

ANALISA PENGARUH PEMASANGAN PLAFON DENGAN PENANGKAL RADIASI TERHADAP SUHU RUANGAN

Muchammad¹⁾

Abstrak

Atap merupakan salah satu komponen utama dalam membangun sebuah rumah. Sampai saat ini genteng merupakan pilihan yang paling banyak yang digunakan sebagai atap. Selain genteng, seng merupakan salah satu alternatif untuk menggantikan atap genteng. Tetapi menggunakan atap seng akan meningkatkan suhu ruang yang dapat membuat ketidaknyamanan. Dengan memberi aluminium foil dan plafon dibawah atap seng diharapkan dapat menurunkan suhu ruangan. Dalam melakukan pengujian digunakan dua buah kotak yang terbuat dari triplek yang memiliki ukuran 1,2 x 1,2 m dengan atap miring. Kotak dibuat menyerupai model rumah serta dinding didesain menyerupai tembok. Alat uji pertama dengan atap seng polos yang dipasang aluminium foil dan plafon dibawahnya, sedangkan alat uji kedua atap seng polos tanpa aluminium foil dan plafon yang bertujuan sebagai pembanding. Hasil pengujian menunjukkan dengan pemberian plafon dan aluminium foil ternyata dapat menurunkan suhu ruangan antara 0,5 sampai 2 °C dibandingkan dengan atap polos tanpa aluminium foil dan plafon

Kata kunci: Analisa, Plafon, Penangkal Radiasi

PENDAHULUAN

Penggunaan atap genteng untuk atap sebuah rumah memiliki kelebihan pada kenyamanan ruangan, namun membutuhkan biaya yang relatif mahal, seng merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti. Tetapi penggunaan atap seng akan meningkatkan temperatur ruang, hal ini dikarenakan tebal seng lebih tipis dan nilai konduktifitas termal yang lebih besar (112.2 W/m°C) dibandingkan dengan genteng yang lebih tebal dan nilai konduktifitas termalnya lebih kecil (0,69 W/m °C).

Dengan pemberian plafon dan aluminium foil pada seng bertujuan agar temperatur ruang menjadi lebih rendah, karena radiasi matahari tidak langsung diteruskan ke dalam ruangan. Dengan kondisi tersebut diharapkan radiasi matahari akan dipantulkan, sehingga dapat menurunkan temperatur didalam ruangan.

DASAR TEORI

Radiasi matahari

Radiasi matahari merupakan salah satu bentuk radiasi termal yang mempunyai distribusi panjang gelombang yang khusus karena intensitasnya sangat tergantung dari kondisi atmosfer, karena tergantung dari waktu (bulan/ tahun) dan sudut timpa (*angle of incidence*) sinar matahari dipermukaan bumi. Jadi intensitas radiasi matahari adalah jumlah radiasi matahari yang diterima oleh suatu permukaan bumi yang tergantung pada lokasi, jam, tanggal (hari - bulan), cuaca dan kemiringan permukaan.

Proses Perpindahan Kalor

Konduksi

Perpindahan panas konduksi dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$q_k = -k \cdot A \frac{\partial T}{\partial x} \dots\dots\dots (1)$$

dimana q_k Laju perpindahan kalor konduksi (Watt), A Luas permukaan (m^2), k Konduktifitas termal ($W/m^\circ C$), $\frac{\partial T}{\partial x}$ gradien suhu kearah perpindahan kalor

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

Konveksi

Perpindahan panas konveksi dapat dinyatakan dengan persamaan

$$q_c = h_c \cdot A \cdot (T_w - T_\infty) \dots\dots\dots (2)$$

dimana q_c Laju perpindahan kalor konveksi (Watt) A Luas permukaan (m^2), h_c Koefisien perpindahan kalor konveksi ($W/m^2 \text{ }^\circ C$), T_w = Temperatur dinding/atap ($^\circ C$), T_∞ Temperatur lingkungan ($^\circ C$)

Radiasi

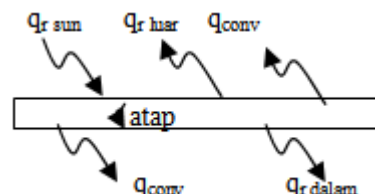
Perpindahan panas radiasi merupakan proses yang mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah oleh ruang, bahkan bila terdapat pada ruang hampa diantar benda-benda itu.

$$q_r = h_r \cdot A \cdot (T_w - T_\infty) \dots\dots\dots (3)$$

dimana h koefisien perpindahan kalor radiasi ($W/m^2 \text{ }^\circ C$), A luas permukaan (m^2), T temperatur absolut ($^\circ K$)

Keseimbangan Energi

Keseimbangan Termal Atap

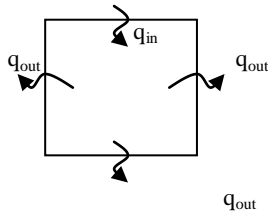


Gambar 1 Keseimbangan energi pada atap

$$q_{r \text{ sun}} - q_{r \text{ luar}} - q_{\text{conv}} = q_k \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_r \text{ dalam} + Q_{\text{conv}} = Q_k \quad \dots\dots\dots (5)$$

Keseimbangan Termal Ruang



Gambar 2. Keseimbangan energi pada ruang

$$C \frac{dT}{dt} = q_{\text{in}} - q_{\text{out}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

dimana C kapasitas panas, $\frac{dT}{dt}$ perubahan temperatur atap tiap jam, q_{in} panas yang masuk, q_{out} panas yang keluar.

Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi

Dalam menentukan koefisien perpindahan kalor secara konveksi dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut: $Gr_f \cdot Pr = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_w - T_\infty) \cdot L^3}{\nu^2} Pr \quad \dots\dots\dots (7)$

Dimana Gr angka Grashof, Pr angka Prandtl, g grafitasi (m/s^2), ν viskositas kinematik (m^2/s), T_w temperatur permukaan ($^\circ C$), T_∞ temperatur fluida ($^\circ C$), L dimensi vertikal atau horizontal (m), $L = \frac{A}{P}$, dimana A luas

bidang permukaan (m^2) P rata-rata kedua dimensi untuk segiempat (m), B koefisien muai volume ($1/^\circ K$)

Persamaan - Persamaan sederhana untuk konveksi bebas dari berbagai permukaan yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

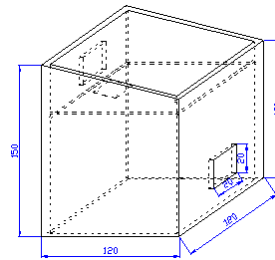
Tabel 1. Persamaan untuk konveksi bebas

Permukaan	Laminar, $10^4 < Gr_f Pr_f < 10^6$	Turbulen, $Gr_f Pr_f > 10^6$
Bidang atau silinder vertikal	$h = 1,42 \left(\frac{\Delta T}{L}\right)^{1/4}$	$h = 1,31(\Delta T)^{1/3}$
Silinder horizontal	$h = 1,32 \left(\frac{\Delta T}{d}\right)^{1/4}$	$h = 1,24(\Delta T)^{1/3}$
Plat horizontal:		
Plat panas menghadap ke atas atau plat dingin menghadap ke bawah	$h = 1,32 \left(\frac{\Delta T}{L}\right)^{1/4}$	$h = 1,52(\Delta T)^{1/3}$
Plat panas menghadap ke bawah atau plat dingin menghadap ke atas	$h = 0,59 \left(\frac{\Delta T}{L}\right)^{1/4}$	

di mana h = koefisien perpindahan-kalor, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
 $\Delta T = T_w - T_\infty, ^\circ C$
L = dimensi vertikal atau horizontal, m
d = diameter, m

DISKRIPSI ALAT Pembuatan Alat Uji

Kotak terbuat dari triplek 3 mm dengan ukuran masing-masing kotak 1,2 X 1,2 X 1,5 m sebanyak 4 buah dengan atap seng polos tanpa penangkal radiasi, atap seng warna putih dengan aluminium foil, atap seng polos dengan plafon+aluminium foil dan atap seng polos dengan aluminium foil.



Gambar 3. Kotak alat uji

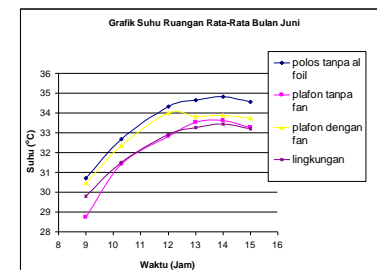
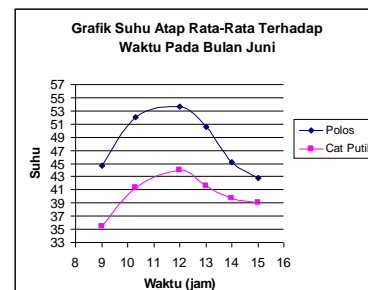
Langkah – Langkah Dalam Melakukan Pengujian

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian adalah sebagai berikut :

- Meletakkan alat uji pada tempat yang terkena sinar matahari mulai pengambilan data sampai selesai (pagi sampai sore).
- Meletakkan alat ukur pada bagian-bagian yang akan diukur. Bagian yang diukur meliputi atap dan ruangan serta lingkungan.
- Mengambil data temperatur dari masing-masing kotak yang ada yaitu dari pukul 09.00 sampai 15.00.
- Dengan cara yang sama pengujian dilakukan berulang-ulang selama 3 bulan dari bulan Juni 2005 hingga Agustus 2005 dengan ketentuan sbb : Ventilasi terbuka penuh dengan diisap menggunakan fan, Ventilasi terbuka penuh tanpa menggunakan fan.

DATA PENGUJIAN

Pengujian Pada Bulan Juni '05

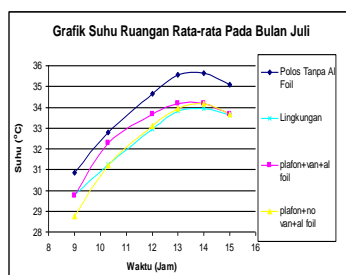
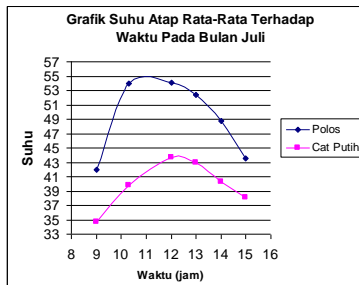


Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Bulan Juni 2005

Dari grafik hasil pengujian bulan juni diatas terlihat bahwa atap warna putih memiliki temperatur ruangan yang lebih rendah dibandingkan dengan atap polos. Apabila dilihat dari urutan temperatur ruang yang paling tinggi ke temperatur ruang yang rendah akan memiliki kecenderungan bahwa atap polos tanpa aluminium foil dan plafon memiliki temperatur ruang

paling tinggi, kemudian atap polos dengan plafon + aluminium foil dan van , dan yang terendah baru atap polos dengan plafon+aluminium foil tanpa menggunakan van.

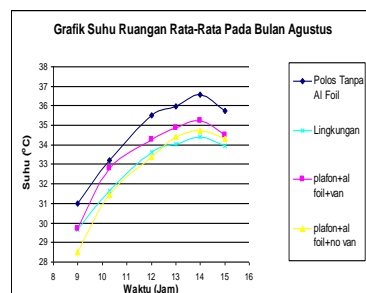
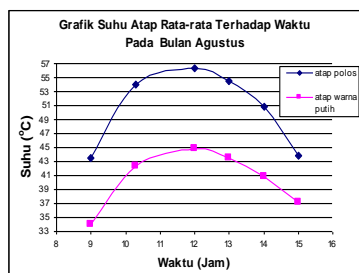
Pengujian Pada Bulan Juli '05



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Bulan Juli 2005

Pada pengujian bulan juli, temperatur tertinggi masih pada atap polos tanpa aluminium foil dan plafon sedangkan terendah pada atap polos dengan aluminium foil dan plafon tanpa menggunakan van.

Pengujian Pada Bulan Agustus '05



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Bulan Agustus 2005

Pada pengujian bulan agustus hasil yang diperoleh tetap sama dengan hasil – hasil sebelumnya pada bulan Juni dan Juli.

PEMBAHASAN

Dalam perhitungan ini sebagai contoh perhitungan yaitu pada pengujian tanggal 13 Juli 2005 jam 13.00 WIB. Data yang dihasilkan :

a. Atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil menggunakan fan.

$$T_w = 41,1^\circ \text{C (suhu ruang attack)}$$

$$T_r = 34^\circ \text{C}$$

b. Atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil tanpa menggunakan fan.

$$T_w = 37^\circ \text{C (suhu ruang attack)}$$

$$T_r = 33,9^\circ \text{C}$$

c. Atap polos tanpa penangkal radiasi.

$$T_w = 52,7^\circ \text{C (suhu atap)}$$

$$T_r = 34,3^\circ \text{C}$$

Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh Pada Dinding samping

Untuk menghitung koefisien perpindahan kalor menyeluruh pada dinding samping digunakan persamaan

$$U = \frac{1}{R_{si} + \frac{\Delta x}{k} + R_a + \frac{\Delta x}{k} + R_{so}}$$

dimana nilai-nilai dalam persamaan sudah diketahui sebagai berikut :

$$R_{si} = 0,125 \text{ m}^2 \text{ jam } ^\circ\text{C/Kcal} \approx 0,107 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Watt}$$

$$R_{si} = 0,05 \text{ m}^2 \text{ jam } ^\circ\text{C/Kcal} \approx 0,043 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Watt}$$

$$R_a = 0,087 \text{ m}^2 \text{ jam } ^\circ\text{C/Kcal} \approx 0,075 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Watt}$$

$$\Delta x = 0,003 \text{ m}$$

$$k = 0,166 \text{ Watt/m } ^\circ\text{C (lihat lampiran C-2)}$$

$$U_{samping} = \frac{1}{0,107 + \frac{0,003}{0,166} + 0,075 + \frac{0,003}{0,166} + 0,043}$$

$$= 3,83 \text{ Watt/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Dinding bawah

$$\begin{aligned} U_{bawah} &= \frac{1}{R_{si} + \frac{\Delta x}{k} + R_{so}} \\ &= \frac{1}{0,107 + \frac{0,003}{0,166} + 0,043} \\ &= 6 \text{ Watt/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi

Karena plat terletak horisontal dan posisi yang panas menghadap ke atas maka besarnya koefisien perpindahan panas konveksi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$h = 1,32 \left(\frac{\Delta T}{L} \right)^{1/4} \text{ bila } 10^4 < Gr_f Pr_f < 10^9 \text{ dan}$$

$$h = 1,52 (\Delta T)^{1/3} \text{ bila } Gr_f Pr_f > 10^9$$

a. Atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil menggunakan fan.

$$T_w = 41,1^\circ \text{C} = 314,1^\circ \text{K}$$

$$T_r = 34^\circ \text{C} = 307^\circ \text{K}$$

karena semua sifat diambil dari suhu film maka dapat diperoleh dari :

$$T_f = \frac{T_w + T_r}{2} = \frac{314,1 + 307}{2} = 310,55^\circ \text{K}$$

pada 310,55 °K sifat-sifat udara ialah :

$$\nu = 1,67 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$$

$$k = 0,02704 \text{ W} / \text{m}^\circ \text{C}$$

$$Pr = 0,7056$$

$$\beta = 0,00322 \text{ 1/}^\circ \text{K}$$

$$L = 1,22 \text{ m}$$

Dari persamaan (7) didapat

$$\begin{aligned} Gr_f \cdot Pr &= \frac{g \cdot \beta \cdot (T_w - T_\infty) \cdot L^3}{\nu^2} Pr \\ &= \frac{9,81 \times 0,00322 \cdot x(314,1 - 307) \cdot 1,22^3}{(1,67 \times 10^{-5})^2} \cdot 0,7056 \\ &= 10,3 \times 10^8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_c &= 1,52 (\Delta T)^{1/3} \\ &= 1,52 (41,1 - 34)^{1/3} \\ &= 2,92 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C} \end{aligned}$$

b. Atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil tanpa menggunakan fan.

$$T_w = 37^\circ \text{C} = 310^\circ \text{K}$$

$$T_r = 33,9^\circ \text{C} = 306,9^\circ \text{K}$$

karena semua sifat diambil dari suhu film maka dapat diperoleh dari :

$$T_f = \frac{T_w + T_r}{2} = \frac{310 + 306,9}{2} = 308,45^\circ \text{K}$$

pada 308,45°K sifat-sifat udara ialah :

$$\nu = 1,65 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$$

$$k = 0,02688 \text{ W} / \text{m}^\circ \text{C}$$

$$Pr = 0,706$$

$$\beta = 0,00324 \text{ 1/}^\circ \text{K}$$

$$L = 1,22 \text{ m}$$

Dari persamaan (7) di dapat

$$\begin{aligned} Gr_f \cdot Pr &= \frac{g \cdot \beta \cdot (T_w - T_\infty) \cdot L^3}{\nu^2} Pr \\ &= \frac{9,81 \times 0,00324 \cdot x(310 - 306,9) \cdot 1,22^3}{(1,65 \times 10^{-5})^2} \cdot 0,706 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 4,64 \times 10^8 \\ h &= 1,32 \left(\frac{\Delta T}{L} \right)^{1/4} \\ &= 1,32 \left(\frac{37 - 33,9}{1,22} \right)^{1/4} \\ &= 1,66 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C} \end{aligned}$$

c. Atap polos tanpa penangkal radiasi.

$$T_w = 52,7^\circ \text{C} = 325,7^\circ \text{K}$$

$$T_r = 34,3^\circ \text{C} = 307,3^\circ \text{K}$$

karena semua sifat diambil dari suhu film maka dapat diperoleh dari :

$$T_f = \frac{T_w + T_r}{2} = \frac{325,7 + 307,3}{2} = 316,3^\circ \text{K}$$

pada 316,3°K sifat-sifat udara ialah :

$$\nu = 1,74 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$$

$$k = 0,02749 \text{ W} / \text{m}^\circ \text{C}$$

$$Pr = 0,704$$

$$\beta = 0,00316 \text{ 1/}^\circ \text{K}$$

$$L = 1,22 \text{ m}$$

Dari persamaan (7) didapat

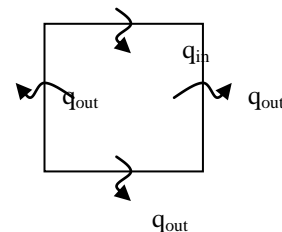
$$\begin{aligned} Gr_f \cdot Pr &= \frac{g \cdot \beta \cdot (T_w - T_\infty) \cdot L^3}{\nu^2} Pr \\ &= \frac{9,81 \times 0,00316 \cdot x(325,7 - 307,3) \cdot 1,22^3}{(1,74 \times 10^{-5})^2} \cdot 0,704 \\ &= 24,1 \times 10^8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_c &= 1,52 (\Delta T)^{1/3} \\ &= 1,52 (52,7 - 34,3)^{1/3} \\ &= 4,01 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C} \end{aligned}$$

Laju Perpindahan Panas Masuk

Untuk menghitung laju perpindahan panas masuk digunakan persamaan 2 sebagai berikut :

$$q_{in} = h_c \cdot A \cdot (T_w - T_r)$$



a. Perhitungan pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil menggunakan fan.

$$\begin{aligned} q_{in} &= 2,92 \times 1,2^2 \times (41,1 - 34) \\ &= 29,87 \text{ Watt} \end{aligned}$$

b. Perhitungan pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil tanpa menggunakan fan.

$$q_{in} = 1,66 \times 1,2^2 \times (37 - 33,9)$$

$$= 7,43 \text{ Watt}$$

c. Perhitungan pada atap polos tanpa penangkal radiasi.

$$q_{in} = 4,01 \times 1,2^2 \times (52,7 - 34,3)$$

$$= 106,32 \text{ Watt}$$

Total Laju Perpindahan Panas Keluar (Losses)

Untuk total perpindahan panas yang keluar ruang dapat diperoleh dari persamaan (6) sebagai berikut :

$$C \frac{dT}{dt} = q_{in} - q_{out}$$

$$m_{ruang} \cdot c_p \text{ ruang} \frac{dT}{dt} = q_{in} - q_{out}$$

$$q_{out} = q_{in} - m_{ruang} \cdot c_p \text{ ruang} \frac{dT}{dt}$$

(dimana $\frac{dT}{dt}$ adalah jumlah rata-rata selisih suhu tiap satu jam dari jam 09.00–15.00 WIB)

a. Perhitungan pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil menggunakan fan.

$$m = \rho \cdot V$$

$$= 1,139 \cdot 1,2^3$$

$$= 1,96 \text{ Kg}$$

$$q_{out} = q_{in} - m_{ruang} \cdot c_p \text{ ruang} \frac{dT}{dt}$$

$$= 29,87 - (1,96 \cdot 1,0064 \cdot 3,825)$$

$$= 22,32 \text{ Watt}$$

(dimana nilai ρ dan c_p diambil dari interpolasi sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer pada suhu ruangan)

b. Perhitungan pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil tanpa menggunakan fan.

$$m = \rho \cdot V$$

$$= 1,147 \cdot 1,2^3$$

$$= 1,98 \text{ Kg}$$

$$q_{out} = q_{in} - m_{ruang} \cdot c_p \text{ ruang} \frac{dT}{dt}$$

$$= 7,43 - (1,98 \cdot 1,00625 \cdot 3,825)$$

$$= -0,181 \text{ Watt}$$

(dimana nilai ρ dan c_p diambil dari interpolasi sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer pada suhu ruangan)

c. Perhitungan pada atap polos tanpa penangkal radiasi.

$$m = \rho \cdot V$$

$$= 1,118 \cdot 1,944$$

$$= 2,173 \text{ Kg}$$

$$q_{out} = q_{in} - m_{ruang} \cdot c_p \text{ ruang} \frac{dT}{dt}$$

$$= 106,32 - (2,173 \cdot 1,0067 \cdot 3,825)$$

$$= 97,96 \text{ Watt}$$

(dimana nilai ρ dan c_p diambil dari interpolasi sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer pada suhu ruangan)

Laju Perpindahan Panas Keluar Lewat Dinding

a. Perhitungan pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil menggunakan fan.

Dinding samping

$$q_{samping} = U \cdot A \cdot (T_r - T_\infty)$$

$$q_{samping} = 4 \times 3,83 \times 1,2^2 \times (34 - 33,6)$$

$$= 8,82 \text{ Watt}$$

Dinding bawah

$$q_{bawah} = U \cdot A \cdot (T_r - T_\infty)$$

$$q_{bawah} = 6 \times 1,2^2 \times (34 - 33,6)$$

$$= 3,456 \text{ Watt}$$

total kalor yang keluar dinding adalah

$$q_{total} = q_{samping} + q_{bawah}$$

$$= 8,82 + 3,456$$

$$= 12,28 \text{ Watt}$$

b. Perhitungan pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil tanpa menggunakan fan.

Dinding samping

$$q_{samping} = U \cdot A \cdot (T_r - T_\infty)$$

$$q_{samping} = 4 \times 3,83 \times 1,2^2 \times (33,9 - 33,6)$$

$$= 6,62 \text{ Watt}$$

Dinding bawah

$$q_{bawah} = U \cdot A \cdot (T_r - T_\infty)$$

$$q_{bawah} = 6 \times 1,2^2 \times (33,9 - 33,6)$$

$$= 2,59 \text{ Watt}$$

total kalor yang keluar dinding adalah

$$q_{total} = q_{samping} + q_{bawah}$$

$$= 6,62 + 2,59$$

$$= 9,21 \text{ Watt}$$

c. Perhitungan pada atap polos tanpa penangkal radiasi.

Dinding samping

$$q_{samping} = U \cdot A \cdot (T_r - T_\infty)$$

$$q_{samping} = 4 \times 3,83 \times 1,2^2 \times (34,3 - 33,6)$$

$$= 15,44 \text{ Watt}$$

Dinding bawah
 $q_{bawah} = U \cdot A \cdot (T_r - T_\infty)$

$$q_{bawah} = 6 \times 1,2^2 \times (34,3 - 33,6)$$

$$= 6,048 \text{ Watt}$$

total kalor yang keluar dinding adalah

$$q_{total} = q_{samping} + q_{bawah}$$

$$= 15,44 + 6,048$$

$$= 21,5 \text{ Watt}$$

Laju Perpindahan Panas Keluar Lewat Celah dan Ventilasi

- a) Perhitungan pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil menggunakan fan.

$$q_{celah} = q_{out} - q_{dinding}$$

$$= 22,32 - 12,28$$

$$= 10,04 \text{ Watt}$$

- b) Perhitungan pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil tanpa menggunakan fan.

$$q_{celah} = q_{out} - q_{dinding}$$

$$= -0,181 - 9,21$$

$$= -9,4 \text{ Watt}$$

Tanda negatif (-) menandakan bahwa arah perpindahan panas menuju ruangan (kedalam)

- c) Perhitungan pada atap polos tanpa penangkal radiasi.

$$q_{celah} = q_{out} - q_{dinding}$$

$$= 97,96 - 21,25$$

$$= 76,71 \text{ Watt}$$

Dari hasil perhitungan diatas terlihat bahwa total kalor yang masuk ruang pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil menggunakan fan adalah 29,87 Watt sedangkan kalor yang dikeluarkan adalah 22,32 Watt. Untuk total kalor yang masuk pada atap polos dengan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil tanpa menggunakan fan adalah 7,43 Watt sedangkan kalor yang dikeluarkan adalah -0,181 Watt, sedangkan total kalor yang masuk pada atap polos tanpa penangkal radiasi adalah 106,32 Watt dan total kalor yang dikeluarkan adalah 97,96 Watt.

- a) Rasio panas yang masuk (q_{in}) antara menggunakan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil menggunakan fan dengan atap polos tanpa penangkal radiasi

$$\frac{q_{in1}}{q_{in3}} = \frac{29,87}{106,32} \times 100\% = 28\%$$

- b) Rasio panas yang masuk (q_{in}) antara menggunakan penangkal radiasi plafon dan aluminium foil tanpa menggunakan fan dengan atap polos tanpa penangkal radiasi

$$\frac{q_{in1}}{q_{in3}} = \frac{7,43}{106,32} \times 100\% = 7\%$$

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dengan pemasangan plafon dan aluminium foil pada atap seng ternyata akan mempengaruhi perubahan temperatur ruangan, hal ini bisa terlihat dari data bahwa temperatur ruang berkurang antara 0,5 °C sampai 2 °C dibandingkan dengan atap polos tanpa aluminium foil dan plafon.
2. Dari grafik hasil pengujian bulan juni temperatur ruang antara menggunakan plafon dan aluminium foil dengan polos menunjukkan bahwa temperatur menggunakan plafon dan aluminium foil memiliki temperatur yang lebih rendah (33,6°C) sedangkan polos bisa mencapai temperatur sampai 34,9°C.
3. Dari grafik hasil pengujian bulan juli temperatur ruang antara menggunakan plafon dan aluminium foil dengan polos menunjukkan bahwa temperatur menggunakan plafon dan aluminium foil memiliki temperatur 34,3°C sedangkan polos bisa mencapai temperatur sampai 35,6°C.
4. Dari grafik hasil pengujian bulan Agustus temperatur ruang antara menggunakan plafon dan aluminium foil dengan polos menunjukkan bahwa temperatur menggunakan plafon dan aluminium foil memiliki temperatur 34,9°C sedangkan polos bisa mencapai temperatur sampai 36,6°C.
5. Dari grafik hasil pengujian antara suhu lingkungan dengan suhu ruangan menggunakan plafon dan aluminium foil terlihat setara (33,1°C) sedangkan pada atap polos tetap memiliki suhu yang lebih tinggi (34,5°C).
6. Pemberian van pada ventilasi sangat berpengaruh pada suhu ruangan karena akan menyerap udara luar lebih cepat dibandingkan dengan tanpa van yang aliran udaranya terjadi secara alami.

Saran

1. Untuk mempercepat menyamakan kondisi udara di dalam ruangan dengan lingkungan pada waktu pengambilan data awal (jam 09.00), perlu penambahan ventilasi sementara pada benda uji yang dibuka pada waktu pagi.
2. Jauhkan tempat pengambilan data dari pepohonan yang tinggi karena bayangan pohon bisa menutupi atap terjadi kontak langsung dengan matahari.
3. Penempatan alat ukur pada benda kerja harus tepat
4. Pengambilan data agar dilakukan sesering mungkin sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat.

REFERENSI

1. Culp, Archie, W.Jr, "*Prinsip-prinsip Konversi Energi*", Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta, Indonesia, 1991
2. Holman, JP, , "*Perpindahan Kalor*", Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta, Indonesia, 1998
3. Incropera, Frank. P, , "*Fundamentals of Heat Transfer*", John Wiley & Son.Inc, Canada, 1981
4. Jansen, Ted. J, "*Teknologi Rekayasa Surya*", PT. Pradya Paramita, Jakarta, Indonesia, 1995
5. Kreith, Frank, , "*Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*", Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta, Indonesia, 1991
6. Liptak, Bela G, "*Process Measurement and Analysis*" third edition, CRC PRESS, New York, 1997
7. Nainggolan, Werlin.S, , "*Termodinamika*", Cetakan Kelima, CV. Armico, Bandung, Indonesia, 1987
8. Reynolds, William C, Henry C. Perkin, "*Termodinamika Teknik*", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, Indonesia, 1983
9. Satwito, Prasasto, "*Fisika Bangunan 1*", Edisi I, Andi, Yogyakarta, Indonesia, 2004
10. W. Arismunandar, Pieso Saito, "*Penyegaran Udara*", Catatan Keenam, PT Pradya Paramita, Jakarta, 1981
11. www.flasolar.com/radiant_barrier.php
12. www.greenhouse.gov.au/yourhome
13. Yunianto, Bambang, "*Pengujian Pengaruh Warna Atap (Seng) Terhadap Panas Radiasi Ruangan*" Rotasi, Universitas Diponegoro, Semarang, 2004