

## Dampak Lapisan Konstruksi Atap terhadap Suhu Ruang

\*Nurul Fitria Marina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya

\*Email : [nurulfitria@ft.um-surabaya.ac.id](mailto:nurulfitria@ft.um-surabaya.ac.id)

### Abstract

The roof is a cover on a building that protects inside of the building from various situations and weather. The roof layer affects its ability to protect the space underneath. The use of roof insulation can reduce the heat coming from the roof. This is because the roof is in direct contact with the hot sun. Not only hot, but roof insulation is also able to reduce sounds such as the sound of raindrops on the roof. There are various materials that function as roof insulation, one of which is styrofoam. Styrofoam is indeed prohibited as a container for food, but the structure contained in Styrofoam is able to reduce heat with hollow grains so that it can withstand the heat. Styrofoam is now starting to become a favorite for the public in reducing heat due to its affordable price and easy access. However, the use of Styrofoam as an insulator on the roof should be supported by other construction layers both on the walls and floors so that room temperature cooling can be optimal.

**Keywords:** construction, roof, thermal, environment, building.

### Abstrak

Atap merupakan penutup atas suatu bangunan yang melindungi bagian dalam bangunan dari berbagai situasi dan cuaca. Lapisan atap mempengaruhi kemampuannya dalam melindungi ruang di bawahnya. Penggunaan insulasi atap mampu meredam suhu panas yang berasal dari atap. Hal ini dikarenakan atap bersinggungan langsung dengan panas matahari. Tidak hanya panas, namun insulasi atap juga mampu meredam suara seperti suara rintik hujan pada atap. Terdapat berbagai bahan yang berfungsi sebagai insulasi atap, salah satunya styrofoam. Styrofoam memang dilarang sebagai wadah pada makanan, namun struktur yang terdapat pada Styrofoam mampu meredam panas dengan butiran berongga sehingga mampu menahan panas. Styrofoam saat ini mulai menjadi favorit bagi khalayak dalam meredam panas dikarenakan harganya yang terjangkau dan mudah mendapatkannya. Namun, penggunaan Styrofoam sebagai insulator pada atap sebaiknya didukung oleh lapisan konstruksi lainnya baik pada dinding maupun lantai agar pendinginan suhu ruang dapat optimal.

**Kata Kunci:** konstruksi, atap, termal, lingkungan, bangunan

## PENDAHULUAN

Bangunan didirikan untuk melindungi penghuni dari kondisi iklim luar bangunan dengan lingkungan dalam yang aman dan nyaman. Untuk melakukan hal tersebut, sebaiknya dirancang bangunan yang mampu menanggapi kondisi-kondisi iklim lingkungan luar dan dalam maupun persyaratan kenyamanan pemakai bangunan. Persyaratan kenyamanan demikian biasanya dinyatakan dari segi karakteristik-karakteristik termal-suhu udara, kelembaban relatif, gerakan udara, radiasi dan lainnya.

Persyaratan kenyamanan demikian biasanya dinyatakan dari segi karakteristik-karakteristik termal suhu udara. Kelembaban relative gerakan udara radiasi dan lainnya. Manusia seperti makhluk hidup lain yang menggunakan energi matahari jangka pendek yang ditetapkan dengan fotosintesis untuk melakukan pekerjaan.

Dalam mengantisipasi kenyamanan thermal khususnya suhu ruang, perlu dilakukan pendinginan pasif dimana dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan konstruksi sistem pendinginan yang digunakan. Konstruksi sistem pendinginan yang umum dilakukan yaitu pada lapisan atap bangunan. Selain dilakukan konstruksi sistem pendinginan pada atapnya, juga perlu dilakukan sistem pendinginan pada lantai ataupun dindingnya, mengingat suhu lingkungan saat ini terus mengalami peningkatan. Sudah sangat umum di masyarakat jika menggunakan alat pendingin seperti AC dan kipas, namun hal tersebut memiliki dampak negatif yaitu tingginya tarif listrik dan penggunaan daya listrik yang tinggi juga.

Insulasi atap dikenal sebagai benda yang berfungsi untuk meredam suhu panas dari atap. Kehadiran insulasi atap membuat ruangan di bawahnya menjadi lebih sejuk dari biasanya. Insulasi atap bisa kamu tempelkan di bagian atas atap langsung. Apabila di bawah atap terdapat lapisan lain yang melindungi ruangan, kamu bisa menempelkannya di lapisan tersebut. Tidak hanya meredam panas, insulasi atap juga berfungsi untuk meredam suara dari luar rumah. Sebagai contoh, insulasi atap mampu mengurangi volume suara rintik-rintik hujan yang mengenai atap. Dalam menginsulasi atap, jenis insulasi yang paling banyak dijual di pasaran adalah insulasi termal aluminium foil. Lembaran insulasi termal ini terdiri dari dua lapisan utama yang saling berkolaborasi dalam meredam panas. Lapisan pertama merupakan aluminium foil itu sendiri. Fungsi lapisan ini adalah merefleksikan panas matahari hingga 97% yang membuat panas di dalam ruangan berkurang hingga 45%. Selain itu, lapisan ini mampu meredam suara hingga 7 db. Lapisan kedua berupa lapisan berongga. Lapisan ini terdiri dari tiga pilihan bahan yang bisa digunakan, yaitu polyethylene, bubble pack, dan glasswool. Bahan polyethylene lebih efektif untuk mereduksi suara air hujan dari langit, sedangkan bahan bubble pack efektif dalam mengurangi suhu panas.

Seperti diketahui, teknik-teknik insulasi termal berbeda-beda dan menghasilkan efek yang berbeda pula, seperti:

1. Reflective Insulation: merefleksikan radiasi panas pada selubung bangunan. Contoh: aluminium foil
2. Resistive Insulation: menahan radiasi panas dengan menggunakan volume selubung bangunan. Contoh: foam

3. Capacitive Insulation: menahan radiasi panas dengan menggunakan kepadatan selubung bangunan. Contoh: dinding bata dengan ketebalan satu bata /30c.

Styrofoam memang dilarang oleh pemerintah. Namun larangan tersebut ditujukan kepada suatu wadah makanan. Styrofoam sendiri tentu sangat legal dan berfungsi sebagai sebuah panel lapisan peredam panas atap. Lembaran panel tentunya berupa penyekat untuk atap. Dan panel sendiri terbuat dari bahan plastik yang disebut sebagai Polyester. Plastik ini memiliki sifat yang sangat khusus, untuk meredam panas. Struktur tersebut terdiri dari butiran – butiran yang memiliki udara dengan menggunakan metode kerapatan rendah. Fungsi rongga yang terdapat di setiap butirannya adalah penahan panas. Oleh sebab itu Styrofoam kerap dipakai sebagai isolator thermal yang baik. Lapisan peredam panas atap ini menjadi sesuatu yang baru dan terfavorit. Karena biasanya styrofoam memiliki rentan harga yang terjangkau dan kualitasnya mampu bersaing di antara peredam panas atap lain.

Teknologi semakin modern, fungsi lapisan peredam panas atap yang memakai bahan styrofoam memang terkenal di kalangan dunia kuliner karena kerap menjadi pembungkus makanan. Penggunaan Styrofoam sendiri memiliki karakter yang baik sebagai panel pelindung. Dan hal ini telah diuji untuk menghambat hantaran panas terhadap sinar matahari.

Styrofoam sudah diuji secara resmi dengan dilakukan oleh para peneliti. Dibuktikan dengan melakukan penyinaran dengan lampu sorot dan beberapa sumber panas lain yang menyerupai tingkat panas sinar matahari. Styrofoam sendiri tidak luput dari ujicoba terhadap pengukuran suhu udara. Dan Styrofoam ternyata dibuktikan sangat kuat sebagai pelindung atap rumah atau bangunan.

Efektivitas Styrofoam sangat terlihat baik sebanding dengan harga jual yang juga murah. Menguji kekuatan Styrofoam bisa dilakukan dengan cara manual. Contohnya dengan memakai styrofoam yang dibentuk untuk menampung air lalu kemudian isi wadah tersebut dengan suhu di atas 100 derajat celsius.

Hal itu sudah dibuktikan bahwa styrofoam selalu bisa menahan panas, dan mungkin panas yang tadinya berada di angka 100 derajat, akan ada rasakan menjadi 20 derajat celsius saja. Dengan melakukan percobaan simpel tersebut, dapat dirasakan manfaat dari pembuktian kekuatan Styrofoam tersebut. Oleh karena itu styrofoam digunakan untuk menyerap sinar matahari dan sebagai lapisan dari atap.

Material lantai dan lapisannya juga berpengaruh pada suhu ruang. Jika memperhatikan rumah zaman dulu dimana lantai berupa ubin atau tegel, justru memberi kesan dingin dan sejuk pada ruangan. Hal ini disebabkan material dan lapisan pada ubin.

Lapisan konstruksi bangunan yang terintegrasi mampu untuk menciptakan kenyamanan thermal sehingga lebih hemat energy dan biaya rutin bulanan, seperti biaya listrik. Kebutuhan energy yang meningkat berbanding terbalik dengan ketersediaan sumber energy yang semakin berkurang. Apabila kebiasaan yang ada di masyarakat saat ini dalam menggunakan pasokan listrik, yang umumnya untuk pending ruang, secara berlebihan maka panas lingkungan akan semakin meningkat. Pemasangan konstruksi dan struktur dengan mempertimbangkan suhu

ruang dapat menurunkan pemakaian AC atau pendingin ruang lainnya dan berkontribusi dalam pengurangan pemakaian energy secara berlebih.

Di Surabaya, suhu lingkungan saat ini semakin meningkat, sehingga tidak sedikit masyarakat yang memilih untuk menyalakan pendingin ruangan atau membeli minuman dingin. Jika hal ini dibiarkan secara terus menerus, maka suhu lingkungan di Surabaya akan semakin meningkat dan akan semakin ketergantungan dengan pendingin ruangan. Dalam hal ini menunjukkan bahwa konstruksi, arsitektur, dan material tidak bisa dijauhkan dengan lingkungan karena saling terkait. Dengan menggunakan lapisan konstruksi dan material yang tepat, maka suatu bangunan dapat merubah pola hidup penggunanya.

Pada beberapa kasus terdapat upaya pendinginan ruang melalui lapisan lantai bangunan. Salah satunya dengan pemasangan kabel pemanas lantai. Pemasangannya terbilang khusus, sehingga butuh pemesanan dan pemasangan khusus. Selain itu meskipun membutuhkan asupan listrik untuk bekerja namun tidak sebesar jika menggunakan pendingin ruangan seperti AC. Akan tetapi metode yang digunakan membutuhkan biaya yang besar, sehingga pengguna perlu mengeluarkan biaya yang besar di depan atau pada saat pembangunan bangunan.

Hal-hal tersebut menjadi dasar dalam melakukan penelitian ini. Pada penelitian ini mempertimbangkan penggunaan Styrofoam sebagai insulator atau lapisan peredam panas pada atap. Hal ini dilakukan untuk memperoleh tingkat atau besar penurunan suhu yang didapat jika hanya menggunakan Styrofoam pada atap.

Sebelumnya terdapat penelitian tentang keefektifan penggunaan Styrofoam sebagai isolator panas pada atap. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa Styrofoam tidak efektif sebagai isolator panas. Hal tersebut berbanding terbalik dengan kondisi saat ini dimana penggunaan Styrofoam masih sering disarankan dan banyak digunakan sebagai isolator panas.

Peredam panas yang digunakan pada atap rumah atau ruangan yang juga dikenal dengan insulasi panas. Bahan yang digunakan untuk meredam panas tujuannya untuk menjaga suhu supaya tetap stabil sehingga saat berada di sebuah ruangan menjadi nyaman. Kebutuhan akan peredam panas sangat tinggi. Banyak pengembang perumahan menggunakannya sebagai nilai tambah. Tidak hanya itu saja, di sektor industri banyak perusahaan yang juga menggunakan peredam panas untuk kebutuhan di pabrik atau gudang supaya para karyawannya tetap nyaman bekerja meski hawanya sangat panas.

## **METODE**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif merupakan salah satu jenis metode penelitian yang spesifikasinya adalah sistematis, terencana, dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga proses akhir penelitiannya. Sedangkan metode kualitatif merupakan metode penelitian yang melakukan penelitian riset yang bersifat deskripsi, cenderung menggunakan analisis dan lebih menonjolkan proses penelitian. Tujuan dari metode ini adalah pemahaman secara luas dan mendalam terhadap suatu

permasalahan secara mendalam pada suatu permasalahan yang sedang dikaji atau akan dikaji.

Dalam melakukan penelitian ini dibutuhkan subjek (miniatur rumah) agar dapat melakukan sebuah penelitian yaitu menganalisis pengaruh dan perubahan suhu ruangan pada rumah ber atap pelana

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, dilakukan metode kuantitatif dengan membandingkan suhu ruang dengan lapisan atap yang berbeda. Peralatan dan perlakuan antar objek satu dan lainnya sama sehingga meminimalisir kesalahan pada hasil penelitian.

Peralatan yang dibutuhkan yaitu:

- Karton Duplek
- Asbes
- Styrofoam
- Lem Korea
- Lem Tembak
- Gunting/ Cutter
- Kayu
- Paku

Pada penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan pengaruh orientasi bangunan terhadap matahari, sehingga terdapat empat objek di antaranya dua objek berorientasi ke Barat. Bangunan atau objek dengan orientasi ke Barat akan menerima cahaya matahari paling terik dan relative lebih panas. Sedangkan dua objek lainnya berorientasi ke Utara, dimana Utara atau Selatan merupakan orietasi paling ideal terhadap matahari dikarenakan tidak berhadapan langsung dengan terbit dan terbenamnya matahari. Setiap kelompok orientasi objek memiliki satu objek dengan Styrofoam dan satu obejk tanpa Styrofoam agar terlihat perbedaan suhu ruang dengan perlakuan lapisan atap yang berbeda.

Bentuk atap diketahui berpengaruh terhadap penghawaan di dalam ruang. Hal ini disebabkan adanya kebutuhan ruang untuk sirkulasi panas yang berasal dari atap karena bersinggungan langsung dengan sinar matahari. Maka pada penelitian ini dilakukan dengan bentuk atap setengah pelana.

Proses pembuatan modelling objek dengan ukuran 50cmx50cm. Model dalam objek disekat dengan duplek sebagai pembagi ruang dengan perlakuan atap yang berbeda. Pengujian dilakukan pada pagi hari, siang hari, dan malam hari selama satu minggu. Hal ini untuk melihat suhu ruang di pagi hari sebelum sinar matahari di titik puncak, saat siang hari untuk meihat suhu ruang saat matahari di titik puncak, dan malam hari untuk mengetahui suhu ruang ketika matahari sudah terbenam.

#### Tahap Pembuatan Objek

1. Kayu palet dibuat seperti meja  $t=80$   $L=50 \times 50$ cm, sebagai penopang/pondasi bagi objek.
2. Duplek dibuat alas dan batas, sebagai bahan dasar dinding dan lantai objek. Rekatkan dengan lem tembak, CA, ataupun doubletape.
3. Mika bening dipotong dengan  $8 \times 10$  (2 buah), sebagai jendela atau bukaan pada objek.
4. Potong styrofom dengan ukuran  $25 \times 50$  cm lalu pasang pada atap sebelah kanan atau kiri, sebagai

bahan pelapis atap. Rekatkan dengan menggunakan lem tembak atau doubletape.

5. Potong asbes dengan ukuran  $35 \times 60$ cm, sehingga ada overstek pada atap, selayaknya atap pada rumah atau bangunan. Lalu pasang asbes tersebut sebagai penutup terluar pada bagian atas objek.
6. Rekatkan objek dengan penopang yang telah dibuat sebelumnya dengan lem tembak ataupun lem CA. apabila masih kurang rekat, dapat ditambahkan menggunakan doubletape.

#### Tahap Pengamatan

1. Letakkan dua pasang objek kea rah yang berbeda. Satu pasang berorientasi ke Barat sedangkan satu pasang lainnya ke arah Utara.
2. Lakukan pengecekan suhu ruang dengan thermometer satu hari setelah peletakan objek. Hal ini untuk mendapatkan hasil yang lebih objektif karena objek telah beradaptasi dengan suhu lingkungannya.
3. Pengecekan suhu dilakukan pada pukul 06.30, 13.00, dan 19.00 secara bergantian.
4. Hasil pengamatan dicatat pada tabel pengamatan.

Metode pengamatan dan materialnya sangat sederhana, sehingga sangat mudah dilakukan dalam waktu terbatas.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi lingkungan dan alat yang digunakan sangat berpengaruh pada hasil pengamatan yang diperoleh. Cuaca yang tidak menentu seperti turunnya hujan sangat berpengaruh pada suhu ruang. Selain itu alat ukur (thermometer) yang digunakan dan waktu pengamatan sangat berpotensi mempengaruhi hasil pengamatan. Beberapa variable inilah yang mempengaruhi hasil pengamatan kali ini.



Gambar 1. Objek Pengamatan  
Sumber: Dokumentasi pribadi (2019)

Pilihan orientasi objek terhadap matahari berpengaruh pada besar atau nilai suhu ruang pada objek. Didapatkan pula perbedaan suhu (meskipun tidak signifikan) antara rumah yang dilapisi styrofoam dan tidak. Dimana sifat styrofoam disini adalah isolator panas sehingga mampu menginsulasi panas luar ruangan untuk

masuk. Sekalipun perbedaannya kecil, data diatas sudah mampu menunjukkan hal tersebut. Juga data tersebut menunjukkan faktor suhu lingkungan luar berpengaruh dalam kenyamanan termal.

Tabel 1. Hasil Pengamatan pada Objek orientasi Barat

Hari	Waktu	Suhu tanpa Styrofoam (°C)	Suhu dengan Styrofoam (°C)
D 1	14:05	42	38
D 2	13:19	37	36
	21:27	30,5	29,5
D 3	10:59	36	35
	21:29	31	30
D 4	08:45	33	31
	20:25	30	29
D 5	09:40	36	34,5
	20:30	32	30,5
D 6	09:08	37	36
	21:28	31	29,5
D 7	11:20	36	35
	21:10	31	29,5

Sumber: Hasil Pengolahan data (2019)

Tabel 1 merupakan hasil pengamatan pada objek yang berorientasi ke Barat dengan suhu normal tertinggi 42°C. Pada pengamatan hari kedua hingga hari ketujuh terjadi hujan yang cukup deras, sehingga terjadi perbedaan suhu normal yang signifikan yaitu pada suhu 30-32°C.

Tabel 2. Hasil Pengamatan pada Objek orientasi Utara

Hari	Waktu	Suhu dengan Styrofoam (°C)	Suhu Tanpa Styrofoam (°C)
D 1	14:05	39	38
D 2	13:19	38	38
	21:27	31	30
D 3	10:59	35	35
	21:29	36	36
D 4	08:45	31	31
	20:25	31	31
D 5	09:40	36	36
	20:30	35	35
D 6	09:08	31	31
	21:28	31	31
D 7	11:20	35	35
	21:10	35	35

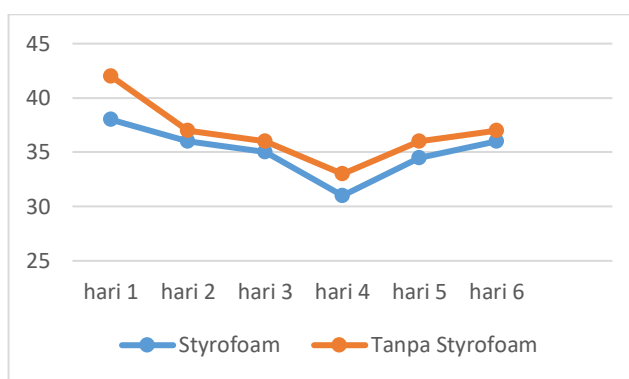
Sumber: Hasil Pengolahan data (2019)

Pada Tabel 2 beberapa kali terjadi tidak ada pengurangan suhu, seperti pada hari ketiga hingga hari ketujuh pengamatan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan alat pengukur suhu yang kurang tepat, sehingga berpengaruh pada hasil yang diperoleh. Akan tetapi jika melihat hasil yang diperoleh pada Tabel 2, maka penggunaan Styrofoam tidak mengurangi suhu ruang meskipun suhu lingkungan saat itu tidak berada di titik tertinggi bahkan dapat dikatakan pada suhu normal.

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, diperoleh jika terjadi perbedaan suhu pada orientasi bangunan yang berbeda sebesar 1-3°C. Pada penelitian ini diperoleh

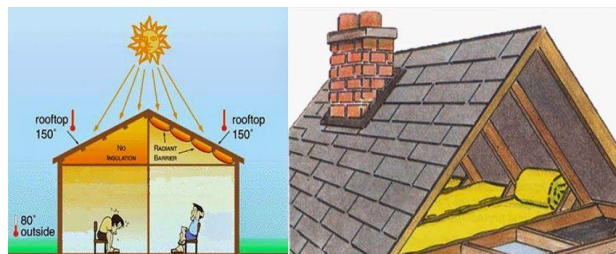
kemampuan styrofoam sebagai pelapis konstruksi atap dalam mengurangi suhu ruang sebesar 0-2°C. Hal ini disebabkan beberapa variabel yang tidak diperhitungkan, antara lain adalah keakuratan alat ukur (termometer) yang umum dipakai khalayak, bukan khusus untuk mengecek suhu ruang.

Dari hasil pengamatan maka dapat dikatakan jika penggunaan styrofoam sebagai peredam panas mampu mengurangi suhu ruang sebesar 0-2°C. Sehingga jika seperti pada kasus hari pertama pengamatan dimana suhu lingkungan di Surabaya sangat tinggi yaitu mencapai 42°C., maka suhu yang diperoleh masih terbilang panas sehingga dibutuhkan insulator pendukung lainnya. Apabila dikatakan penggunaan Styrofoam tidak efektif, jika diharapkan suhu ruang mencapai di titik nyaman atau ideal bagi pengguna. Akan tetapi penggunaan Styrofoam hanya mampu mengurangi suhu ruang hingga derajat tertentu.



Gambar 2. Perbedaan Suhu Ruang Antara Atap yang Menggunakan Lapisan Styrofoam dengan yang Tidak Menggunakan Lapisan Styrofoam  
Sumber: Hasil analisa (2019)

Jika melihat kurva pada Gambar 2, maka sangat tampak jika penggunaan lapisan pada atap dapat membantu menurunkan suhu ruang. Pada beberapa teori ataupun literature pada fisika bangunan pun telah menjelaskan jika panas dari atap sangat mempengaruhi suhu ruang di bawahnya. Sebagai contoh bangunan yang telah menerapkan penggunaan Styrofoam sebagai insulasi panas, yaitu Gedung A Universitas Muhammadiyah Surabaya.

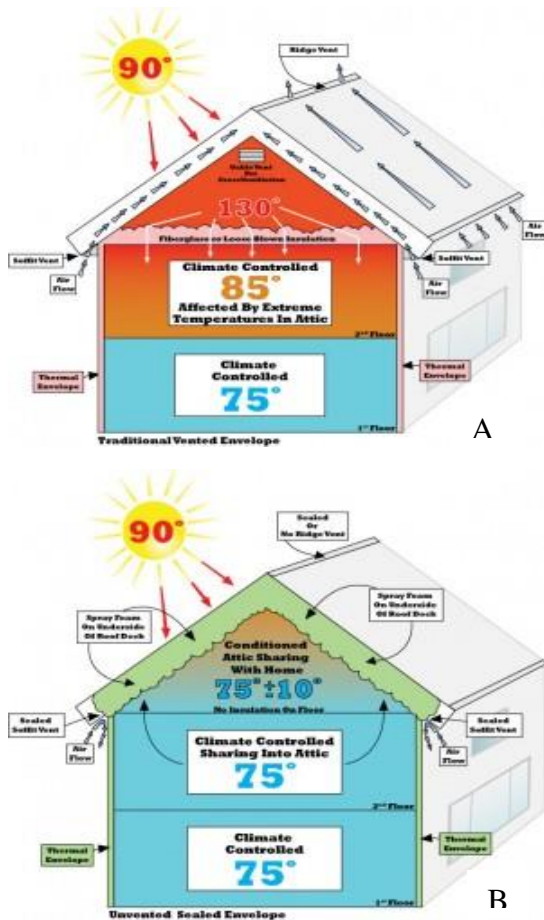


Gambar 3. Perbedaan Lapisan Atap Antara menggunakan insulator dan yang Tidak menggunakan insulator  
Sumber: Galvalumart (2018)



Gambar 4. Cara Pemasangan Lapisan pada Atap  
Sumber: Galvalumart (2018)

Cara pemasangan insulator pun tidak begitu rumit, dikarenakan pemasangan insulator dilakukan setelah struktur atap terpasang dan sebelum dilakukan pemasangan penutup atap terluar. Insulator dapat dipasang di atas balok induk pada struktur atap, dapat pula dipasang di gording atau usuk sehingga tepat di bawah atap terluar. Dari kedua cara pemasangan insulator ini tentu memiliki hasil yang berbeda.



Gambar 5. Perbedaan Suhu yang dihasilkan Pada Teknik Pemasangan Insulator yang Berbeda

Pada Gambar 5. Menunjukkan jika insulator panas juga membutuhkan proses perambatan panas. Ruang yang tidak tepat berada dekat dengan insulator akan terasa lebih dingin. Sedangkan ruangan yang sangat dekat dengan insulator masih terasa agak hangat bahkan bisa relative panas. Selain itu, posisi insulator yang mengikuti bentuk atap dan tepat di bawah atap terluar, masih memiliki ruang untuk merambatkan suhu panas yang diterima dari atap terluar dan menyalurkannya keluar.

Meskipun pemasangan insulator akan lebih efektif jika dipasang tepat di bawah atap terluar, kedua teknik tersebut mampu mengurangi panas suhu ruang yang disebabkan dari panasnya suhu lingkungan atau suhu di luar objek.

### KESIMPULAN

Dari seluruh rangkaian uji coba yang dilakukan, dan analisa serta pembahasannya. Cara Pemasangan insulator, material insulator, ketebalan insulator, maupun orientasi bangunan mempengaruhi penurunan suhu ruang. Dimana cara pemasangan terbaik adalah jika insulator dipasang miring mengikuti bentuk atap dan tepat di bawah atap terluar. Selain itu semakin tebal insulator maka semakin lambat perambatan panasnya, sehingga ruangan di bawahnya tidak secara langsung terasa panas. Ruang konstruksi atap dapat berfungsi sebagai ruang perambatan panas agar ruang di bawahnya sebagai ruang beraktivitas tidak terlalu terdampak dari panas tersebut.

Selain itu, penggunaan insulasi panas (pada percobaan ini menggunakan styrofoam) mampu menjadi solusi untuk mengurangi tingginya suhu dalam ruangan. Namun, pada pengamatan ini tidak menggunakan plafond, sehingga ada kemungkinan suhu ruang masih tinggi dikarenakan perputaran suhu yang tinggi atau panas ada di ruang aktivitas pengguna. Sedangkan jika menggunakan plafon akan lebih baik lagi jika diberi pelapis yang mampu meredam panas sehingga ruang aktivitas pengguna dapat terasa lebih dingin.

Dari beberapa pembahasan sebelumnya, solusi yang dapat dilakukan untuk mencapai kenyamanan termal antara lain ialah memberi insulasi pada atap, membuat ruang sirkulasi udara (plafon), pemberian blocking dengan barrier system yang bisa dilakukan dengan penanaman vegetasi, membuat green roof yang berfungsi untuk memperlambat panas, dan cara lain. Barrier ini juga bisa dilakukan untuk memperlambat atau memecah sinar matahari dan panas lingkungan sebelum masuk ke objek bangunan.

Untuk pengamatan berikutnya, sebaiknya dilakukan pada kondisi cuaca yang relative stabil dan penggunaan alat ukur yang mumpuni. Selain itu, penggunaan material yang lebih baik dan umum digunakan pada rumah atau bangunan. Skala objek yang diamati sebaiknya cukup besar sehingga memudahkan dalam proses pengamatan. Desain objek pun perlu diperhatikan sebelum melakukan pengamatan.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat terlaksana berkat bantuan mahasiswa dalam membuat objek dan mencatat hasil pengamatan selama satu minggu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Frick, Heinz, Ardiyanto, Antonius, Darmawan, AMS. (2008). *Ilmu Fisika Bangunan*. Semarang.
- Kindangen, Jeffrey. (2017). *Pendinginan Pasif: Untuk Arsitektur Tropis Lembab*. Deepublish. Yogyakarta.
- Mangkuto, Rizki A. (2019). *Pemodelan Dan Simulasi Pencahayaan Alami Dalam Bangunan Di Indonesia*. ITB Press. Bandung.
- Mangunwijaya, YB. (1981). *Fisika Bangunan*. Gramedia. Jakarta.
- McMullan, Randall. (2007). *Environmental Science in Building*. London.
- Mintorogo, Danny S., Wanda Widigdo, Anik Juniwati. (2013). "Efektivitas Styrofoam Sebagai Isolator Panas Pada Atap Miring di Surabaya". *Penelitian 1-29*. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Mostavan, Aman. (2012). *Rekayasa Lingkungan Termal*. ITB Press. Bandung
- Sugiri, Saptahari. (2012). *Pengenalan Rekayasa dan Bahan Konstruksi*. ITB Press. Bandung.
- Tanggoro, Dwi. (2006). *Utilitas Bangunan*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Triyadi, Sugeng. (2012). *Lingkungan Bangunan dan Utilitas III*. ITB Press. Bandung.