

Kajian Konstruksi Atap Bangunan Hemat Energi

M.Y.Noorwahyu Budhyowati

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

Tondano, Indonesia

E-mail: mynoorwahyub@unima.ac.id

Abstrak

Atap merupakan bagian utama yang melindungi hunian dari paparan sinar matahari. Pada bangunan hemat energi, panas yang masuk ke dalam bangunan melalui atap harus dikurangi supaya ruangan menjadi sejuk. Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif, analisis menggunakan perhitungan matematis, fokus pada perhitungan nilai perpindahan panas jenis desain konstruksi atap miring. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui cara merancang konstruksi atap yang baik dan memperoleh cara yang dapat digunakan untuk memudahkan merancang konstruksi atap bangunan hemat energi sehingga dalam merancang bangunan dapat mengoptimalkan desain tipe konstruksi atap yang memiliki nilai perpindahan panas (U-Value) yang kecil untuk mengurangi beban panas dalam bangunan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe konstruksi atap yang paling baik adalah yang paling besar nilai resistannya sehingga nilai transmittannya menjadi kecil, dengan demikian panas yang dialirkan pun kecil. Jenis material penutup atap yang paling hemat energi adalah Panel Polystyrene dengan nilai konduktivitas 0.039 W/mK , nilai resistan $2.046 \text{ m}^2\text{K/W}$ dan nilai transmittan $0.489 \text{ W/m}^2\text{K}$. Untuk merancang tipe konstruksi atap hemat energi dapat dilakukan perhitungan nilai perpindahan panas yang dihasilkan oleh jenis tipe konstruksi yang dibuat dengan memasukkan ketebalan dan nilai konduktivitas material.

Kata kunci : bangunan hemat energi, konstruksi atap miring, nilai perpindahan panas

Abstract

The roof is the main part that protects the dwelling from sun exposure. In energy-efficient buildings, the heat that entering the building through the roof must be reduced so that the room becomes cool. The research was conducted with qualitative method, mathematic calculation was used for data analysis and the heat transfer value for the type of sloping roof construction design was calculated. The aims of this study are to find out how to design a good roof construction and obtain ways that can be used to design energy-efficient building roof construction in a simple way, thus the type of roof construction that has a small heat transfer value (U-Value) to reduce the heat load in the building can be optimized.

The results show that the best construction roof is the roof with higher resistance that can resulted in decreasing the transmittance and smaller the heat transfer, Type of material that is found to have energy efficient is Panel Polystyrene with the conductivity values of 0.039 W/mK , resistant value of $2.046 \text{ m}^2\text{K/W}$ dan transmittance value of $0.489 \text{ W/m}^2\text{K}$. In order to design roof construction of energy-efficient building by choosing roof covering materials, calculation of heat transfer values of the targeted construction type can be conducted by including the thickness and conductivity values of the materials.

Keywords: energy efficient building, sloping roof construction, heat transfer

1. PENDAHULUAN

Atap bangunan merupakan bagian utama dan terbesar yang melindungi hunian dari terpaan sinar matahari. Kelebihan panas dalam bangunan perlu dikurangi supaya ruangan menjadi lebih sejuk, sehingga bila menggunakan sistem pengkondisian udara (AC) pun, beban panas yang harus dikeluarkan oleh mesin AC pada saat proses pengkondisian udara tidak terlalu besar sehingga dapat mengurangi energi listrik. Penggunaan AC memberi banyak keuntungan, namun kekurangannya terutama pada penggunaan energi yang boros, dapat mencapai 60% dari total energi bangunan. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menyatakan bahwa bangunan menjadi bagian dari beban lingkungan yang besar. Bangunan menggunakan 50% total pengeluaran energi di Indonesia. Lebih dari 70% konsumsi listrik dan sekitar 50% digunakan dalam proses sistem pengkondisian udara (Dewan Energi Nasional RI, 2012. Kementerian ESDM, 2014). Kondisi ini membuat pentingnya upaya untuk memilih penggunaan material dan tipe konstruksi atap yang tepat sehingga efektif dan efisien dalam pengurangan panas yang masuk ke hunian melalui atap bangunan, selain itu saat ini telah diterapkan aturan-aturan yang harus ditaati oleh para perancang bangunan dengan membuat perhitungan nilai keseluruhan panas yang masuk ke dalam bangunan yaitu berdasar standar SNI yang berlaku yaitu SNI 03-6572-2001 (Badan Standarisasi Nasional, 2001. Badan Standarisasi Nasional, 2011)

Yang menjadi masalah saat ini adalah bagaimana cara merancang konstruksi atap yang baik sedangkan acuan yang dapat digunakan untuk merancang konstruksi atap bangunan hemat energi masih sangat sulit didapatkan. Hal ini menjadi sangat dibutuhkan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui cara merancang konstruksi atap yang baik dan memperoleh cara yang dapat digunakan untuk memudahkan merancang konstruksi atap bangunan hemat energi, sehingga dapat bermanfaat membantu dalam merancang bangunan dengan mengoptimalkan desain tipe konstruksi atap yang memiliki nilai perpindahan panas (transmitan, U-Value) yang kecil untuk mengurangi beban panas dalam bangunan. Namun untuk lebih fokus dalam penelitian ini dibatasi pada analisis komponen tipe konstruksi atap dan perhitungan nilai perpindahan panas tiap jenis desain konstruksi atap miring.

2 DASAR TEORI

Selubung bangunan memberikan perlindungan terhadap pengaruh lingkungan luar yang tidak dikehendaki seperti panas radiasi, angin, hujan, kebisingan, polusi, dan memiliki peran penting dalam mengurangi konsumsi untuk pendinginan dan pencahayaan (Lovell J, 2010) Pada bangunan berlantai satu dan dua, luas atap jauh lebih besar daripada luas dinding dan merupakan bagian dari bangunan yang terpapar sinar matahari langsung sepanjang hari, menyebabkan panas yang besar masuk ke dalam bangunan, oleh karena itu perancangan konstruksi atap bangunan harus dilakukan secara hati-hati untuk menghindari masuknya panas berlebih ke dalam bangunan dan menjadi penentu beban panas yang masuk ke dalam bangunan.

Sebagian besar energi pada bangunan di Indonesia digunakan oleh sistem HVAC terlepas dari tipe bangunannya. HVAC berkontribusi sekitar 47% hingga 65% dari total konsumsi energi bangunan. Gabungan Pencahayaan buatan dan beban steker berkontribusi sebesar 15% hingga 25% dari total konsumsi energi. Oleh karena itu, dengan mengurangi konsumsi energi untuk HVAC dan pencahayaan buatan melalui desain pasif dan aktif akan mengurangi konsumsi energi

bangunan keseluruhan secara signifikan (Arismunandar dan Saito,1995. Kementerian ESDM, 2012. Palm J, 2010)

Bangunan hemat energi adalah bangunan dimana penggunaan energi terutama energi listrik yang hemat tanpa mengurangi aktivitas kinerja dalam bangunan sesuai fungsi bangunan. Konstruksi bangunan hemat energi yang diusahakan sejak awal akan menghasilkan tagihan utilitas yang rendah dibandingkan dengan bangunan konvensional (bangunan tanpa strategi hemat energi), Bangunan hemat energi dirancang agar memerlukan energi yang lebih sedikit, namun tetap mampu menjalankan fungsinya dengan baik (Kementerian ESDM,2012. Palm J,2010, Sala M,1998).

Untuk dapat menyiapkan desain dan proses konstruksi yang hemat energi maka perlu diketahui dan memahami elemen-elemen utama efisiensi energi dengan memperhatikan prinsip dasar yaitu proses desain terintegrasi (*Integrated Design Process*), pilihan material dan teknologi, iklim, dan pertimbangan estetika (Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau ,2012).

Beban Panas Atap Bangunan

- a. Beban pendinginan yang berasal dari luar melalui atap bangunan, misalnya untuk gedung kantor satu lantai di Indonesia dapat mencapai 40% sampai 50% dari beban pendinginan seluruhnya pada waktu terjadi beban puncak (Satwiko,2009)
- b. Agar gedung yang direncanakan dapat memenuhi persyaratan hemat energi, maka pada awal perencanaan perlu dihitung besarnya nilai perpindahan termal menyeluruh *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) dan *Roof Thermal Transfer Value* (RTTV) dan dibandingkan terhadap batas yang ditentukan dalam standar yang berlaku.
- c. Apabila nilai yang diperoleh melampaui batas yang ditentukan bagi gedung hemat energi, maka perlu dilakukan perubahan perencanaan Arsitektur agar diperoleh nilai yang memenuhi ketentuan untuk gedung hemat energi.
- d. Adapun panas dialirkan ke dalam bangunan melalui tiga cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Aliran panas (*heat transfer*) didefinisikan sebagai perpindahan energi antara dua daerah karena perbedaan suhu (Bradshaw,1993).

Panas yang berpindah ke dalam bangunan melalui elemen-elemen konstruksi atap bangunan menghasilkan panas sensibel dalam bangunan. Bahan bangunan turut menentukan nilai transmitansi termal, kesalahan dalam menentukan transmitansi termal dapat menimbulkan kesalahan dalam perhitungan beban penyejukan. Identifikasi bahan bangunan serta memperkirakan nilai transmistansi termalnya perlu dilakukan dengan cermat dan hati-hati (SNI 03-6390-2000). Sifat bahan (*material properties*) adalah sifat fisik khas suatu bahan.

Beberapa sifat bahan yang relevan dalam perpindahan panas: Konduktivitas (*conductivity*) yaitu bilangan yang menunjukkan besarnya perpindahan kalor melalui bahan seluas 1m^2 dengan tebal 1m akibat perbedaan suhu 1°C (k dalam satuan $\text{Watt/m}^\circ\text{C}$) atau Watt/mK (tanpa derajat). Resistivitas (*resistivity*) adalah kebalikan dari konduktivitas, sedangkan dalam perhitungan daya tahan terhadap panas, ketahanan termal disebut resistan (*Resistance*, R) lebih banyak digunakan. Ketahanan termal adalah kebalikan dari konduktan bahan. Komponen bahan bangunan yang terdiri dari beberapa jenis bahan, maka nilai R diperoleh dengan menjumlah R dari masing-masing bahan. Besarnya perpindahan panas dari suatu komponen yang terdiri atas beberapa jenis bahan bangunan adalah kebalikan dari nilai R dari komponen bangunan. Angka konduktan elemen bangunan yang sudah memasukkan faktor konduktan permukaan disebut transmittan (ASHRAE,2001, Harrisman,2009. Szokolay,1980).

Analisis Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Beban Penyejukan pada Bangunan yang Menggunakan Sistem Pengkondisian Udara. Diperoleh hasil bahwa faktor beban penyejukan terbesar dari dinding yang mempengaruhi beban penyejukan adalah berasal dari panas yang menembus kaca sebesar 42–60%, panas yang masuk melalui dinding dan kaca sebesar 10–14%, sedangkan panas yang berasal beban internal terbesar berasal dari panas oleh manusia dan peralatan yang digunakan beban internal sebesar 26-49% (Budhyowati, Kindangen, Tungka, 2016).

Pengaruh Kinerja Termal pada Permukaan Atap terhadap Efisiensi Energi Bangunan Tinggi di Daerah Tropis. Fokus penelitian pada perhitungan efisiensi energi melalui formulasi RTTV yaitu *Roof Thermal Transfer Value* yaitu perpindahan panas bangunan bagian atap ke lingkungan sekitar dengan menggunakan SNI 03-5389-2000, dimana diperoleh hasil bahwa bahan atap dak beton dapat meredam pancaran panas matahari dan dapat menjadi isolator panas pada ruang dalam (Yuliani, Setyaningsih, 2018). Fokus penelitian pada perhitungan nilai transmittan pada desain konstruksi dinding dengan hasil pengurangan panas bangunan dengan penggunaan desain konstruksi dinding yang memiliki nilai transmittan yang kecil (Budhyowati, 2021).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Metode penelitian merupakan penelitian kuantitatif dengan analisa menggunakan perhitungan matematis, fokus penelitian pada perhitungan nilai transmittan tipe konstruksi atap miring. Dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

Tahap 1 : dilakukan studi literatur yang mencakup semua yang berhubungan dengan sifat-sifat pengaliran panas pada materil dan hasil-hasil penelitian terdahulu. Tujuan studi literatur adalah membangun kerangka teori tentang kendala dalam mendesain selubung bangunan yang efektif dan efisien pada bangunan gedung dengan fungsi dan manfaat serta biaya yang optimal.

Tahap 2 : dilakukan pengumpulan data tentang material atap bangunan dan dilakukan analisa untuk membuat desain tipe konstruksi atap bangunan yang memiliki nilai perpindahan panas yang kecil, dan dilakukan penggambaran-penggambaran desain.

Tahap 3 : perampungan penulisan laporan akhir penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konduktivitas bahan komponen konstruksi atap yang besar dapat mengalirkan panas yang besar, sebaliknya jika konduktivitas bahannya kecil maka panas yang dialirkan pun kecil. Konduktivitas yang besar menyebabkan nilai resisten suatu bahan menjadi kecil, apalagi bila ketebalan suatu bahan tipis. Resistan (R) adalah perbandingan antara ketebalan (d) dan konduktivitas (k). Sebaliknya bila konduktivitas kecil maka resistannya menjadi besar. Jika nilai resistan bahan komponen pembatas besar maka nilai transmitannya (U -Value) menjadi kecil. Mengurangi perpindahan panas dari luar ke dalam bangunan dapat dilakukan dengan mengupayakan nilai transmittan bahan komponen pembatas ruang yang sekecil-kecilnya. Nilai Konduktivitas, Resistan, dan Absorpsi dari Material Penutup Atap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketebalan, Nilai Konduktivitas, Resistan, dan Absorpsi dari Material Penutup Atap

Penutup Atap	Ketebalan (d)	Konduktivitas (k)	Resistan (R)	Absorpsi α
	m	W/mK	m ² K/W	
1. Panel polystyrene 7.5cm	0.0750	0.039	1.923	0.800
2. Siraf (kayu,aspal) 6mm	0.0060	0.040	0.150	0.780
3. Genteng Tanah Liat 1.3 cm	0.0130	0.078	0.167	0.250
4. Bitumen Onduline 3mm	0.0030	0.098	0.031	0.880
5. Genteng Beton 1.2cm	0.0120	1.250	0.010	0.800
6. Genteng Keramik 1.5 cm	0.0150	2.500	0.006	0.100
7. Genteng Metal 0.04mm	0.0004	15.100	0.000026	0.300
8. Atap Zincalum 0.4mm	0.0004	170.500	0.0000023	0.300
9. Atap Seng 0.2mm	0.0002	110.000	0.0000018	0.834
10. Atap Transp Polycarbonate	0.0060	0.190	0.032	0.910
11. Atap Transparan Fibreglass	0.0030	0.158	0.019	0.815

Selain penutup atap, plafon juga sangat berpengaruh terhadap banyaknya panas yang dialirkan ke dalam ruangan. Dengan adanya plafon, suhu panas bisa ditahan dari antara penutup atap dan plafon saja sehingga temperatur dibawahnya atau temperatur ruangan bisa lebih sejuk jika dibandingkan dengan yang tidak menggunakan plafon. Oleh karena itu pemilihan material plafon juga perlu dipertimbangkan dengan sebaik mungkin. Tabel 2 berikut dapat dilihat nilai konduktivitas dan resisten beberapa bahan plafon yang dijual di pasaran.

Untuk mengurangi masuknya panas ke dalam bangunan melalui atap sebaiknya juga digunakan insulasi panas yang dipasangkan di bawah penutup atap, yang berfungsi untuk meredakan suhu panas dari atap rumah sehingga membuat ruangan dibawahnya menjadi lebih dingin sehingga dapat menghemat listrik terutama pada penggunaan AC. Insulasi panas mempunyai jenis dan material yang berbeda. Jenis insulasi pun biasanya difungsikan untuk jenis atap yang berbeda dan disesuaikan dengan jenis yang digunakan.

Tabel 2. Ketebalan, Nilai Konduktivitas, dan Resistan, dari Beberapa Material Plafon

Bahan Plafon	Ketebalan (d)	Konduktivitas (k)	Resistan (R)
	m	W/mK	m ² K/W
1. Lambersering 6.5 mm	0.0065	0.150	0.043
2. Gypsum Board 8mm	0.008	0.160	0.050
3. Tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033
4. GRC Board 6mm	0.006	0.337	0.018

Pemilihan bahan dan desain konstruksi atap yang sesuai, membantu membuat ruangan menjadi dingin. Perpaduan beberapa jenis bahan yang sesuai dan tepat menghasilkan bangunan yang sejuk sehingga bangunan pun akan lebih hemat energi. Untuk memudahkan penghitungan Nilai Transmittan maka penulis membuat tabel untuk perhitungan nilai transmittan sehingga dapat dengan mudah memasukkan jenis desain yang akan digunakan. Perhitungan nilai transmittannya seperti pada tabel-tabel sebagai berikut :

A. Nilai transmitan atap miring berbagai penutup atap tanpa penggunaan plafon

Tabel 3. Nilai transmitan atap miring berbagai penutup atap tanpa penggunaan plafon

KONSTRUKSI	d	k	R=d/k	U=1/R	Absorpsi
	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
1. Permukaan luar			0.018		0.83
2. Seng gel BJLS 0,2mm	0.0002	110.000	0.0000018		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.123	8.156	
1. Permukaan luar			0.018		0.78
2. Atap siraf 6 mm (kayu)	0.0060	0.040	0.150		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.255	3.922	
1. Permukaan luar			0.018		0.30
2. Atap Zinalum 0.4 mm	0.0004	170.500	0.000002		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.123	8.156	
1. Permukaan luar			0.018		0.89
2. Genteng tanah liat 1,3 cm	0.013	0.078	0.167		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.289	3.457	
1. Permukaan luar			0.018		0.10
2. Genteng Keramik 1.5 cm	0.015	2.500	0.006		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.129	7.776	
1. Permukaan luar			0.018		
2. Genteng metal 0.4 mm	0.00040	15.100	0.00003		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.123	8.155	
1. Permukaan luar			0.018		0.80
2. Genteng beton 1.2 cm	0.0120	1.250	0.010		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.132	7.564	
1. Permukaan luar			0.018		0.88
2. Atap bitumen onduline 3mm	0.0030	0.098	0.031		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.153	6.527	
1. Permukaan luar			0.018		0.82
2. Atap fibreglass	0.0030	0.158	0.019		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
Total			0.142	7.063	
1. Permukaan luar			0.018		0.91
2. Atap polycarbonate	0.0060	0.190	0.032		

3. Udara sisi bawah atap			0.105	
Total			0.154	6.486
1. Permukaan luar			0.018	0.83
2. Panel polystyrene 7.5cm	0.0750	0.039	1.923	
3. Udara sisi bawah atap			0.105	
Total			2.046	0.489

Penutup atap panel polystyrene tidak dibahas lebih lanjut karena tanpa variasi tipe konstruksi pun nilai transmittannya sudah sangat kecil karena jenis material ini memiliki nilai resistan yang sangat besar.

B. Nilai transmittan atap miring berbagai penutup atap dengan penggunaan plafon triplek

1. Penutup atap seng gelombang BJLS 0,2mm

Tabel 4. Nilai Transmittan Konstruksi Atap Seng Gel BJLS 0,2mm, Plafon Triplek 4mm

KONSTRUKSI	d	k	R=d/k	U=1/R	Absorpsi
	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
1. Permukaan luar			0.018		0.83
2. Seng gelombang BJLS 0.2mm	0.0002	110.000	0.000002		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
4. Plafond tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033		
5. Permukaan dalam			0.149		
Total			0.305	3.279	

2. Penutup atap siraf 6 mm

Tabel 5. Nilai Transmittan Konstruksi Atap Siraf Kayu 6 mm, Plafon Triplek 4m

KONSTRUKSI	d	k	R=d/k	U=1/R	Absorpsi
	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
1. Permukaan luar			0.018		0.78
2. Atap siraf 6 mm (kayu)	0.006	0.040	0.160		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
4. Plafond tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033		
5. Permukaan dalam			0.149		
Total			0.465	2.151	

3. Penutup atap Zincalum 0,4 mm

Tabel 6. Nilai Transmittan Konstruksi Atap Zincalum 0,4 mm, Plafon Triplek 4mm

KONSTRUKSI	d	k	R=d/k	U=1/R	Absorpsi
	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
1. Permukaan luar			0.018		0.30
2. Atap Zincalum 0.4 mm	0.0004	170.500	0.000002		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
4. Plafond tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033		

5. Permukaan dalam	0.149	
Total	0.305	3.279

4. Penutup atap Genteng Tanah Liat

Tabel 7. Nilai Transmittan Konstruksi Atap Genteng Tanah Liat 1,3 cm, Plafon Triplek 4mm

KONSTRUKSI	d m	k W/mK	R=d/k m ² K/W	U=1/R W/m ² K	Absorpsi α
1. Permukaan luar			0.018		0.89
2. Genteng tanah liat 1,3 cm	0.013	0.078	0.167		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
4. Plafond tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033		
5. Permukaan dalam			0.149		
Total			0.472	2.120	

5. Penutup atap Genteng Keramik 1,5 cm

Tabel 8. Nilai Transmittan Konstruksi Atap Genteng Keramik 1,5 cm, Plafon Triplek 4mm

KONSTRUKSI	d m	k W/mK	R=d/k m ² K/W	U=1/R W/m ² K	Absorpsi α
	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
2. Genteng Keramik 1.5 cm	0.015	2.500	0.006		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
4. Plafond tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033		
5. Permukaan dalam			0.149		
Total			0.311	3.216	

6. Penutup atap Genteng Metal 0,4 mm

Tabel 9. Nilai Transmittan Konstruksi Atap Genteng Metal 0,4mm, Plafon Triplek 4mm

KONSTRUKSI	d m	k W/mK	R=d/k m ² K/W	U=1/R W/m ² K	Absorpsi α
1. Permukaan luar			0.018		0.30
2. Genteng metal 0,4 mm	0.0004	15.100	0.00003		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
4. Plafond tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033		
5. Permukaan dalam			0.149		
Total			0.305	3.279	

7. Penutup atap Genteng Beton 1,2 cm

Tabel 10. Nilai Transmittan Konstruksi Atap Genteng Beton 1,2 cm, Plafon Triplek 4mm

KONSTRUKSI	d	k	R=d/k	U=1/R	Absorpsi
------------	---	---	-------	-------	----------

	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
1. Permukaan luar			0.018		0.80
2. Genteng beton 1.2 cm	0.012	1.250	0.010		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
4. Plafond tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033		
5. Permukaan dalam			0.149		
Total			0.315	3.179	

8. Penutup atap Bitumen Onduline 3mm

Tabel 11. Nilai Transmitan Konstruksi Atap Bitumen Onduline 3mm, Plafon Triplek 4mm

KONSTRUKSI	d	k	R=d/k	U=1/R	Absorpsi
	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
1. Permukaan luar			0.018		0.88
2. Atap bitumen onduline 3mm	0.003	0.098	0.031		
3. Udara sisi bawah atap			0.105		
4. Plafond tripleks 4 mm	0.004	0.120	0.033		
5. Permukaan dalam			0.149		
Total			0.336	2.980	

Untuk nilai transmitan berbagai penutup atap dengan variasi jenis material plafon dapat dilakukan dengan memasukkan ketebalan dan nilai konduktivitas material plafon yang diinginkan pada tabel diatas.

C. Nilai transmitan atap miring dengan berbagai penutup atap, plafon gybsumboard 8mm dengan penggunaan Insulasi Panas *Foam Polyurethane Spray Insulation*

D.

Tabel 12. Nilai Transmitan Atap miring berbagai penutup atap, plafon gybsumboard 8 mm, Insulasi Panas *Foam Polyurethane Spray Insulation*

KONSTRUKSI	d	k	R=d/k	U=1/R	Absorpsi
	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
1. Permukaan luar			0.018		0.83
2. Seng gel BJLS 0,2 mm	0.0002	110.000	0.000002		
3. Foam polyurethane spray insulation	0.020	0.017	1.176		
4. Udara sisi bawah atap			0.105		
5. Plaf gypsum board 8mm	0.008	0.160	0.050		
6. Permukaan dalam			0.149		
			1.480	0.675	
1. Permukaan luar			0.018		0.78
2. Atap siraf 6 mm	0.006	0.040	0.160		
3. Foam polyurethane spray insulation	0.020	0.017	1.176		

4. Udara sisi bawah atap			0.105	
5. Plaf gypsum board 8mm	0.008	0.160	0.050	
6. Permukaan dalam			0.149	
			1.658	0.603
1. Permukaan luar			0.018	0.30
2. Atap Zincalum 0,4 mm	0.0004	170.500	0.000002	
3. Foam polyurethane spray insulation	0.020	0.017	1.176	
4. Udara sisi bawah atap			0.105	
5. Plaf gypsum board 8mm	0.008	0.160	0.050	
6. Permukaan dalam			0.149	
			1.498	0.668
1. Permukaan luar			0.018	0.89
2. Genteng tanah liat 1,3 cm	0.013	0.078	0.167	
3. Foam polyurethane spray insulation	0.020	0.017	1.176	
4. Udara sisi bawah atap			0.105	
5. Plaf gypsum board 8mm	0.008	0.160	0.050	
6. Permukaan dalam			0.149	
			1.665	0.601
1. Permukaan luar			0.018	0.10
2. Genteng keramik 1.5 cm	0.015	2.000	0.008	
3. Foam polyurethane spray insulation	0.020	0.017	1.176	
4. Udara sisi bawah atap			0.105	
5. Plaf gypsum board 8mm	0.008	0.160	0.050	
6. Permukaan dalam			0.149	
			1.506	0.664

Tabel 13. Nilai Transmitan Atap miring berbagai penutup atap, plafon gybsumboard 8 mm, Insulasi Panas Foam Polyurethane Spray Insulation (lanjutan)

KONSTRUKSI	d	k	R=d/k	U=1/R	Absorbsi
	m	W/mK	m ² K/W	W/m ² K	α
1. Permukaan luar			0.018		
2. Genteng metal 0,4 mm	0.0004	15.100	0.00003		
3. Foam polyurethane spray insulation	0.020	0.017	1.176		0.30
4. Udara sisi bawah atap			0.105		
5. Plaf gypsum board 8mm	0.008	0.160	0.050		
6. Permukaan dalam			0.149		
			1.498	0.668	
1. Permukaan luar			0.018		0.86

2. Genteng beton 1.2 cm	0.012	1.250	0.010	
3. Foam polyurethane spray insulation	0.020	0.017	1.176	
4. Udara sisi bawah atap			0.105	
5. Plaf gypsum board 8mm	0.008	0.160	0.050	
6. Permukaan dalam			0.149	
			1.508	0.663
1. Permukaan luar			0.018	0.88
2. Atap bitumen onduline 0,3mm	0.0003	0.098	0.003	
3. Foam polyurethane spray insulation	0.020	0.017	1.176	
4. Udara sisi bawah atap			0.105	
5. Plaf gypsum board 8mm	0.008	0.160	0.050	
6. Permukaan dalam			0.149	
			1.501	0.666

Nilai transmitan berbagai penutup atap dengan variasi jenis insulasi panas dapat dilakukan dengan memasukkan ketebalan dan nilai konduktivitas insulasi panas yang diinginkan pada tabel diatas. Material penutup atap yang paling baik adalah yang memiliki nilai konduktivitas yang kecil sehingga paling sedikit mengalirkan panas dalam ruangan dan memiliki nilai resistan yang besar. Tipe konstruksi atap yang paling baik adalah yang paling besar nilai resistannya sehingga nilai transmitannya kecil dengan demikian panas yang dialirkan pun kecil. Namun penggunaannya juga harus disesuaikan dengan faktor ekonomis bangunan, kondisi dan fungsi bangunan yang ada. Pengurangan panas dalam bangunan juga dapat dilakukan dengan penggunaan insulasi panas pada atap sehingga dapat menaikkan nilai resistan penutup atap. Insulasi panas pada atap dapat dipasang di bawah atap atau di atas plafon. Penelitian serupa yang telah dilakukan yaitu tentang Kajian Penerapan Material Pada Selubung Bangunan Yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal Dan Visual, didapat bahwa pemilihan material berpengaruh terhadap kenyamanan termal (Prakoso dkk 2014).

5 KESIMPULAN

Merancang tipe konstruksi atap bangunan hemat energi adalah dengan memilih material penutup atap, plafon, dan insulasi atap yang memiliki nilai konduktivitas panas yang kecil dan memiliki nilai resistan yang besar sehingga sedikit mengalirkan panas. Tipe konstruksi atap yang paling baik adalah yang paling besar nilai resistannya sehingga nilai transmitannya menjadi kecil, dengan demikian panas yang dialirkan pun kecil. Jenis material penutup atap yang paling hemat energi adalah Panel Polystyrene dengan nilai konduktivitas 0.039 W/mK, nilai resistan 2.046 m²K/W dan nilai transmitan 0.489 W/m²K, untuk mengurangi nilai transmitan konstruksi atap dapat dilakukan dengan mendesain variasi tipe konstruksi. Sebagai acuan dalam merancang tipe konstruksi atap hemat energi dapat dilakukan dengan menghitung nilai perpindahan panas yang dihasilkan oleh jenis tipe konstruksi yang dibuat dengan memasukkan ketebalan dan nilai konduktivitas material pada tabel perhitungan nilai perpindahan panas.

6. SARAN

Material penutup atap, plafon, dan insulasi panas untuk atap yang dijual dipasaran sangat beragam jenis dan merk dagang dengan varian harga yang relatif kompetitif. Memilih material yang tepat untuk digunakan perlu memperhatikan fungsi dari bangunan yang dirancang dan spesifikasi produk yang akan digunakan baik secara kualitas, harga, *life time* produk dan nilai ekonomi bangunan. Diperlukan penelitian lanjutan untuk konstruksi atap datar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar dan Saito. (1995). *Penyegaran Udara, Cetakan kelima*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers*) *Handbook Committee*. (2001). *ASHRAE Fundamental HandBooks- 2001*. ASHRAE 1791 Tullie Circle. Atlanta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2001). *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung*. SNI 03-6572-2001, Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, SNI 6389:2011. Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta.
- Bradshaw V. (1993). *Building Control System, Second edition*. John wiley & Sons, Inc. New York.
- Budhyowati M.Y.N, Kindangen J.I, Tungka A.E., (2016). Analisis Faktor-faktor Yang mempengaruhi Beban penyejukan pada Bangunan yang Menggunakan Sistem Pengkondisian Udara. Daseng. Ejournal.unsrat.ac.id, <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/daseng/article/view/13505>
- Budhyowati. (2021). Desain Selubung Bangunan Untuk Bangunan Hemat Energi. Jurnal Teknik Sipil Terapan. JTST, 3(2), 221, 57 harris-67. <http://jurnal.polimdo.ac.id/>
- Dewan Energi Nasional Republik Indonesia. (2014). *Outlook Energi Indonesia 2014*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Harrisman L. (2009). *The ASHRAE Guide for Buildings in Hot & Humid Climates*. American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). *Pedoman Energi Efisiensi untuk Desain Bangunan Gedung Indonesia, Edisi Pertama*. Jakarta.
- Lovell J. (2010). *Building Envelope an Integrated Approach*. Princeton Architectural Press. New York.
- Mufida H.N, Ahsani M.S, Masturi M, Yulianti I. (2016). Peredam Panas Pada Atap Aluminium dengan menggunakan Spons Air. Prosiding Seminar Fisika (E.Journal) Volume V <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/prosidingsnf/article/view/4607/3457>
- Palm J. (2010). *Energy Efficiency*. Sciyo. Croatia.
- Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta Vol 1 berdasarkan peraturan Gubernur No 38 /2012
- Prakoso, Lamahala, dan Sentanu. (2014). Kajian Penerapan Material Pada Selubung Bangunan Yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal dan Visual. Jurnal Reka karsa Volume 2 Nomor 2. Jurusan Teknik Arsitektur Itenas.
- Sala M. (1998). *Architecture: Comfort and Energy*. Elsevier. Amsterdam.

- Satwiko. (2009). Fisika Bangunan. Andi. Yogyakarta.
- Szokolay S. V. (1980). *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*. The Construction Press. New York.
- Yuliani S, Setyaningsih W. (2018). Pengaruh Kinerja Termal pada Permukaan Atap Terhadap Efisiensi Energi Bangunan Tinggi di Daerah Tropis. *Arsitektura* vol 16 no 1 2018,hal 129-138, <https://www.researchgate.net/publication/332390596>