

PENGARUH BENTUK ATAP BANGUNAN TRADISIONAL DI JAWA TENGAH UNTUK PENINGKATAN KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN (Sebuah pencarian model arsitektur tropis untuk aplikasi desain arsitektur)

L.M.F. Purwanto

Staf Pengajar Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata

Hermawan

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata

Ridwan Sanjaya

Staf Pengajar Fakultas Ilmu Komputer Universitas Katolik Soegijapranata

ABSTRAK

Dalam perkembangan arsitektur saat ini, bentuk atap tradisional Jawa masih diminati oleh masyarakat. Selain sarat muatan filosofis, bentuk atap tradisional juga bervariasi. Di sisi lain, arsitektur tradisional Jawa sangat memperhatikan aspek lingkungan, yang tertuang dalam konsep makro dan mikro kosmosnya, sehingga selaras dan nyaman untuk dihuni. Namun dalam perkembangan dan penerapan pada bangunan modern, yang menggunakan bahan bangunan modern, aspek kenyamanan termal dan kekokohan konstruksi tidak dipertimbangkan. Dengan demikian diperlukan upaya untuk memahami konsep dasar pembentukan arsitektur tradisional ini dalam konteks arsitektur tropis dan kekokohan konstruksinya. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran bagi masyarakat luas, mahasiswa dan arsitek, agar dapat memahami arti penting kenyamanan termal yang dapat diupayakan melalui perencanaan atap yang baik. Untuk mencapai hasil yang diharapkan, maka penelitian ini didekati dengan analisa terhadap kekokohan konstruksi, baik pada bangunan tradisional yang masih asli, maupun bangunan modern yang menggunakan atap tradisional Jawa. Analisa kenyamanan termal dilakukan dengan menggunakan alat-alat bantu berupa termometer digital, hygrometer digital dan anemometer digital. Hasil penelitian ini berupa rekomendasi desain untuk penyesuaian pada penggunaan material baru dengan bentuk atap bangunan tradisional Jawa. Dengan menampilkan software program komputer berbasis Visual Basic, diharapkan penelitian ini lebih mudah dipahami oleh masyarakat luas dan dapat diterapkan dalam desain bangunan.

Kata kunci: Arsitektur tradisional Jawa, kenyamanan termal, arsitektur tropis.

ABSTRACT

In the architectural development recently, form of Java traditional roof is still commonly interested. While it is full of philosophic value, form of Java traditional roof also varies. On the other hand, Java traditional architecture concerns deeply in environmental aspect, which is formed in macro and micro concept as well, in order to become harmony and be comfort to dwell in. However, in the development and the application to modern buildings, which uses modern building materials, the thermal comfort aspect and the sturdy of construction are not considered. Therefore, it is necessary to understand well the basic concept of the forming traditional architecture in the context of tropical architecture and the sturdy of construction. This research aims to give descriptions to society, students and architects, in order to understand the importance of thermal comfort, which can be achieved by well-designed roof. To achieve the expected result, the research is approached through analyzing the sturdy of construction, to the original traditional buildings and the modern buildings using the Java traditional roof as well. The thermal comfort analysis is done with some equipments such as digital thermometer, digital hygrometer and digital anemometer. The research result is design recommendation to adjust the modern material to the form of Java traditional roof. By computer program using Visual Basic, it is expected that the research will be easily understood by society and it can be applied in building design.

Keywords: Java traditional architecture, thermal comfort, tropical architecture.

PENDAHULUAN

Mencermati banyaknya penelitian di Asia yang dilakukan oleh orang Barat (salah satunya oleh Engel, H., 1985) menunjukkan, bahwa bangunan di Asia

terutama di Indonesia masih banyak yang dapat diungkapkan dan diteliti dari berbagai macam aspek. Bangunan tradisional Jawa memiliki bentuk atap yang paling banyak dibandingkan bentuk atap bangunan tradisional lain di Indonesia. (Koentja-

rainingrat, 1984). Keanekaragaman bentuk atap ini memperkaya khasanah ilmu arsitektur di Indonesia. Selain itu, bentuk atap rumah Jawa banyak diminati masyarakat sampai sekarang. Namun permasalahannya, banyak orang yang tidak mengetahui prinsip kerja dari konstruksi dan bentuk atap Jawa ini, sehingga modifikasi yang dilakukan untuk penerapan pada bangunan modern mengabaikan prinsip tersebut. Akibatnya kekokohan atap tidak terjamin. Selain itu, panas di dalam rongga atap yang berasal dari sinar matahari yang mengenai atap tidak terdistribusi dengan baik dan tidak direduksi dengan optimal, sehingga akibatnya panas tersebut merambat turun dan mempengaruhi ruang di bawahnya. Panas tersebut mengakibatkan kenyamanan bangunan berkurang secara drastis. Bangunan Tradisional Jawa yang ramah lingkungan dan merupakan bangunan tropis yang telah teruji oleh waktu, ironisnya pada saat diterapkan pada bangunan modern tidak menunjukkan kehandalannya. Hal tersebut dikarenakan pengabaian prinsip kerja dari konstruksi dan bentuk atap tersebut.

Dengan mempelajari dan mengkajinya, penelitian ini mengungkap semua permasalahan dan memecahkan permasalahan akibat kesalahan konstruksi dan sistem bentuk bangunan tradisional tersebut. Hasil akhir dari penelitian ini adalah mendapatkan model atap bangunan tradisional Jawa yang tepat, sehingga dapat dijadikan acuan para mahasiswa arsitektur, praktisi arsitek dan masyarakat luas dalam aplikasi desain bangunan modern. Hasil penelitian ini juga dikemas dalam software simulasi, sehingga dapat tampil lebih menarik dan mudah dipahami masyarakat luas.

TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan satu **model** atap tradisional dengan penutup atap modern yang benar-benar dapat **diterapkan** dan mudah dipahami oleh mahasiswa arsitektur dalam tugas perancangannya di bangku kuliah dan juga bagi para praktisi arsitek dalam melayani masyarakat. Hasil luaran penelitian ini berupa buku laporan penelitian untuk memudahkan pelacakan proses berpikir dan sebuah software simulasi komputer yang menggambarkan detail atap tradisional Jawa Tengah, sehingga dapat membantu masyarakat luas dalam memahami bentuk tiga dimensi dari atap tradisional Jawa Tengah ini.

METODE

Menganalisis data yang didapat dari pengamatan langsung di lapangan. Analisis data ini meliputi analisis historis dari arsitektur tradisional Jawa yang

didapat dari studi literatur. Analisis ini dibatasi dalam keterkaitan dengan bentukan atapnya saja. Analisis arsitektur tropis dan standart kenyamanan termal dibutuhkan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kenyamanan bangunan dan kinerja bangunan. Analisis konstruksi bangunan untuk mengetahui fungsi detail bangunan terhadap upaya pengantisipasi pengaruh buruk iklim tropis lembab.

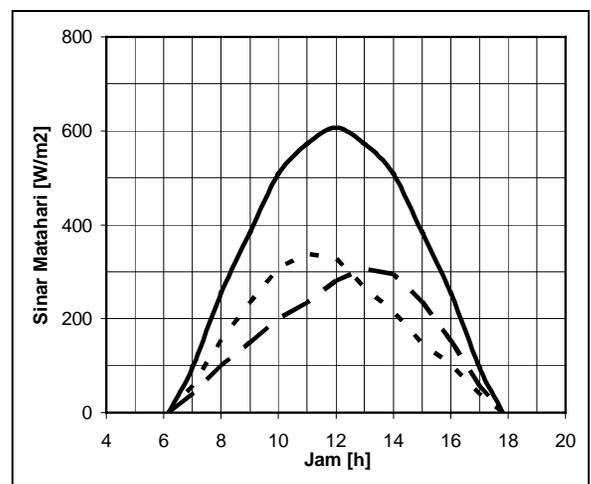
PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

Klimatologi

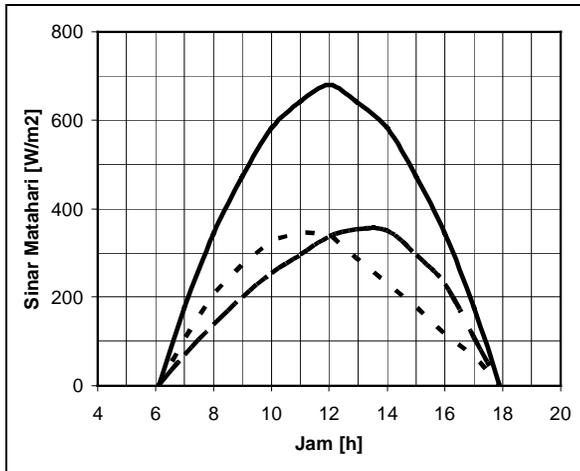
Dari data stasiun Klimatologi untuk daerah Surakarta, Yogyakarta, Semarang dan Kudus dibuat satu grafik rata-rata yang mewakili dari semua kota tersebut. Data tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika dengan rentang waktu lima tahun dari tahun 1999 sampai 2004. Data Klimatologi dari Badan Meteorologi dan Geofisika ini merupakan data pendukung untuk digunakan dalam perhitungan transfer panas dan kenyamanan termal. Data Klimatologi yang digunakan adalah : temperatur udara, kelembaban udara, radiasi matahari, curah hujan dan pergerakan udara. Data ini menjadi data sekunder dalam penelitian ini.

Perhitungan Radiasi Matahari

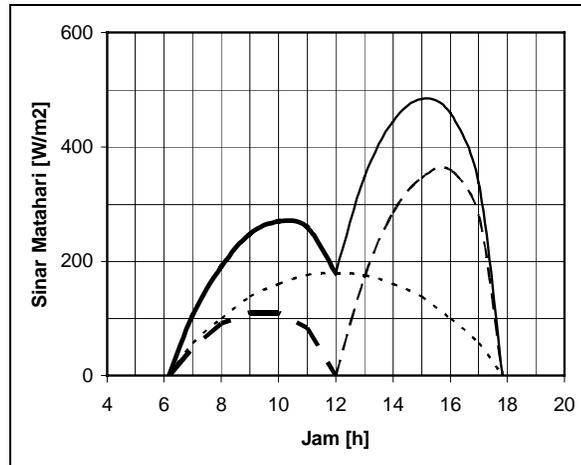
Pada saat penelitian (bulan Juli dan Agustus 2005). kedudukan matahari berada bergeser ke sisi utara, dengan demikian bidang dinding maupun atap di sisi utara menerima sinar matahari lebih besar dibandingkan dengan sisi selatan. Dengan demikian sisi utara lebih panas dibandingkan dengan sisi selatan. Perhitungan radiasi matahari ini digunakan untuk memperhitungkan transfer panas melalui dinding dan atap bangunan. (Iqbal, M., 1983 & von Hoyningen-Huene, W., et.al, 1999).



22 Juli



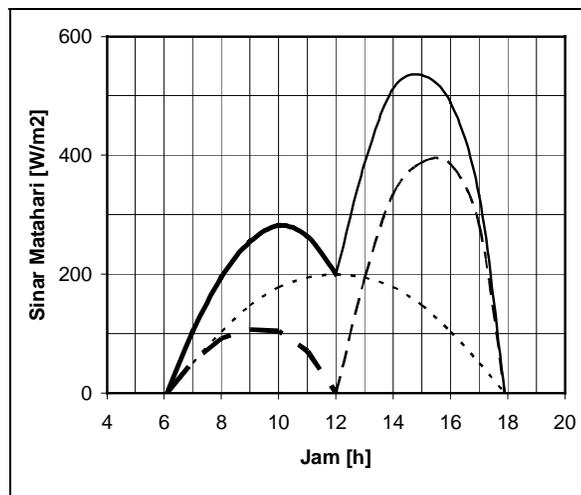
22 Agustus



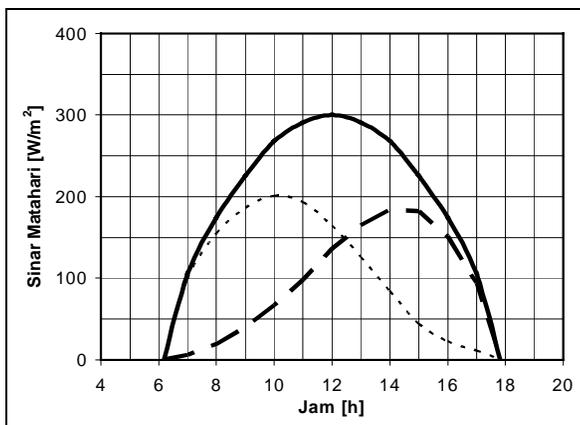
22 Juli

-----	Sinar matahari langsung pada bidang horizontal
.....	Sinar matahari diffus pada bidang horizontal
————	Total sinar matahari pada bidang horizontal

Grafik 1. Sinar matahari pada permukaan horizontal pada bulan Juli-Agustus



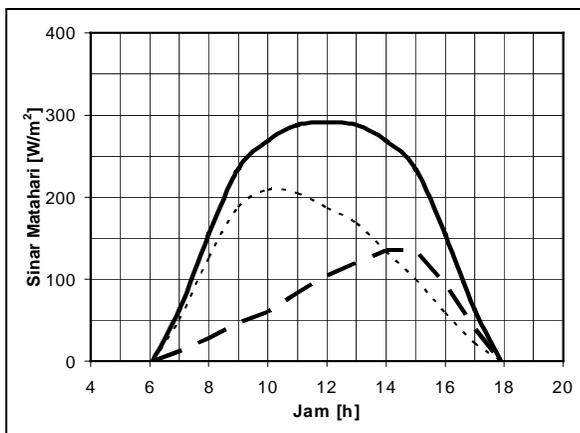
22 Agustus



22 Juli

-----	Sinar matahari langsung pada bidang vertikal Timur
-----	Sinar matahari langsung pada bidang vertikal Barat
.....	Sinar matahari langsung pada bidang vertikal Timur & Barat
————	Total sinar matahari pada bidang vertikal Timur
————	Total sinar matahari pada bidang vertikal Barat

Grafik 3. Sinar matahari pada permukaan vertikal Timur-Barat pada bulan Juli-Agustus



22 Agustus

.....	Sinar matahari langsung pada bidang vertikal Selatan
-----	Sinar matahari langsung pada bidang vertikal Utara
.....	Sinar matahari langsung pada bidang vertikal Utara & Selatan
————	Total sinar matahari pada bidang vertikal Selatan
————	Total sinar matahari pada bidang vertikal Utara

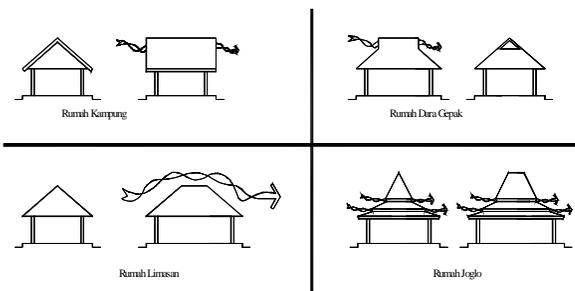
Grafik 2. Sinar matahari pada permukaan vertikal Utara-Selatan pada bulan Juli-Agustus

Transfer Panas

Dengan metode perhitungan dan data dari perhitungan radiasi matahari dilakukan uji coba perhitungan di empat bentuk bangunan. Bentuk bangunan rumah seperti dalam klasifikasi yang dilakukan oleh K Ismunandar, R, (1990), dipilih bentuk Kampung Trajumas, Rumah Kampung Doro Gepak, Rumah Limasan dan Rumah Joglo, untuk diteliti dan dilakukan simulasi perhitungan transfer panas.



Gambar 1. Bentuk Rumah terpilih untuk simulasi perhitungan



Pemilihan bentuk atap ini mewakili dari seluruh variasi atap rumah Jawa. Rumah Kampung Trajumas, mewakili bentukan rumah Panggang Pe dan bentuk dasar atap pelana, dimana ada sirkulasi udara dari arah depan dan belakang rumah. Atap Rumah Kampung Doro Gepak mewakili bentuk rumah yang memiliki lubang sirkulasi udara di atap, namun tidak selebar dan sebesar atap rumah kampung Pokok atau bentuk atap pelana lainnya. Rumah Limasan Pokok, mewakili bentuk atap yang tertutup, tanpa lubang sirkulasi udara dan hanya mengandalkan lubang-lubang di sela-sela penutup atapnya (genteng atau sirap). Bentuk Rumah Joglo dengan lubang sirkulasi udara di antara kemiringan atap yang landai dan curam. Bentuk atap semacam ini dapat mewakili bentuk atap Joglo dan Tajuk. Atap bangunan Joglo terpilih ini juga menggunakan bahan dari Sirap, yang berbeda dengan penutup atap bangunan terpilih lainnya, yang menggunakan genteng tanah liat. (Purwanto, L.M.F., 2005)

Pada saat pengukuran suhu udara mencapai rata-rata 32°C dan dapat digambarkan transfer panas melalui hasil perhitungan seperti pada Gambar2.

Berkaitan dengan ketebalan konstruksi atap yang berbeda (reng, usuk dan gording) dari obyek penelitian, maka hasil transfer panas juga berbeda satu sama lain. Bentuk konstruksi yang berbeda mempengaruhi hasil transfer panas, berkaitan dengan nilai

$$\frac{1}{A} = \frac{s}{\lambda} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

(Mehra, S.R., 1998)

dimana:

s = tebal bahan dan λ adalah hantaran jenis bahan bangunan.

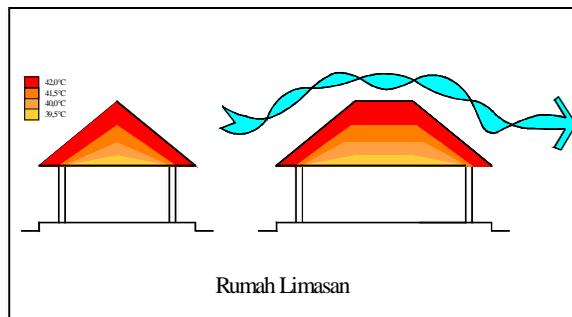
Dari hasil perhitungan tersebut didapat nilai rata-rata seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan transfer panas di atap

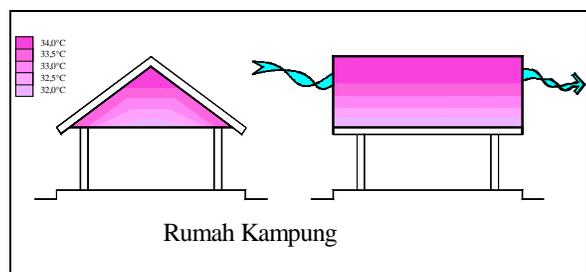
Bentuk Atap	Temperatur	Hasil pengukuran dan perhitungan
Atap Kampung Trajumas	Temperatur Udara Luar (Pengukuran)	32,0 °C
	Temperatur Permukaan Luar (Pengukuran)	43,5 °C
	Temperatur Permukaan Dalam (Perhitungan)	40,4 °C
	Temperatur Udara Dalam(Perhitungan)	36,0 °C
Atap Kampung Doro Gepak	Temperatur Udara Luar (Pengukuran)	32,0 °C
	Temperatur Permukaan Luar (Pengukuran)	43,5 °C
	Temperatur Permukaan Dalam (Perhitungan)	40,7 °C
	Temperatur Udara Dalam(Perhitungan)	36,3 °C
Atap Limasan	Temperatur Udara Luar (Pengukuran)	32,0 °C
	Temperatur Permukaan Luar (Pengukuran)	43,5 °C
	Temperatur Permukaan Dalam (Perhitungan)	40,0 °C
	Temperatur Udara Dalam(Perhitungan)	38,0 °C
Atap Joglo	Temperatur Udara Luar (Pengukuran)	32,0 °C
	Temperatur Permukaan Luar (Pengukuran)	43,5 °C
	Temperatur Permukaan Dalam (Perhitungan)	39,0 °C
	Temperatur Udara Dalam(Perhitungan)	36,1 °C

Tabel tersebut di atas merupakan hasil pengukuran temperatur udara luar dan temperatur permukaan luar dengan alat termometer digital. Selanjutnya dihitung untuk mendapat nilai temperatur permukaan dalam dan temperatur udara di dalam bangunan yang mempengaruhi perhitungan Kenyamanan termal selanjutnya.

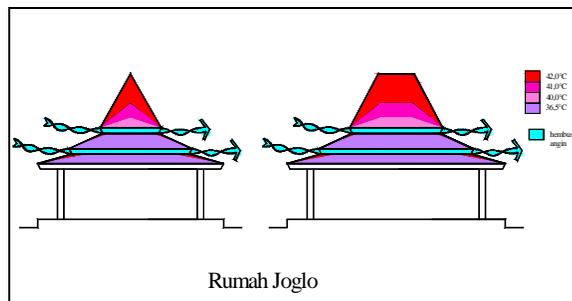
Distribusi panas di dalam ruang atap sendiri disimulasikan memakai plafond sehingga penyebaran panas yang mempengaruhi ruang dalam di bawahnya dapat diperhitungkan. Distribusi panas di dalam ruang atap tersebut digambarkan pada gambar berikut ini.



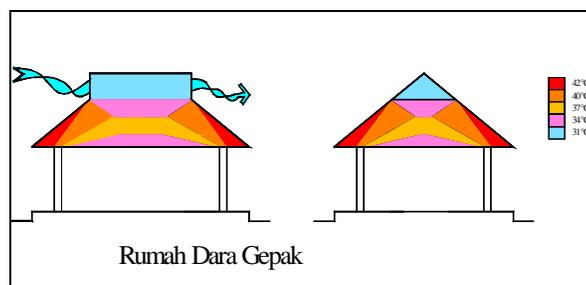
Gambar 5. Distribusi panas di rongga atap di rumah Limasan



Gambar 3. Distribusi panas di rongga atap di rumah Kampung Trajumas



Gambar 6. Distribusi panas di rongga atap di rumah Kampung Joglo



Gambar 4. Distribusi panas di rongga atap di rumah Kampung Dara Gepak

Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal sangat dipengaruhi oleh aktifitas manusia, jenis pakaian, temperatur, kelembaban udara, tekanan udara dan pergerakan udara. (Frank, W., 1975). Dalam perhitungan kenyamanan termal menurut P.O.Fanger ini, digunakan pendekatan rumus PMV sebagai berikut:

$$PMV = \left(0,352 \times e^{-0,042 \left(\frac{M}{A_{DU}} \right)} + 0,032 \right) \left[\frac{M}{A_{DU}} \times (1-\eta) - 0,35 \left[43 - 0,061 \times \frac{M}{A_{DU}} \times (1-\eta) - p_a \right] - 0,42 \times \left[\frac{M}{A_{DU}} \times (1-\eta) - 50 \right] - 0,0023 \times \frac{M}{A_{DU}} \times (44 - p_a) - 0,0014 \times \frac{M}{A_{DU}} \times (34 - \vartheta) - 3,4 \times 10^{-8} \times f_{cl} \times \left[(t_{cl} + 273)^4 - (t_{mrt} + 273)^4 \right] - f_{cl} \times h_c \times (t_{cl} - \vartheta) \right]$$

(Fanger, P.O, 1970)

dimana:

PMV = Predicted Mean Vote, nilai untuk menyatakan kenyamanan termal

$\frac{M}{A_{DU}}$ = aktifitas manusia di dalam bangunan [W/m²]

η = tingkat efisiensi mekanik [-]

P_a = tekanan udara [mbar]

t_{mrt} = temperatur radiant rata-rata

f_{cl} = perbandingan antara temperatur permukaan kulit yang mengenakan pakaian dan yang tidak mengenakan pakaian [-]

t_{cl} = temperatur pakaian [°]

$$h_c = \begin{cases} 2,05(t_{cl} - t_a)^{0,25} & \text{untuk } 2,05(t_{cl} - t_a)^{0,25} > 10,4\sqrt{v} \\ 10,4\sqrt{v} & \text{untuk } 2,05(t_{cl} - t_a)^{0,25} < 10,4\sqrt{v} \end{cases}$$

Data temperatur, kelembaban udara dan pergerakan udara (yang diukur dengan termometer digital, anemometer digital dan hygrometer digital) diolah untuk menentukan kenyamanan bangunan berdasarkan perhitungan kenyamanan termal menurut teori dari P.O. Fanger. Dari perhitungan tersebut didapat hasil pengukuran, bahwa pada pagi hari, empat bangunan pengamatan dapat mencapai kenyamanan termal, karena pengaruh panas dari luar bangunan tidak mempengaruhi ruang dalam. Pada bangunan beratap Joglo dan bangunan rumah adat Kudus, lingkungan sekitar sangat mendukung untuk menghasilkan temperatur udara lingkungan yang lebih rendah dibandingkan lingkungan sekitarnya, karena kerimbunan pepohonan di sekelilingnya.

Hasil Penelitian

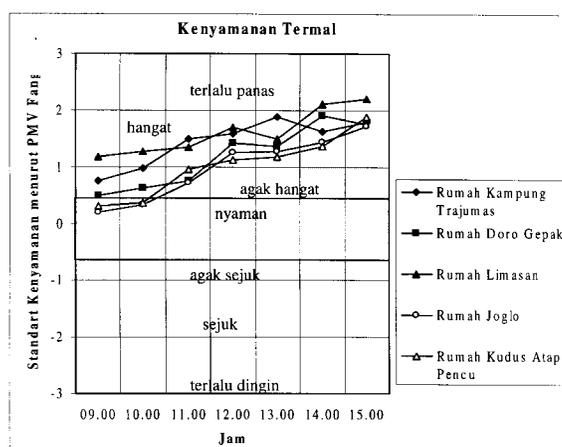
Hasil pengukuran temperatur udara luar dan temperatur permukaan luar dengan menggunakan termometer digital dipergunakan sebagai input untuk menghitung temperatur permukaan dalam dan temperatur dalam bangunan. Kecepatan angin yang diukur dengan anemometer digital dan kelembaban udara yang diukur dengan hygrometer digital dimanfaatkan bersama dengan temperatur udara di

dalam bangunan sebagai komponen perhitungan PMV.

Lokasi pengukuran dari obyek penelitian memang berbeda satu dengan yang lain, namun data pengukuran tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, karena perbedaan temperatur, perbedaan kelembaban udara dan kecepatan angin relatif sama.

Sementara itu, dari hasil perhitungan penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas dengan dipermudah melalui penggunaan software yang diberi nama Architrad ver1.0.1.

Langkah mudah untuk mempelajari Arsitektur dan cara perhitungan kenyamanan termal dapat dilakukan melalui petunjuk-petunjuk praktis. Setelah melalui proses install yang sederhana, program ini dapat langsung berjalan. Tampilan pertama dari program ini dapat dilihat pada gambar 7.



Grafik 4. Kenyamanan Termal menurut P.O. Fanger di lima obyek pengamatan



Gambar 7. Halaman muka program Architrad Versi 1.0.1

Selanjutnya pengguna dihantarkan untuk memahami tentang arsitektur Jawa dengan ulasan sederhana yang mudah dipahami. Dari halaman ini dapat dilanjutkan untuk mengetahui perhitungan terhadap atap tradisional Jawa. Setelah memilih bentukan atap,

dapat mengisikan nilai-nilai yang diperlukan dalam setiap isian dan dengan menekan tombol hitung, maka akan mendapatkan hasil, apakah bangunan dengan data yang dimiliki memenuhi kenyamanan termal.

KESIMPULAN

Dalam perhitungan termal, kondisi lingkungan sangat memegang peranan penting. Lingkungan dengan kerimbunan pepohonan dapat meredusir panas dan menghasilkan temperatur lingkungan yang lebih rendah dari sekitarnya yang tidak terlindung oleh kerimbunan pohon. Dengan demikian memberikan kontribusi positif bagi pengaruh Kenyamanan di dalam bangunan.

Dari pengukuran yang dilakukan diketahui bahwa bentukan atap yang tidak memiliki sirkulasi udara di dalam atap, memberikan kontribusi panas di ruang dibawahnya, yang mempengaruhi kenyamanan termal. Atap limasan pokok, dengan modifikasi bentuk, banyak digunakan pada bangunan modern. Namun tanpa upaya memberikan sirkulasi udara yang baik, akan menurunkan kinerja bangunan itu sendiri.

Dari bahan penutup atap modern, diketahui nilai yang mempengaruhi perpindahan panas ke dalam rongga atap. Nilai ini akan mempengaruhi dalam perhitungan kenyamanan termal menurut P.O. Fanger, dimana nilai Temperatur Mean Radiant diperhitungkan melalui temperatur yang dipengaruhi dari sisi dinding dan atap.

Sementara itu adanya kesalahan penerapan desain atap tradisional Jawa Tengah pada bangunan modern yang mengabaikan prinsip konstruksi dan bentuk atap tradisional. Penggunaan bahan penutup atap modern yang sangat presisi mengakibatkan tidak adanya pergerakan udara di dalam atap, mengakibatkan panas di rongga atap mempengaruhi ruang di bawahnya. Dengan demikian perlu dilakukan modifikasi yang benar, sehingga sirkulasi udara di dalam atap tidak berjalan sebagai mana mestinya.

Catatan:

Penelitian ini dilakukan atas biaya Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Propinsi Jawa Tengah tahun anggaran 2005.

DAFTAR PUSTAKA

- Engel, H., *Measure and construction of the Japanese house*, Rutland, Vermont/Tokyo, Japan, Charles E., Tuttle Company Publihers. 1985
- Fanger, P.O., *Thermal Comfort*, Danish Technical Press. 1970.
- Frank, W., *Raumklima und thermische Behaglichkeit*, Berlin, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn K.G. 1975.
- Iqbal, M., *An Introduction to Solar Radiation*, Academic Press, Canada. 1983.
- Koentjaraningrat, *Kebudayaan Jawa*, Jakarta, PN Balai Pustaka. 1984.
- K Ismunandar, R, *Joglo Arsitektur Rumah Tradisional Jawa*, Semarang, Dahara Prize. 1990.
- Mehra, S.R., *Umdruck zur Vorlesung: Bauphysik für Studenten des Bauingenieurwesens Univ. Stuttgart*, Stuttgart. 1998.
- Purwanto, L.M.F., *Arsitektur Pemukiman Tropis*, Handout Program Pasca Sarjana S2, Magister Teknik Arsitektur, Universitas Katolik Soegijapranata. 2005.
- von Hoyningen-Huene, W., et.al, *Climate-relevant aerosol parameters of South-East-Asian forest fire haze*, Journal Atmospheric Environment, Vol. 33, 1999, hal. 3183-3190.
- 160 Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan - Universitas Kristen Petra
<http://www.petra.ac.id/~puslit/journals/dir.php?DepartmentID=ARS>