

HARMONI DI LINGKUNGAN TROPIS LEMBAB: KEBERHASILAN BANGUNAN KOLONIAL

Mas Santosa

Staf Pengajar Program Pascasarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur – FTSP – ITS, Surabaya

ABSTRAK

Interaksi antara fenomena sosio-kultural-fisikal dan pembentukan ruang (*spatial formation*) di lingkungan hunian di daerah tropis lembab terus berkembang, diikuti dengan perubahan pembentukan ruang. Tiga studi kasus diangkat untuk mengungkap aspek pembentukan ruang yaitu hunian tradisional dan hunian kolonial semuanya di kampung mewakili lingkungan dengan padat hunian. Sedangkan hunian standar pemerintah mewakili hunian modern di lingkungan modern, dengan kepadatan rendah.

Keunikan lingkungan diketengahkan pada proses hubungan antar aspek pembentuk ruang dari tradisional hingga ke modern. Selanjutnya proses simulasi komputer dilakukan untuk mengetahui peran tatanan ruang dan elemen bangunan dalam pembentukan kondisi thermal bangunan. Nilai-nilai yang berlanjut dan yang tidak berlanjut pada tatanan ruang dan ditandai sebagai salah satu penyebab perubahan kondisi thermal. Dalam hal ini bangunan kolonial mempunyai kelebihan bila dibanding yang lain.

Kata kunci: Harmoni, perilaku termal, pendinginan pasif, formasi spasial.

ABSTRACT

The paper attempts to look at the linkage factors between the socio-cultural-physical phenomena, and spatial formation in the settlement of a tropical region. Three types of house form in high and low density settlements, namely the traditional, the colonial and the modern, were selected as the case studies. First, the paper shows the change and constancy of traditional values in the development of the settlement and house forms from traditional to modern. Then using a computer simulation, thermal performances of the houses are calculated and analysed according to the spatial formation and thermal behaviour of the building elements.

The potential of each houses in countering the heat is compared and discussed according to spatial formation and the benefit of using such building elements. It is likely that the colonial house resulted better indoor condition than the others.

Keywords: Harmoni, thermal behaviour, passive cooling, spatial formation.

KEUNIKAN LINGKUNGAN

Sejak lama peneliti arsitektur di daerah tropis lembab menemukan sulitnya menangani iklim tropis lembab untuk tujuan penggunaan pendinginan pasif seperti yang disampaikan oleh Szokolay¹ (1981). Apabila ditinjau beban thermal dalam bangunan berdasar pada data iklim maka hampir 54% waktu dalam satu tahun merupakan beban pendinginan, sedangkan yang masuk dalam beban pemanasan hanya sekitar 28%. Pendinginan pasif lewat sistem struktur hanya mampu meminimalkan beban panas,

sedangkan sisa panas yang masih tersisa harus dihapus dengan sistem pergantian udara².

Keunikan lingkungan iklim tropis lembab ditandai dengan tingginya kelembaban relatif, tingginya suhu udara dan rendahnya kecepatan dan keberadaan angin. Namun apabila diteliti maka sebenarnya ada sebuah fenomena yang spesifik yang mendukung penciptaan pendinginan pasif justru pada saat pendinginan dibutuhkan. Fenomena tersebut ditandai dengan

¹ It must be recognised that the overheated humid climates are the worst to handle. Most designers would give up in despair and produce a sealed box house,(Szokolay, 1981, hal. 651)

² The fact that the interior of most buildings will be hotter than the outdoor air, partly because of the internal heat gains, but mainly because of solar heat inputs. This excessive heat gain can be reduced to a minimum by structural (passive) controls. Any excess heat gain still reaching the inside can then be removed by adequate ventilation. The main objective is to keep down the internal surface temperature of all enclosing elements (Szokolay, 1981, hal. 655).

rendahnya kelembaban relatif (50%), kecepatan angin yang tinggi (2.1m/det) dan frekuensi keberadaan angin yang mendukung (31%). Masalah berikutnya ialah bagaimana kondisi iklim tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik dalam desain sehingga pendinginan pasip dapat dicapai.

HARMONI SOSIO-KULTURAL, FISIKAL DAN PEMBENTUKAN RUANG

Kondisi seimbang antara lingkungan terbangun (*built environment*) dan alam merupakan kondisi harmoni antara sosio-kultural dan fisik serta elemen pembentukan ruang. Keseimbangan ini terus berjalan dengan fungsi utama waktu (kesejarahan) dan tempat (lokalitas)³. Proses keseimbangan berjalan sesuai dengan tatanan yang ada dan berkelanjutan namun juga ditandai dengan perubahan yang terjadi pada aspek yang terkait erat dengan kebutuhan manusia⁴.

Ekspresi hubungan yang ideal dengan lingkungan natural dapat dilihat pada hunian tradisional yang dirancang untuk sebuah seting natural. Saat ini hubungan dengan alam natural menjadi inten, hal ini terbukti dengan hilangnya harmoni secara salah. Phenomena ini terjadi karena berkembangnya ilmu pengetahuan, kemajuan teknologi informasi dan industrialisasi yang pada kenyataannya menghilangkan makna harmoni yang sebenarnya.

Potensi Hunian Tradisional

Dalam pemilihan lokasi dan penataan letak hunian sebagian besar masyarakat tradisional mengikuti kepercayaan dan aturan-aturan yang

ada. Beberapa aturan sangat praktis dan beberapa juga sangat abstrak dan simbolik. Namun demikian pemilihan dan penataan letak hunian tersebut secara langsung ataupun tidak langsung terkait dengan pertimbangan iklim.

Tatanan lingkungan dan hunian pada umumnya mengikuti pertimbangan orientasi tertentu dengan pertimbangan kondisi geografi atau berorientasi pada satu arah tertentu. Khususnya untuk pertimbangan arah terbit dan terbenamnya matahari pada umumnya mengaitkannya dengan masalah kepercayaan hidup dan mati. Pertimbangan yang unik yang dilakukan masyarakat tradisional ialah pada simbol sosio-kultural dan makna yang spesifik yang dipercaya.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tatanan lingkungan dan sistem konstruksi hunian tradisional rata-rata menghasilkan tingkat responsivitas yang tinggi pada lingkungan iklim (Santosa, 1995, 1996). Sebagai contoh hunian tradisional Toraja dan Minangkabau, bentuk dan konstruksi atapnya mampu menerima dan menahan sejumlah panas lebih dari 60% dari jumlah total panas yang diterima bangunan. Kemampuan penahanan panas ini juga dibantu oleh pemakaian papan kayu sebagai dinding. Bukaan yang sempit pada beberapa hunian tradisional juga membuktikan tidak diperlukannya jumlah pergantian udara yang besar, karena sebagian besar panas telah ditahan oleh atap tersebut.

Kemampuan atap menahan panas ini juga dibuktikan oleh peneliti lain dan menemukan bahwa atap merupakan elemen bangunan yang paling penting dalam proses pembentukan *passive cooling* di daerah tropis lembab⁵ (Malama and Sharples, 1996; Givoni, 1994, Tenorio (1998)

Tatanan lingkungan yang tersebar dengan ruang publik di beberapa tempat dan jarak antara hunian yang cukup memberikan kesempatan angin untuk dapat terdistribusi ke masing-masing hunian. Keterbukaan atau tidak adanya sekat ruang didalam hunian membantu pelepasan panas menjadi lebih mudah (Woods dan Antaryama, 1995).

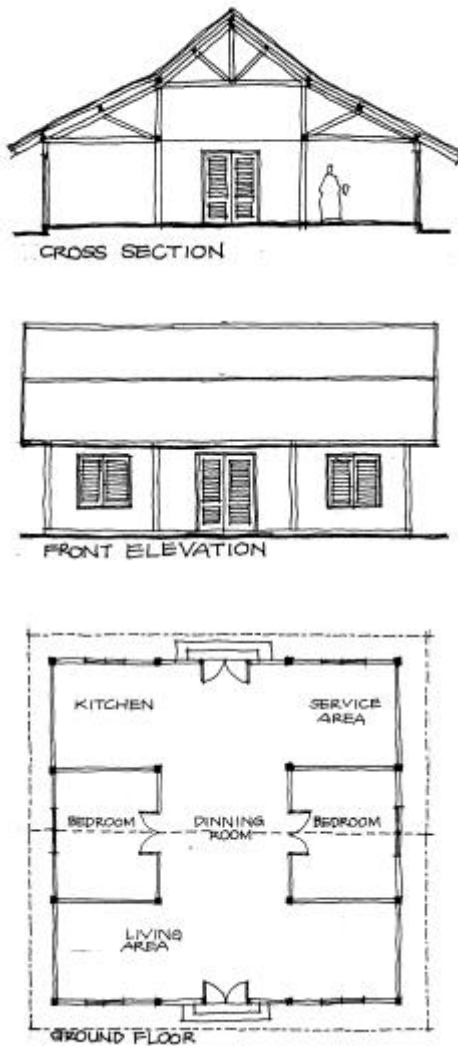
³ Furthermore, *the sustainable architecture* approach is essentially context specific, and relate to the resources that are locally available, to specific environmental setting, to the local customs and needs. One cannot classify a particular building technology as being *a sustainable architecture technology*, nor can one assume that a system that works well in one place will work well in another. We can assess the potential to make a valid contribution towards sustainable architecture in a given locality (Bromberek, Z, 2000, hal. 181)

⁴ Sustainability and its implications for built environments (which involves the meaning of sustainability), and conflicts between criteria for sustainable design and the expressed wants of people, since such wants (unlike needs), as I have long argued, involve latent functions and hence meaning. This topic is best approached by considering the role of meaning in sustainability (Rapoport, A, 1994, hal.4).

⁵ It was found that the roof is the most important component of the house with regard to passive cooling in the tropical upland climate. Improvements in either the construction or colour of the roof surface had significant impacts of the internal temperatures (Malama and Sharples, 1996, hal. 105)

Hunian Kampung Tradisional

Studi kasus pertama ini adalah sebuah tipologi hunian tradisional kampung dengan tatanan ruang seperti yang terlihat pada Gambar 1 terletak di Jl. Tambak Segaran Gang IV. Kampung tempat studi kasus merupakan sebuah kampung yang padat dengan kehidupan sosial yang sangat baik.



Gambar 1. Tipologi Hunian Tradisional Kampung – Studi kasus 1.

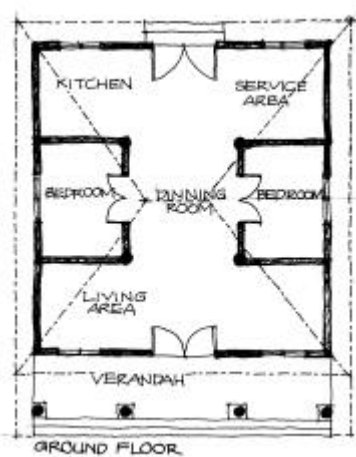
Hunian memakai konstruksi atap ringan dengan penutup atap genting tanpa langit-langit dengan *heat transmittance* yang besar (U -value) = $5.302\text{W/m}^2\text{K}$ dan *time-lag* yang pendek (Tlg) = 0.38 jam. Dinding terbuat dari papan 2.0cm dengan *heat transmittance* yang besar (U -value) = $3.013\text{W/m}^2\text{K}$ dan *time-lag* yang pendek (Tlg) = 0.39 jam, pelubangan jendela dari papan dengan jumlah luasan keseluruhan 10% dari luasan dinding vertikal. Sifat thermal sistim konstruksi ini ialah mudah menerima panas dan mudah melepas panas, sehingga mempunyai kecenderungan suhu didalam ruang (T_i) tidak jauh suhu udara diluar (T_o).

Tatanan lingkungan kampung ditandai dengan jaringan jalan sempit (gang) dengan bukaan dibeberapa tempat yang berupa ruang publik. Ketinggian hunian rata-rata rendah, satu lantai, sehingga permukaan lingkungan mempunyai *surface roughness* ($Z_o = 0.01\text{m}$) atau kekasaran permukaan yang rendah. Kondisi permukaan ini merupakan suatu potensi yang memungkinkan penggunaan angin untuk digenerasikan dalam bentuk kecepatan yang memadai untuk sistim penghapusan panas dan pergantian udara. Dalam hal ini jalan sempit (gang) dapat berlaku sebagai koridor angin (*wind corridor*) dimana angin yang lewat diarahkan kemasing-masing hunian.

Seperti yang telah diketahui bahwa tatanan lingkungan kampung merupakan tatanan yang mencerminkan hubungan sosio-kultural yang kuat diantara warganya. Secara fisik tatanan ruang dalam hunian sangat sederhana, pembatas ruang tidak sampai mencapai ketinggian atap, sehingga dalam satu hunian terbentuk satu volume ruang yang kompak yang dapat menghasilkan sistim ventilasi dan pergantian udara yang mudah tanpa hambatan.

Hunian Kampung Kolonial

Sebuah tipologi hunian kolonial diperkampungan padat yang berada jl. Peneleh Gang IX ditetapkan sebagai studi kasus yang kedua, lihat Gambar 2. Hampir 70% hunian dikampung tersebut bertipe kolonial, selebihnya merupakan hunian tradisional. Hunian ditandai dengan pemakai konstruksi berat pada semua elemen bangunan. Konstruksi atap mempunyai kemiringan hampir 40 derajat, dengan bahan penutup genting tebal dan berat, serta memakai langit-langit dengan *heat transmittance* (U -value) = $2.520\text{W/m}^2\text{K}$ dan *time-lag* (Tlg) = 0.77 jam.



Gambar 2. Tipologi Hunian Kampung Kolonial – Studi Kasus 2.

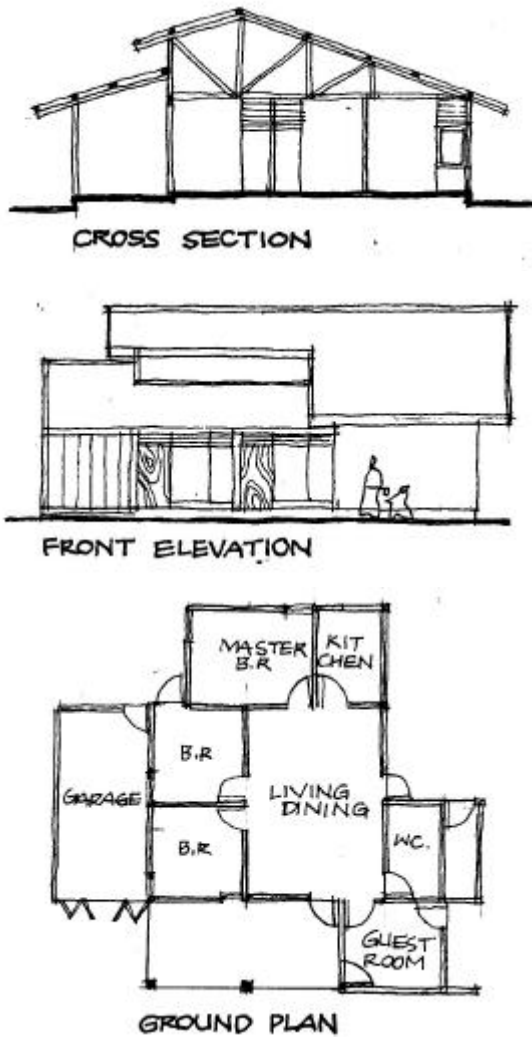
Dinding vertikal memakai dinding satu setengah batu (33.00cm) dengan *heat transmittance* yang rendah ($U\text{-value}$) = $1.561\text{W/m}^2\text{K}$ dan *time-lag* yang panjang (Tlg) = 7.33 jam, sedangkan bukaan untuk ventilasi sebesar 25% dari luasan dinding. Sistem konstruksi dengan sifat thermal yang demikian ini dinyatakan sebagai sistem konstruksi yang mampu menahan dan menanggulangi panas untuk jangka waktu yang panjang. Sehingga suhu udara didalam ruang (T_i) selalu berada dibawah suhu udara diluar ruang (T_o).

Prinsip tatanan ruang luar dan didalam hunian sama dengan apa yang ada pada hunian kampung tradisional. Perbedaan yang signifikan terletak pada sistem konstruksi yang dipakai dan besaran ruang. Pada umumnya hunian kampung kolonial mempunyai volume ruang yang lebih besar katimbang hunian kampung tradisional, karena tingginya ruang.

Hunian Standar Modern

Sebagai studi kasus yang ketiga adalah sebuah tipologi hunian standar perumahan dinas 70.0m^2 dengan rancangan modern, lihat Gambar 3. Ciri utama dari tipologi ini ialah pemakaian sistem konstruksi medium, artinya tidak berat namun juga tidak ringan. Konstruksi atap memakai genteng dan langit-langit dengan *heat transmittance* yang cukup besar ($U\text{-value}$) = $2.607\text{W/m}^2\text{K}$ dan *time-lag* yang pendek (Tlg) = 0.63 jam. Dinding vertikal memakai dinding setengah batu (11.00cm) dengan *heat transmittance* yang besar ($U\text{-value}$) = $2.279\text{W/m}^2\text{K}$ dan *time-lag* yang pendek (Tlg) = 2.6 jam. Jumlah luasan bukaan untuk ventilasi lebih luas, yaitu sekitar 40% dari luasan dinding. Diantaranya 25% untuk bukaan temporer dan 15% untuk bukaan permanent. Sistem konstruksi ini mempunyai sifat thermal yang menghasilkan suhu udara didalam ruang (T_i) selalu berada diatas suhu udara diluar ruang (T_o).

Prinsip tatanan ruang dalam lingkungan hunian sudah tidak lagi mencerminkan adanya makna hubungan sosio-kultural antar penghuni lingkungan seperti yang ada pada masyarakat tradisional karena bentuk hubungan tersebut telah berubah pada masyarakat modern.



Gambar 3. Tipologi Hunian Modern - Studi Kasus 3.

HARMONI, TRANSFORMASI RUANG DAN ELEMEN FISIK

Phenomena sosio-kultural dan fisikal, serta pembentukan ruang pada ketiga studi kasus menunjukkan adanya proses transformasi pada ruang dan elemen pembentuk ruang, dalam hal

ini sistim konstruksi. Tolok ukur keberhasilan dan ketidak berhasilan harmoni dapat dilihat pada kondisi thermal dalam bangunan terhadap kelayakan hunian.

Hasil pengukuran lapangan dapat dilihat pada Diagram 1, yang menunjukkan perbandingan profil suhu udara dalam ruang (Ti) pada bulan terpanas (Nopember) pada ketiga studi kasus. Secara umum profil suhu udara di hunian kampung kolonial lebih baik bila dibanding dengan yang ada di kedua hunian yang lain. Nampak saat radiasi matahari dan suhu udara luar mencapai maksimum, suhu udara didalam ruang (Ti) hunian kolonial menunjukkan suhu paling rendah, 28.8°C, sedangkan yang di hunian tradisional 29.1°C, dan di hunian modern, 29.3°C.

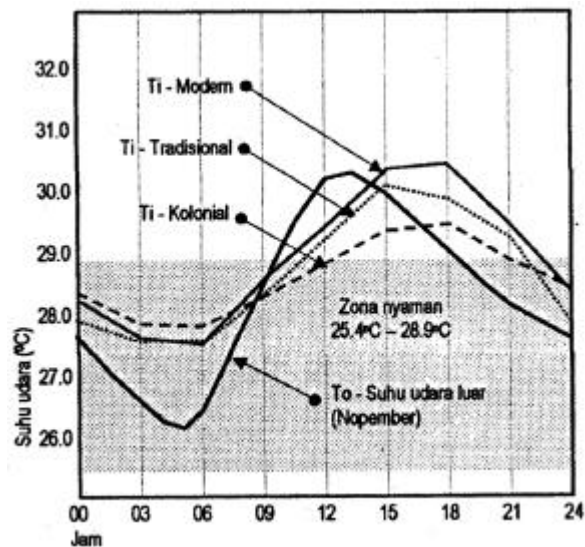


Diagram 1. Profil Suhu Udara dalam Ruang Hasil Pengukuran Lapangan pada Musim Panas (Nopember)

Temuan ini tidak searah dengan pengamatan yang dilakukan di Darwin Australia⁶ (Szokolay, 1981), Givoni di Haifa, Israel (Givoni, 1994) dan Malama & Sharples di Zambia (Malama & Sharples, 1996) Fungsi konstruksi berat (dinding

⁶ On account of the minute temperature difference between day and night and the very small cooling through radiation to the firmament, this heavy construction was found to have only a small cooling effect and would afford very little advantage. It would be efficient only during the day and would be a disadvantage at night. If the enclosing elements are of high thermal capacity, they absorb radiation, and take heat into storage with a rise in temperature and a *time-lag*; some portion of the heat will be passed into the interior at night. This will cause the indoor temperature to rise above the upper comfort limit when the ambient outdoor temperature is often within the comfort limits (Szokolay, 1981, hal. 654).

dan atap) pada studi kasus menghasilkan penurunan suhu udara didalam ruang (Ti) yang sangat signifikan, baik pada waktu siang maupun malam hari. Sedangkan di Darwin, Haifa dan Zambia penurunan suhu udara tersebut tidak signifikan, sehingga dianggap pemakaian konstruksi berat tidak banyak mempunyai arti. Perbedaan ini semata-mata dikarenakan adanya perbedaan pada konteks iklim dan paradigma disain thermal yang dianut⁷ (Hyde and Docherty, 1997).

Suhu udara dalam hunian tradisional dan modern mencapai maksimum lebih awal dengan suhu udara yang lebih tinggi. Suhu maksimum dicapai oleh hunian tradisional pada jam 14.30 dengan suhu udara 30.1⁰C, sedangkan hunian modern mencapai maksimum pada jam 16.30 dengan suhu udara 30.4⁰C.

Perbedaan waktu capaian suhu maksimum merupakan fenomena kemampuan penahanan, penanggungan panas dan pembentukan. Konstruksi berat pada hunian kolonial mempunyai kemampuan penahanan dan penanggungan panas besar, disertai luasan bukaan seluas 6.5m², atau 30% dari luas dinding depan menjamin jumlah pergantian udara yang memadai untuk menghapus sisa panas apabila masih terdapat. Berbeda dengan konstruksi ringan pada hunian tradisional, kemampuan penahanan dan penanggungan panas yang rendah menghasilkan suhu udara dalam ruang (Ti) berada diatas batas kenyamanan pada saat suhu udara luar (To) masih tinggi. Namun pada saat suhu udara luar (To) turun, secepatnya suhu udara dalam ruang juga turun, sehingga fenomena ini merupakan keuntungan bagi hunian dengan konstruksi ringan.

Hunian modern menghasilkan suhu udara didalam ruang (Ti) yang paling jelek bila dibanding dengan yang lain karena kepadatan ruang dalam yang menyebabkan proses pergantian udara terhambat.

⁷ Clearly the selection of lightweight and/or heavyweight systems depends on the climatic context. Present theory seems to be split between those who argue for the use of mass in general or specifically in the tropics and sub-tropics and those that suggest that lightweight systems are more appropriate. It would seem that these approaches represent two differing paradigms for the thermal design of buildings (Hyde and Docherty, 1997, hal. 107).

OPTIMASI KESEIMBANGAN THERMAL

Dari hasil penelitian lapangan selanjutnya dilakukan proses optimasi penghalangan, penanggungan panas dan pergantian udara dengan melalui proses simulasi kondisi thermal bangunan. Simulasi *thermal performance of buildings* pada penelitian ini memakai dua buah program untuk menjamin validitas internal dari proses simulasi. Kedua program tersebut ialah *Archipak Ver. 5.3* dari *University of Queensland* (ref. A/Prof. SV. Szokolay) dan *Solar 5.5* dari *University of California at Los Angeles* (ref. Em. Prof. Murray Milnie). Pada proses simulasi ini dievaluasi tiga buah skenario komposisi luasan bidang masip dan bukaan, yaitu:

- 80% bidang masip dan 20% bidang bukaan.
- 70% bidang masip dan 30% bidang bukaan, dan
- 60% bidang masip dan 40% bidang bukaan.

Bukaan maksimum 40% merupakan bukaan maksimum yang masih mempunyai pengaruh pada pergantian udara, seperti hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya (Aynsley, 1979, 1999).

Pada hunian tradisional semakin luas bukaan maka kondisi suhu udara didalam ruang (Ti) pada waktu siang hari menjadi lebih baik, perbedaan suhu udara maksimum yang bisa dicapai mencapai 0.8⁰C. Namun untuk malam hari tidak terdapat perbedaan sama sekali, lihat Diagram 2.

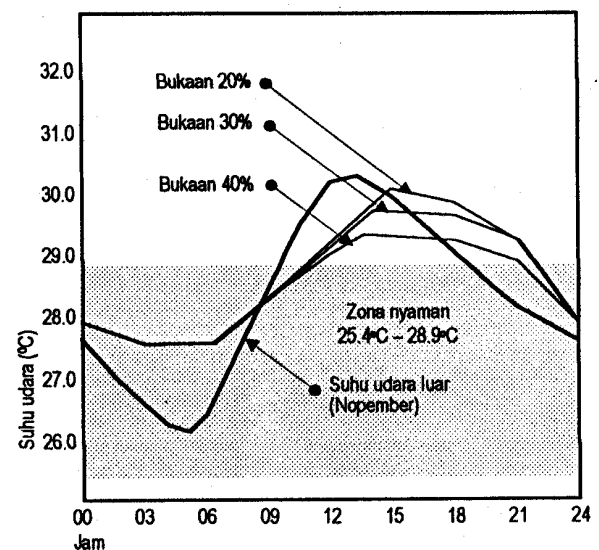


Diagram 2. Hasil Simulasi pada Optimasi Luas Bukaan untuk Ventilasi Hunian Tradisional

Pengaruh luasan bukaan 20% dan 30% tidak signifikan pada hunian kolonial, perbaikan suhu udara didalam hunian (Ti) menjadi signifikan dengan luasan bukaan 40%, perbedaan suhu udara maksimum yang bisa dicapai ialah 0.5°C. Karena luasan bidang masip menjadi berkurang, maka jumlah panas yang ditangguhkan menjadi lebih sedikit, lihat Diagram 3.

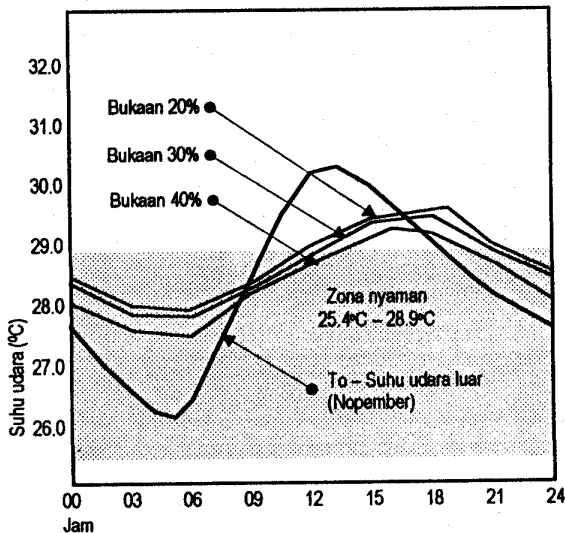


Diagram 3. Hasil Simulasi pada Optimasi Luas Bukaan untuk Ventilasi Hunian Kolonial

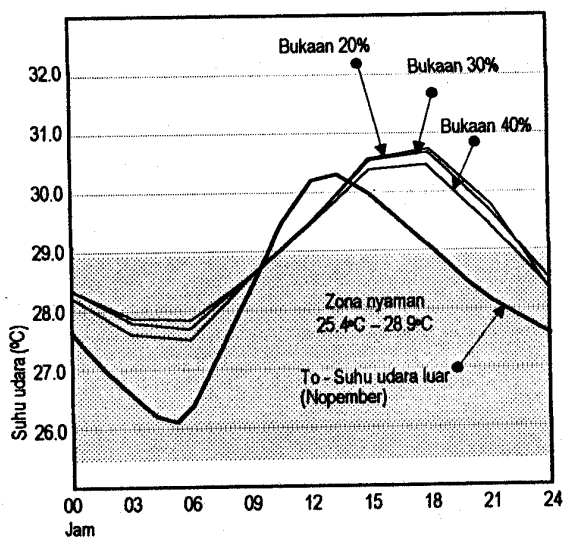


Diagram 4. Hasil Simulasi pada Optimasi Luas Bukaan untuk Ventilasi Hunian Modern

Perbedaan luasan bukaan pada hunian modern menghasilkan perbedaan suhu udara didalam ruang (Ti) yang tidak signifikan, lihat Diagram 4, artinya bahwa jumlah pergantian udara yang dihasilkan tidak mampu untuk

menghapus beban panas yang masih ada setelah sebagian ditahan oleh bidang masip. Hal ini dikarenakan kepadatan ruang yang ada didalam hunian cenderung untuk mempersulit proses pergantian udara untuk penghapusan akumulasi panas. Dengan bukaan maksimum (40%) penurunan suhu udara yang bisa dicapai hanya 0.3°C.

KESIMPULAN

Harmoni Dengan Lingkungan

Keberhasilan hunian tradisional terletak pada tercapainya harmoni secara alamiah dengan lingkungannya. *Need* dan *want* manusia tradisional cenderung sederhana dan berlangsung tanpa perubahan yang berarti dalam jangka waktu yang panjang. Phenomena ini ditunjukkan pada bentukan tatanan ruang yang sederhana dilingkungan maupun dihunian yang keduanya merupakan satu kesatuan. Ruang dengan geometri yang kompak dan sederhana dalam bentuk *single zone* merupakan bentuk yang potensial untuk penghalauan panas. Sedangkan ruang dengan tatanan *multi-zone* seperti di hunian modern, penghalauan panas cenderung terhambat, sehingga suhu udara didalam ruang (Ti) menjadi lebih tinggi dari suhu luar (To).

Ruang publik yang terbuka dilingkungan kampung tradisional sudah tidak terdapat lagi dilingkungan hunian modern karena adanya perubahan kebutuhan ruang. Dilingkungan modern ruang tersebut telah bergeser kedalam hunian dalam bentuk ruang tamu atau ruang keluarga yang lebih privat. Perubahan inilah yang menyebabkan terjadinya kepadatan ruang dihunian modern yang menghambat penghalauan panas.

Sistim Konstruksi dan Kondisi Lingkungan Thermal

Dalam prinsip penahanan dan penanggungan panas hunian kampung kolonial mempunyai kelebihan bila dibanding dengan kedua tipe hunian yang lain. Kelebihan ini ditunjukkan dengan sifat thermal dari dinding satu batu yaitu *heat transmittance* (U-value) yang rendah dan *time-lag* (Tlg) yang panjang. Demikian pula sifat thermal atap genting berat yaitu *heat transmittance* yang cukup rendah dan *time-lag* yang memadai. Konstruksi berat ini mampu menahan radiasi siang hari dan menanggungkannya dalam waktu yang cukup signifikan,

sehingga pada saatnya panas mulai berpengaruh kedalam bangunan, yaitu kira-kira menjelang tengah malam, *ambient air temperature* sudah turun secara signifikan mengikuti suhu udara luar. Akibatnya suhu udara didalam ruang (Ti) tidak lebih tinggi bila dibanding dengan suhu diluar (To).

Berbeda dengan hunian kampung tradisional, proses penahanan dan penangguhan panas tidak terjadi, kulit bangunan cenderung untuk adaptip terhadap kondisi diluar (To). Sehingga pada waktu siang hari suhu udara didalam ruang (Ti) panas dan malam hari dingin mengikuti fluktuasi suhu udara diluar (To).

Sedangkan pada hunian standar modern kondisi thermal sangat tidak menguntungkan, pemakaian konstruksi kulit bangunan dengan kemampuan penahanan dan penangguhan panas yang tidak optimal (dinding setengah bata dan atap genting ringan), menyebabkan ruang didalam harus siap menerima kiriman panas yang tertanggung dalam waktu yang relatif pendek (1.2 jam) secara rutin. Sehingga suhu ruang didalam bangunan (Ti) selalu tidak akan sempat membaik karena setiap saat selalu harus menerima kiriman panas baru.

Kenyataan bentukan harmoni antara hunian kolonial dengan lingkungan merupakan salah satu bukti bahwa keberhasilan bangunan tradisional hanya berlaku pada saat lingkungannya mendukung (*supportive environment*). Pada saatnya lingkungan sudah berubah, seperti yang terjadi pada lingkungan kampung saat ini, hunian kolonial lebih bisa menyatu dengan lingkungan yang padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aynsley, RM., *Wind Generated Natural Ventilation of Housing for Thermal Comfort in Hot Humid Climates*. Cermak, JE (ed) The Fifth International Conference on Wind Engineering, Fort Collins, Colorado, Pergamon Press, 1979.
- Aynsley, RM, *Shape and Flow: The Essence of Architectural Aerodynamics*. *Architectural Science Review*, Vol.42, No. 2, hal. 69-74, 1999.
- Bromberek, Z, *A Question of Sustainability: Tourist Resort in the Tropics*. In Santosa, M (ed.) Proceedings International Seminar on Sustainable Environmental Architecture. Department of Architecture (SENVAR 2000) – ITS, Surabaya, Indonesia, 2000.
- Crowe, N, *Nature and The Idea of Man-Made World*. MIT Press, Massachusetts, 1997.
- Givoni, B, *Building Design Principles for Hot Humid Regions*. *Renewable Energy*, Vol. 5, Part II, hal. 908-916, 1994.
- Hyde, R and Docherty, M, *Thermal Performance of Housing in the Hot-Humid Tropics of Australia*, *Architectural Science Review*, Vol. 40, No. 3, hal. 105-112, 1997.
- Malama, A dan Sharples, S, *Thermal and Economic Implications of Passive Cooling Strategies in Low-Cost Housing in Tropical Upland Climate*. *Architectural Science Review*, Vol. 39, No. 2, hal. 95-106, 1996.
- Szokolay, SV, *Cooling Problems and Responses in Predominantly Overheated Regions*, in Bowen, A et al. (ed.) *Passive Cooling, International Passive and Hybrid Cooling Conference*. Miami Beach, Florida. American Section of The International Solar Energy Society, 1981.
- Rapoport, A, *Sustainability Meaning and Traditional Environments*. Centre for Environmental Design Research, University of California at Berkeley, 1994.
- Santosa, Mas, *Climatic Design for Warm Humid Climates*. In R. Aynsley (ed.) *Proceedings Seminar and Workshops on Tropical Architecture*, Australian Institute of Tropical Architecture (AITA). Townsville, 27 - 30 September. Townsville: James Cook University, 1993.
- Santosa, Mas, *Environmentally Responsible Architecture; The Intelligent of Traditional Buildings In Hot Humid of Indonesia*. The First International Symposium on Asia Pacific Architecture, The East-West Encounter, 22-25 March. Honolulu: The University of Hawaii at Manoa, 1995.
- Santosa, Mas, *Rethinking Environmentally Responsible Architecture; A Case of Traditional Architecture in the Tropic of*

Indonesia. In AlSayyad, N (ed.) Proceedings The International Association for the Study of Traditional Environments (IASTE). Berkeley, California: Center for Environmental Design Research, University of California. 14-17 December, 1996.

Santosa, Mas, Adapting Traditional Design Concepts for High Density Settlement Development. In Campbell-Howe et.al (ed) *Proceedings of The 23th National Passive Solar Convergence*, American Solar Energy Society (ASES) & American Institute of Architect (AIA), Albuquerque, New Mexico, USA. 15-17 June, 1998.

Tenorio, R, Thermal Comfort Strategies for the Improvement of Housing Design; The Case of Camacari District-BA: Brazil. In Campbell-Howe et.al (ed) *Proceedings of The 23th National Passive Solar Convergence*, American Solar Energy Society (ASES) & American Institute of Architect (AIA), Albuquerque, New Mexico, USA. 15-17 June, 1998.

Woods, PC dan Antaryama, IGN, *Aspect of Contemporary Life in Bali - The Conflict With Architectural Tradition*. An Ecological Approach to Architectural Design Symposium, British Council Academic Links 1994/1995. University of Manchester / STU Bratislava, 1995.