

Analisa Perpindahan Panas Pada Atap Seng Berwarna Hitam Dengan Variasi Ruang Di Aceh Besar

Andre Alta Ziaulfata¹, Teuku Zulfadli², Nazaruddin³
Department of Mechanical Engineering, University Iskandarmuda
email: andrealpart47@gmail.com, zoel_mo4@yahoo.co.id

Abstrak

Aceh Besar juga salah satu wilayah yang mengalami pemanasan global, yang mempunyai tingkat intensitas matahari lumayan tinggi. Pemanasan global merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap kenyamanan thermal di suatu lingkungan pada wilayah Aceh Besar. Hal ini disebabkan oleh adanya efek rumah kaca yang terjadi akibat naiknya konsentrasi gas rumah kaca dalam atmosfer. Kondisi ini juga disebabkan oleh jumlah transportasi, hasil pembakaran, dan juga berkurangnya jumlah tanaman sehingga temperatur yang terus meningkat. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang studi penyerapan panas pada atap rumah seng yang berwarna hitam untuk mengetahui apa yang terjadi terhadap ruang. Metode penelitian ini dengan menghitung penyerapan panas (intensitas matahari) pada seng yang telah dilapisi warna hitam dengan ruang yang berbeda, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ruang terhadap seng berwarna hitam dan panas yang diserap dengan ruang yang berbeda. Temperatur ruang tertinggi pada ruang yang kecil 54,1°C dan yang terendah pada ruang yang besar 47,5°C dari pengamatan suhu lingkungan terdapat temperatur paling tinggi pada jam 12:00 WIB. Temperatur ruang terjadi peningkatan tertinggi pada pukul 12:00 WIB pada seng berwarna hitam tersebut. Panas yang diserap di dalam ruang A adalah 2,1 kilojoule atau setara dengan 2100 joule. Maka dari hasil perbedaan suhu ruang dari penelitian dan hasil dari penyerapan panasnya dapat dilihat perbedaan panas yang diserap terhadap ruang yang berbeda.

Kata kunci: Atap seng, Penyerapan panas, Panas radiasi, Kenyamanan thermal.

1. PENDAHULUAN

Aceh Besar merupakan salah satu wilayah yang mengalami perubahan pemanasan global, yang mempunyai tingkat intensitas matahari sangat tinggi. Pemanasan global merupakan hal yang sangat berpengaruh terhadap kenyamanan thermal di suatu lingkungan pada wilayah Aceh Besar. Hal ini disebabkan oleh adanya efek rumah kaca yang terjadi akibat naiknya konsentrasi gas rumah kaca dalam atmosfer. Kondisi ini juga disebabkan oleh jumlah transportasi, hasil pembakaran, dan juga berkurangnya jumlah tanaman sehingga temperatur yang terus meningkat. Ditambah lagi dengan jumlah rumah terutama di Aceh Besar menggunakan atap berbahan seng. Sehingga bangunan-bangunan tersebut menyerap panas radiasi matahari dan kemudian dipancarkan kembali radiasi tersebut yang mengakibatkan suhu disekitar meningkat. Seng memiliki peran penting dalam penyerapan panas radiasi matahari. Oleh karena itu seng yang dilapisi warna dapat mencegah radiasi langsung terhadap atap seng terutama seng berwarna hitam, warna hitam paling signifikan dikarenakan sifat warna yang menyerap panas secara sempurna dibandingkan warna-warna yang lainnya. Dengan adanya penelitian ini kita

dapat mengetahui hasil dari analisis perpindahan panas yang terjadi pada atap bangunan rumah untuk kasus seng berwarna hitam di Aceh Besar.

Menggunakan atap rumah berbahan seng berwarna hitam belumlah umum di wilayah aceh besar, ada beberapa rumah atau bangunan yang menggunakan atap seng berwarna hitam layaknya seperti perumahan dan bangunan baru yang sekarang. Oleh karena itu dengan adanya penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki terhadap suatu peristiwa penggunaan seng berwarna hitam untuk kasus di aceh besar agar mengetahui keadaan yang sebenarnya pengaruh suhu perpindahan panas dari penggunaan warna hitam pada atap rumah dan bangunan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk analisa penyerapan panas pada seng warna hitam akibat radiasi matahari dan mengetahui kondisi sebenarnya kenyamanan thermal pada atap seng yang dilapisi warna hitam serta mengetahui pengaruh ruangan terhadap seng berwarna hitam dengan variasi ruangan berbeda.

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah menganalisa perpindahan panas atap seng berwarna hitam di Aceh Besar dengan variasi ruangan yang berbeda dengan mengukur temperatur seng berwarna hitam terhadap intensitas matahari dan Menentukan temperatur ruangan dengan variasi berbeda.

2. STUDI LITERATUR

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 (Ahmad Syuhada, 2010).

Kondisi ini juga dipengaruhi oleh pemanasan global yang disebabkan oleh jumlah transportasi, hasil pembakaran dari mesin pembangkit listrik, makin berkurangnya jumlah tanaman kota sehingga temperatur yang terus meningkat. Hal ini juga ditambah dengan jumlah rumah di Indonesia yang sebagian besar menggunakan atap berbahan seng. Ketika sinar matahari memancarkan radiasi maka seng akan menyerap panasnya dan mengeluarkan radiasi ke arah sekitarnya dalam bentuk gelombang panjang (Teuku Zulfadli, Nazaruddin, 2020)

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. Untuk mendapatkan kenyamanan pada sebuah bangunan masih banyak digunakan mesin pendingin, yang berarti konsumsi listrik yang bahan bakar utamanya fosil juga meningkat (Ilminnafik et al., 2015)

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30 % energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23 % digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil 0,25 % ditampung angin(Manan, 2009).

Radiasi matahari yang tiba di permukaan bumi per satuan luas dan waktu dikenal sebagai insolasi (berasal dari *insolation = incoming solar radiation*),atau kadang-kadang

disebut sebagai *radiasi global*, yaitu radiasi langsung dari matahari dan radiasi yang tidak langsung (dari langit) yang disebabkan oleh hamburan dari partikel atmosfer. Insolasi memainkan peranan penting dalam menjaga kelangsungan kehidupan di muka bumi ini dan sangat bergantung pada tempat dan waktu. Tempat merepresentasikan perbedaan lintang serta keadaan atmosfer terutama awan. Insolasi biasanya dinyatakan dalam satuan Watt/m²-detik yang mengandung makna intensitas atau kekuatan. Dalam bentuk yang lain, insolasi juga diukur dalam satuan jam/hari, yaitu lamanya matahari menyinari bumi dalam periode satu hari. Periode satu hari disebut juga sebagai panjang hari, yaitu lamanya matahari berada pada horizon. Perubahan panjang hari tidak begitu besar pada daerah tropis yang dekat dengan ekuator. Semakin jauh letak tempat dari garis ekuator maka fluktuasi lama penyinaran akan semakin besar. Berdasarkan definisi yang dikeluarkan oleh WMO (World Meteorological Organization) bahwa lama penyinaran matahari (LPM) didefinisikan sebagai kekuatan insolasi yang melebihi batas 120 W/m² (Mu'allim, 2005).

Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari tentang laju perpindahan panas diantara material/benda karena adanya perbedaan suhu (panas dan dingin). Perpindahan panas terjadi karena adanya perbedaan suhu. Panas akan mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ke tempat yang suhunya lebih rendah.

Peristiwa perpindahan panas sangat banyak dijumpai dalam industri, misalnya pemanfaatan panas yang terbawa hasil akhir ataupun hasil antara untuk memanaskan umpan yang akan masuk ke reaktor dalam sebuah alat penukar panas, perpindahan panas dari sebuah pipa uap ke udara, pembuangan panas pada sebuah pembangkit tenaga (Buchori, 2004).

Perpindahan panas konveksi sebagai perpindahan energi terjadi dalam fluida akibat dari efek kombinasi dari konduksi dan pergerakan kasar fluida. Adapun energi yang dipindahkan adalah energi dalam fluida. Begitu pula dengan konveksi sebagai pertukaran panas latent yang dihubungkan dengan perubahan fase antara keadaan cairan dan uap fluida. Dengan memperhatikan kondisi aliran fluida tanpa melihat cara perpindahan panas konveksi persamaan laju dinyatakan dalam bentuk :

$$q'' = h (T_s - T_\infty) \dots\dots\dots (1)$$

dimana q'' , Flux panas konveksi (W/m²) adalah berbanding lurus dengan perbedaan temperatur antara permukaan dan fluida untuk masing-masing T_s dan T_∞ (temperatur). Sedangkan " h " adalah koefisien konveksi lokal atau koefisien perpindahan panas. Adapun koefisien perpindahan panas tergantung pada geometri permukaan, cara dari pergerakan fluida dan sejumlah dari sifat termodinamika dan transport dari fluida (Walujodjati, 2013).

Perpindahan kalor secara konveksi dapat dikelompokkan menurut gerakan alirannya, yaitu konveksi bebas (free convection) dan konveksi paksa (forced convection). Apabila gerakan fluida tersebut terjadi sebagai akibat dari perbedaan densitas (kerapatan) yang disebabkan oleh gradient suhu maka disebut konveksi bebas atau konveksi alamiah (natural convection). Bila gerakan fluida tersebut disebabkan oleh penggunaan alat dari luar, seperti pompa atau kipas, maka prosesnya disebut konveksi paksa (Romli, 2014).

Perpindahan panas secara konduksi adalah perpindahan panas yang terjadi pada suatu media padat, atau pada media fluida yang diam. Konduksi terjadi akibat adanya perbedaan temperatur antara permukaan yang satu dengan permukaan yang lain pada media tersebut.

Konsep yang ada pada konduksi merupakan suatu aktivitas atomik dan molekuler. Sehingga peristiwa yang terjadi pada konduksi adalah perpindahan energi dari partikel yang lebih energetik (molekul yang lebih berenergi atau bertemperatur tinggi) menuju partikel yang kurang energetik (molekul yang kurang berenergi atau bertemperatur lebih rendah), akibat adanya interaksi antara partikel-partikel tersebut.

Kalor ialah salah satu bentuk energi yang dapat berpindah dari suatu benda ke benda yang lain. Kalor juga dapat diberikan kepada suatu benda atau diambil dari benda tersebut.

Kalor bisa diberikan pada suatu benda dengan menggunakan cara pemanasan dan sebagai salah satu dampaknya yaitu kenaikan suhu benda tersebut. Kalor bisa diambil dari benda dengan cara pendinginan dan sebagai salah satu dampaknya yakni penurunan suhu benda tersebut. (Rahmah, 2021)

Perpindahan kalor juga bisa dihitung besarnya, bisa menggunakan rumus di bawah ini :

$$Q = m.C_p.\Delta T \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- Q = banyak kalor yang diterima ataupun dilepas oleh suatu benda (J)
- m = massa benda yang menerima ataupun melepas kalor (kg)
- C_p = kalor jenis zat (J/kg °C)
- ΔT = perubahan suhu (°C)

Atap merupakan salah satu komponen utama dari sebuah bangunan gedung. Saat ini tersedia berbagai macam jenis pilihan bahan penutup atap yang dapat kita terapkan pada bangunan gedung. Salah satu pertimbangan pemilihan bahan/material atap tersebut yaitu kemampuannya menahan/menyerap atau bahkan memantulkan panas, mengingat salah satu fungsi utama dari atap yaitu menaungi dan melindungi bagian di bawahnya dari panas matahari. Saat ini sudah banyak bahan/material tambahan yang muncul untuk meningkatkan kemampuan atap dalam menahan/menyerap bahkan memantulkan panas dari matahari. Namun material-material tersebut dinilai masih cukup mahal untuk diaplikasikan pada bangunan gedung, khususnya rumah tinggal sederhana. Perlu diciptakan material yang mampu menahan/menyerap atau bahkan memantulkan panas dengan nilai ekonomis yang lebih terjangkau (Wibowo, 2017).

Atap metal atau atap berbahan logam, memiliki ukuran yang lebih besar dari genteng tanah liat, yaitu sekitar 60-120 cm, dgn ketebalan 0,3 mm. Pemasangan genteng ini tidak jauh beda dengan genteng dari tanah liat. Karena memiliki ukuran yang lebih lebar maka dapat mempercepat waktu pemasangan pada sebuah rumah. Genteng jenis ini biasanya memerlukan sekrup untuk pemasangannya agar tidak mudah terbawa angin karena bobotnya lumayan ringan. Pilihan warna genteng metal yg tersedia sangat variatif dan menarik. Kombinasi warna atap dan dinding fasade bangunan dapat menciptakan harmoni warna yg menarik. Keunggulannya dari genteng metal ini adalah mudah dan cepat dalam pemasangannya, hemat material karena bentangnya yang lebih lebar, dilapisi bahan anti karat, menggunakan bahan anti pecah jadi lebih aman dari kebocoran, teknologi baru yang membuat genteng tidak menimbulkan panas dan tidak mudah terbakar, selain itu dilapisi bahan anti lumut sehingga tidak perlu khawatir untuk

mengecet ulang yang tentunya memerlukan biaya tambahan. Untuk kelemahannya yang perlu diperhatikan adalah ketika pemasangannya, karena jika tidak rapi maka akan sangat tidak indah dilihat (Ranhard, 2004).

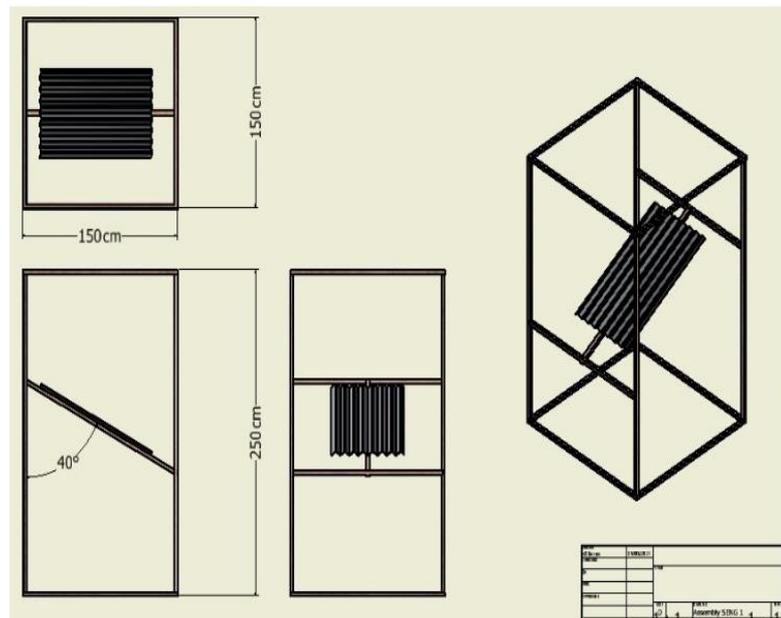
3. METODOLOGI

Di dalam penelitian ini, proses pengambilan data dilakukan pada bulan Mei di daerah Lam Isek, Kec. Peukan Bada, Kab. Aceh Besar. Lokasi penelitian merupakan area pertanian penduduk. Pengambilan data dilaksanakan dalam satu minggu berturut-turut dari pukul 10.00 WIB sampai pukul 16.00 WIB. Data yang terkumpul meliputi data temperatur seng, temperatur ruangan dan temperatur lingkungan. Bentuk dari penelitian ini yaitu distribusi temperature dari matahari kedalam ruangan dengan dilapisi plastik warna putih dan dipasang alat thermometer untuk mengukur temperatur ruangan dan temperatur seng.

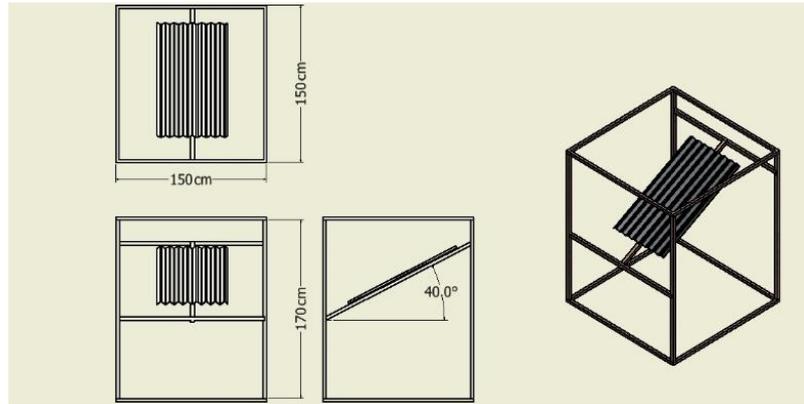
Dalam Penelitian Ini Beberapa Peralatan Yang digunakan Adalah Sebagai Berikut:

- a. Termometer Digital
- b. Kayu (4x2)
- c. Plastik transparan (0,25)
- d. Seng hitam (0,25)
- e. Gergaji tangan
- f. Palu besi
- g. Paku besi
- h. Staples

Berikut adalah gambar rancangan ruang tipe A dan tipe B



Gambar. 1 Desain Ruang Tipe A
Sumber: Penelitian



Gambar. 2 Desain Ruang Tipe B
 Sumber: Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data temperatur dan grafik ini terdiri dari hasil rata-rata perjam dalam seminggu pengambilan data. Data tersebut yaitu Temperatur suhu seng, ruang dan juga suhu lingkungan sekitar, dapat dilihat sebagai berikut:

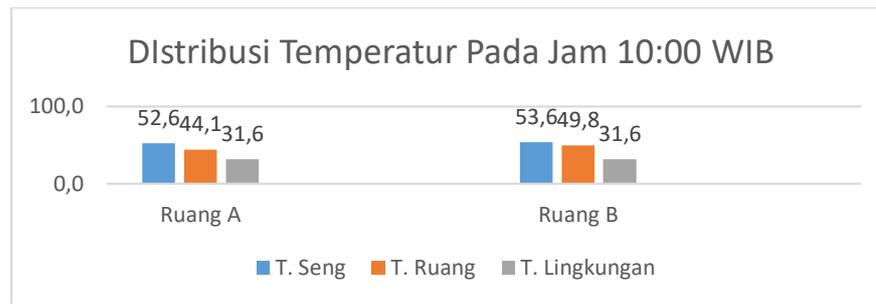
Tabel 1 Rata-rata Pengukuran Temperatur Perhari Dalam Seminggu

Rata-rata ruang A			
Jam	T. Seng	T. Ruang	T. Lingkungan
10:00	52,6	44,1	31,4
11:00	57,1	47,5	32
12:00	59,7	47,3	32,1
13:00	55,7	47	32,2
14:00	53,8	44,4	32
15:00	52,4	44,2	31,6
16:00	47,6	41,8	30,9
Rata-rata ruang B			
10:00	53,6	49,8	31,4
11:00	58,2	51,9	32
12:00	60,8	54,1	32,1
13:00	57,7	50,6	32,2
14:00	55,5	49,0	32
15:00	54,8	48,5	31,6
16:00	48,9	44,1	30,9

Sumber : Penelitian

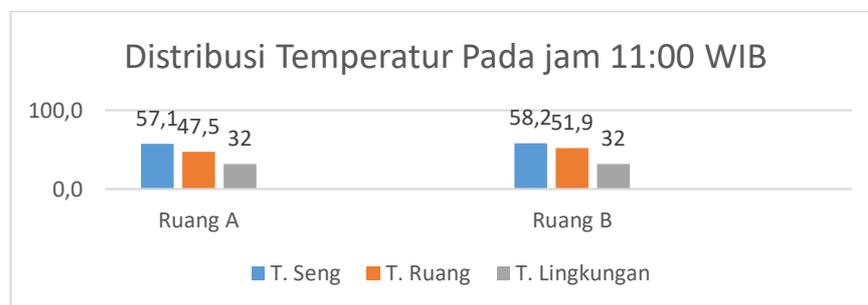
Dari data di atas, dapat dilihat bahwa hasil pengamatan diperoleh data temperatur ruang, temperatur seng dan temperatur lingkungan sekitar. Waktu pengukuran temperatur dimulai dari pukul 10:00 WIB sampai dengan 16:00 WIB. Temperatur dilakukan

pengukuran pada intensitas cahaya matahari pada kondisi cerah dan dilakukan setiap 1jam.



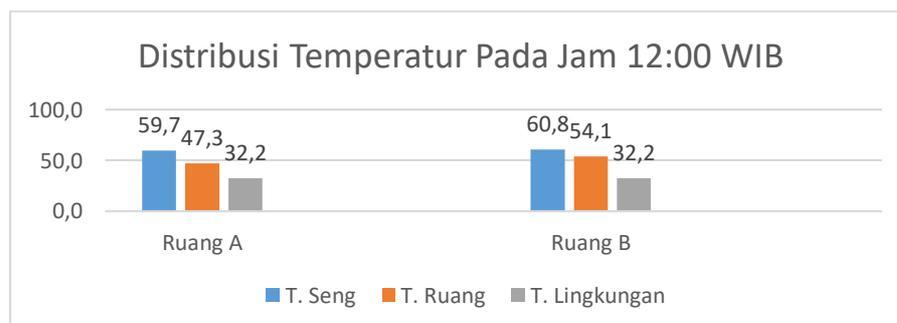
Gambar 1 Distribusi Temperatur Suhu Pada Jam 10:00 WIB
Sumber : Penelitian

Hasil pengamatan pada pukul 10:00 menunjukkan bahwa temperatur lingkungan sebesar 31,6°C dengan temperatur seng pada ruang berbeda dengan diameter A dan B berbeda juga. Pada pukul 10:00 ini temperatur ruang A yaitu 52,6°C untuk suhu seng dan 44,1°C untuk suhu ruangan, sedangkan ruang B menghasilkan 53,6°C untuk temperatur seng dan 49,8°C celcius untuk temperatur ruangan.



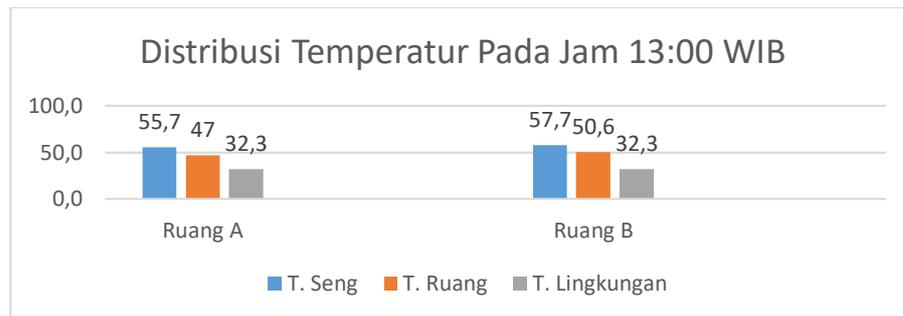
Gambar 2 Distribusi Temperatur Suhu Pada Jam 11:00 WIB
Sumber : Penelitian

Pengamatan pada pukul 11:00 memberikan hasil bahwa mulai terjadi peningkatan temperatur ruang,seng dan temperatur lingkungan, dengan hasil temperatur seng pada ruang A yaitu 57,1°C, 47,5°C untuk temperatur ruangan dan 32 °C untuk temperatur lingkungan. Sedangkan ruang B menghasilkan temperatur yang lebih tinggi dengan hasil 58,2°C untuk suhu seng, 51,9°C suhu ruangan



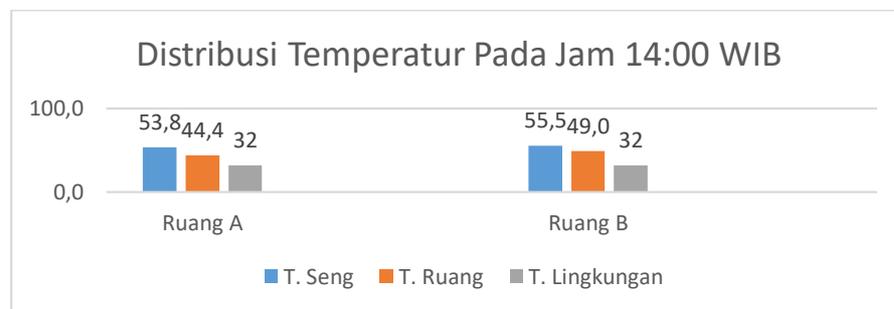
Gambar 3 Distribusi Temperatur Suhu Pada Jam 12:00 WIB
Sumber : Penelitian

Pada pukul 12:00 pengamatan menunjukkan hasil yang berbeda dengan 2 pengamatan sebelumnya. temperatur pada ruang A dengan suhu seng 59,1°C , 47,3°C untuk suhu ruangan, sedangkan ruang B menunjukkan suhu seng yaitu 60,8°C dan 54,1°C untuk suhu ruangan dengan temperatur lingkungannya 32,2°C.



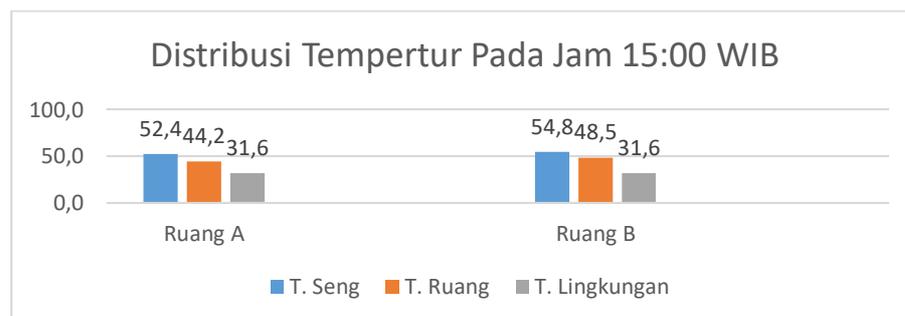
Gambar 4 Distribusi Temperatur Suhu Pada Jam 13:00 WIB
Sumber : Penelitian

Pada pukul 13:00 pengamatan menunjukkan hasil temperatur sedikit menurun dari hasil pengamatan hasil pengamatan diatas dengan temperatur tertinggi masih memihak terhadap ruang B. Temperatur seng ruang A menghasilkan 55,7°C dan 44°C untuk temperatur ruangan. Sedangkan ruang B menunjukkan temperatur seng 57,7°C dan untuk temperatur ruangan adalah 50,6°C dengan temperatur lingkungan dari kedua ruang 32,3°C.



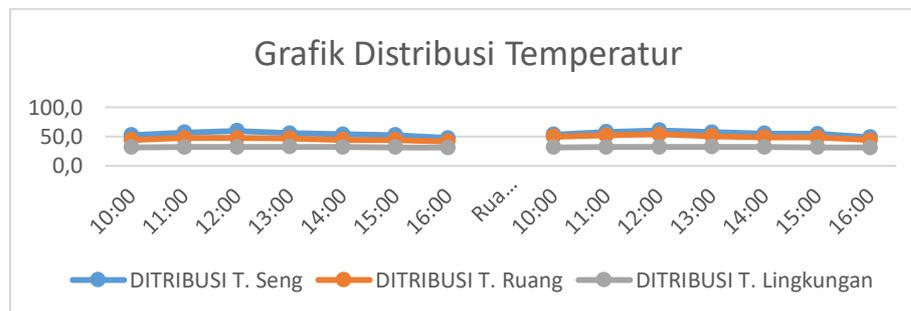
Gambar 5 Distribusi Temperatur Suhu Pada Jam 14:00 WIB
Sumber : Penelitian

Pada pukul 14:00 dengan temperatur lingkungan menunjukkan 32°C menghasilkan suhu temperatur seng pada ruang A yaitu 53,8°C dan untuk suhu ruangan 44,4°C, sedangkan ruang B menghasilkan 55,5°C terhadap temperatur seng dan 49,0°C di hasilkan oleh temperatur ruangan.



Gambar 6 Distribusi Temperatur Suhu Pada Jam 15:00 WIB
Sumber : Penelitian

Hasil pengamatan pada pukul 15:00 menghasilkan temperatur seng pada ruang A 52,4°C, 44,2°C untuk temperatur ruangan. Pada ruang B menunjukkan temperatur seng 54,8°C dan 48,5°C untuk temperatur ruangan. Suhu lingkungan pada pukul 15:00 ini adalah 31,6°C.



Gambar 7 Distribusi Temperatur Keseluruhan
 Sumber : Penelitian

Dari hasil data penelitian di atas membuktikan bahwa temperatur seng dan ruang tertinggi pada tipe ruang B dibandingkan dengan tipe ruang A. Tipe ruang B jauh lebih kecil ketimbang ruang A sehingga panas temperatur terhadap ruang yang kecil lebih menumpuk. Maka dari itu dapat di hitung penyerapan panas yang d hasilkan ruang sebagai berikut.

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

- M = 7,273 kg
- C_p = 1,005 j/kg.k
- ΔT = 288,15 k (ruang A)

$$\begin{aligned} \text{Maka: } &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 7,273 \times 1,005 \times 288,15 \\ &= 2,1 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapat yang mana panas yang diserap di dalam ruang A sebesar 2,1 kJ, maka dari hasil perhitungan data temperatur yang di ambil adalah ruang A pada pukul 12:00 WIB. Dimana pada saat itu matahari sedang memuncak. Berdasarkan jabaran hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa setiap ruang yang berbeda menghasilkan panas yang berbeda juga, dapat dilihat dari hasil penelitian ini suhu ruang yang lebih kecil menghasilkan suhu yang lebih panas di karenakan kadar udara yang sempit dan suhu temperatur menumpuk.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa setiap ukuran ruang yang berbeda dapat menampung panas yang berbeda juga. Bentuk ruang yang berbeda dapat mempengaruhi daya serap terhadap intensitas cahaya dan panas yang berbeda. Dimana ruang yang besar dapat menampung panas yang besar pula, namun ruang yang kecil dapat lebih cepat menampung panas dan lebih menumpuk penyerapan panasnya, sehingga dapat menyebabkan ruang dan seng yang terisolasi lebih panas ketimbang ruang yang besar.

Seng yang berwarna hitam mempunyai daya serap panas yang besar, hal ini dikarenakan warna hitam memiliki perubahan suhu yang ekstrem karena dapat menyerap

sebagian besar panas dalam waktu singkat, dan sama halnya, juga dapat melepaskan sebagian besar panas dalam waktu singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Syuhada, S. (2010). *Kajian tingkat kemampuan penyerapan panas matahari pada atap bangunan seng berwarna*. 13–15.
<http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.4985513>
- [2] Buchori, L. (2004). Perpindahan Panas. In *Jurusan Teknik Kimia Fak.Teknik Universitas Diponegoro*.
- [3] Dewey. (1999). Perpindahan panas. *Universitas Kristen Petra*.
- [4] Ilminnafik, N., Digdo, L. S., Sutjahjono, H., M, A. A. M., & Erfani, M. (2015). *Variasi bahan dan warna atap bangunan untuk Menurunkan Temperatur Ruangan akibat Pemanasan Global*. *Snttm Xiv*, 7–8.
- [5] Manan, S. (2009). Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia. *Energi Matahari Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia*, 31–35.
<http://eprints.undip.ac.id/1722>
- [6] Mu'allim, A. (2005). Meraih Hikmah dibalik Peristiwa Gempa Bumi (Bagaimana Seorang Mukmin Menyikapi Terpaan Musibah). *Unisia*, 28(56), 209–213.
<https://doi.org/10.20885/unisia.vol28.iss56.art12>
- [7] Ranhard, A. S. (2004). Mutu Ekologis Material Penutup Atap. *Jurnal Perdaban Sains, Rekayasa Dan TeknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, 1(2), 71–77.
- [8] Romli, R. (2014). Perpindahan panas. *Unsada*.
- [9] Nazaruddin, N., Zufadli, T., & Mulkan, A. (2020). Studi Kemampuan Penyerapan Panas pada Atap Rumah Seng Berwarna Terhadap Intensitas Matahari dalam Mengatasi Global Warming. *International Journal of Natural Science and Engineering*, 4(3), 114-121.
- [10] Walujodjati, A. (2013). Perpindahan Panas Konveksi Paksa. *Majalah Ilmiah Momentum*, 2(2), 21–24.
- [11] Wibowo, A. P. (2017). Pengaruh Pemberian Lapisan Cat Pada Bahan Penutup Atap Seng Dan Genting. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 11, October 2017*, MTR 123-129.
- [12] YASA, I. N. W. P. (2015). Perpindahan panas. *Sinta.Unud*.