

KAJIAN TINGKAT KEMAMPUAN PENYERAPAN PANAS MATAHARI PADA ATAP BANGUNAN SENG BERWARNA

Oleh:

Ahmad Syuhada dan Suhaeri
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala
Jln. Tgk. Syeh Abdul Rauf no. 7, Darussalam - Banda Aceh
Email: Syuhada_mech@yahoo.com

ABSTRAK

Pemanasan Global merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap kenyamanan thermal di suatu lingkungan. Pemanasan global disebabkan oleh efek rumah kaca yang terus meningkat yang terjadi akibat naiknya konsentrasi gas-gas rumah kaca pada atmosfer. Salah satu penyebab adalah bangunan yang dibuat menyerap panas radiasi matahari, dan kemudian dipancarkan kembali ke sekelilingnya yang mengakibatkan temperatur di sekelilingnya meningkat. Bagian bangunan yang terkena langsung radiasi matahari adalah atap. Hal ini menyebabkan atap bangunan merupakan bagian yang berperan penting terhadap kenyamanan thermal sebuah bangunan. Bangunan di Indonesia, pada umumnya memakai atap seng. Seng merupakan material konduktor panas yang sangat baik. Setelah menerima panas radiasi dari sinar matahari dan menyerap panasnya, seng akan melepaskan kembali panas tersebut ke lingkungan dengan cara konveksi dan radiasi. Warna dari bangunan tersebut terutama pada atap seng, memiliki sifat yang sangat penting dalam penyerapan panas radiasi matahari. Tentunya tiap warna memiliki pengaruh yang berbeda terhadap penyerapan panas tersebut. Oleh karena itu, di dalam kajian ini penulis akan mengkaji pengaruh tiap warna seng atap terhadap penyerapan panas radiasi matahari. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui warna yang paling sedikit menyerap panas akibat radiasi matahari. Dan diharapkan juga dapat memberikan informasi bagi masyarakat tentang kemampuan masing-masing warna dalam menyerap panas, agar dapat diaplikasikan dengan pemilihan warna lapisan cat pada atap bangunan yang umumnya terbuat dari seng, sehingga tercapai kenyamanan thermal pada bangunan tersebut, sebagai wujud untuk mengurangi dampak dari pemanasan global, terutama di kawasan Indonesia

Kata kunci : kenyamanan thermal, atap seng, penyerapan panas, panas radiasi dan temperatur

1. PENDAHULUAN

Pemanasan Global merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap kenyamanan thermal di suatu lingkungan. Pemanasan global disebabkan oleh efek rumah kaca yang terus meningkat yang terjadi akibat naiknya konsentrasi gas-gas rumah kaca dalam atmosfer. Bertambahnya jumlah kendaraan dan pabrik-pabrik, serta bertambahnya populasi penduduk merupakan penyebab dari naiknya konsentrasi gas-gas rumah kaca di udara sebagai akibat dari proses pembakaran dan pernafasan. Selain itu, kurangnya tanaman sebagai akibat dari pembangunan rumah-rumah penduduk juga merupakan salah satu penyebab utama pemanasan global. Sedangkan bangunan-bangunan yang dibuat penduduk menyerap panas radiasi matahari, dan kemudian dipancarkan kembali radiasi tersebut ke sekelilingnya yang mengakibatkan suhu disekelilingnya

meningkat. Bagian bangunan yang terkena langsung radiasi matahari ini adalah atap. Hal ini menyebabkan atap bangunan merupakan bagian yang sangat penting terhadap kenyamanan thermal sebuah bangunan.

Bangunan di Indonesia, pada umumnya memakai atap seng. Seng merupakan material konduktor panas yang sangat baik. Setelah menerima panas radiasi dari sinar matahari dan menyerap panasnya, seng akan melepaskan kembali panas tersebut ke lingkungan dengan cara konveksi dan radiasi. Hal ini akan menyebabkan temperatur udara di lingkungan dan di dalam bangunan tersebut meningkat. Warna dari bangunan tersebut terutama pada atap seng, memiliki peran yang sangat penting dalam penyerapan panas radiasi matahari. Lapisan warna dapat mencegah terjadinya radiasi langsung matahari terhadap atap seng. Tentunya tiap-tiap warna memiliki pengaruh yang berbeda terhadap



penyerapan panas oleh seng. Pengaruh warna adalah hal yang tidak boleh dilupakan terhadap kenyamanan thermal suatu bangunan. Oleh sebab itu, untuk memilih warna yang layak dipergunakan pada atap seng, diperlukan suatu keterampilan dan pengetahuan mengenai pengaruh warna-warna terhadap penyerapan panas pada seng tersebut. Oleh karena itu, di dalam penelitian ini penulis akan mengkaji pengaruh tiap-tiap warna terhadap penyerapan panas pada seng yang dimaksud serta pengaruhnya terhadap temperatur suatu ruangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui warna yang paling sedikit menyerap panas akibat radiasi matahari. Dan diharapkan juga dapat memberikan informasi bagi masyarakat tentang kemampuan masing-masing warna dalam menyerap panas, agar dapat diaplikasikan dengan pemilihan warna lapisan cat pada atap bangunan yang umumnya terbuat dari seng, sehingga tercapai kenyamanan thermal pada bangunan tersebut, sebagai wujud untuk mengurangi dampak dari pemanasan global, terutama di kawasan Indonesia.

Penelitian ini terbatas pada penyerapan panas radiasi matahari oleh seng berwarna, dan efek yang ditimbulkan terhadap lingkungan sekitar.

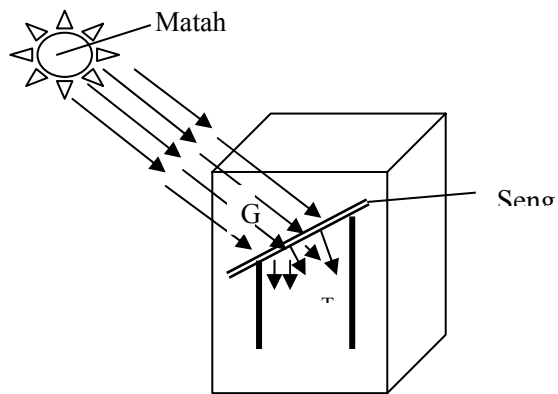
2. METODELOGI KAJIAN

2.1 Perencanaan Sistem Pengujian

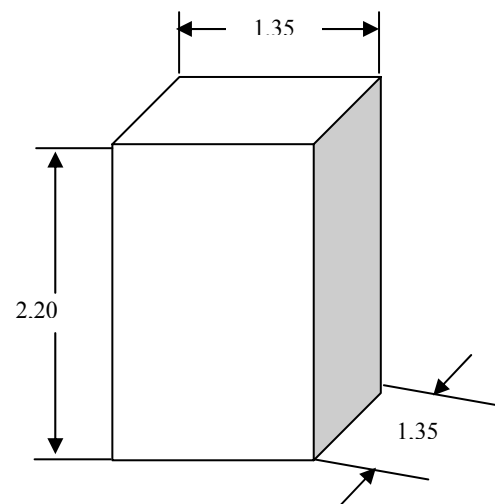
Suatu hal yang perlu diperhatikan pada kajian ini adalah sistem pengujian, perencanaan yang tepat akan membawa hasil yang memuaskan.

Bangunan merupakan salah satu tempat manusia melakukan aktivitas. Bangunan terdiri dari ruangan, dinding, dan atap. Bila ventilasi udara pada suatu bangunan sedikit sekali atau diabaikan, maka dapat diasumsikan bangunan tersebut seperti sebuah ruang isolasi, dimana udara lingkungan sekitarnya tidak terlalu berpengaruh terhadap temperatur di dalam ruangan. Akan tetapi bagian atap mempunyai pengaruh yang penting terhadap respon temperatur udara dalam ruangan. Maka pada kajian ini sebuah sistem pengujian dengan sudut kemiringan atap seng sebesar 30 derajat, dan dengan ruang isolasi terbuat dari plastik yang dapat ditembus cahaya matahari. Sistem pengujian dan sketsa perpindahan panas dapat dilihat pada gambar 1.

Ruang pengujian berukuran 1,35 m x 1,35 m x 2,20 m, seluruh bagian tertutup dengan plastik dengan ketebalan 0,25 mm dengan tujuan ruangan dikondisikan tidak ada pengaruh angin, serta meminimalisir pengaruh dari sifat reservoir panas atmosfer bumi terhadap kondisi udara di dalam ruangan pengujian. Kerangka ruang pengujian terbuat dari kayu.



Gambar 1. Sistem Pengujian dan distribusi panas



Gambar 2 Ruang Pengujian

Alat yang digunakan pada kajian ini adalah :

- *Termometer Alkohol*
- *Termometer digital*
- *pyrometer*

2.2 Prosedur pengambilan Data

Data yang diambil adalah data temperatur pada seng berwarna, data temperatur udara dalam ruangan di sekitar (bawah) seng berwarna, data temperatur ruangan kosong (tanpa seng berwarna), temperatur lingkungan. Pengukuran dimulai dari jam 11.00 WIB sampai dengan 15.00 WIB, setiap satu jam selama tiga hari, dengan kondisi matahari cerah

Langkah pengambilan data yang dilakukan adalah meliputi:

- Persiapan dengan menempatkan ruang pengujian tempat yang terkena matahari.
- Memasukkan atap seng berwarna ke dalam ruangan pengujian.



- Pemasangan alat ukur temperatur pada titik-titik pengukuran.

2.3 Metode pembahasan

Pengukuran temperatur dan pengambilan data Menurut John A. Duffie dan William A. Beckman, jarak bumi matahari juga akan menyebabkan ketergantungan radiasi luar angkasa pada waktu tahun, ditunjukkan dengan persamaan :

$$G_{bn} = G_{sc} \left(1 + 0.033 \cos \frac{360n}{365} \right) \quad (1)$$

Di mana : G_{bn} = radiasi pada suatu bidang per m^2

G_{sc} = Konstanta matahari

n = Jumlah hari dalam tahun

Sudut deklinasi (*declination*), δ , adalah sudut posisi matahari pada *solar noon* terhadap bidang equator [Duffie, 1980], untuk Utara positif dan untuk selatan negatif ($-23,45 \leq \delta \leq 23,45$).

$$\delta = 23,45 \sin \left(360 \frac{284 + n}{365} \right) \quad (2)$$

Dimana : n = hari dari tahun tersebut

Sudut slope (β), adalah sudut antara permukaan bidang penerima radiasi dengan bidang horizontal bumi ($0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$)

Sudut permukaan azimuth (γ) adalah sudut deviasi proyeksi pada suatu bidang horizontal normal terhadap permukaan dari garis bujur lokal yang diukur dari selatan, sudut terbentuk kearah timur adalah negatif dan kearah barat adalah positif ($-180^\circ \leq \gamma \leq 180^\circ$)

Sudut jam (*hour angle*), ω , adalah perpindahan matahari dari timur ke barat garis bujur lokal

Sudut masuk (*angle of incidence*), θ , adalah sudut antara arah sorotan radiasi pada suatu permukaan dan normal terhadap permukaan tersebut. Hubungan sudut masuknya sinar sorotan radiasi (θ) dan sudut-sudut lainnya adalah :

$$\cos \theta = \sin \delta \sin \phi \cos \beta - \sin \delta \cos \phi \sin \beta \cos \gamma + \cos \delta \cos \phi \cos \beta \cos \omega + \cos \delta \sin \phi \sin \beta \cos \gamma \cos \omega + \cos \delta \sin \beta \sin \gamma \sin \omega \quad (3)$$

Menurut John A. Duffie dan William A. Beckman, radiasi datang pada bidang miring dapat di hitung dengan menggunakan persamaan :

$$G_{bT} = G_{bn} \cos \theta, \text{ atau}$$

$$G_{bT} = G_{sc} \left(1 + 0.033 \cos \frac{360n}{365} \right) \cos \theta \quad (4)$$

Di mana : G_{bT} = Radiasi datang pada bidang miring per m^2 bidang

G_{sc} = Konstanta matahari

n = Jumlah hari dalam tahun

θ = Sudut datang sinar terhadap seng berwarna

Tentunya warna- warna tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda, maka pasti akan membawa energi kuantum yang berbeda pula.

Gelombang elektromagnetik mematuhi persamaan :

$$E = hc/\lambda \dots \quad (5)$$

Dengan E adalah energi cahaya pada panjang gelombang λ (J) dan h adalah konstanta Planck (6,626.1034 J/s), c adalah kecepatan cahaya (3108 m/s), dan λ panjang gelombang cahaya matahari.

Untuk mencari panas yang diserap oleh seng berwarna untuk meningkatkan temperatur udara dalam ruangan dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T \quad (6)$$

Dengan : $m = V_{\text{ruang}} \cdot \rho$ massa jenis udara dalam ruangan

$$\Delta T = T_{\text{ruang}} - T_{\text{luar ruang}}$$

$$V_{\text{ruang}} = 1.35 \text{ m} \times 1.35 \text{ m} \times 2.2 \text{ m} = 4.0095 \text{ m}^3$$

Dimana : Q = Panas yang diserap (kJ)

m = Massa Udara Dalam Ruangan (kg)

Cp = Spesifik Heat (kJ/kg.K)

ΔT = Beda Temperatur dalam dan Luar (K)

V = Volume Ruang Penelitian (m^3)

ρ = Massa Jenis Udara dalam ruangan (kg/m^3)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sistim Pengujian Data

Setelah dilakukan pengujian diperoleh data-data dengan variasi yang berbeda-beda antara masing-masing seng berwarna. Pengukuran temperatur dilakukan beberapa titik yang dianggap mewakili pada sistim pengujian. Adapun distribusi temperatur yang didapatkan antara lain:

- Distribusi temperatur dengan seng berwarna hitam, merah, biru, putih.dan ruang tanpa seng.(tahap I)
- Distribusi temperatur dengan seng berwarna hijau, coklat, coklat tua, krom.dan ruang tanpa seng. (tahap II)

Pengukuran temperatur dilakukan dari pukul 11.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB.

3.2 Hasil Pengujian

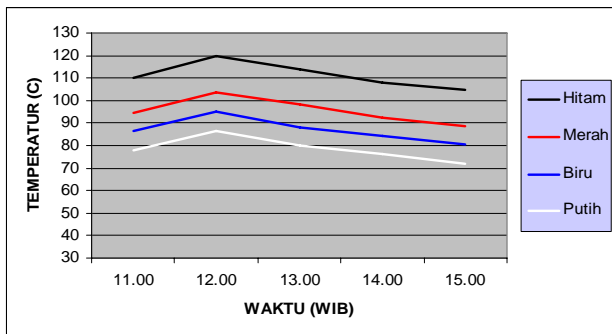
3.2.1 Distribusi temperatur pengukuran tahap I

Tahap ini, pengukuran dilakukan pada seng berwarna hitam, merah, biru, putih dan ruangan tanpa seng. Hasil distribusi temperatur akan di jelaskan lebih lanjut. Pada kajian ini, ada dua titik distribusi temperatur yang akan ditampilkan, yaitu distribusi temperatur seng berwarna, dan distribusi temperatur udara dibawah seng berwarna. Distribusi temperatur seng digunakan untuk menghitung persentase penyerapan radiasi. Sedangkan distribusi temperatur udara dibawah seng berwarna digunakan untuk menghitung efek panas diakibatkan seng berwarna tersebut terhadap ruang. Pengukuran distribusi temperatur pada seng berwarna dari jam 11.00 WIB sampai dengan jam 15.00 WIB.

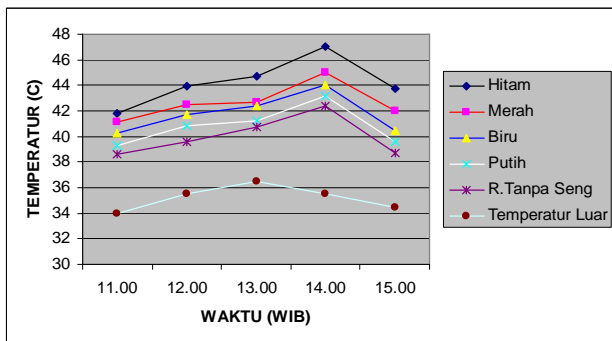


Gambar 3 menjelaskan tentang distribusi temperatur pada seng berwarna. Temperatur tertinggi dimiliki oleh seng berwarna hitam dan temperature terendah dimiliki oleh seng berwarna putih. Temperatur dari masing-masing seng berwarna naik mencapai puncak pada jam 12.00 WIB.

Distribusi temperatur untuk di dalam ruangan isolasi seng berwarna seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 3 Distribusi Temperatur Seng berwarna tahap I
(Sumber : Data pengukuran)



Gambar 4.3 Distribusi Temperatur Ruang tahap I
(Sumber : Data pengukuran)

Temperatur tertinggi dari seng berlapis warna hitam 47 °C, warna merah 45 °C, warna biru 44 °C, dan seng berlapis warna putih 43,1 °C. Dan temperatur terendah dari seng berlapis warna hitam 41,8 °C, seng berlapis warna merah 41,1 °C, seng berlapis warna biru 40,2 °C, dan seng berlapis warna putih 39,3 °C. Temperatur ruang kosong tertinggi yaitu 42,35 °C dan terendah 38,6 °C. Serta temperatur lingkungan tertinggi yaitu 36,5 °C pada jam 13.00 WIB dan terendah pada jam 11.00 yaitu 34 °C.

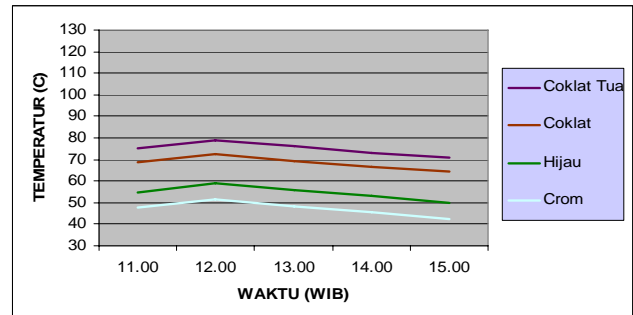
Temperatur tertinggi tetap terjadi pada jam 14.00 WIB untuk semua material kajian. Dan temperatur terendah juga tetap terjadi pada jam 11.00 WIB juga berlaku untuk semua warna kajian.

3.2.2 Distribusi temperatur pengukuran tahap II

Pengukuran tahap II, pengukuran dilakukan pada seng berwarna coklat tua, coklat, hijau, dan seng

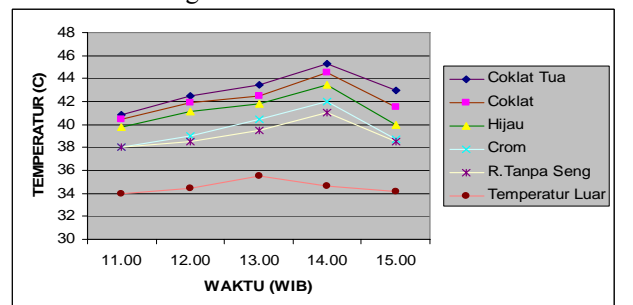
berwarna crom. Data hasil pengukuran telah diplotkan dalam gambar selanjutnya. Berikut ini adalah pembahasan lebih lanjut mengenai distribusi temperatur kajian tahap II.

Telah dilakukan pengambilan data pada hari sabtu tanggal 12 Juni 2010 dengan kondisi matahari cerah sama dengan kondisi pengambilan data pada tahap I.. Gambar 5i menunjukkan temperatur masing-masing seng berwarna pada setiap jam, dari jam 11.00 WIB sampai dengan jam 15.00 WIB pada hari pertama penelitian.



Gambar 5 Distribusi Temperatur Seng berwarna Tahap II
(Sumber : Data pengukuran)

Temperatur dari masing-masing seng berwarna naik mencapai puncak pada jam 12.00 WIB. Temperatur tertinggi pada penelitian tahapan kedua ini dimiliki oleh seng berwarna coklat tua dan temperature terendah dimiliki oleh seng berwarna crom.



Gambar 6 Distribusi Temperatur Ruang Tahapan II
(Sumber : Data pengukuran)

Gambar 6 menunjukkan distribusi temperatur rata-rata di dalam ruang uji pada seng berlapis warna coklat tua 43,03 °C, pada seng berlapis warna coklat 42,2 °C, pada seng berlapis warna hijau 41,24 °C, dan pada seng berlapis warna crom 39,54 °C. Sedangkan temperatur rata-rata ruang kosong yaitu 38,2 °C dan temperatur rata-rata lingkungan yaitu 34,56 °C.

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa seng berlapis warna coklat tua memiliki temperatur tertinggi, diikuti oleh coklat, hijau, dan seng berlapis warna crom memiliki temperatur terendah.



3.3 Pembahasan

Hasil kajian yang dilakukan, maka dapat dihitung persentase panas yang diserap dari masing-masing seng berwarna yang diuji, akibat radiasi sinar matahari. Perhitungan dilakukan dengan mengambil temperatur dari seng berwarna hari pertama, hari kedua dan hari ketiga penelitian pada masing-masing warna uji pada jam 12.00 WIB.

Untuk mendapatkan persentase penyerapan panas, maka perlu diketahui terlebih dahulu 100 % bila radiasi matahari tersebut total. Dimana jumlah radiasi yang diserap sama dengan jumlah radiasi yang diterima.

Jumlah radiasi matahari yang diterima dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$G_{bT} = G_{bn} \cos \theta \quad \text{atau}$$

$$G_{bT} = G_{sc} \left(1 + 0.033 \cos \frac{360n}{365} \right) \cos \theta$$

Nilai cos dari sudut datang sinar matahari yang terdapat pada persamaan 5 tersebut diperoleh dengan menggunakan persamaan 4, sedangkan sudut deklinasi yang mempengaruhi sudut datang matahari diperoleh dengan menggunakan persamaan 3. Kemudian untuk mengetahui energi panas yang dipancarkan seng dapat digunakan persamaan 6.

Seng memiliki emissivitas (ϵ) antara 0,25 untuk permukaan kasar, dan 0,045 untuk permukaan yang dipernis. Maka diambil 0,2 sebagai emissivitas seng bagian bawah. Sedangkan untuk lapisan atas yang diberi warna, William C. Reynold dan Henry C. Perkins menyebutkan bahwa perhitungan-perhitungan radiasi pengira-ngiraan yang disederhanakan seringkali dapat dibuat dengan aproksimasi benda kelabu dimana ϵ_λ diambil sebagai $\epsilon E_{\lambda b}$ pada semua panjang gelombang. Maka dapat diambil 0,6 untuk bagian atas seng. Kemudian karena seng yang diuji memiliki emissivitas yang berbeda antara bagian atas dan bagian bawah seng, maka diambil emissivitas rata-rata yaitu 0,4.

Karena hukum kesetimbangan thermal yaitu:

$$Q_{masuk} = Q_{keluar}$$

Maka nilai Q_{keluar} dapat digunakan sebagai Q_{masuk} , maka nilai Q_{keluar} dapat disubstitusikan kedalam persamaan 7, sehingga laju penyerapan panas bisa didapatkan. Sedangkan dalam perhitungan panas rata-rata dalam ruang uji untuk mendapatkan efek panas seng terhadap ruangan dan lingkungan, dapat diambil data temperatur rata-rata ruang.

Berikut ini sebuah analisa perpindahan panas matahari terhadap seng berwarna, hari pertama tahap pertama tanggal 7 Maret 2010 pada jam 12.00 WIB.

Diketahui : $\beta = 30^\circ$, $n = 66$ hari, $\Phi =$ untuk wilayah Aceh sekitar 5° LU, $\omega = 0^\circ$ dan $\gamma = 0^\circ$
Sudut deklinasi diperoleh:

$$\delta = 23,45 \sin \left(360 \frac{284 + 66}{365} \right) = -5,97975$$

Maka : $\cos \theta = \sin(-5,97975) \sin 5 \cos 30 - \sin(-5,97975) \cos 5 \sin 30 \cos 0 + \cos(-5,97975) \cos 5 \cos 0 \cos 0 + \cos(-5,97975) \sin 5 \sin 30 \cos 0 \cos 0 + \cos(-5,97975) \sin 30 \sin 0 \sin 0$

$\cos \theta = 0,945408$ dan diperoleh $\theta = 71^\circ$

Sehingga jumlah radiasi yang datang/diterima seng per meter persegi :

$$G_{bT} = 1353 \text{ W/m}^2 \left(1 + 0.033 \cos \frac{360 \times 66}{365} \right) 0.945408$$

dan $G_{bT} = 1296,9 \text{ W/m}^2$

Hasil pengukuran pada seng berlapis warna hitam pada jam 12.00 WIB menunjukkan temperatur sebesar 120°C atau 393 K , maka benda dikatakan memiliki laju keluaran radiasi sebesar :

$$Q_{keluar} = 1038,575 \text{ W/m}^2, \quad \text{Meningat}$$

$Q_{masuk} = Q_{keluar}$, maka:

$$\alpha = \frac{1038,575}{(1296,9 \times 0,96)} \text{ maka } \alpha = 83,4 \% \text{ untuk}$$

seng berwarna hitam.

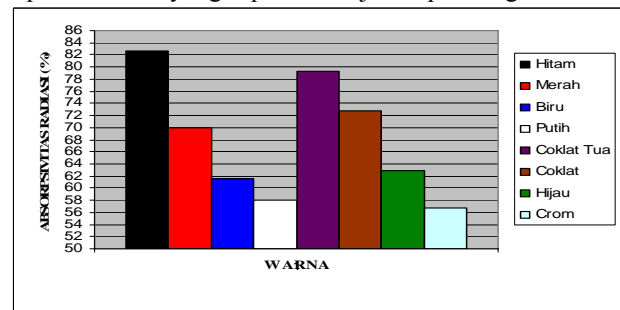
Hasil pengukuran dalam ruangan yang diisi seng berlapis warna hitam diperoleh data sebagai berikut :

Diketahui : $T_1 = 317,23 \text{ K}$, $T_2 = 313 \text{ K}$, $\rho = 1,104 \text{ kg/m}^3$, $m = 4,427 \text{ kg}$, dan $C_p = 1,00768 \text{ kJ/kg.K}$

Panas yang diradiasikan oleh matahari diserap oleh seng berlapis warna hitam. Panas yang diserap oleh seng kemudian dilepaskan kembali memanaskan udara didalam isolasi dengan energi panas yang besarnya adalah :

$$Q_{diserap} = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 18,9 \text{ KJ}$$

Pembahasan dan analisis perpindahan panas, diperoleh hasil yang seperti ditunjukkan pada gambar 6 .



Gambar 7 Tingkat Penyerapan Panas Radiasi pada Seng Berwarna (Sumber: hasil perhitungan)

Gambar 7 menunjukkan rata-rata laju penyerapan panas oleh masing-masing seng berwarna. Terlihat bahwa



warna yang paling banyak menyerap panas radiasi matahari adalah warna hitam, kemudian warna coklat pada tingkatan kedua, dan berurut dari yang tinggi ke rendah yaitu coklat, merah, hijau, biru putih, dan yang terendah adalah seng dengan lapisan warna crom.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Seng berwarna hitam memiliki tingkat penyerapan radiasi panas yang tertinggi dibandingkan dengan seng berwarna lainnya. Sedangkan seng berwarna crom memiliki tingkat penyerapan radiasi panas yang terendah dibanding seng berwarna lainnya.
2. Urutan tingkat kemampuan penyerapan panas radiasi dari yang tertinggi sampai terendah adalah hitam, coklat tua, coklat, merah, hijau, biru, putih dan crom.
3. Warna yang mendekati hitam akan banyak menyerap panas, sedangkan warna yang mendekati putih akan sedikit menyerap panas, Namun berbeda dengan warna crom yaitu lebih rendah menyerap panas daripada warna putih.
4. Efek yang terjadi pada udara sekitar sebanding dengan kemampuan penyerapan panas oleh masing-masing seng.

Acknowledgements

Dengan selesainya tulisan ini kami penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga selesainya tulisan ini. Terutama kepada member laboratorium Perpindahan panas & Termodinamika Unsyiah. Teristimewa saudara Munzir

yang telah banyak membantu waktu pengujian berlangsung.

Referensi

1. Duffie, J. A. dan Beckman, W. A. 1980. Solar Engineering of Thermal Processes, Madison.
2. Incropera, F. P. dan Dewitt, D.P. 2002. Fundamentals of Heat and Mass Transfer, New York.
3. Reynolds, C. W. dan Perkins, C. H. 1991. Termodinamika Teknik. Alih Bahasa. ITB.
4. Syuhada, A. Global Warming Dan Produktivitas Manusia: Suatu Kajian Dari Sudut Kenyamanan Thermal. Orasi Ilmiah Pengukuhan Guru Besar. Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Januari 2008
5. Syuhada, A. Sary. R. Dan Dawood., D. Kajian Terhadap Kemampuan Tanaman Taman di Perumahan Kota dalam Penyerapan Panas Radiasi Matahari untuk Mengatasi Panas Global. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin & Aplikasi Pendukungnya, di Universitas Trisakti Jakarta 8 – 10 Juni 2009*
6. Syuhada, A, Suhaeri. Sary. R. Kajian Terhadap Kemampuan Tanaman Taman di Perumahan Kota dalam Penyerapan Panas Radia si Matahari untuk Mengatasi Panas Global. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-8, Semarang 11-14 Agustus 2009*
7. (<http://www.pemanasanglobal.net>)
8. (<http://www.wikipedia.com>)

