TIPE BANGUNAN SEBAGAI KONSEP PEROLEHAN PANAS PADA RUMAH TINGGAL MASYARAKAT TENGGER NGADAS

Gaguk Sukowiyono
Prodi Arsitektur, Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang
e-mail: gaguksukowiyono@yahoo.com

ABSTRAK

Posisi Desa Tengger Ngadas yang berada pada ketinggian ± 2033 m di atas permukaan laut menggambarkan bahwa kondisi lingkungan tersebut berhawa dingin, hal ini sangat berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan huniannya. Tipe bangunan yang ditinjau dari material dalam rumah tinggal masyarakat Tengger Ngadas dapat dibedakan menjadi tiga tipe yaitu: tipe terbuka, tipe tertutup, dan tipe 'moderen', dimana masing-masing tipe bangunan punya karakter dan potensi dalam perolehan panas yang berbeda-beda. Selain itu kondisi lingkungan dan kerapatan antar massa bangunan juga berperan terhadap perolehan panas ke dalam bangunan.

Kata kunci : Kondisi Lingkungan, Tipe Bangunan, Kenyamanan Termal

1. PENDAHULUAN

Aspek iklim mempunyai arti penting dan dapat dipakai sebagai tolok ukur di dalam perancangan bangunan seperti yang diungkapkan Szokolay (1981) bahwa aspek iklim yang spesifik akan memberikan bentukan yang spesifik pada bangunan. Sedangkan iklim menurut Rapoport (1969) adalah merupakan salah satu faktor yang dapat memodifikasi bentuk bangunan setempat. Bentuk atap dan keseluruhan arsitektur bangunan merupakan respon bangunan sebagai hasil karya manusia terhadap kondisi iklim dan lingkungan alam. Seperti yang dikemukakan Evans (1980) bahwa bentuk, tatanan, orientasi, dan ukuran ventilasi disesuaikan dengan kebutuhan pada iklim setempat.

Kondisi lingkungan daerah Tengger Ngadas seperti terlihat dalam Gambar 2. yang berada pada daerah berhawa dingin yang terletak pada pegunungan Tengger yang merupakan sebuah pegunungan besar dan luas yang berpusat pada Gunung Bromo dan berdampingan dengan Gunung Semeru. Luas kawasan pegunungan Tengger ± 40 km arah Utara-Selatan dan ± 25 km arah Timur-Barat dengan ketinggian antara 1000 m – 3676 m di atas permukaan laut. Sehingga Dengan kondisi klimato-geografis yang ada masyarakat Tengger Ngadas dapat merasakan nyaman berada di dalam

rumahnya, hal ini dikarenakan kemampuannya beradaptasi dengan kondisi lingkungan, seperti yang dikemukakan oleh Sarwono (1995) bahwa manusia akan selalu menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Penyesuaian tersebut dapat berupa adaptation (mengubah tingkah laku sesuai dengan lingkungannya), dan adjusment (mengubah lingkungan agar sesuai dengan tingkah lakunya).

Gambar 1.
Peta Kabupaten Malang

Gambar 2.
Kondisi Desa Tengger Ngadas
Sumber: Dokumentasi Lapangan

Adaptasi yang dilakukan masyarakat Tengger Ngadas terhadap kondisi lingkungannya yaitu mampu menghadirkan suatu tipologi bangunan yang dapat menggambarkan adanya suatu upaya di dalam merespon kondisi iklim setempat. Adapun tipologi yang ada dapat digolongkan menjadi dua, yaitu (a) menutup rapat pada geometri bangunan secara keseluruhan(bidang masif), dan (b) berupaya memasukkan panas yang berasal dari radiasi matahari ke dalam bangunan (bidang transparan). Dari ke dua penggolongan tersebut berdampak terhadap terjadinya suatu geometri bangunan yang dapat dibedakan menjadi dua bentuk, yaitu: (a) bangunan yang masih kelihatan lama (asli), dan (b) bangunan baru

('moderen'). Sedangkan kalau dilihat dari penggunaan material, tipologi bangunan dapat dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu :

1). Tipe Tertutup, dimana pada tipe ini material yang digunakan pada bangunan didominasi material dari kayu (papan) atau anyaman bambu (gedhek) yang digunakan pada dinding, lantainya dari tanah liat, serta material penutup atap menggunakan seng atau genteng kampung (tanah liat).

Gambar 3.
Contoh Tipe Bangunan Tertutup
Sumber: Dokumentasi Lapangan

2). Tipe Terbuka, dimana material yang digunakan pada dinding adalah gabungan antara kayu atau batu bata (ketinggian ± 0.50 – 0.70 m) dengan material transparan (kaca), lantainya dari tanah liat, serta penutup atap dari seng atau genteng kampung (tanah liiat), dan

Gambar 4.
Contoh Tipe Bangunan Terbuka
Sumber: Dokumentasi Lapangan

3). Tipe 'Moderen', dimana material dinding dari batu bata yang dipadukan dengan material transparan (kaca), lantainya dari tegel keramik, serta penutup atap dari genteng pabrikasi

Gambar 5.
Contoh Tipe Bangunan 'Moderen'
Sumber: Dokumentasi Lapangan

Dalam memperoleh kondisi termal yang diharapkan, terdapat tiga aspek yang harus diperhatikan yaitu : iklim, kondisi dalam ruang yang sesuai dengan aktivitas, dan bangunan sebagai filter dan modifier. Modifier di sini adalah bahwa bangunan harus mampu merubah kondisi di luar menjadi suatu kondisi lingkungan di dalam yang sesuai dengan manusianya. Seperti yang dikemukakan Santosa (1993) bahwa bangunan sebagai filter dapat juga memodifikasi unsur iklim, sehingga akan diperoleh suatu kondisi termal yang sesuai dengan tingkat kenyamanan yang dibutuhkan. Sedangkan kondisi termal yang terbentuk pada bangunan rumah tinggal masyarakat Tengger Ngadas memanfaatkan passive energy dan active energy.

Kelakuan panas bangunan (thermal performance) yang banyak diperbincangkan oleh penulis Van Strateen (1967, 1981), Szokolay (1981, 1988), Maitreya (1991) hingga Coldicutt dkk. (1991) dalam Santosa (1993) bahwa untuk daerah yang mempunyai variasi kecil pada suhu udara kering dan kelembaban relatif (dalam satu hari maupun dalam satu tahun), maka faktor yang mempengaruhi thermal performance adalah : (a) kapasitas penyimpanan panas sistim konstruksi, (b) kemampuan menahan panas kulit luar bangunan, (c) aliran radiasi matahari, (d) jumlah pergantian udara, dan (e) aliran panas dari dalam bangunan. Hal ini juga terjadi pada bangunan rumah tinggal masyarakat Tengger Ngadas. Dengan kondisi lingkungan luar berhawa dingin, maka aliran panas sangat dibutuhkan untuk terciptanya kenyamanan termal, sehingga sifat dari material adalah mampu dengan cepat merespon kondisi iklim dan mempertahankan panas pada lingkungan dalam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kondisi Termal Bangunan

Kondisi termal dalam bangunan ditentukan oleh kinerja termal dari bangunan dan kondisi iklim. Kondisi tersebut disebabkan oleh adanya perpindahan panas di antara keduanya untuk mencapai kondisi yang

seimbang (heat balance). Hantaran termal antara bangunan dan lingkungan tergantung pada sifat panas dari material bangunan. Aliran ini dapat terjadi melalui: konduksi, konveksi, dan radiasi.

A. Keseimbangan Termal Bangunan

Kenyaman termal (thermal balance) tercapai apabila du dalam ruangan (Szokolay, 1981; Koenigsberger, 1973). Beban panas (Q) pada bangunan, merupakan keseimbangan termal antara penjumlahan dan pengurangan beban panas yang masuk dan keluar pada bangunan. Sedangkan keseimbangan termal pada bangunan terjadi apabila jumlah dari semua variabel beban panas adalah nol ($\sum Q = 0$), atau

$$Qi+Qs\pm Qc\pm Qv\pm Qm-Qe=0$$

dimana:

Qi = internal heat gain, tamabahan panas di dalam yang di dapat dari panas tubuh manusia, lampu, motor, dan peralatan. Bernilai positif (+).

Qs = solar heat gain, beban panas akibat dari radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan melalui jendela kaca, atap dan dinding akibat meningkatnya temperatur permukaan bahan. Bernilai positif (+).

Qc = conduction heat gain (+) atau heat loss (-), melalui elemen atap, dinding, jendela kaca yang disebabkan oleh perbedaan temperatur antara ruang luar dan ruang dalam ($t = t0 – t1$).

Qv = ventilation head gain (+) atau heat loss (-), ditujukan untuk pergantian udara, perambatan panas karena pergerakan udara saat perbedaan temperatur berlangsung.

Qm= mechanical heating (+) atau cooling (-) yang dihasilkan oleh instalasi yang berdasarkan pemakaian energi.

Qe = evaporative heat loss, pelepasan panas karena proses evaporasi dan bernilai negatif (-).

Jika $\sum Q > 0$ (positif) berarti kondisi temperatur ruang bertambah (panas), dan jika $\sum Q < 0$ (negatif) berarti kondisi temperatur ruang turun (dingin).

B. Kinerja Termal Bangunan

Kinerja termal sangat dipengaruhui oleh kinerja termal dari elemen-elemen yang membentuk bangunan (lantai, dinding, dan atap). Khusus elemen lantai kinerja termalnya dapat dianggap stabil, demikian pula dengan dinding internal.

Kinerja termal dari suatu bangunan dipahami sebagai pengontrol lingkungan termal pada ruang dalam melalui prosedur desain dan karakteristik atau sifat dari bahan selubung bangunan (berhubungan dengan sistim konstruksi yang digunakan), atau dapat dikatakan bahwa kinerja termal bangunan merupakan keberhasilan dari sistim pendinginan pasif atau pemanasan pasif

yang dimodifikasi agar dapat memenuhi persyaratan kondisi ruang dalam (Van Straaten, 1980). Sedangkan standart thermal performance yang direkomendasikan oleh Koenigsberger (1973) untuk daerah iklim tropis lembab adalah dengan memperhatikan material yang bersifat pemantulan (reflectivity) dan penahanan (insulator), serta selisih suhu udara pada ruang langit-langit dengan atap tidak boleh lebih dari 4.5°C. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari ketidaknyamanan penghuni.

(a) Perpindahan Panas Bangunan

Proses pergerakan panas dalam udara (heat flow) pada bangunan merupakan modifikasi dari efek selubung bangunan pada temperatur ruang dan kebutuhan konsumsi energi untuk beban panas (heating) dan pendinginan (cooling).

Bangunan memperoleh dan mengeluarkan panas ke lingkungan sekitar dapat terjadi melalui peristiwa perpindahan panas sebagai berikut:

- Konduksi, adalah proses perpindahan panas (heat transfer) dari molekul panas ke molekul dingin melalui medium padat. Thermal conduction pada bangunan adalah proses perpindahan panas dari elemen padat bangunan (atap, dinding, dan lantai) dari temperatur panas menuju temperatur dingin.
- Konveksi, adalah proses perpindahan panas (heat transfer) dari molekul panas ke molekul dingin melalui gas atau zat cair. Konveksi pad bangunan dapat terjadi karena perbedaan temperatur (natural atau thermosyphonic), kecepatan pergerakan medium pembawa, dan panas jenis dari medium pembawa.
- Radiasi. adalah proses perpindahan panas (heat transfer) dan perpindahan energi pada bangunan, karena adanya gelombang elektromagnetik melalui udara.

(b) Kelakuan Termal Material

Pemakaian material pada bangunan dapat dilihat pada elemen-elemen bangunan, yaitu selubung bangunan (dinding dan atap) dan interior bangunan (lantai dan partisi). Pematahan laju panas di daerah tropis lembab menurut Santosa (1999) dilakukan dengan prinsip konstruksi yang mempunyai heat resistance (R) maksimal, cunductivity value (C) minimal, dan heat transmitannce (U-value minimal. Adapun pengertian dari properties tersebut adalah sebagai berikut:

- Thermal Resistance (R), adalah total tahanan pada setiap lapisan elemen bangunan dan merupakan jumlah langsung tahanan dari masing-masing lapisan. Satuan m²°C/W.
- Thermal Conductivity (C), adalah rata-rata aliran panas pada setiap permukaan dari ketebalan elemen bangunan dalam setiap unit perbedaan temperatur. Satuan W/m°C.
- Thermal Transmitannce (U-value), adalah transmisi termal dalam setiap permukaan elemen bangunan persatuan waktu dalam setiap waktu

perbedaan temperatur antara di luar dan di dalam bangunan. Satuan W/m²°C.

C. Penahanan Panas Bangunan di Daerah Tropis Lembab

Penahanan panas dalam bangunan yang dikaitkan dengan penggunaan material pada elemen konstruksi adalah sebagai insulasi termal bangunan dengan prinsip pematahan laju panas dari luar ke dalam bangunan, serta pendayagunaan pembukaan untuk mendapatkan pergantian udara yang dapat menghapus beban panas.

Insulasi termal merupakan suatu kontrol dalam menghambat laju panas pada bangunan. Secara teoritis insulasi termal dibagi menjadi tiga jenis mekanisme, yaitu:

- Reflective Insulation; pematahan laju panas dengan merefleksikan radiasi panas yang jatuh pada elemen bangunan.
- Resistive Insulation; material / sistim konstruksi dengan nilai resistansi tinggi menunjukkan kemampuan yang tinggi pada penahanan panas.
- Capacitive Insulation; tidak terpengaruh langsung laju panas, ciri material dengan nilai kapasitas baik adalah kepadatan material. Semakin padat dan besar jenis material, semakin tinggi besaran kapasitasnya

Semua jenis insulasi mempunyai potensi yang sama dalam prinsip penahanan panas. Apabila dipakai gejala menahan panas sesaat (steady state), maka prinsip reflective dan resistance insulation lebih sesuai untuk diterapkan, namun harus tidak ada pergerakan udara. Dan apabila prinsip capacitive insulation diterapkan pada gejala periodic heat flow dengan disertai pergerakan udara, maka prinsipnya adalah untuk penghapusan panas lepasan akibat dari kejenuhan daya kapasitip elemen kulit bangunan

Karakter tersebut di atas juga berlaku pada daerah berhawa dingin untuk mendapatkan kondisi di dalam bangunan yang lebih baik dibandingkan di luar bangunan, maka prinsip bahan bangunan adalah menyimpan dan menahan panas semaksimal mungkin. Dalam hal ini diharapkan panas di dalam bangunan dapat bertahan dan mencukupi untuk memenuhi tingkat kenyamanan yang dibutuhkan.

D. Kenyamanan Termal

Kondisi nyaman menurut ASHRAE, adalah kenyamanan termal seseorang yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termal, yang dalam konteks sensasi digambarkan sebagai kondisi dimana seseorang tidak merasakan kepanasan maupun kedinginan pada lingkungan tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi menurut Allard (1998) adalah lingkungan secara fisik (physical environment) dan nono-fisik (non-physical environment).

Dalam mencapai kenyamanan termal yang lebih baik, menurut Fisk (1981), diduga manusia membentuk adaptasi dan transformasi pada lingkungannya secara tidak sadar, berdasarkan pengalamannya terhadap panas. Sehingga dalam mencapai kenyamanan akan berupaya melakukan aktivitas di dalam ruang atau mencari ruang yang memungkinkan untuk memperoleh kenyamanan, dimana panas tidak dirasakan.

Pada daerah dengan suhu udara dingin aliran panas dijadikan sesuatu yang penting dalam mencapai kenyamanan termal. Hal ini dapat dicapai dengan memaksimalkan masuknya aliran panas radiasi matahari. Pendayagunaan lingkungan alam natural dalam proses pemanasan, maka kondisi termal di dalam bangunan dilakukan dengan beradaptasi secara optimal terhadap kondisi alam. Seperti yang dikemukakan oleh Givoni (1998) bahwa adaptasi (heat acclimatization) fisiologi akan terjadi pada manusia yang menyebabkan orang dapat merasakan nyaman pada kondisi udara yang panas. Adaptasi ini akan membedakan tingkat kenyamanan yang dirasakan seseorang terhadap lingkungannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fenomena pada daerah berhawa dingin bahwa sifat material adalah dapat mempertahankan panas (insulasi untuk konduksi) yang ada dalam waktu yang cukup lama. Pada elemen dinding secara umum material yang digunakan adalah:

a) Papan kayu: dengan nilai U-value = 2.14 W/m².K, time lag = 0.60 hours, decrement factor = 0.99, dan admittance = 2.48 W/m².K.

b) Batu bata: dengan nilai U-value = 1.78 W/m².K, time lag = 4.63 hours, decrement factor = 0.64, dan admittance = 3.19 W/m².K.

c) Kaca: dengan nilai U-value = 5.30 W/m².K, admittance = 5.30 W/m².K, dan solar gain factor = 0.76

Dengan melihat nilai tersebut, maka sifat dari material kaca adalah paling cepat menerima maupun melepas panas karena tidak adanya time lag, sedangkan material papan kayu cepat menerima dan melepas panas karena nilai U-value besar dengan waktu penyimpanan yang relatif pendek. Adapun material batu bata lebih lama menyimpan dan melepas panas karena nilai U-value kecil dengan waktu penyimpanan yang relatif panjang.

Pada elemen atap maerial yang digunakan adalah:

a) Genteng tanah liat: dengan nilai U-value = 6.02 W/m².K, time lag = 0.10 hours, decrement factor = 1.00, dan admittance = 5.21 W/m².K.

b) Genteng jenis kodok (fabrikasi): dengan nilai U-value = 2.52 W/m².K, time lag = 0.77 hours.

c) Seng gelombang: dengan nilai U-value = 5.91 W/m².K, time lag = 0.00 hours, decrement factor = 1.00, dan admittance = 5.56 W/m².K.

Sehingga dari nilai yang ada, maka sifat material seng gelombang sangat cepat menerima dan melepas panas, sedangkan genteng relative lebih lama dalam menerima dan melepas panas.

Sedangkan pada elemen lantai material yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) Tanah: dengan nilai conductivity = 1.210 W/m.k dengan specifik heat = 1.260 J/kg.K.

b) Batu bata: dengan nilai conductivity = 1.300 W/m.k dengan specifik heat = 0.800 J/kg.K.

c) Keramik: dengan nilai conductivity = 2.000 W/m.k dengan specifik heat = 0.900 J/kg.K.

Melihat nilai tersebut, maka material tanah merupakan penyerap panas paling tinggi yang diikuti oleh material keramik dan kemudian material batu bata.

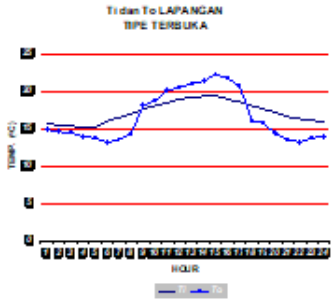
- Tipe Tertutup

Panas yang diterima bangunan pada pagi hari berasal dari radiasi matahari yang mengenai elemen dinding dan atap serta permukaan bumi. Dengan rapatnya massa bangunan dan orientasi lokasi yang tidak tegak lurus terhadap arah Timur dan Barat, sehingga mengakibatkan luasan bidang permukaan yang terkena radiasi panas matahari menjadi lebih besar. Hal ini berdampak pada terjadinya kenaikan suhu udara maksimal di dalam bangunan pada jam sepuluh pagi sebesar 23.9°C dengan RH sebesar 64% dimana suhu udara luar sebesar 20.0°C. Sedangkan pada siang dan sore hari rata-rata bangunan tidak terkena radiasi panas matahari karena kondisi lingkungan luar yang berkabut, hal ini menjadikan kondisi lluar dingin yang berdampak pada menurunnya suhu udara dan meningkatnya RH.

Gambar 6.
Grafik Kondisi Suhu Udara Ti dan To
Sumber: Pengukuran Lapangan

- Tipe Terbuka

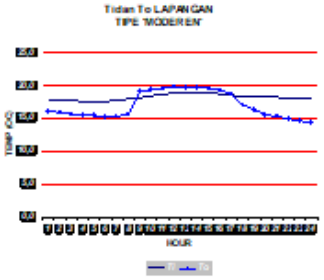
Pada tipe ini potensi memasukkan radiasi panas matahari relatif lebih besar, namun dari hasil pengukuran suhu udara di dalam bangunan mencapai puncaknya pada jam tiga sore sebesar 19.4°C dengan RH sebesar 96.9% dan suhu udara luar sebesar 22.3°C. Hal ini dikarenakan sifat dari material yang digunakan pada elemen bangunan dan adanya pelepasan panas dari lingkungan.



Gambar 7.
Grafik Kondisi Suhu Udara Ti dan To
Sumber: Pengukuran Lapangan

 Tipe 'Moderen'

Material yang digunakan pada elemen-elemen bangunan yang semua dari hasil pabrikasi berdampak pada suhu udara di dalam yang mencapai puncaknya pada jam tiga sore sebesar 19.0°C dengan RH sebesar 84.9% dimana suhu udara luar sebesar 19.7°C. Faktor lingkungan luar, geometri bangunan serta karakter material sangat berpengaruh terhadap kondisi di dalam bangunan, hal ini terlihat dari tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kondisi di luar dengan kondisi di dalam.



Gambar 8.
Grafik Kondisi Suhu Udara Ti dan To
Sumber: Pengukuran Lapangan

4. KESIMPULAN

Dengan melihat hasil analisa pembahasan di atas, maka tipe bangunan dengan elemen bangunan dan susunan material membantu terciptanya kenyamanan termal pada obyek adalah material dinding dan atap bangunan yang mempunyai nilai U-value tinggi dengan time lag¬ pendek, sedangkan untuk material lantai yaitu yang mempunyai nilai conductivity dan specifik heat tinggi. Dan tidak kalah penting adalah peran kondisi lingkungan sekitar, pola tata massa, dan orientasi yang juga sangat menentukan dalam terjadinya tingkat kenyamanan bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Evans, Martin. 1980. Housing, Climate and Comfort. The Architectural Press. London.
2. Givoni, B. 1998. Climate Considerations in Building and Urban Design. Van Nostrand Reinhold. New York.
3. Koenigsberger, OH. Ingersoll, TG. Mayhew. Alan. Szokolay, SV. 1973. Manual of Tropical Huosing and Building. Longman. London.
4. Lippsmeier, G. 1980. Tropenbau Building in The Tropics. Callwey. Munchen.
5. Markus, TA. And Moris, EN. 1980. Building, Climate and Energy. Pitman Publishing Ltd. London.
6. Szokolay, SV. 1981. Environment Science Handbook. Construction Press (Longman) London.
7. Szokolay, SV. 1987. Thermal Design of Building. RAIA Education Devision. Australia.
8. Noerwasito, T. Isworo, B.W. 1993. Pengaruh Pemakaian Bahan Bangunan pada Atap Bangunan di Surabaya tahun 1900-1990. Lembaga Penelitian. ITS. Surabaya.
9. Rapoport, Amos. 1969. House Form and Culture. Prentice-Hill. Inc. Englewood Cliffs, NJ.
10. Santosa, M. 1993. Sistem Aspek Panas dalam Rancang Arsitektur. Laporan Penelitian. ITS. Surabaya.
11. Santosa, M. 1994. Rancang Geometri dan Konstruksi Atap Sebagai Aspek Penentu Tingkat Kenyamanan Hunian Bangunan. Laporan Penelitian. ITS. Surabaya.
12. Santoso, M. Nastiti, Sri. 1999. Konsep Insulasi Thermal Pada Hunian Daerah Berkepadatan Tinggi; Sebuah Kajian Untuk Perbaikan Peraturan Bangunan. Lembaga Penelitian. ITS. Surabaya