

**EFEKTIVITAS KOMBINASI ALUMINIUM FOIL GLASSWOOL DAN ATAP
SPANDEK SEBAGAI MATERIAL PEREDAM PANAS
PADA ATAP BANGUNAN**

PROYEK AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.) Pada
Program Studi Teknik Sipil Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



**OLEH :
RIFFO AMRIL ELIGA
NIM : 19062051**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL BANGUNAN GEDUNG

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2024

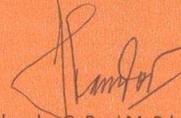
PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

EFEKTIVITAS KOMBINASI ALUMINIUM FOIL GLASSWOOL DAN ATAP SPANDEK
SEBAGAI MATERIAL PEREDAM PANAS PADA ATAP BANGUNAN

Nama : Riffo Amril Eliga
NIM : 19062051
Prodi : DIII Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 12 Februari 2024

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Drs. Iskandar G. Rani M. Pd
NIP. 19590705 198602 1 006

Mengetahui

Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNP



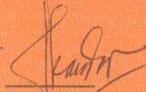
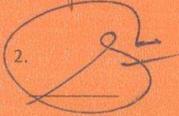
Dr. Eng. Prima Yane Putri, S.T., M.T.
NIP. 19780605 200312 2 006

PENGESAHAN PROYEK AKHIR

EFEKTIVITAS KOMBINASI ALUMINIUM FOIL GLASSWOOL DAN ATAP SPANDEK
SEBAGAI MATERIAL PEREDAM PANAS PADA ATAP BANGUNAN

Nama : Riffo Amril Eliga
NIM : 19062051
Prodi : DIII Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 12 Februari 2024

Nama	Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Iskandar G. Rani, M. Pd	1. 
2. Anggota	: Prof. Dr. M Giatman, M.SIE	2. 
3. Anggota	: Prima Zola, ST., MT.	3. 

PERSEMBAHAN

“Dengan rasa syukur yang mendalam, saya persembahkan proyek akhir ini untuk kedua orang tua, keluarga tercinta, Ibu Bapak dosen yang terhormat, dan teman-teman yang memberikan support luar biasa selama perjalanan akademis ini. Terima kasih yang mendalam kepada Ayah dan Ibu atas doa, Perjuangan dan dukungannya sehingga bisa sampai pada titik ini. Semoga karya ini tidak hanya mencerminkan rasa terima kasih saya, tetapi juga menjadi kontribusi yang bermanfaat.”



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055644, 445118 Fax. 7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RIFFO AMRIL FLUGA
NIM/TM : 19062051/2019
Program Studi : D3 TSBB
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul "EFEKTIVITAS KOMBINASI ALUMINIUM FOIL GLASSWOOL DAN ATAP SPANDEK SEBAGAI MATERIAL PEREDAM PANAS PADA ATAP BANGUNAN"

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara. Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Teknik Sipil

(Dr. Eng. Prima Yane Putri, ST., MT)
NIP. 19780605 200312 2 006

Saya yang menyatakan,



C. RIFFO AMRIL FLUGA

BIODATA

Data Diri

Nama Lengkap : Riffo Amril Eliga
Tempat/Tanggal Lahir : Malamapah, 2 Oktober 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Anak Ke : 3 (Tiga)
Jumlah Saudara : 2 (Dua)
Alamat : Malampah, Kecamatan Tigo Nagari,
Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat.
Nomor Telepon : 081220206923
Email : Riffoae@gmail.com



Riwayat Pendidikan

a. SD/MI : SD Negeri 02 Maringging
b. SMP/MTs : MTs Negeri 1 Pasaman
c. SMA/MA/SMK : SMK Negeri 1 Bukittinggi
d. Universitas : Universitas Negeri Padang

Penelitian Tindakan Kelas

Judul Proyek Akhir : EFEKTIVITAS KOMBINASI ALUMINIUM FOIL
GLASSWOOL DAN ATAP SPANDEK SEBAGAI
MATERIAL PEREDAM PANAS PADA ATAP
BANGUNAN
Tanggal Sidang : 12 Februari 2024

ABSTRAK

Riffo Amril Eliga, 2023. EFEKTIVITAS KOMBINASI ALUMINIUM FOIL GLASWOOL DAN ATAP SPANDEK SEBAGAI MATERIAL PEREDAM PANAS PADA ATAP BANGUNAN

Permasalahan penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah efektivitas kombinasi aluminium foil, glaswool, dan atap spandek sebagai material peredam panas pada atap bangunan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui seberapa efektif kombinasi material aluminium foil, glasswool, dan atap spandek sebagai material peredam panas pada atap bangunan.

Metode penelitian berupa penelitian eksperimental membandingkan suhu area sekitar dengan area yang di pasangi material peredam panas untuk mengetahui sejauh mana material ini bisa mengurangi suhu panas, dengan menggunakan dua jenis termometer untuk memastikan akurasi data. Pengukuran dilakukan berulang pada jam yang berbeda untuk mendapatkan lebih banyak data sebagai penguatan. Data pengukuran suhu yang terkumpul di rata-ratakan lalu dihitung persentasenya.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa kombinasi tersebut berhasil mengurangi suhu panas sebesar 6.21°C dengan persentase 16,29% dan $6,43^{\circ}\text{C}$ dengan presentase 17,65%. Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa kombinasi material *aluminium foil*, *glasswool*, dan atap spandek bisa menjadi solusi peredam panas pada atap bangunan.

Kata Kunci : Material Peredam Panas, Efektivitas Pengurangan Suhu

Panas.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul **“Efektivitas Kombinasi Aluminium Foil, Glaswool, dan Atap Spandek Sebagai Material Peredam Panas Pada Atap Bangunan”**. Shalawat dan salam penulis aturkan kepada nabi besar kita Muhammad SAW yang telah membawa kita kepada alam yang berilmu pengetahuan seperti saat sekarang ini.

Proyek akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak.

Untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Iskandar G. Rani M.Pd., Selaku Penguji dan Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang telah memberikan waktu untuk bimbingan, petunjuk, pengarahan dan nasihat dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. M. Giatman, MSIE Selaku Penguji yang telah memberikan masukan serta arahan untuk kesempurnaan karya penulis
3. Prima Zola, ST.,M.T Selaku Penguji yang telah memberikan masukan serta arahan untuk kesempurnaan karya penulis
4. Ibu Dr. Eng. Prima Yane Putri, S.T., M.T., Selaku Kepala Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph. D. Selaku Koordinator Prodi D III Teknik Sipil Bangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Totoh Andayono S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik

7. Bapak/ibu dosen beserta staff Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Teman-teman yang telah membantu dan memberikan support.
9. Semua pihak yang mungkin tidak disebutkan satu persatu.

Semoga semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang sesuai dari Allah SWT. Sebagai manusia yang tidak terhindar dari kesalahan dan kekurangan, Penulis menyadari bahwa dalam Proyek Akhir ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari Pembaca dalam memperbaiki kekurangan tersebut.

Padang, 12 Februari 2024

Riffo Amril Eliga

19062051

DAFTAR ISI

Halaman

PERSETUJUAN PROYEK AKHIR	
PENGESAHAN PROYEK AKHIR	
PERSEMBAHAN	
MOTTO	
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	
BIODATA	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Spesifikasi Teknis.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Atap	6
B. Sistem peredam panas pada atap (Insulasi Atap).....	6
C. Kenyamanan Termal.....	7
D. Material Peredam panas	8
1. <i>Aluminium Foil</i>	9
2. <i>Glasswool</i>	9
3. Atap Spandek	10
4. <i>Roof Mesh</i>	10
E. Alat Ukur Suhu (Termometer)	11

1.	Termometer Ruang	12
2.	Thermohygrometer Digital	12
F.	Penelitian Relevan.....	13
BAB III PROSEDUR DAN TAHAP PERHITUNGAN/RANCANGAN.....		16
A.	Metode Penelitian.....	16
B.	Lokasi Penelitian	16
C.	Waktu Penelitian.....	17
D.	Variabel Penelitian	17
E.	Sumber Data	18
1.	Data Primer.....	18
2.	Data Sekunder.....	19
F.	Rancangan Pengambilan Data	19
G.	Prosedur kerja.....	20
H.	Bagan Alur Proses Pelaksanaan Proyek Akhir	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
A.	Gambaran Umum Penelitian	27
B.	Spesifikasi Material	24
C.	Metode Pemasangan	24
D.	Pengukuran Suhu dan Analisis Data.....	26
BAB V PENUTUP		30
A.	Kesimpulan	31
B.	Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA		31
Lampiran		33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Lapisan <i>Insulasi</i>	7
Gambar 2. <i>Aluminium Foil</i>	9
Gambar 3. <i>Glasswool</i>	10
Gambar 4. Atap Spandek	10
Gambar 5. <i>Roofmesh</i>	11
Gambar 6. Termometer Ruangan.....	12
Gambar 7. Termometer Higrometer	13
Gambar 8. Lokasi Penelitian.....	17
Gambar 9. Bagan Alur Pelaksanaan Poyek Akhir.	21
Gambar 10. Area Penelitian	27
Gambar 11. Denah Area Penelitian	23
Gambar 12. Detail Area Penelitian.....	23
Gambar 13. Rangka Atap	24
Gambar 14. Pemsangan Roof mesh.....	25
Gambar 15. Pemasangan <i>Aluminium Foil</i>	25
Gambar 16. Pemasangan <i>Glasswool</i>	26
Gambar 17. Pemasangan Atap Spandek.....	26
Gambar 18. Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu.....	27
Gambar 19. Perbandingan Hasil Pengukuran Suhu.....	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Spesifikasi Material.....	24
Tabel 2. Data Pengujian.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing.....	33
Lampiran 2. Lembar Konsultasi dengan Dosen Pembimbing.....	34
Lampiran 3. Surat Tugas Ujian Proyek Akhir	35
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	36

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanasan global saat ini memberikan dampak yang bervariasi terhadap kehidupan manusia, terutama dalam konteks kenyamanan termal di dalam bangunan. Kenaikan suhu udara memengaruhi zona nyaman manusia dalam ruang bangunan. Dalam memenuhi kebutuhan manusia, bangunan harus memenuhi standar zona kenyamanan termal, yang erat kaitannya dengan penggunaan isolasi termal. Faktor-faktor tertentu memengaruhi tingkat kenyamanan termal di dalam bangunan, dan penggunaan isolasi termal menjadi kunci dalam mengatasi masalah panas, khususnya pada bangunan tropis yang terpapar intensitas sinar matahari tinggi. Perkembangan bangunan bertujuan mengatasi masalah ini dengan pemasangan isolator termal pada atap, berperan sebagai penghalang perpindahan panas dari luar ke dalam dan sebaliknya. Dengan demikian, penggunaan isolasi termal membantu meminimalkan dampak panas matahari pada bangunan, menjaga suhu ruangan tetap dalam kisaran yang nyaman (Lisa & Zuraihan, 2014).

ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) menetapkan standar kenyamanan untuk bangunan rumah dengan batas temperatur efektif sekitar 23-27°C dan kelembaban udara sekitar 50-60%. Namun, di Indonesia, temperatur udara umumnya tinggi, berkisar antara 24-34°C dengan kelembaban udara mencapai 60-90%, terutama karena tingginya radiasi matahari. Kondisi ini mendorong penggunaan mesin pendingin dan meningkatkan konsumsi listrik untuk mendapatkan kenyamanan termal. Atap, sebagai area yang langsung terkena radiasi matahari, memiliki peran besar dalam menentukan kondisi interior bangunan. Untuk mencapai kenyamanan termal tanpa mengandalkan terlalu banyak pada pendingin udara, perlu dilakukan modifikasi pada atap bangunan (ST. et al., 2015).

Dikutip dalam (Budhyowati, 2022) Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mengatakan bangunan menimbulkan beban lingkungan yang signifikan. Bangunan menyumbang 50% dari total belanja energi di Indonesia. Lebih dari 70% listrik dikonsumsi dan sekitar 50% digunakan selama pengoperasian sistem pendingin udara (Komisi Energi Nasional Republik Indonesia, 2012; Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2014). Sejalan dengan hasil studi yang dilakukan oleh Mintogoro (1999) dan Sugijanto (1989) di kutip dalam (W. O. Alfian, 2018) EECHI (*Energy Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia*) juga menjelaskan umumnya bangunan di negara tropis seperti Indonesia paling banyak menggunakan energi untuk sistem tata udara, yakni sekitar 45% - 70%.

Kondisi ini menegaskan betapa pentingnya pemilihan material dan jenis konstruksi atap yang tepat guna mencapai efektivitas dan efisiensi dalam mengurangi panas yang masuk ke dalam rumah melalui atap bangunan. Seiring dengan itu, peraturan yang kini berlaku menuntut ketaatan dari para perancang bangunan, yang harus menghitung nilai keseluruhan panas yang memasuki bangunan sesuai dengan standar SNI, terutama SNI 03-6572-2001 (Badan Standar Nasional, 2001; 2011) (Budhyowati, 2022).

Upaya mitigasi terhadap masalah ini telah menghasilkan pendekatan dengan menggunakan kombinasi *aluminium foil*, *glasswool*, dan atap spandek dalam sistem atap bangunan. *Aluminium foil* meredam radiasi panas matahari, *glasswool* menjadi isolasi termal unggul untuk mengatasi perpindahan panas melalui konduksi, dan atap spandek mempunyai daya serap yang tinggi terhadap paparan sinar matahari. Selain sebagai peredam panas kombinasi material ini sebenarnya juga berfungsi sebagai peredam suara namun pada penelitian ini hanya di fokuskan pada fungsinya sebagai peredam panas. Kombinasi strategis

ketiganya diharapkan memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan penggunaan material ini secara terpisah.

Namun, walau konsep ini telah diterapkan dalam praktik konstruksi, perlunya evaluasi mendalam tentang efektivitas nyata dari gabungan *aluminium foil* dan *glasswool* tetap menjadi sebuah keharusan. Faktor-faktor kritis seperti spesifikasi material dan metode pemasangan dianggap penting untuk diperhatikan dalam menentukan performa sebenarnya dari material peredam panas ini. Oleh karena itu, penyelidikan ilmiah yang cermat dan terarah menjadi sangat penting guna memberikan landasan pengetahuan yang kokoh dan rekomendasi praktis bagi para arsitek dan pengembang bangunan dalam memilih dan mengaplikasikan solusi peredam panas yang optimal.

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi yang akurat mengenai dampak penggabungan *aluminium foil*, *glasswool*, dan atap spandek terhadap peredaman panas. Hasil dari penelitian ini diharapkan akan memberikan saran yang praktis dan di dukung oleh data ilmiah kepada pemilik bangunan, arsitek, dan pengembang. Informasi ini akan membantu dalam memilih material peredam panas yang paling efektif dan ramah lingkungan, sesuai dengan tujuan keberlanjutan dan kenyamanan dalam bangunan.

B. Batasan Masalah

Dalam rangka mencapai tujuan penelitian ini, beberapa batasan masalah telah ditetapkan untuk memfokuskan lingkup penelitian:

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek pembangunan gedung pusat informasi dan perpustakaan Universitas Negeri Padang, yang berlokasi di Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25171.

2. Fokus pada Kombinasi *Aluminium Foil*, *Glasswool*, dan Atap Spandek

Penelitian ini akan secara spesifik memusatkan perhatian pada penggunaan kombinasi *aluminium foil*, *glasswool* dan atap spandek sebagai bahan peredam panas dalam struktur atap bangunan. Penelitian ini tidak akan mempertimbangkan pemanfaatan bahan peredam panas lainnya atau variasi kombinasi material yang berbeda.

3. Spesifikasi Bahan dan Metode Pemasangan

Penelitian ini akan memberikan rincian mengenai spesifikasi bahan *aluminium foil*, *glasswool*, dan atap spandek yang akan digunakan. Selain itu, langkah-langkah pemasangan bahan-bahan ini akan diuraikan secara terperinci.

4. Evaluasi Efektivitas dalam Meredam Panas

Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana kombinasi bahan *aluminium foil*, *glasswool* dan atap spandek efisien dalam meredam panas. Evaluasi ini akan dilakukan melalui perbandingan dengan area sekitarnya yang tidak menggunakan bahan peredam panas tersebut.

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui seberapa efektif kombinasi material aluminium foil, glasswool, dan atap spandek sebagai peredam panas pada atap bangunan.
2. Memberikan informasi mendalam tentang sistem peredam panas ini sebagai bahan perbandingan dengan material peredam panas lainnya untuk menjadi solusi meningkatkan kenyamanan termal dalam bangunan.

D. Manfaat Penelitian

1. Kontribusi pada Pengetahuan

Penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang efektivitas kombinasi *aluminium foil*, *glasswool*

dan atap spandek sebagai material peredam panas. Hasil penelitian ini akan berkontribusi pada pemahaman umum tentang kinerja material peredam panas ini dan akan memberikan sumbangan pada keilmuan khususnya di bidang Teknik Sipil.

2. Pedoman Perencanaan

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi perencana dan pengembang bangunan dalam memilih material peredam panas yang paling sesuai untuk proyek mereka. Ini membantu menginformasikan keputusan perancangan yang lebih baik.

3. Efisiensi Energi Listrik

Dengan mengidentifikasi material peredam panas yang efektif, bangunan dapat lebih efisien dalam mengelola panas, mengurangi kebutuhan untuk pendingin udara sehingga bisa menghemat energi.

4. Menciptakan Kenyamanan Interior

Hasil penelitian ini bisa menjadi tolak ukur dalam pemilihan material peredam panas yang efektif. Dengan menggunakan material peredam panas yang efektif, suhu dalam bangunan dapat dikurangi, menciptakan kenyamanan bagi penghuni dan pengguna bangunan.

E. Spesifikasi Teknis

Spesifikasi teknis yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi:

3. Karakteristik *aluminium foil*, *glasswool*, dan atap spandek
4. Metode pemasangan kombinasi material peredam panas ini pada konstruksi atap
5. Pengukur perbandingan suhu antara area yang menggunakan bahan pelindung panas dan area terbuka di sekitar atap

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Atap

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), atap merupakan penutup rumah (bangunan) sebelah atas; benda yang dipakai untuk menutup atas rumah. Atap merupakan suatu bagian bangunan yang berfungsi untuk melindungi seluruh ruang di bawahnya dari panas, hujan, angin, dan debu (Rahayu & Manalu, 2015). Atap tidak hanya berperan sebagai pelindung, tetapi juga memainkan peran penting dalam meningkatkan nilai estetika suatu bangunan. Berbagai bentuk atap yang menarik dapat memberikan tampilan indah pada bangunan, sementara pilihan bahan atap yang beragam memungkinkan penyesuaian dengan kebutuhan khusus (Sola Gratia Br Ginting, 2022).

Dalam memilih atap yang cocok untuk suatu bangunan, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu kondisi iklim sekitar, bentuk dan bahan atap, serta besarnya biaya *overhead* yang dibutuhkan.

Pemilihan bentuk dan material atap harus sesuai dengan struktur yang akan dibangun. Menurut Nila Rury (2015), fungsi atap bangunan dibedakan menjadi beberapa poin penting yaitu:

1. Sebagai penahan/pelindung terhadap panas matahari
2. Sebagai penahan/pelindung terhadap hujan dan air
3. Sebagai bantalan/pelindung dari hembusan angin

B. Sistem peredam panas pada atap (Insulasi Atap)

Sistem insulasi atap adalah suatu benda yang dirancang untuk mengurangi panas dari atap, Insulasi atap membuat ruangan di bawahnya lebih sejuk dari biasanya (Crystallography, 2016). Atap mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap perolehan panas suatu bangunan sekitar 70%. Sebagai komponen utama, atap merupakan faktor utama dalam mengurangi konsumsi energi sebuah bangunan, karena atap