

Variasi bahan dan warna atap bangunan untuk Menurunkan Temperatur Ruangan akibat Pemanasan Global

Nasrul Iliminifik^{1, a *}, Digdo L.S.^{2, b}, Hary Sutjahjono^{3, c}, Ade Ansyori M.M.^{4, d}
dan Erfani M^{5, e}

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121, Indonesia

^anasrul.teknik@unej.ac.id, ^bdigdo_listya@yahoo.com, ^chary.teknik@unej.ac.id

Abstrak

Peningkatan suhu ruangan akibat pemanasan global meningkatkan penggunaan mesin pendingin yang berarti konsumsi listrik yang bahan bakar utamanya fosil, juga meningkat. Panas yang masuk ruangan bisa diturunkan dengan menerapkan prinsip perpindahan panas pada desain sebuah bangunan. Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan dan warna atap serta penggunaan plafon dan insulasi pada atap terhadap suhu ruangan. Penelitian dilakukan dengan membuat prototype bangunan dengan dimensi panjang x lebar x tinggi adalah 120 cm x 120 cm x 120 cm. Dinding dan lantai bangunan dibuat dari bahan kayu dan triplek 3 mm yang dilapisi *styrofoam*. Variasi atap bangunan menggunakan genteng dan asbes dengan variasi warna merah dan abu-abu. Ruangan divariasikan dengan menambah pada tiap atap fiberglass dan plafon. Temperatur diukur menggunakan termokopel mulai jam 09.00-14.00 setiap 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur ruangan tertinggi yang dihasilkan pada penelitian ini terjadi pada pukul 11.00 WIB. Temperatur tertinggi terjadi pada ruang dengan atap asbes warna merah mencapai 36,1 °C dan temperatur ruangan terendah dicapai pada ruangan dengan atap genteng warna abu-abu yaitu 34 °C. Laju aliran panas terendah terjadi pada atap yang dipasang insulasi dan plafon. Penggunaan genteng warna abu-abu dan pemasangan insulasi dan plafon pada atap menurunkan suhu ruangan sekitar 13,35 %.

Kata kunci : pemanasan global, bahan dan warna atap, insulasi atap, plafon ruangan, kenyamanan

Pendahuluan

Dampak pemanasan global berpengaruh pada peningkatan temperatur ruangan baik hotel, kantor, industri, termasuk ruang hunian. Penerapan aspek kenyamanan bangunan untuk bangunan rumah menurut ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) mempunyai batas kenyamanan temperatur efektif sekitar 23-27°C dan kelembaban udara sekitar 50-60 %. Sedangkan temperatur udara di Indonesia umumnya cukup tinggi yaitu antara 24-34 °C dengan kelembaban udara sekitar 60-90% disebabkan radiasi matahari yang tinggi [1]. Untuk mendapatkan kenyamanan pada sebuah bangunan masih banyak digunakan mesin pendingin, yang berarti konsumsi listrik yang bahan bakar utamanya fosil juga meningkat.

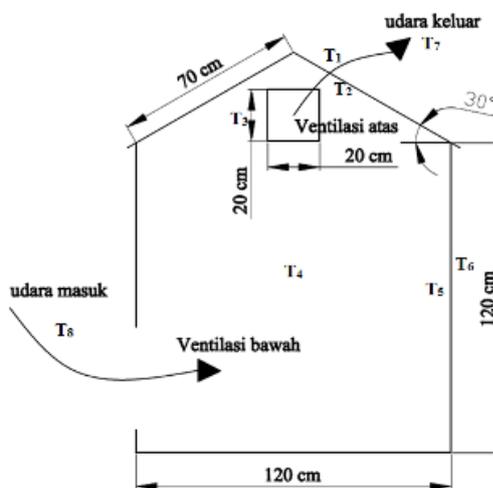
Atap merupakan bagian bangunan yang menerima langsung radiasi matahari, sehingga memiliki pengaruh yang cukup besar dalam

menentukan kondisi di dalam ruangan bangunan tersebut [2]. Dalam upaya mendapatkan kenyamanan termal suatu bangunan perlu dilakukan modifikasi pada bangunan khususnya pada bagian atap. Penggunaan genteng untuk atap sebuah bangunan memiliki kelebihan kenyamanan pada ruangan tetapi harganya relatif mahal dibandingkan dengan seng [3] dan membutuhkan konstruksi yang kuat dan banyak. Pemakaian seng tidak membutuhkan konstruksi sekuat genteng sehingga asbes memenuhi syarat perihal kerapatan terhadap air, karena seng mudah menjadi panas [4,5]. Sebagian masyarakat menggunakan atap rumah dengan menambahkan warna yang

sangat menarik tanpa memikirkan kenyamanan dari efek radiasi matahari. Selain warna dan bahan atap, cara lain menghambat perpindahan panas pada atap bisa dilakukan dengan menggunakan *insulasi* dan plafon (*ceiling*) [6]. Untuk menurunkan temperatur ruangan akibat pemanasan global, perlu dilakukan penelitian tentang penerapan perpindahan panas dengan melakukan beberapa modifikasi pada bagian atap menggunakan beberapa bahan yang mudah diperoleh. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *genteng* dan *asbes* dengan variasi warna serta pengaruh pemasangan *insulasi fiberglass* dan *plafon* pada atap terhadap laju perpindahan panas melalui atap ke dalam ruangan dan temperatur ruangan.

Metodologi Penelitian

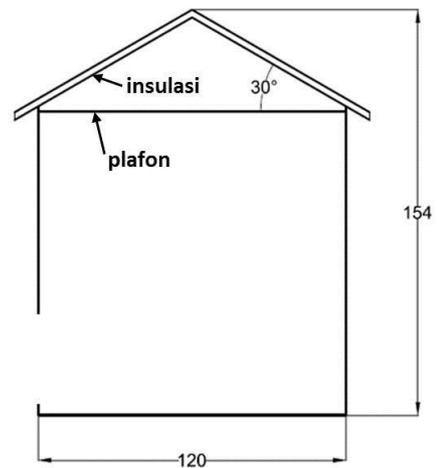
Penelitian dilakukan secara eksperimen pada *prototype* bangunan dengan rangka dari bahan kayu 3 cm x 5 cm, dinding dan lantai dibuat dari bahan triplek 0,3 cm yang dilapisi *styrofoam* 1cm pada bagian dalam. Dimensi *prototype* ruangan adalah 120 cm x 120 cm x 120 cm. Penelitian dilakukan secara dua tahap. Tahap pertama dilakukan pada 4 *prototype* bangunan dengan variasi bahan dan warna atap. Bahan yang digunakan adalah bahan digunakan secara umum yaitu genteng tebal 10 cm dan asbes gelombang.



Gambar 1. *Prototype* Bangunan Tahap 1

Setiap bahan atap divariasikan warnanya yaitu abu-abu dan merah. Warna dibuat dari cat Axio dengan 2 lapis cat. Dua ventilasi dipasang pada dua sisi yang berbeda seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Penelitian tahap kedua dilakukan juga pada 4 *prototype* bangunan dengan variasi pada bangunan 1 atap asbes tanpa insulasi dan plafon (polos), bangunan 2 atap asbes dengan insulasi, bangunan 3 atap asbes dengan plafon saja, dan bangunan 4 atap asbes dengan insulasi sekaligus plafon (gabungan). Penelitian tahap dua ditunjukkan pada Gambar 2. Insulasi berbahan *fiberglass* 0,3 cm bentuk gelombang dipasang menem-pel asbes 0,3 cm dan plafon berbahan asbes 0,3 cm.



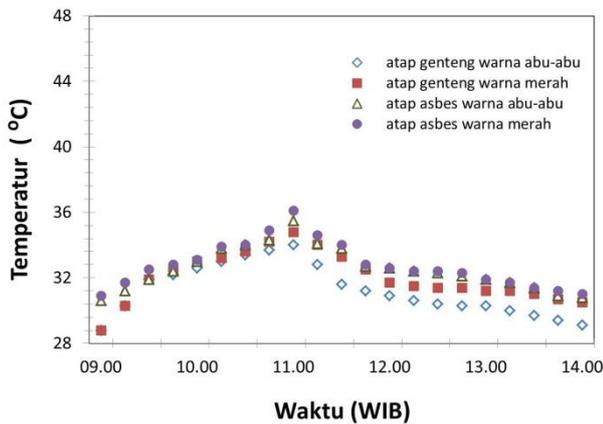
Gambar 2. *Prototype* Bangunan Tahap 2

Penelitian dilakukan selama 3 hari mulai pukul 09.00-14.00 WIB dengan pengambilan data setiap 15 menit. Pengambilan data temperatur digunakan termokopel tipe K. Termokopel ditempatkan pada beberapa titik seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Data-data yang diperoleh ditambah data dari sejumlah literatur, digunakan untuk menghitung laju perpindahan panas pada ruangan.

Hasil Penelitian

Hasil penelitian variasi bahan dan warna atap terhadap temperatur dari ruangan ditunjukkan pada Gambar 3. Dari gambar tersebut ditunjukkan temperatur ruangan pada variasi bahan dan warna atap, dimanatemperatur puncak terjadi sekitar pukul 11.00 WIB mencapai 36°C. Ruangan

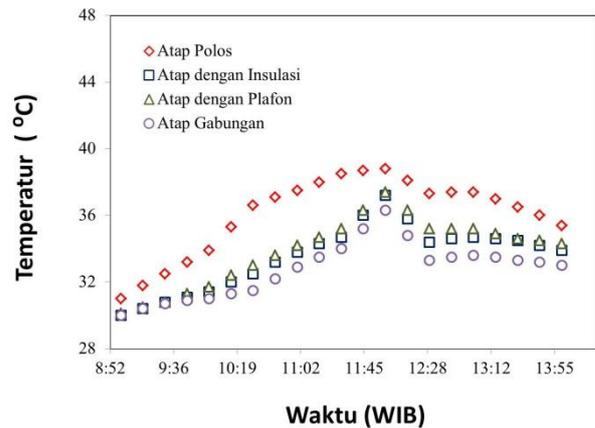
yang menggunakan atap asbes mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan atap genteng.



Gambar 3. Temperatur ruangan pada variasi bahan dan warna atap

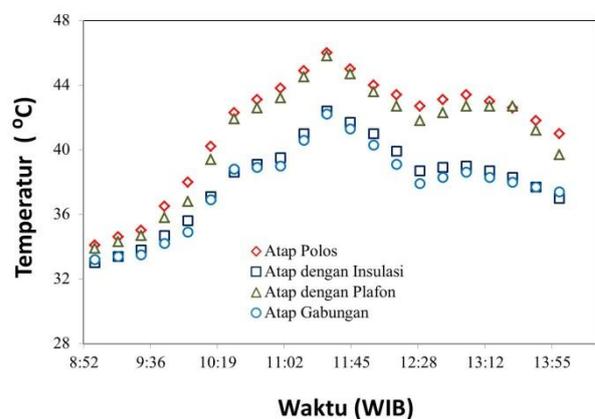
Pada ruangan dengan atap asbes warna merah temperatur ruangan maksimum mencapai 36°C dan ruangan dengan atap genteng warna merah mencapai 34,8 °C. Adapun pada ruangan dengan atap asbes warna abu-abu temperatur ruangan maksimum mencapai 35,4°C dan ruangan dengan atap genteng warna abu-abu mencapai 34°C. Hal ini disebabkan selain genteng memiliki nilai konduktifitas lebih rendah (0,061 W/m.°C) dibandingkan asbes gelombang (0,087 W/m.°C), genteng juga lebih tebal dibanding asbes gelombang [2].

Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa temperatur ruangan dengan warna atap abu-abu terlihat lebih rendah dibandingkan dengan atap berwarna merah. Ruangan beratap genteng dan asbes warna abu-abu mempunyai temperatur lebih rendah dibandingkan dengan ruangan beratap genteng dan asbes warna merah. Pada ruangan dengan atap asbes warna abu-abu temperatur ruangan maksimum mencapai 35,4°C dan ruangan dengan atap asbes warna merah mencapai 36°C. Adapun pada ruangan dengan atap genteng warna abu-abu temperatur ruangan maksimum mencapai 34 °C dan ruangan dengan atap genteng warna merah mencapai 34,8°C. Hal ini disebabkan warna gelap (merah) cenderung menyerap panas lebih besar dibandingkan warna lebih cerah (abu-abu) [7,8].



Gambar 4. Pengaruh insulasi dan plafon pada temperatur ruangan

Hasil penelitian pada ruangan dengan penambahan insulasi dan plafon terhadap temperatur ruangan ditunjukkan pada Gambar 4, dimana pada gambar tersebut terlihat bahwa temperatur maksimal pada setiap bangunan terjadi antara pukul 11.30-12.00 WIB. Temperatur ruangan dengan atap menggunakan insulasi *fiberglass* dan plafon (gabungan) memiliki temperatur yang paling rendah dibandingkan rumah yang lain yaitu 36,2 °C.

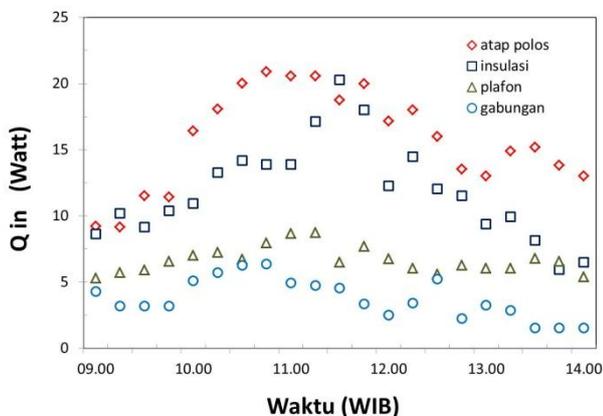


Gambar 5. Pengaruh Insulasi dan Plafon pada Temperatur atap dalam ruangan

Hal ini terjadi karena panas radiasi matahari yang menimpa atap luar akan masuk ke bagian bawah atap secara konduksi [9] dan panas tersebut akan dihambat oleh insulasi *fiberglass* sehingga menurunkan temperatur atap dalam, seperti terlihat pada

Gambar 5. Pada gambar tersebut terlihat, pada atap polos, temperatur maksimal mencapai 46,2 °C dan pada atap dengan insulasi mencapai 42,2 °C. Ini berbeda pada ruangan dengan penambahan plafon saja tanpa insulasi, temperatur masih cukup tinggi mencapai 46 °C. Atap gabungan insulasi dan plafon menurunkan temperatur dalam atap lebih besar.

Pemasangan insulasi *fiberglass* dan plafon pada rumah, memiliki peranan penting dalam upaya menurunkan temperatur ruangan. Pada Gambar 6 terlihat bahwa rumah dengan menggunakan insulasi *fiberglass* dan plafon (gabungan), mempunyai rata-rata jumlah panas yang masuk ke ruangan paling kecil dibandingkan dengan ruangan lain, yaitu sekitar 5 Watt ke bawah. Adapun untuk atap yang lain, rata-rata jumlah panas yang masuk ke ruangan di atas 5 Watt.



Gambar 6 Perpindahan Panas ke dalam Ruangan

Hal ini disebabkan, karena pada bangunan dengan atap gabungan, mempunyai nilai hambatan termal atap paling besar. Nilai hambatan termal (R) atap pada rumah dengan menggunakan insulasi *fiberglass* dan plafon merupakan nilai hambatan termal dari atap asbes, *fiberglass*, konveksi ruang atap, dan plafon, yaitu:

$$R_{\text{total atap}} = R_{\text{asbes}} + R_{\text{fiberglass}} + R_{\text{ruang atap}} + R_{\text{plafon}}$$

Nilai hambatan yang tinggi, menyebabkan nilai transmitansi atapnya menjadi rendah, yaitu 0,52 W/m²°C, sehingga panas yang masuk ke dalam ruang hunian juga menjadi rendah.

Dari hasil pengukuran temperatur ruangan ini baik pada saat temperatur terendah maupun temperatur tertinggi masih berada di atas batas temperatur kenyamanan efektif yaitu 23-27 °C menurut ASHRAE [8]. Tingginya temperatur ruangan pada semua *prototype* bangunan pada penelitian ini, selain disebabkan oleh panas yang masuk dari atap, juga dipengaruhi oleh panas yang masuk melalui dinding, serta lantai tempat penelitian yang terbuat dari aspal. Temperatur aspal mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap tingginya temperatur ruangan penelitian. Salah satu sifat bahan apabila tertimpa panas radiasi matahari, maka sebagian panas tersebut diradiasikan dan dikonveksikan kembali ke lingkungan sekitar. Pada fenomena ini, panas aspal akan masuk ke dalam ruangan melalui pintu dan lantai. Hal inilah yang menyebabkan temperatur ruangan penelitian masih cukup tinggi di atas batas temperatur kenyamanan efektif.

Pada bangunan hanya dengan menggunakan plafon, panas yang masuk ke dalam ruangan tidak bisa bersirkulasi dan terjebak di dalam ruangan karena terdapat plafon dan tidak terdapat ventilasi. Adapun pada bangunan hanya dengan menggunakan insulasi *fiberglass*, tidak terdapat batas antara ruang atap dan ruangan serta terdapat celah-celah kecil yang memungkinkan masuknya udara luar ke dalam ruangan sehingga membantu proses pendinginan di dalam ruangan. Hal ini juga yang menyebabkan temperatur ruangan hanya menggunakan plafon mempunyai rata-rata lebih tinggi daripada ruangan hanya menggunakan insulasi *fiberglass*, meskipun nilai transmitansi atap pada rumah dengan menggunakan plafon lebih rendah dibandingkan rumah dengan menggunakan insulasi *fiberglass*.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah:

1. Penggunaan asbes mempengaruhi temperatur ruangan dibandingkan dengan genteng, hal ini dikarenakan asbes mempunyai nilai konduktivitas lebih tinggi

dan lebih tipis. Warna merah lebih menyerap panas sehingga temperatur ruangan lebih tinggi. Temperatur terendah diperoleh pada ruangan dengan atap genteng warna abu-abu.

2. Penggunaan insulasi *fiberglass* dan plafon menurunkan jumlah panas yang masuk ke ruangan melalui atap sehingga temperatur ruangan lebih rendah dibandingkan ruangan polos, tanpa insulasi dan tanpa plafon. Penggunaan insulasi *fiberglass* dan plafon (gabungan) mempunyai nilai penurunan yang paling besar, dengan penurunan sekitar 3,3 °C, atau 9,2 % dibandingkan atap tanpa perlakuan (atap polos).
3. Penggunaan genteng warna abu-abu, pemasangan insulasi dan plafon pada atap menurunkan suhu ruangan sekitar 13,35 %. Adapun saran yang disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah:
 1. Perlu diperhatikan tempat penelitian agar tidak berpengaruh pada hasil penelitian.
 2. Perlu dilakukan penelitian pada bangunan yang sebenarnya dengan memperhatikan banyak faktor, misalnya bahan dan dimensi insulasi, bahan dan dimensi plafon, dan warna dan dimensi atap serta mempertimbangkan ventilasi pada ruangan.

Referensi

- [1] Yohana, E. Dan Novariawan, B. Perbandingan Stack Effect Pada Rumah Secara Konveksi Paksa dan Konveksi Alami ketika Kondisi Hujan. Rotasi. Vol.13 (2011) 8-12.
- [2] Arismunandar W., Teknologi Rekayasa Surya, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1995.
- [3] Muchamad. Analisa Pengaruh Pemasangan Plafon dengan Penangkal Radiasi Terhadap Suhu Ruangan. Rotasi. Vol. 8-4 (2006) 34
- [4] Mangunwijaya, Y. B. Pengantar Fisika Bangunan. Jakarta: Djambatan, 2000.
- [5] Yuniarto, Bambang. Pengujian Pengaruh Warna Atap (Seng) Terhadap Panas Radiasi Ruangan, Rotasi, Universitas Diponegoro, Semarang, 2004
- [6] Hidayat, S. Kajian Tentang Atap dan Implikasinya Terhadap Keadaan Termal Rumah Sederhana Pada Iklim Panas Lembab Malaysia”. BULLETIN Penelitian No 08, 2005.
- [7] Syuhada, A. dan Suhaeri. Kajian Tingkat Kemampuan Penyerapan Panas Matahari Pada Atap Seng Berwarna. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9 Palembang, 13-15 Oktober 2010.
- [8] Yohana, E. dan Wisma, G. Kaji Eksperimental Luas Ventilasi Rumah Model Dengan Mekanisme Perpindahan Kalor Konveksi Alami Akibat Radiasi Matahari Menggunakan Variasi Warna Cat Putih, Abu-abu, Kuning, Dan Tanpa Cat. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2 Tahun 2011 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- [9] Holman, JP, Perpindahan Kalor, Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta, Indonesia, 1998.