Proceedings Internasional Conference on Sustainable Environmental Architecture 8*, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 23-24 Agustus 2007.
32. Humphreys, MA, (1976), Field Studies of Thermal Comfort Compared and Applied, *Building Services Engineering*, April, vol. 44, pp. 6-23.
33. Humphreys, MA, (1978), Outdoor Temperatures and Comfort Indoors, *Building Research and Practice*, pp. 92-104.
34. Humphreys, MA,(1992), Thermal Comfort Requirements, Climate and Energy, *The Second World Renewable Energy Congress*, Reading, UK.
35. Fanger, PO, (1970), *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*, Danish Technical Press, Copenhagen.
36. Roaf, S, Crichton, D, Nicol, F (2005), *Adapting Buildings and Cities for Climate Change A 21st Century Survival Guide*, Architectural Press – Elsevier, UK

37. Stein, B. et al (1986), *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings* (7th Edition), John Wiley & Sons, Canada
38. Smyth, A and Wheater, C (1990), *Here's Health The Green Guide*, Argus Book, England.
39. Tri H. Karyono (2007), 'Pemanasan Bumi Dan Tanggung Jawab Arsiteki', *Seminar sehari Pemanasan Bumi*, Universitas Katolik Atmajaya, Yogyakarta, 6 September.
40. Akbari, H. et al. (1990), *Summer Heat Island, Urban Trees and White Surfaces*, *ASHARE Transactions*, pp.1381-1388.
41. Parker, J. (1981), *Uses of landscaping for energy conservation*, Florida International University and the Governor's Energy Office of Florida.

BIODATA

Nama : Tri Harso Karyono
 Tempat/tgl. lahir : Yogyakarta, 15 Desember 1956
 Kewarganegaraan : Indonesia

Riwayat Pendidikan

1962-1963	Taman Kanak-Kanak Taman Indriya, Taman Siswa, Jetis, Yogyakarta
1964-1966	Sekolah Dasar Taman Muda, Taman Siswa, Jetis, Yogyakarta
1967-1967	Sekolah Dasar Jetisharjo, Yogyakarta
1967-1969	Sekolah Dasar Yapenka, Cipete Selatan, Jakarta
1970-1972	Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 68, Cipete, Jakarta
1973-1975	Sekolah Lanjutan Atas (SMA) Negeri 11, Kebayoran Baru, Jakarta
1976-1983	Departemen Teknik Arsitektur ITB (Sarjana Muda)
1983-1984	Departemen Teknik Arsitektur ITB (Sarjana Penuh) Judul Proyek Akhir: <i>Rumah Sakit Ketergantungan Obat di Yogyakarta</i>
1987-1989	Institute of Advanced Architectural Studies, University of York, UK (MA) Judul Dissertasi: <i>Solar Energy and Architecture: A Study of Solar Passive Design for Hospital Wards in Indonesia</i>
1991-1996	School of Architectural Studies, University of Sheffield, UK (Ph.D) Judul Thesis: <i>Thermal Comfort and Energy Studies in Multi-storey Office Buildings in Jakarta, Indonesia</i>

Riwayat Pekerjaan

1981-1982	Bekerja paruh waktu sebagai Juru Gambar di Konsultan Arsitektur di Bandung
1982-1983	Bekerja penuh sebagai Pembantu Arsitek di PT Gita Rancana Bandung (dalam status kerja praktek)
1984-1985	Staf Pengajar Kursus Interior Pusat Kursus Inter Studi, Jakarta
1985-1996	Staf Inspektorat, Bagian Pengawasan Teknis, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Jakarta
1997-1999	Staf Peneliti Direktorat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Jakarta
2000-2002	Dipekerjakan (diperbantukan) di Jurusan Arsitektur, Universitas Indonesia, Depok
2003-2006	Peneliti Madya Pusat Pengkajian Kebijakan Inovasi Teknologi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Jakarta
2007-sekarang	Peneliti Utama Balai Besar Teknologi Energi (B2TE), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), PUSPIPTEK, Serpong
1990-1991	Pengajar Tidak Tetap, Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Jakarta
1990-1991	Pengajar Tidak Tetap, Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Jayabaya
1997-1998	Pengajar (Kontrak) Research Method di Indonesia-Australia Language Foundation (IALF), Jakarta
1997-2002	Pengajar Tidak Tetap, Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Jayabaya
1997-2003	Pengajar Tidak Tetap, Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Trisakti
1997-2003	Pengajar Tetap Terbatas, Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Mercu Buana
1999-2006	Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jakarta (UNIJA)
2004-2005	Pengajar Tidak Tetap, Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Pancasila
1990- sekarang	Pengajar Jurusan Teknik Arsitektur Universitas Tarumanagara
1998- sekarang	Pengajar Tidak Tetap Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Bina Nusantara
2002- sekarang	Pengajar Program S-2 Arsitektur, Universitas Trisakti
2001- sekarang	Pembimbing Tesis Program S-2 (Magister Konstruksi), Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara
2007-sekarang	Pengajar Program S-3 Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara

DAFTAR PUBLIKASI, KEGIATAN ILMIAH DAN PENGHARGAAN

A. Buku/Proceedings

1. Tri H. Karyono (1999), *Arsitektur: Kemamanan, Pendidikan, Kenyamanan dan Penghematan Energi*, Penerbit Catur Libra Optima, Percetakan Awans Printings, Juli 1999, Jakarta.
2. Tri H. Karyono (2001), *Teori dan Acuan Kenyamanan Termis dalam Arsitektur*, Penerbit Catur Libra Optima, Percetakan Olta Printings, Maret 2001, Jakarta
3. Tri H. Karyono, Fergus Nicol, Susan Roaf (eds.) (2002), *Proceedings International Symposium Building Research and the Sustainability of the Built Environment in the Tropics*, Tarumanagara University and Oxford Brookes University, Jakarta, Indonesia
4. Sumaryanto, Faisal, Tri H. Karyono, Dyan Vidyatmoko (eds) (2005): *Kebijakan dan Inovasi*, Penerbit Pusat Pengkajian Kebijakan Inovasi Teknologi, BPPT, Jakarta, September, 2005
5. Tri H. Karyono (2005), *Seputar Permasalahan Arsitektur Kota Tropis Dunia Ketiga*, CV Tehaka Arkita, Oktober 2005, Jakarta.

B. Journal Internasional

6. Tri H. Karyono (1995), Thermal Comfort for the Indonesian Workers in Jakarta, *Journal of Building Research and Information*, Vol. 23 No 6, November/ December, UK, pp. 317-323.
7. Tri H. Karyono, Discrepancy between Actual and Predicted Thermal Votes on the Indonesian Workers in Jakarta, *International Journal of Ambient Energy*, April 1996, UK.
8. Tri H. Karyono (1996), Thermal Comfort in the Tropical South East Asia Region, *Architectural Science Review*, vol. 39, no. 3, September, pp. 135-139, Australia.
9. Tri H. Karyono (1995), Higher PMV causes Higher Energy Consumption in Air-conditioned Buildings: A Case Study in Jakarta, Indonesia, in *Standards for Thermal Comfort Indoor Air Temperature Standards for the 21st Century*, edited by Fergus Nicol, Michael Humphreys, Oliver Sykes and Susan Roaf, E & Spon and Chapman & Hall, London, UK.
10. Tri H. Karyono (2000), Report on Thermal Comfort and Building Energy Studies in Jakarta, *Journal of Building and Environment*, vol. 35, pp 77-90, Elsevier Science Ltd., UK.

C. Proceedings Internasional

11. Tri H. Karyono (1995), Shaping the City through Energy Conseravation: A Case Study of Jakarta, Indonesia, in *Development through Conseravtion: Towards Shaping World Cities, International Workshop on Urban Regeneration*, edited by Charles Cockburn and Ramalaksmi V. Isaiah, Proccedings of the Workshop, University of York, UK.
12. Tri H. Karyono (1996), Potential Saving of Energy in Buildings: A Case Study in Jakarta, Indonesia, *proceedings of the Conference of the 30th Australia and New Zealand Architectural Science Association*, Chinese University of Hong Kong, 17-19th July 1996.

13. Tri H. Karyono (1996), The applicability of ISO 7730 and the Adaptive Model of Thermal Comfort in Jakarta, Indonesia, *Proceedings CLIMA 2000 Conference*, Brussel-Belgium, Summer 1997.
14. Tri H. Karyono (1997), Research Report for Database: Thermal Comfort Study in Jakarta, *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference*, edited by Richard de Dear, Gail Brager and Donna Cooper, - Maquarie Research Ltd, Maquarie University, Australia - Center for Environmental Design Research, University of California, Berkeley, USA, March 1997, pp 37, 189, 190, 248, 249
15. Tri H. Karyono (2002), Sustainability of the Built Environment in the Humid Tropics of Indonesia, An Overview, paper dalam *proceedings seminar Internasional Building Research and the Sustainability of the Built Environment*, Universitas Tarumanagara, Jakarta, 14-16 Oktober 2002
16. Tri H. Karyono (2002), Thermal comfort study of residents in Mlaten Housing Semarang, Indonesia, paper dalam *proceedings seminar Internasional Building Research and the Sustainability of the Built Environment*, Universitas Tarumanagara, Jakarta, 14-16 Oktober 2002
17. Tri H. Karyono and Gunawan Bahri (2005), Energy Efficient Strategies for JSX Building in Jakarta, Indonesia, *Proceedings of International Conference on Passive Cooling and Energy Savings in Building*, Santorini, Greece, 19-21th May
18. Tri H. Karyono, et al: Report on thermal comfort study in Bandung, *Proceedings of International Conference 'Comfort and Energy Use in Building Getting Them Right'*, Cumberland Lodge, Windsor Park, United Kingdom, 27-30 April 2006.
19. Tri H. Karyono (2007), Thermal comfort study and the potential saving of energy for cooling in Bandung, Indonesia, *Proceedings Internasional Conference on Sustainable Environmental Architecture 8* , Universitas Kristen Petra, Surabaya, 23-24 Agustus 2007

D. Journal Nasional / Artikel dalam Buku

20. Tri H. Karyono (1998), Arsitektur Tropis dan Bangunan Hemat Energi, *Jurnal Arsitektur Tarumanagara KALANG*, vol.1 No. 1, Jakarta.
21. Tri H. Karyono (1998), Penelitian Kenyamanan Suhu pada Bangunan Kantor di Jakarta (Bagian Pertama), *Jurnal Teknologi dan Permukiman*, No. 3, Tahun 4, April, Fakultas Teknik UNTAR.
22. Tri H. Karyono (1998), Penelitian Kenyamanan Suhu pada Bangunan Kantor di Jakarta (Bagian Kedua), *Jurnal Teknologi dan Permukiman*, No. 4, Tahun 4, April, Fakultas Teknik UNTAR.
23. Tri H. Karyono (1999), Sekolah Arsitektur Sang Pangeran: Upaya Pelestarian Tradisi?, *Jurnal Arsitektur KALANG*, vol. 1, no. 3, Universitas Tarumanagara, Jakarta.

24. Tri H. Karyono (2000), Teori Adaptasi dan Keberlakuannya bagi Penentuan Suhu Nyaman di Indonesia, *Jurnal Arsitektur KALANG*, vol. 2, no 1, pp. 1- 4, Universitas Tarumanagara, Jakarta.
25. Tri H. Karyono (2000), Pengaruh Beberapa Faktor terhadap Tingkat Kenyamanan Termis para Pekerja Kantor di Jakarta, *Laporan Teknis Berkala: Arsitektur*, Universitas Bina Nusantara, Vol. 8 No 2, April.
26. Tri H. Karyono (2001), Strategi Perancangan Kota yang Demokratis di Indonesia, *Jurnal Real Estate*, vol 3 no 1, Januari-Juni, pp. 1-4, Jurusan Teknik Planologi, Universitas Tarumanagara, Jakarta.
27. Tri H. Karyono (2001), Penelitian Kenyamanan Termis di Jakarta sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia Indonesia, *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol 29, No 1, Surabaya, Juli 2001, pp. 24-33
28. Tri H. Karyono (2001), Wujud Kota Tropis di Indonesia: Suatu Pendekatan Iklim, Lingkungan dan Energi, *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol 29, No 2, Surabaya, Desember 2001, pp. 141-146.
29. Tri H. Karyono (2001), Tenaga Surya dan Arsitektur: Suatu Analisis Lingkungan dan Perancangan, *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, Vol 31, No 1, Surabaya, Juli 2003, pp. 68-74.
30. Tri H. Karyono (2002), Pohon sebagai Penyejuk dan Pembersih Udara Kota, *Laporan Teknis Berkala: Arsitektur*, Universitas Bina Nusantara, Vol. 10 No 1, Januari.
31. Tri H. Karyono (2002), Shaping The City of Jakarta Through Energy Conservation, *Real Estate urnal pengembangan Wilayah dan Kota*, Universitas Tarumanagara, Vol. 6 No 2, Juli, pp.26-30.
32. Tri H. Karyono (2003): The Applicability of Adaptive Model to Predict Neutral Temperature in Jakarta, *Jurnal Kajian Tekonologi*, Vol. 5, No.2, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Nopember.
33. Rudy Surya, Tri H. Karyono (2004), Perubahan Bentuk Arsitektur Bangunan dan Arsitektur Ruang luar Perumahan Mlaten semarang dari Status Sewa menjadi Hak Milik, *Jurnal Arsitektur KALANG*, vol. VII No. 1, Jakarta, Nopember
34. Tri H. Karyono (2004), Pembelajaran Mata Kuliah Studio Perancangan Arsitektur: Masalah dan Strategi Penanganan, *Jurnal Arsitektur PARTISI*, vol. 1, no. 2, Univ. Bina Nusantara, Jakarta, Nopember
35. Tri H. Karyono (2004), Energy Conservation's Strategies in Buildings: A Case Study of Jakarta, *Jurnal Kajian Tekonologi*, Vol. 6, No.2, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Nopember.
36. Tri H. Karyono (2005), Mencegah Pemborosan Energi melalui Perencanaan Rancangan Bangunan Hemat Energi, *Jurnal Perencanaan Iptek*, BPPT, Vol. 3 No. 1, Jakarta, Juni
37. Tri H. Karyono (2005), Menuju Rancangan Kota Tropis Yang Lebih Baik, *Jurnal Kajian Teknologi*, Vol 7, No 2, Jakarta, Nopember.

38. Tri H. Karyono (2005), Fungsi Ruang Hijau Kota ditinjau dari Aspek Keindahan, Kenyamanan, Kesehatan dan Penghematan Energi, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol 6, No 3, September 2005, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT
39. Tri H. Karyono (2005), Kebijakan transportasi Kota di Indonesia, dalam buku *Kebijakan dan Inovasi*, Peberbit Pusat Pengkajian Kebijakan Inovasi Teknologi, BPPT, Jakarta, September
40. Tri H. Karyono (2006), Kota Tropis Hemat Energi: Menuju Kota Yang Berkelanjutan Di Indonesia, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol 7, No 1, Januari, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT
41. Tri H. Karyono (2006), Arsitektur Hemat Energi, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Edisi Khusus ‘Hari Lingkungan Hidup’, Juli, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT
42. Tri H. Karyono (2006), Peran Arsitek Dalam Memodifikasi Iklim Melalui Karya Arsitektur, *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS – Elektro Mesin Arsitektur Sipil* Vol. 16, No 3, Agustus, Penerbit Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia
43. Tri H. Karyono (2006), Pendidikan Gratis dan Kompetensi Kita d Era Global, *Buku Trilogi KABEG ITB Membingkai Harga Diri dan Peradaban*, Editor: Nining Soesilo, Penerbit FE-UI
44. Tri H. Karyono (2006), Globalisasi dan Arsitektur, *Buku Trilogi KABEG ITB Membingkai Harga Diri dan Peradaban*, Editor: Nining Soesilo, Penerbit FE-UI

E. Proceedings Nasional

45. Tri H. Karyono (2000), Suhu Netral dan Rentang Suhu Nyaman Manusia Indonesia: Suatu Penelitian pada Bangunan Kantor di Jakarta, *Proccedings of Inernational Seminar on Sustainable Environmental Architecture*, Dept. of Architecture, ITS, Surabaya, 23-24 October.
46. Tri H. Karyono (2004), Hunian Tanpa gusuran: Masalah Hunian Masyarakat Bawah di Kota, *Prosiding Seminar Nasional ‘Rumah untuk Rakyat’*, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, 9 Oktober
47. Tri H. Karyono (2005), Antisipasi Pendidikan Arsitektur terhadap Perubahan Tatanan Arsitektur, *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Arsitektur*, Universitas Indonesia, Depok 9 Desember
48. Tri H. Karyono (2005), Arsitektur Hemat Energi: Strategi Rancangan Bangunan Hemat BBM, *Prosiding Seminar Nasional ‘ The Application of Technology Toward A Better Life’* (Buku-1), Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, 10 Desember
49. Tri H. Karyono (2006), Konsekuensi Perubahan Iklim dan Lingkungan terhadap Perubahan Strategi Perancangan Kota di Indonesia, *Prosiding Nstional Seminar on Climatic and Environmental Changes in Indonesia* Centre for the Application of Atmospheric Science and Climate, Indonesian Aerospace and Aeronotic Institution (LAPAN), 9 November

50. Tri H. Karyono (2006), Pengajaran Sains (Fisika) Bangunan dan Tuntutan Formulasi Arsitektur terhadap Kenyamanan dan Hemat Energi, *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan dan Pendidikan Arsitektur*, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, 13 Desember

F. Laporan Penelitian

51. Tri H. Karyono, Rudy Surya, Suwardana Winata (2002), *Pengukuran Tingkat Kenyamanan Termis Penghuni Rumah Tipe Lama dan Rumah Modifikasi Perumahan sewa Mlaten*, Semarang, Lembaga Penelitian, Universitas Tarumanagara.
52. Rudy Surya, Tri H. Karyono, Antonius Ardiyanto, Nestri Kiswari (2003), *Perubahan Bentuk Arsitektur Bangunan dan Arsitektur Ruang Luar Perumahan Mlaten Semarang Dari Status Sewa Menjadi Hak Milik*, Lembaga Penelitian, Universitas Tarumanagara.

G. Paper Ilmiah (Dalam Forum Ilmiah) Tidak Diterbitkan

53. Tri H. Karyono (1993), Peran Arsitek dalam Pembangunan: Mengatasi Keterbatasan Energi Tanpa Mengesampingkan Tuntutan Kenyamanan dalam Bangunan, makalah dalam *Seminar Sehari (Dies Natalis) Universitas Jakarta (UNIJA)*, Jakarta, 5 Juni 1993.
54. Tri H. Karyono (1996), Arsitektur, Kenyamanan Suhu dan Penghematan Energi dalam Bangunan, makalah dalam *Kuliah Terbuka Jurusan Arsitektur, Universitas Soegrijapranata*, Semarang, 9 Nopember 1996.
55. Tri H. Karyono (1996), Pengaruh Kaca terhadap Kenyamanan Suhu dan Konsumsi Energi pada Bangunan di Indonesia, makalah dalam *Seminar Sehari: Arsitektur dan Kaca, Jurusan Arsitektur, Universitas Tarumanagara*, Jakarta, 12 Nopember 1996.
56. Tri H. Karyono (1996), Antisipasi Arsitek dalam Memodifikasi Iklim Melalui Karya Arsitektur, makalah dalam *Dies Natalis Universitas Trisakti*, Jakarta, 17 Desember.
57. Tri H. Karyono (1999), Permasalahan dan Strategi Pembelajaran pada Mata Kuliah Studio Perancangan Arsitektur, Kuliah Terbuka Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, 27 Maret 1999.
58. Tri H. Karyono (2000), *Wujud Kota Tropis: Suatu Pendekatan Iklim, Lingkungan dan Energi*, makalah pada Seminar Mingguan, Jurusan Arsitektur, Universitas Indonesia, 3 Mei 2000.
59. Tri H. Karyono (2000), *Pemanfaatan Tenaga Surya dalam Arsitektur: Tinjauan dari Aspek Lingkungan dan Perancangan*, paper pada Seminar Nasional Arsitektur Surya, Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Petra, Surabaya, 18 November.
60. Tri H. Karyono (2001), Strategi Perancangan Kota yang Demokratis di Indonesia, *Seminar Sehari Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jayabaya*, Jakarta 26 April 2001
61. Tri H. Karyono (2001), Taman dan Jalur Hijau Kota Tropis dalam Kaitannya dengan Keindahan, Kenyamanan, Kesehatan dan Penghematan Energi, *Paper Lokakarya Dinas Pertamanan Propinsi DKI*, Jakarta, 13 Nopember.

62. Tri H. Karyono (2005), *Arsitektur Hemat Energi: Antisipasi Arsitek terhadap Peningkatan Konsumsi Sumber Energi Tidak Terbarukan melalui Rancangan Arsitektur*, *Seminar Bangunan Hemat Energi*, Aula Barat – ITB, 24 April.
63. Tri H. Karyono (2006), 'Bangunan Hemat Energi: Strategi Penghematan Energi pada Bangunan di Kawasan Sub Tropis dan Tropis Basah', *Prosiding National Seminar on Low Energy Building*, Universitas Kristen Indonesia (UKI), Jakarta, 13 September
64. Tri H. Karyono (2007), 'Metoda Penelitian Kuantitatif dalam Arsitektur', *Lokakarya Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*, Universitas Pancasila, Jakarta, 26 Maret
65. Tri H. Karyono (2007), 'Silaban's House: Climate and Thermal Assessment', *Workshop Silaban's House*, Gedung SPMA, Bogor, Juni 2007
66. Tri H. Karyono (2007), 'Kota Hemat Energi', *Seminar Sehari Kawasan Hemat Energi*, B2TE-BPPT-ITI, Gedung DRN, PUSPIPTEK, Serpong, 5 September
67. Tri H. Karyono (2007), 'Pemanasan Bumi Dan Tanggung Jawab Arsiteki', *Seminar sehari Pemanasan Bumi*, Universitas Katolik Atmajaya, Yogyakarta, 6 September
68. Tri H. Karyono (2007), 'Rumah Susun Tropis Hemat Energi', *Lokakarya Rumah Susun Hemat Energi*, Universitas Parahyangan, Bandung, 8 September

H. Majalah Profesi (Arsitektur – Bangunan)

69. Tri H. Karyono (1995), *Kenyamanan Suhu dan Penghematan Energi dalam Bangunan*, Majalah *Konstruksi*, September 1995, Jakarta, Indonesia.
70. Tri H. Karyono (1996), *Arsitektur, Ilmu Pengetahuan dan Energi*, Majalah *Konstruksi*, Mei 1996
71. Tri H. Karyono (1996), *Penghijauan Kota sebagai Usaha Penurunan Suhu Kota*, Majalah *Konstruksi*, Mei.
72. Tri H. Karyono (1997), *Pathologi Bangunan dan Kenyamanan Suhu*, Majalah *Konstruksi*, April
73. Tri H. Karyono (1997), *Kritik terhadap pendidikan arsitektur*, Majalah *Konstruksi*, Juni, Jakarta, hal. 77-78
74. Tri H. Karyono (2000), *Lahirnya Suatu Corak Arsitektur*, Majalah *Konstruksi*, no 290, Maret-April, Jakarta.
75. Tri H. Karyono (2000), *Mendefinisikan Kembali Arsitektur Tropis di Indonesia*, Majalah *Desain Arsitektur*, vol. 1, April, pp.7-8.
76. Tri H. Karyono (2001), *Konsep Perancangan Kota di Indonesia*, Majalah *Konstruksi*, Januari-Februari, hal.11-12
77. Tri H. Karyono (2001), *Pertimbangan Iklim pada Rancangan Kota Tropis*, Majalah *Konstruksi*, Januari-Februari, hal. 13.
78. Tri H. Karyono (2001), *Pohon sebagai penyejuk dan pembersih udara kota*, Majalah *Konstruksi*, Februari-Maret, hal. 61-62.
79. Tri H. Karyono (2003), *Dilema Kota Jakarta*, Majalah *Konstruksi*, Juni, hal. 5-6.

80. Tri H. Karyono (2004), 5 Tips Rumah Adem Tak Boros Listrik. Majalah *IDEA*, Edisi 8, 1 September
81. Tri H. Karyono dan Susan Roaf (2007), Arsitektur Minimalis dan Penghematan Energi. Majalah *IDEA*, Edisi , Juli.

I. Media Cetak Umum (Surat Kabar)

82. Tri H. Karyono (1995), Arsitektur dan Energi, *Harian Kompas*, 21 September 1995, Jakarta, Indonesia.
83. Tri H. Karyono (1996), Cool buildings lead to green city, *The Jakarta Post*, 14 February 1996, Jakarta, Indonesia.
84. Tri H. Karyono (2000), Konsep Kantung Pedestrian Kota Tropis, *Harian Kompas*, 6 Desember
85. Tri H. Karyono (2001), Kendaraan Pribadi Justru Penyebab Kemacetan, *Harian Kompas*, 11 April
86. Tri H. Karyono (2001), Penataan Berorientasi Perilaku Warga, *Harian Kompas*, 16 Mei
87. Tri H. Karyono (2001), Eksistensi Becak di Kota, *Harian Kompas*, 22 Agustus
88. Tri H. Karyono (2001), Revolusi Transportasi Kota, *Harian SinarHarapan*, 28 September
89. Tri H. Karyono (2002), Universitas Riset Belum Saatnya? Kritik terhadap Rektor ITB dan Rektor UI, *Harian SinarHarapan*, 23 Maret.
90. Tri H. Karyono (2002), Arsitektur Dunia Ketiga , *Harian SinarHarapan*, 27 April.
91. Tri H. Karyono (2003), Salah Kaprah Memoles Jakarta, *Harian Sinar Harapan*, 5 April.
92. Tri H. Karyono (2003), Bangunan Tinggi Penyebab Kemacetan Kota, *Harian Sinar Harapan*, 7 Juni
93. Tri H. Karyono (2003), Gedung Peraga Sains dan Teknologi Boros Energi, *Harian Sinar Harapan*, 10 September
94. Tri H. Karyono (2003), Sekali lagi Dilema Penggusuran, *Harian Kompas*, 25 Oktober
95. Tri H. Karyono (2004), Pendidikan Gratis, Kenapa Tidak?, *Harian SinarHarapan*, 10 Januari
96. Tri H. Karyono (2004), Ter': Mimpi Warga Dunia Ketiga?, *Harian SinarHarapan*, 21 Mei.
97. Tri H. Karyono (2004), Zebra Cross Milik Pejalan Kaki, *Harian Kompas*, 20 Juni
98. Tri H. Karyono (2004), Etik Penayangan Film di TV dan Bioskop, *Harian SinarHarapan*, 12 September
99. Tri H. Karyono (2004), Bangunan Hemat Energi: Rancangan Pasif dan Aktif, *Harian Kompas*, 31 Oktober
100. Tri H. Karyono (2007), Pemanasan Bumi dan Dosa Arsitek, *Harian Kompas*, 11 September

J. Media Cetak Umum (Majalah) Populer Non Arsitektur

101. Tri H. Karyono (2002), *Suisah*, Cerita Pendek (Cerpen) Majalah Kartini, April
102. Tri H. Karyono (2006), *Kenes*, Cerita Pendek (Cerpen) Majalah Femina, Oktober

DAFTAR SEMINAR/ PERTEMUAN ILMIAH YANG PERNAH DIKUTI

1. *Seminar Sehari - Universitas Jakarta* (Pembicara), Kampus Pulo Mas, Jakarta, 5 Juni 1993
2. *International Conference on Indoor Air Temperature Standards* (memamerkan poster), Windsor, Inggris, 26 - 28 Agustus 1994
3. *National Conference on Teaching Energy in Schools of Architecture* (Peserta), Sheffield, Inggris, 5 - 6 September 1994
4. *BEPAC (Building Evaluation) Conference: New Horizon* (Peserta), Oxford Brookes University, Inggris, 15 Desember 1994
5. *BEPAC Workshop: Validation - the way forward* (Peserta), De Monfort University, Inggris, 31 Maret 1995
6. *The Solar Energy Society Conference: Putting Passive Solar into Practice* (Peserta), University College London, Inggris, 5 Mei 1995
7. *BRE (Building Research Establishment) Conference: Current Activities in Night Cooling* (Peserta), BRE headquarter, Inggris, 7 Juli 1995
8. *BRE Conference : Research on Thermal Comfort* (Peserta), BRE headquarter, Inggris, 9 Desember 1995
9. Kuliah Terbuka (Open Lecture), *Arsitektur dan Energi* (Pembicara), Universitas Soegrijopranoto Semarang Semarang, 9 Nop. 1996
10. *Seminar Arsitektur dan Kaca* (Pembicara), Kampus Universitas Tarumanagara, 12 Nop. 1996
11. *Seminar Arsitektur dan Lingkungan* (Pembicara), Universitas Trisakti, Jakarta, 17 Des. 1996
12. *Seminar Arsitektur Hemat Energi* (Moderator), Jurusan Teknik Arsitektur Universitas Indonesia, Hotel Indonesia, 3-4 Maret 1997
13. *Seminar Arsitektur Tropis* (Pembicara), Kampus Universitas Mercu Buana, 17 Desember 1997
14. *Seminar Sehari The New Complexity of Building Structures* (Peserta), Universitas Tarumanagara, 12 Mei 1998
15. *Kuliah Terbuka Arsitektur* (Pembicara), Kampus Universitas Bina Nusantara, 27 Maret 1999
16. *Simposium Nasional Teori Arsitektur* (Peserta), Kampus Universitas Parahyangan, Bandung, 1 April 1999.
17. *Seminar Green Architecture* (moderator), Kampus Universitas Tarumanagara, Maret, 2000
18. Kuliah Terbuka (*Open Lecture*), *Arsitektur dan Lingkungan* (pembicara), Jurusan Arsitektur, Universitas Indonesia, Depok, 3 Mei 2000
19. *Seminar Internasional Sustainable Environmental Architecture* (pembicara), Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya, 23-24 Oktober 2000
20. *Seminar Nasional Arsitektur Surya* (pembicara), Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Petra, Surabaya, 18 Nopember 2000
21. *Seminar Sehari Perancangan Kota yang Demokratis* (pembicara), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jayabaya, 26 April 2001

22. Seminar Internasional *Sustainable Environmental Architecture* (paper reviewer, moderator), Universitas Diponegoro, Semarang, 20-21 Juli 2001
23. Lokakarya Dinas Pertamanan Propinsi DKI, *Desain Jalur Hijau dan Taman Kota serta Perspektif Keindahan dan Fungsi* (pembicara), Hotel Cempaka, Jakarta, 13 Nopember 2001
24. Seminar Internasional *Sustainable Environmental Architecture* (paper reviewer, moderator), Universitas Atmajaya, Yogyakarta, Februari 2002
25. Seminar Internasional *Building Research and the Sustainability of the Built Environment*, (pembicara kunci, *keynote speaker*) Universitas Tarumanagara, Jakarta, 14-16 Oktober 2002
26. Kuliah Terbuka *Bangunan Hemat Energi* (pembicara), Universitas Pancasila, Jakarta, 2 Nopember 2002
27. Seminar Nasional *Arsitektur Hemat Energi* (Peserta), Universitas Kristen Petra, Surabaya, 23 Nopember 2002.
28. Seminar Internasional *Sustainable Environmental Architecture* (steering committee, moderator), Universitas Trisakti, Jakarta, 15-16 Oktober 2003
29. Seminar Internasional *The 2nd International Seminar and Workshop on Ecological Architecture and Environment in the Tropics* (peserta), LMB Soegijapranata Catholic University, Semarang, Indonesia, 17-19 February 2005.
30. Seminar Bangunan Hemat Energi (pembicara), Aula Barat – ITB, 24 April.
31. Seminar Sehari *Sustainable Architecture for Sustainable Living* (moderator), Universitas Tarumanagara, Jakarta, 30 April 2005
32. Seminar Nasional ‘*The Application of Technology Toward A Better Life*’ (pembicara dan moderator), Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, 10 Desember 2005.
33. Seminar Internasional ‘*Comfort and Energy Use in Building Getting Them Right*’ (pembicara dan moderator), Cumberland Lodge, Windsor Park, United Kingdom, 27-30 April 2006
34. Pertemuan Ilmiah Nasional Dosen Teknik 2006 (peserta), Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, 5-6 September 2006
35. Seminar Nasional ‘*Strategi Penghematan Energi*’ (pembicara), Universitas Kristen Indonesia, Jakarta 13 September 2006
36. Seminar Nasional ‘*Perubahan Iklim dan Lingkungan*’ (presentasi poster), Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (LAPAN), Bandung, 9 Nopember 2006
37. Kuliah Umum *Rumah Susun Hemat Energi* (pembicara), Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Parahyangan, 24 Februari 2007
38. Lokakarya *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif* (pembicara), Universitas Pancasila, Jakarta, 26 Maret 2007
39. Workshop *Konservasi dan Audit Energi* (moderator), Hotel Sahid, 29 Maret 2007
40. Workshop *Silaban’s House*, (pembicara), Gedung SPMA, Bogor, Juni 2007
41. Seminar Internasional *Sustainable Environmental Architecture -8* (pembicara), Universitas Kristen Petra, Surabaya, 23-24 Agustus 2007

42. Seminar Sehari *Kawasan Hemat Energi* (pembicara), B2TE-BPPT-ITI, Gedung DRN, PUSPIPTEK, Serpong, 5 September 2007
43. Seminar Sehari *Pemanasan Bumi* (pembicara), Universitas Katolik Atmajaya, Yogyakarta, 6 September 2007
44. Lokakarya *Rumah Susun Hemat Energi* (pembicara), Universitas Parahyangan, Bandung, 8 September 2007

PENJURIAN DAN KEPANITIAN FORUM ILMIAH

1. Juri Sayembara Nasional ARSITEKTUR SURYA 200, Universitas Petra, Surabaya, 25 Oktober 2000
2. Pengilas (reviewer) Seminar Internasional *Sustainable Environmental Architecture*, Universitas Diponegoro, Semarang, 20-21 Juli 2001
3. Ketua Tim Penyusunan Kurikulum Program Studi Arsitektur, Universitas Bina Nusantara, April – September 2001.
4. Pengilas (reviewer) Seminar Internasional *Sustainable Environmental Architecture*, Universitas Atmajaya, Yogyakarta, Februari 2002
5. Pengilas (reviewer) Seminar Internasional *Building Research and the Sustainability of the Built Environment*, Universitas Tarumanagara, Jakarta, 14-16 Oktober 2002
6. Ketua Penyelenggara Seminar Internasional *Building Research and the Sustainability of the Built Environment*, Universitas Tarumanagara, Jakarta, 14-16 Oktober 2002.
7. Pengilas (reviewer) dan steering committee Seminar Internasional *Sustainable Environmental Architecture*, Universitas Trisakti, Jakarta, 15-16 Oktober 2003
8. Pengilas (reviewer) tidak tetap *International Journal Solar Energy Society*, London, United Kingdom, sejak tahun 2003.
9. Anggota Dewan Juri Sayembara Desain Gedung Universitas Tarumanagara, 2005
10. Pengilas (reviewer) *Jurnal Kajian Teknologi*, Universitas Tarumanagara, Jakarta,
11. Pengilas (reviewer) Seminar Internasional *Sustainable Environmental Architecture*, Universitas Hasanudin, Makassar, Nopember 2006
12. Dewan Redaksi Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik UKI, EMAS, sejak 2006
13. Pengilas (reviewer) Seminar Nasional *Pengelolaan dan Pendidikan Arsitektur*, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, 13 Desember 2006
14. Anggota Dewan Juri *Sayembara Ristek-Medco Energy Award 2007*, Kementerian Ristek, Jakarta, Juni-juli 2007
15. Asesor Badan Akreditasi Nasional – Perguruan Tinggi (BAN-PT) sejak 2005

PENGUJI PROGRAM DOKTOR

1. *External examiner* (Penguji Luar) program doktor *School of Architecture, Auckland University*, New Zealand, 2004.

2. *External examiner* (Penguji Luar) program doktor *School of Architecture, University of Tasmania*, Australia, 2005.
3. *External examiner* (Penguji Luar) program doktor Departemen Arsitektur ITB, 2006
4. *External examiner* (Penguji Luar) program doktor Fakultas Kehutanan IPB, 2007

PENGHARGAAN

1. Satyalancana Karya Satya 10 Tahun, tahun 1998 dari Presiden RI
2. Biografi Singkat tercantum dalam buku Daftar Tokoh *Who's Who in the World* sejak edisi ke 17, tahun 1999, diterbitkan oleh Marquis Who's Who, New York, USA
3. Biografi Singkat tercantum dalam buku Daftar Tokoh *Outstanding People in the 20 Century*, sejak tahun 2000, diterbitkan oleh International Biographical Centre, Cambridge, Inggris
4. Biografi Singkat tercantum dalam buku Daftar Tokoh *Who's Who in Science in Engineering*, sejak tahun 2000, diterbitkan oleh Marquis Who's Who, New York, USA
5. Biografi Singkat tercantum dalam buku Daftar Tokoh *2000 Outstanding Scientists of the 20 Century*, sejak 2000, diterbitkan oleh International Biographical Centre, Cambridge, Inggris
6. Diangkat sebagai *Honorary Member* of the International Biographical Centre Advisory Council, Cambridge, England, sejak tahun 2002
7. Biografi Singkat tercantum dalam buku Daftar Tokoh *Asia Pacific Who's Who, Volume Fourth*, sejak tahun 2003, diterbitkan oleh Rifacimento International, New Delhi, India.
8. Pemenang harapan sayembara penulisan karya tulis Bangunan Gedung, Dept. Kimpraswil, 9 Oktober 2003, untuk artikel: *Gedung Peragaan Sain dan Teknologi Tidak Tanggap IPTEK*.
9. Pemenang harapan sayembara penulisan karya tulis Bangunan Gedung, Dept. Kimpraswil, 9 Oktober 2003, untuk artikel: *Aristektur Surya : Alternatif Solusi Lingkungan dan Energi Malalui Perancangan Bangunan*
10. Biografi Singkat tercantum dalam buku Daftar *Profil Tokoh, Pengusaha, Eksekutif, Pendidik dan Profesional Indonesia 2004*, diterbitkan oleh Pusat Profil dan Biografi Indonesia.
11. Satyalancana Karya Satya 20 Tahun, tahun 2006 dari Presiden RI

KEANGGOTAAN DALAM INSTITUSI ILMIAH

1. American Association for the Advancement of Science, USA
2. New York Academy of Sciences, USA
3. NCEUB (Network for Comfort and Energy Use in Buildings), UK