



STUDI EFEKTIVITAS PELAPIS PENOLAK PANAS PADA ATAP METAL DALAM MENURUNKAN SUHU RUANGAN UNTUK MENDUKUNG UPAYA MITIGASI PEMANASAN GLOBAL

Edison Manurung¹, Samudra Sinulingga²
Universitas Mpu Tantular^{1,2}

E-mail: edisonmanurung2010@yahoo.com¹, samudra.sinulingga@gmail.com¹

ABSTRACT

The increase in global air temperature due to climate change has become a serious challenge to thermal comfort in buildings located in tropical regions. One of the most affected materials is metal roofing, particularly galvalume, which has high thermal conductivity and easily absorbs solar radiation, leading to increased indoor temperatures. This condition drives intensive use of air conditioning and consequently raises electricity consumption. This study aims to evaluate the performance of a heat-reflective coating product, Heatgard by Aquaproof, in reducing the surface temperature of metal roofs and its impact on indoor temperature and cooling energy consumption. The research was conducted on a residential building located in Cluster Mutiara Paninggilan, Tangerang City, focusing on a 20 m² second-floor bedroom as the test area. Measurements were carried out for three consecutive days before and three days after applying two coating layers of Heatgard. Data were collected through roof surface temperature measurement using FLIR E6 Pro Thermal Imaging, indoor temperature monitoring with a Data Logger, and air conditioner electricity consumption recorded through a dedicated prepaid meter. The study is expected to demonstrate a roof surface temperature reduction of 10-15°C, a room temperature decrease of 2-4°C, and cooling energy savings of 10-20%. These findings are expected to provide empirical evidence supporting the application of reflective coating technology in tropical buildings as a practical solution to improve energy efficiency and mitigate global warming.

Keywords: Heat-reflective coating, metal roof, energy efficiency, indoor temperature, global warming mitigation.

ABSTRAK

Peningkatan suhu udara akibat pemanasan global menjadi tantangan serius bagi kenyamanan termal bangunan di wilayah tropis. Salah satu material bangunan yang paling terpengaruh adalah atap metal, khususnya jenis galvalume, yang memiliki konduktivitas panas tinggi sehingga mudah menyerap radiasi matahari dan meningkatkan suhu ruang dalam. Kondisi ini mendorong penggunaan pendingin udara secara intensif dan

Article History

Received: Januari 2026

Reviewed: Januari 2026

Published: Januari 2026

Plagiarism Checker No
235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed
under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



berdampak pada peningkatan konsumsi energi listrik. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja pelapis penolak panas (*heat-reflective coating*) merek Heatgard by Aquaproof dalam menurunkan suhu permukaan atap metal serta pengaruhnya terhadap suhu ruangan dan konsumsi energi pendinginan. Penelitian dilakukan pada rumah tinggal di Cluster Mutiara Paninggilan, Kota Tangerang, dengan fokus pengukuran pada kamar tidur lantai dua seluas 20 m². Pengukuran dilakukan selama tiga hari sebelum dan tiga hari sesudah aplikasi dua lapis pelapis Heatgard. Data dikumpulkan melalui pengukuran suhu permukaan atap menggunakan *FLIR E6 Pro Thermal Imaging*, suhu ruangan menggunakan *Data Logger*, serta konsumsi listrik AC melalui meteran token khusus ruangan. Hasil penelitian diharapkan menunjukkan penurunan suhu atap sebesar 10-15°C, suhu ruangan sebesar 2-4°C, serta penghematan energi listrik sebesar 10-20%. Temuan ini diharapkan memberikan dasar empiris bagi penerapan teknologi pelapis reflektif pada bangunan tropis sebagai solusi peningkatan efisiensi energi dan mitigasi pemanasan global.

Kata Kunci: Pelapis penolak panas, atap metal, efisiensi energi, suhu ruangan, mitigasi pemanasan global.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan temperatur global yang terjadi dalam beberapa dekade terakhir memberikan dampak nyata terhadap kondisi termal bangunan, khususnya di wilayah urban.¹ Pada lingkungan perkotaan, fenomena *Urban Heat Island (UHI)* mempercepat akumulasi panas karena tingginya densitas bangunan, minimnya vegetasi, serta penggunaan material konstruksi yang memiliki kemampuan menyerap panas tinggi. Salah satu material yang paling berkontribusi adalah atap metal, seperti spandek atau galvalume, yang secara umum memiliki konduktivitas termal tinggi sehingga mudah menerima radiasi matahari dan mentransfernya ke ruang dalam.

Situasi ini mendorong meningkatnya kebutuhan akan pendingin udara, yang pada gilirannya menambah konsumsi energi listrik dan memicu emisi karbon.² Salah satu pendekatan yang berkembang untuk mengurangi beban panas pada bangunan adalah penggunaan pelapis penolak panas (*heat-reflective coating*). Pelapis ini dirancang untuk meningkatkan daya pantul cahaya matahari (*solar reflectance*) serta mempercepat pelepasan

¹ Santamouris, M. (2016). *Cooling the Cities: Urban Heat Island and Mitigation Techniques*. Elsevier.

² Suehrcke, H., Peterson, E. L., & Selby, N. (2008). Effect of roof solar reflectance on the building heat gain in a hot climate. *Energy and Buildings*, 40(12), 2224–2235.



panas melalui sifat *thermal emissivity* yang tinggi, sehingga panas yang terserap bangunan dapat ditekan secara signifikan.

Meski teknologi ini telah banyak digunakan, efektivitasnya dapat berbeda berdasarkan kondisi iklim tropis, tingkat radiasi surya, kualitas material pelapis, serta teknik aplikasinya. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian berbasis data lapangan yang dapat menggambarkan kinerja aktual pelapis penolak panas pada atap metal di lingkungan tropis Indonesia.

Penelitian ini menjadi penting tidak hanya untuk meningkatkan performa kenyamanan termal bangunan, tetapi juga sebagai salah satu strategi mitigasi pemanasan global melalui pengurangan konsumsi energi pendinginan.³

Penelitian ini mengambil objek pada rumah tinggal di Cluster Mutiara Paninggilan, Blok B4-121, Paninggilan, Ciledug, Kota Tangerang, yang menggunakan atap metal galvalume 0,4 mm. Ruangan yang menjadi fokus pengujian adalah kamar tidur lantai dua (luas 20 m²), yakni ruang dengan paparan panas paling tinggi terhadap radiasi matahari.

Melalui pengukuran suhu permukaan atap menggunakan *FLIR E6 Pro Thermal Imaging*, pencatatan suhu ruangan menggunakan *Data Logger*, dan monitoring penggunaan listrik AC melalui meteran token, penelitian ini akan menganalisis perbandingan kondisi sebelum dan sesudah aplikasi *Heatgard* dalam periode pengukuran yang sama.

Hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi terhadap pemahaman efektivitas pelapis penolak panas dalam meningkatkan kenyamanan termal serta mendukung pengurangan konsumsi energi listrik sebagai bagian dari upaya mitigasi pemanasan global.

1.2 Rumusan Masalah

1. Seberapa besar penurunan suhu permukaan atap metal setelah aplikasi pelapis penolak panas?
2. Bagaimana perubahan suhu ruangan sebelum dan sesudah aplikasi pelapis penolak panas?
3. Berapa besar penghematan energi listrik AC akibat penurunan suhu ruangan?
4. Seberapa efektif penggunaan teknologi pelapis penolak panas dalam konteks mitigasi pemanasan global?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengukur penurunan suhu permukaan atap metal sebelum dan sesudah aplikasi pelapis penolak panas.

³ Levinson, R., & Akbari, H. (2010). *Potential benefits of cool roofs on commercial buildings: conserving energy, saving money, and reducing emission of greenhouse gases and air pollutants*. *Energy Efficiency*, 3, 53–109.



2. Menganalisis perbedaan suhu ruangan dengan metode pengukuran menggunakan data logger.
3. Menghitung perubahan konsumsi energi listrik AC selama periode pengujian.
4. Menilai efektivitas penggunaan pelapis penolak panas sebagai teknologi bahan bangunan yang dapat mendukung upaya efisiensi energi dan mitigasi pemanasan global.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademik
 - 1) Menambah referensi ilmiah tentang teknologi pelapis penolak panas pada bangunan.
 - 2) Mendukung kajian penggunaan material ramah lingkungan dalam konstruksi.
2. Manfaat Praktis
 - 1) Memberikan rekomendasi kepada masyarakat mengenai solusi pengendalian panas ruangan.
 - 2) Menjadi bahan evaluasi untuk industri bangunan terkait efisiensi energi.
 - 3) Memberikan pertimbangan teknis pada perencana, kontraktor, dan pemilik bangunan.

1.5 Batasan Penelitian

1. Pengukuran dilakukan hanya pada satu unit rumah tinggal.
2. Objek pengukuran suhu ruangan difokuskan pada satu kamar tidur lantai 2.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pemanasan Global dan Dampaknya pada Bangunan

Pemanasan global merupakan fenomena meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi akibat akumulasi gas rumah kaca seperti CO₂, CH₄, dan N₂O di atmosfer.⁴ Peningkatan suhu global memperburuk kondisi termal di kawasan perkotaan yang padat, memperbesar kebutuhan pendinginan buatan, serta meningkatkan konsumsi energi listrik.⁵

Fenomena pemanasan global juga memperkuat efek *Urban Heat Island (UHI)*, yaitu kondisi di mana suhu udara di wilayah perkotaan lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya. Efek *UHI* di kota-kota Asia dapat mencapai 2-6°C, terutama karena tingginya kepadatan bangunan, kurangnya vegetasi, dan penggunaan material dengan daya serap panas tinggi.

⁴ Akbari, H., Menon, S., & Rosenfeld, A. (2009). *Global cooling: Increasing worldwide urban albedos to offset CO₂*. *Climatic Change*, 94, 275–286.

⁵ Santamouris, M. (2016). *Cooling the Cities: Urban Heat Island and Mitigation Techniques*. Elsevier.

Selain berdampak pada kenyamanan termal, fenomena ini juga menyebabkan peningkatan beban pendinginan dan mempercepat degradasi lingkungan akibat konsumsi energi berlebih. Dalam konteks bangunan tropis, pengendalian panas eksternal menjadi strategi kunci dalam mencapai efisiensi energi.⁶



Gambar 1: Skema prinsip kerja atap konvensional, reflektif, dan emisif terhadap radiasi surya. (Sumber: <https://www.mcelroymetal.com>)

2.2 Urban Heat Island (UHI)

Urban Heat Island (UHI) adalah fenomena meningkatnya suhu udara di wilayah urban akibat tingginya emisi panas dan rendahnya nilai albedo permukaan.⁷ Permukaan kota yang didominasi oleh aspal dan atap logam menyerap lebih banyak radiasi surya dibandingkan area yang memiliki vegetasi alami. Menurut laporan *Environmental Protection Agency* (EPA), perbedaan suhu antara area urban dan rural dapat mencapai 7°C pada siang hari di daerah beriklim panas.⁸

Penelitian oleh Santamouris (2015) menunjukkan bahwa penggunaan material berdaya pantul tinggi (*cool materials*) mampu menurunkan suhu udara sekitar hingga 1-2°C dan mengurangi kebutuhan energi pendinginan. Kajian lain oleh Akbari dan Levinson (2008) menemukan bahwa peningkatan nilai albedo pada permukaan atap perkotaan dapat menurunkan suhu permukaan hingga 35°C pada siang hari.

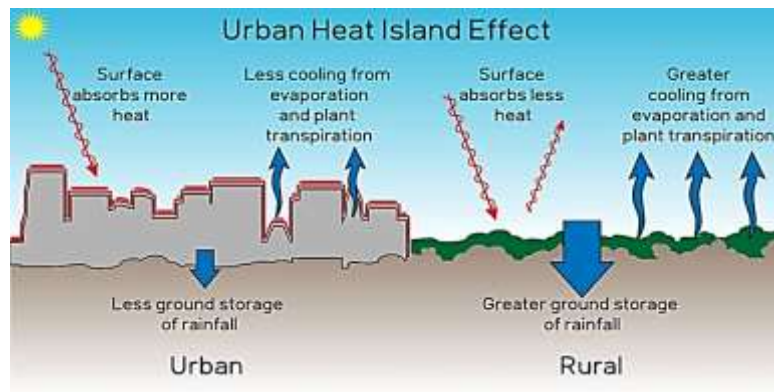
Dengan demikian, pengendalian radiasi termal melalui penerapan material reflektif seperti cat penolak panas (*heat-reflective coating*) menjadi salah satu solusi efektif untuk mitigasi fenomena *Urban Heat Island* di lingkungan tropis.⁹

⁶ Kolokotsa, D., Santamouris, M., & Zerefos, S. (2013). Heat-related building performance and urban heat island mitigation using cool materials. *Energy and Buildings*, 55, 10–20.

⁷ Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates* (2nd ed.). Routledge.

⁸ Environmental Protection Agency (EPA). (2018). *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. U.S. Environmental Protection Agency.

⁹ Akbari, H., & Levinson, R. (2008). Evolution of cool-roof standards in the United States. *Advances in Building Energy Research*, 2(1), 1–32. <https://doi.org/10.1080/17512549.2008.9650053>



Gambar 2: Mekanisme Terjadinya Urban Heat Island Effect (Sumber: <https://skepticalscience.com>)

2.3 Material Atap Metal Galvalume

Atap metal galvalume banyak digunakan pada bangunan di Indonesia karena memiliki sifat ringan, kuat, dan tahan terhadap korosi. Komposisi dasarnya terdiri dari 55% aluminium, 43,5% seng, dan 1,5% silikon yang berfungsi memberikan perlindungan terhadap oksidasi. Meskipun demikian, material ini memiliki konduktivitas panas yang cukup tinggi (sekitar 205 W/mK), sehingga mudah menyerap panas dari radiasi matahari dan meningkatkan suhu ruang dalam.¹⁰

Santoso dan Wardhana (2016) menjelaskan bahwa jenis serta warna atap memiliki pengaruh signifikan terhadap suhu ruangan. Atap berwarna gelap atau logam tanpa pelapis dapat mencapai suhu lebih dari 60°C pada siang hari, sehingga meningkatkan beban pendinginan serta mempercepat degradasi termal pada bangunan.¹¹

Menurut *Standar Nasional Indonesia* (SNI) 03-6389-2011 tentang *Konservasi Energi pada Selubung Bangunan Gedung*, material penutup atap direkomendasikan memiliki tingkat reflektansi tinggi dan konduktivitas termal rendah untuk mengurangi panas yang masuk ke ruang dalam.¹²

¹⁰ Hadihardaja, I. K., & Salim, M. (2018). Pengaruh warna dan material atap terhadap peningkatan temperatur ruang dalam. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(2), 89–96.

¹¹ Santoso, H., & Wardhana, I. (2016). Studi karakteristik termal atap metal dan pengaruhnya terhadap kenyamanan ruang. *Media Teknik Sipil*, 14(2), 99–107.

¹² Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2011). *SNI 03-6389-2011: Konservasi Energi pada Selubung Bangunan Gedung*. BSN Indonesia.



Gambar 3: Lembaran galvanis yang dilapisi bonder dan pernis (Sumber: <https://steelscape.com>)



Gambar 4: Atap metal galvalume berwarna terang untuk mengurangi penyerapan panas. (Sumber: <https://dekoruma.com>)

2.4 Pelapis Penolak Panas (Heat Reflective Coating)

Pelapis penolak panas merupakan lapisan cat berbasis akrilik atau polimer yang mengandung *microsphere* reflektif untuk memantulkan radiasi inframerah dan ultraviolet dari sinar matahari.¹³ Prinsip kerja pelapis ini melibatkan tiga mekanisme utama, yaitu:

Solar Reflectance, kemampuan memantulkan radiasi matahari;

Thermal Emissivity, kemampuan memancarkan panas yang terserap; dan

Thermal Resistance, kemampuan menghambat perpindahan panas konduktif.

Berdahl dan Bretz (1997) menyatakan bahwa peningkatan nilai reflektansi sebesar 0,25 dapat menurunkan suhu permukaan atap hingga 10-15°C.¹⁴ Sementara itu, Hidayati dan Putra

¹³ Anwar, A., & Gunawan, H. (2017). Analisis penggunaan cat pelapis reflektif terhadap temperatur ruang pada bangunan bertingkat. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 13(2), 105–114.

¹⁴ Berdahl, P., & Bretz, S. E. (1997). Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials. *Energy and Buildings*, 25(2), 149–158.

(2019) menemukan bahwa penggunaan cat reflektif pada atap seng rumah tinggal mampu menurunkan suhu ruang dalam sebesar 2-4°C.¹⁵

Hasil penelitian serupa dilakukan oleh Lubis dan Siregar (2020), yang mencatat penurunan suhu permukaan atap metal sebesar 15-25°C di iklim tropis Indonesia.¹⁶ Selain itu, Kholil dan Ramadhan (2022) menunjukkan bahwa pelapis penolak panas tropis mampu menurunkan suhu ruang sebesar 2-6°C serta menghemat energi pendinginan hingga 15%.¹⁷

Secara global, Zingre et al. (2015) menemukan bahwa penggunaan *cool roof coatings* dapat mengurangi konsumsi energi pendinginan hingga 25%,¹⁸ sedangkan Levinson dan Akbari (2010) melaporkan bahwa penerapan pelapis reflektif pada bangunan komersial dapat menghemat biaya energi tahunan sebesar 10-20%.¹⁹



Gambar 5: Aplikasi Heatgrad dengan menggunakan roll (Sumber: Foto sendiri mencoba aplikasi Heatgrad dengan roll pada permukaan beton)

Efisiensi energi dalam bangunan tropis dicapai melalui strategi pasif seperti peningkatan reflektansi atap, ventilasi alami, dan pemilihan material bangunan dengan daya hantar panas rendah.²⁰ Penerapan prinsip konservasi energi ini diatur dalam SNI 03-6389-2011 dan SNI 03-2396-2015, yang menekankan pentingnya pengendalian panas melalui desain selubung bangunan.²¹

¹⁵ Hidayati, N., & Putra, A. (2019). Pengaruh penggunaan cat reflektif terhadap pengurangan panas pada atap seng rumah tinggal. *Jurnal Permukiman*, 14(1), 35–42.

¹⁶ Lubis, R., & Siregar, J. (2020). Analisis suhu permukaan atap menggunakan coating penolak panas sebagai upaya konservasi energi. *Jurnal Teknik Mesin dan Energi*, 6(3), 140–148.

¹⁷ Kholil, M., & Ramadhan, A. (2022). Efektivitas cat penolak panas pada atap rumah terhadap suhu ruangan di daerah iklim tropis. *Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, 11(2), 120–128.

¹⁸ Zingre, K. T., Wan, M. P., Toh, M. L., & Choo, F. H. (2015). Reducing air-conditioning energy usage in buildings using cool roof coatings. *Applied Energy*, 144, 241–257.

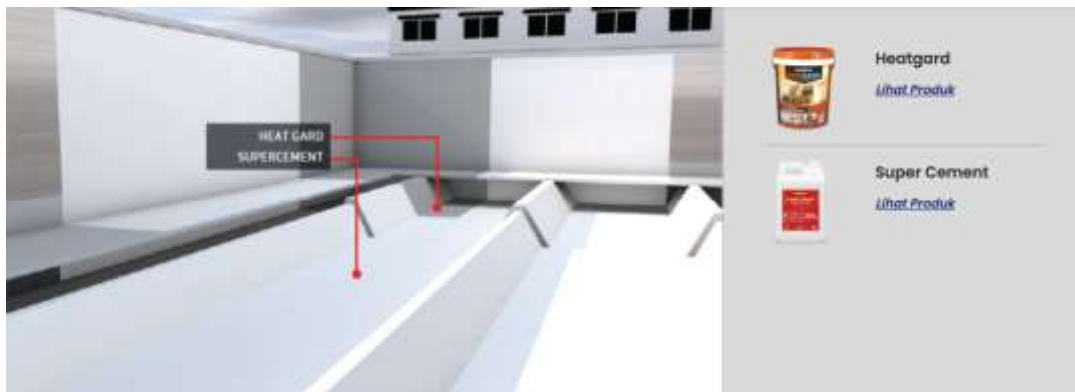
¹⁹ Levinson, R., & Akbari, H. (2010). Potential benefits of cool roofs on commercial buildings: conserving energy, saving money, and reducing emission of greenhouse gases and air pollutants. *Energy Efficiency*, 3, 53–109.

²⁰ Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2011). SNI 03-6389-2011: Konservasi Energi pada Selubung Bangunan Gedung. BSN Indonesia.

²¹ Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2017). Pedoman Bangunan Gedung Hijau (BGH) untuk Bangunan Gedung. Direktorat Jenderal Cipta Karya.

Dewi & Yuliana (2020) menunjukkan bahwa penggunaan pelapis reflektif pada rumah tinggal di iklim tropis lembap mampu menurunkan beban pendinginan hingga 20%.²² Demikian pula, Nugroho & Widyastuti (2021) melaporkan bahwa strategi desain pasif berbasis reflektifitas material dapat menghemat energi listrik 10-15% tanpa mengurangi kenyamanan termal.²³

Dengan demikian, penerapan cat reflektif seperti *Heatgard by Aquaproof* merupakan bagian dari strategi bangunan hijau (*green building*) yang selaras dengan kebijakan efisiensi energi nasional.



Gambar 5: Aplikasi Heatgrad pada permukaan atap metal, dilakukan pemasangan primer "Supercement" untuk meningkatkan daya rekat terhadap permukaan atap metal (Sumber: www.aquaproof.co.id)

2.5 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Hasil Utama
1	Akbari & Levinson	2008	Pengembangan <i>cool roof standards</i> di Amerika Serikat	Peningkatan albedo atap dapat menurunkan suhu permukaan hingga 25–35°C, dan menghemat energi pendinginan secara signifikan.
2	Hidayati & Putra	2019	Penggunaan cat reflektif pada atap seng rumah tinggal di iklim tropis	Penurunan suhu ruang dalam sebesar 2–4°C, meningkatkan kenyamanan termal penghuni.
3	Lubis & Siregar	2020	Pengujian <i>heat-reflective coating</i> pada atap metal di Indonesia	Penurunan suhu permukaan atap sebesar 15–25°C setelah aplikasi dua lapis pelapis reflektif.
4	Kholil & Ramadhan	2022	Analisis efektivitas cat penolak panas tropis	Penurunan suhu ruang sebesar 2–6°C dan efisiensi energi pendinginan hingga 15%.

²² Dewi, C., & Yuliana, W. (2020). *Studi efisiensi energi pada bangunan rumah tinggal di iklim tropis lembap*. *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 3(1), 45–58.

²³ Nugroho, A. M., & Widyastuti, T. (2021). *Strategi desain pasif untuk penghematan energi pada bangunan rumah tinggal di Indonesia*. *Jurnal Riset Arsitektur*, 8(2), 77–85.



No	Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Hasil Utama
5	Lee	2019	Pemodelan energi bangunan dengan material reflektif	Simulasi menunjukkan penghematan energi pendinginan sebesar 10–20% tergantung nilai reflektansi.
6	Dewi & Yuliana	2020	Efisiensi energi bangunan rumah tropis lembap	Penerapan desain pasif dan material reflektif menghasilkan penghematan listrik 15–20% per tahun.

Dari hasil penelitian terdahulu tersebut dapat disimpulkan bahwa **penerapan pelapis reflektif** memiliki pengaruh signifikan terhadap penurunan suhu permukaan atap dan suhu ruang dalam. **Lubis dan Siregar (2020)** serta **Kholil dan Ramadhan (2022)** membuktikan bahwa pelapis tropis mampu menurunkan suhu ruangan hingga 6°C , sedangkan **Hidayati dan Putra (2019)** menegaskan adanya peningkatan kenyamanan termal pada rumah tinggal sederhana.²⁴

Sementara itu, hasil studi internasional oleh **Akbari dan Levinson (2008)** serta **Levinson dan Akbari (2010)** memperkuat bahwa *cool roof coatings* berkontribusi terhadap pengurangan konsumsi energi pendinginan hingga **25%**.²⁵ Temuan ini menunjukkan konsistensi antara hasil penelitian global dan kondisi tropis di Indonesia, sehingga memperkuat dasar ilmiah penerapan pelapis penolak panas pada bangunan tropis beriklim lembap.

Dengan demikian, penelitian ini akan melanjutkan arah kajian sebelumnya dengan **pendekatan eksperimental lapangan** untuk memperoleh data empiris langsung mengenai perubahan suhu permukaan, suhu ruangan, dan konsumsi energi listrik setelah penerapan pelapis penolak panas.²⁶

²⁴ Lubis, R., & Siregar, J. (2020). Analisis suhu permukaan atap menggunakan coating penolak panas sebagai upaya konservasi energi. *Jurnal Teknik Mesin dan Energi*, 6(3), 140–148.*

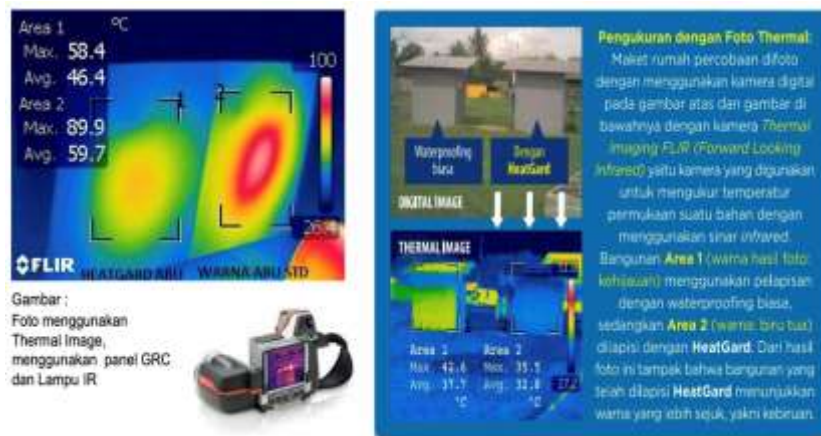
Kholil, M., & Ramadhan, A. (2022). Efektivitas cat penolak panas pada atap rumah terhadap suhu ruangan di daerah iklim tropis. *Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, 11(2), 120–128.*

Hidayati, N., & Putra, A. (2019). Pengaruh penggunaan cat reflektif terhadap pengurangan panas pada atap seng rumah tinggal. *Jurnal Permukiman*, 14(1), 35–42.*

²⁵ Akbari, H., & Levinson, R. (2008). Evolution of cool-roof standards in the United States. *Advances in Building Energy Research*, 2(1), 1–32.*

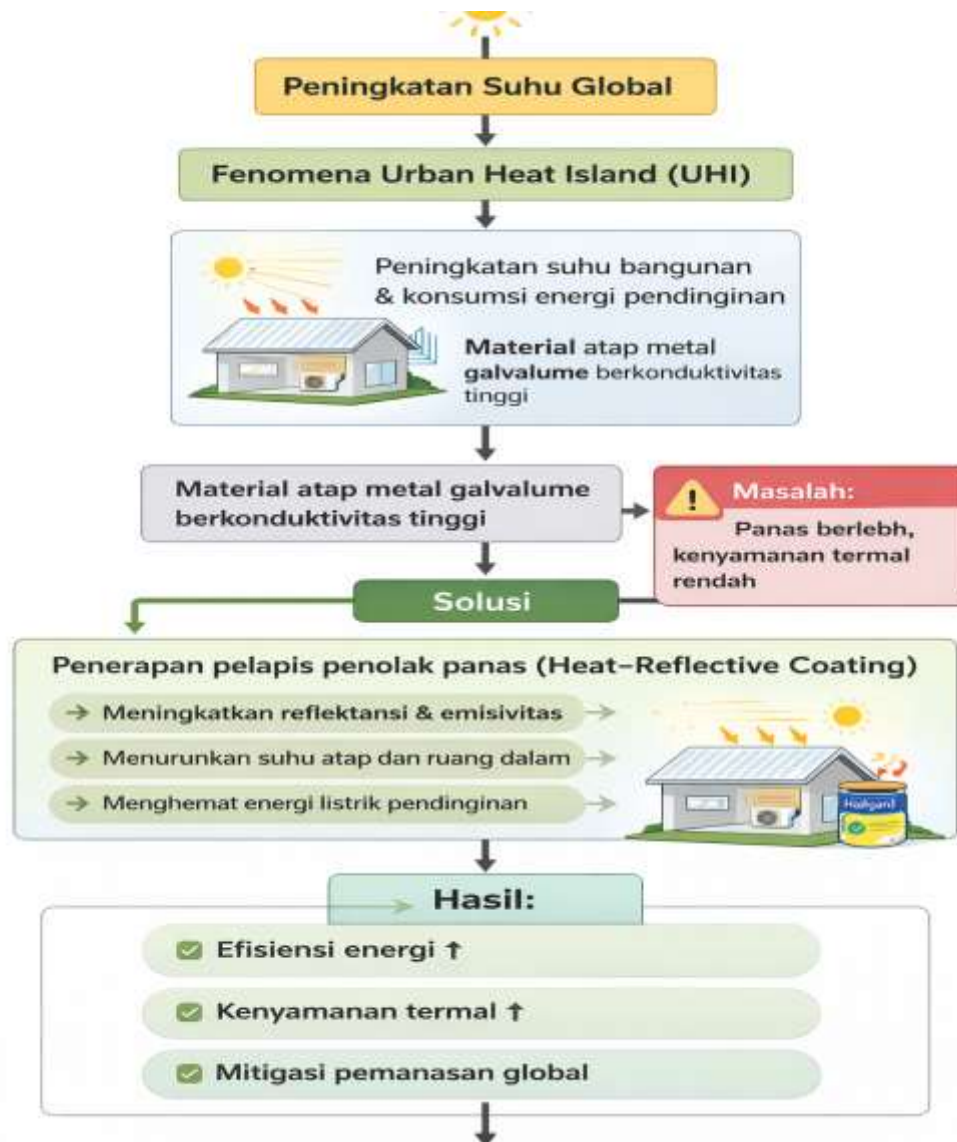
Levinson, R., & Akbari, H. (2010). Potential benefits of cool roofs on commercial buildings: conserving energy, saving money, and reducing emission of greenhouse gases. *Energy Efficiency*, 3, 53–109.*

²⁶ Berdasarkan sintesis hasil penelitian terdahulu, pendekatan ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan data empiris mengenai efektivitas pelapis penolak panas pada kondisi iklim tropis Indonesia.



Gambar 6: Hasil perbandingan menggunakan Heatgard dan tanpa Heatgard pengujian dan pengukuran temperature ruangan dan permukaan dengan menggunakan thermal image. (Sumber: www.aquaproof.co.id)

2.6 Kerangka Berpikir



Gambar 6: Kerangka berfikir penelitian

Keterangan

Kerangka berpikir ini menegaskan hubungan **kausal dan logis** antara penyebab (radiasi panas dan material atap konduktif tinggi) dan akibat (kenaikan suhu ruang), serta solusi berbasis **pelapis reflektif** sebagai variabel independen yang diuji terhadap **perubahan suhu dan konsumsi energi** sebagai variabel dependen.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan (field experiment) dengan pendekatan kuantitatif. Variabel bebas adalah aplikasi pelapis penolak panas Heatgard, sedangkan variabel terikat mencakup suhu permukaan atap, suhu ruangan, dan konsumsi Listrik AC.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Excel dan OriginPro untuk perhitungan statistic, termasuk uji t untuk perbandingan data sebelum dan sesudah aplikasi.

3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 6: Rumah tinggal di: Cluster Mutiara Paninggilan Blok B4-121, Paninggilan, Ciledug, Kota Tangerang (Sumber: Screenshot google maps)



Gambar 7: Foto bangunan rumah yang akan dilakukan tempat penelitian Sumber: Foto sendiri

Ket.

- A. Tampak depan lantai 2 bangunan rumah
- B. Atap metal yang akan diaplikasikan heat reflectan coating
- C. Ruang tengah dalam bangunan rumah
- D. Tampak depan bangunan rumah
- E. Tampak depan menyerong bangunan rumah
- F. Kamar yang akan dijadikan penelitian dan pengukuran suhu ruangan

Spesifikasi:

1. Luas tanah: 150 m²
2. Luas bangunan 2 lantai: 275 m²
3. Atap metal galvalume 0.4 mm
4. Rangka baja ringan Taso 0.45 mm

3.3 Objek Ruang Penelitian

1. Kamar tidur lantai 2
2. Luas: 20 m²
3. AC Daikin ¾ PK

4. Lampu LED
5. Plafond gypsum 12 mm
6. Lantai granit 60×60

3.4 Alat Pengukuran

1. FLIR E6 Pro - Thermal Imaging
2. Data Logger - Mencatat suhu ruangan 24 jam
3. Meteran Token Listrik - Mengukur energi AC
4. Termometer digital (cadangan)
5. Heatgard by Aquaproof (2 lapis)



Gambar 7: FLIR E6 Pro - Thermal Imaging Sumber: www.flir.com



Gambar 8: Data logger Elitech Sumber: www.elitechu.com

3.5 Desain Penelitian

Tahap 1 - Pengukuran Sebelum Aplikasi Heatgard

1. AC dinyalakan 24 jam nonstop selama 3 hari
2. Catat token listrik awal
3. Rekam suhu ruangan dengan data logger
4. Ambil thermal imaging atap:
 - o Pukul 08.00
 - o Pukul 13.00
 - o Pukul 17.00

Tahap 2 - Aplikasi Heatgard

1. Pengecatan 2 lapis
2. Waktu aplikasi ± 1 minggu

Tahap 3 - Pengukuran Setelah Aplikasi

1. Prosedur sama dengan pengukuran awal
2. Data ruangan dan thermal imaging dicatat ulang

3.6 Metode Analisis Data

Data dianalisis menggunakan software komputer untuk menghasilkan:

1. Grafik suhu permukaan atap
2. Grafik suhu ruangan (sebelum vs sesudah)
3. Grafik konsumsi energi AC
4. Persentase penurunan energi
5. Tingkat efektivitas pelapis

Metode analisis:

1. Perbandingan selisih rata-rata
2. Trend grafik
3. Efisiensi energi (kWh/24 jam)
4. Persentase penurunan (%)

3.7 Software Analisis Data

Software	Fungsi
Excel	Tabulasi data, grafik, statistik sederhana
OriginPro	ANOVA, t-test, grafik publikasi
FLIR Tools	Analisis citra termal
Autodesk CFD (opsional)	Simulasi panas

3.8 Flowchart Analisis Data





3.9 Jadwal Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan					Ket
		2	3	4	5	6	
1	Penyusunan Proposal - Observasi data hasil penelitian sebelumnya, jurnal, proseding						
2	Peninjauan lokasi penelitian, pengukuran, menghitung kebutuhan bahan dan merencanakan sesuai proses dan tahapan yang direncanakan						
3	Persiapan bahan uji berupa beberapa jenis bahan penutup atap						
	Mempersiapkan perlatan yang dibutuhkan untuk pengukuran dan analisa data yakni FLIR Thermal Imaging, Data Logger dan komputer untuk melakukan analisa dilengkapi dengan software Origin Pro dan Excell						
4	Mempersiapkan bahan heat reflectan coating untuk atap merek Heatgard						
5	Mempersiapkan alat aplikasi kuas dan roll serta alat pembersih						
6	Mempersiapkan APD untuk tenaga kerja pada saat aplikasi dan bekerja pada ketinggian						
7	Melakukan pengukuran selama 3 hari tanpa pelapis heat reflectan						
8	Aplikasi Heat reflectan coating sebanyak 2 lapis pada area pengukuran						
9	Melakukan pengukuran selama 3 hari setelah pelapis heat reflectan						
13	Melakukan analisis data yang sudah dikumpulkan						
14	Melakukan kesimpulan hasil analisis penelitian.						
15	Menyusun Laporan hasil penelitian						
16	Menulis artikel ilmiah untuk jurnal terakreditasi						
17	Submitted artikel jurnal						
18	Accepted artikel jurnal						
19	Jurnal terbit						



3.10 Biaya Penelitian

BAHAN dan ALAT					
No	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total	Keterangan
1	Pembelian Heatgard untuk 150 M2, Konsumsi 1 Ltr/M2	8 pail	1,750,000.00	14,000,000.00	
2	Sewa FLIR Thermal Imaging selama 6 hari	6 hari	1,500,000.00	9,000,000.00	
3	Pembelian data logger	3 unit	365,000.00	1,095,000.00	
4	Pembelian alat kerja, kuas, roll dan bak cat	Ls	1,750,000.00	1,750,000.00	
4	Pembelian APD, 3 helm, 3 kaca mata safety, 3 body harness, 6 sarung tangan	Ls	5,000,000.00	5,000,000.00	
5	Pengukuran suhu	6 hari	200,000.00	1,200,000.00	
Sub Total				32,045,000.00	
PENGUMPULAN DATA					
No	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total	Keterangan
1	Observasi data jurnal, hasil penelitian, arsip data	Ls	4,000,000.00	4,000,000.00	
2	Mencatat hasil eksperimental pengukuran	Ls	4,000,000.00	4,000,000.00	
Sub Total				8,000,000.00	
ANALISIS DATA					
No	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total	Keterangan
1	Analisis data	1 bh	300,000.00	300,000.00	
2	Kesimpulan hasil data	1 bh	300,000.00	300,000.00	
Sub Total				600,000.00	
PELAPORAN DAN LUARAN					
No	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total	Keterangan
1	Pembuatan Laporan penelitian	Ls	500,000.00	500,000.00	
2	Penulisan artikel jurnal	2 artikel	300,000.00	600,000.00	
3	Submitted jurnal	2 submitted	300,000.00	600,000.00	
4	Accepted jurnal	2 biaya	600,000.00	1,200,000.00	
5	Jurnal terbit	-			
Sub Total				2,900,000.00	
GRAND TOTAL				43,545,000.00	

DAFTAR PUSTAKA

Manurung, Edison H. (2020). *Perencanaan K3 Pekerjaan Bidang Konstruksi*. 3(1).

Akbari, H., & Levinson, R. (2008). *Evolution of cool-roof standards in the United States. Advances in Building Energy Research*, 2(1), 1-32.
<https://doi.org/10.1080/17512549.2008.9650053>

Akbari, H., Menon, S., & Rosenfeld, A. (2009). *Global cooling: Increasing worldwide urban albedos to offset CO₂. Climatic Change*, 94(3-4), 275-286. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9515-9>



- Anwar, A., & Gunawan, H. (2017). *Analisis penggunaan cat pelapis reflektif terhadap temperatur ruang pada bangunan bertingkat. Jurnal Rekayasa Sipil*, 13(2), 105-114.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2011). *SNI 03-6389-2011: Konservasi Energi pada Selubung Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN Indonesia.
- Berdahl, P., & Bretz, S. E. (1997). *Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials. Energy and Buildings*, 25(2), 149-158.
- Chaiwiwatworakul, P., Chirarattananon, S., Hien, V.-D., & Rakkwamsuk, P. (2001). *Application of heat-reflective coatings to building envelope: Field measurement and evaluation. Energy and Buildings*, 33(7), 543-551.
- Dewi, C., & Yuliana, W. (2020). *Studi efisiensi energi pada bangunan rumah tinggal di iklim tropis lembap. Jurnal Arsitektur Zonasi*, 3(1), 45-58.
- Manurung, Edison H. (2023). *Analisis Biaya dan Waktu Pekerjaan Konstruksi Struktur Rangka Atap Baja Portal Frame dan Portal Truss*
- Studi efisiensi energi pada bangunan rumah tinggal di iklim tropis lembap. Jurnal Arsitektur Zonasi*, 3(1), 45-58.
- Hadihardaja, I. K., & Salim, M. (2018). *Pengaruh warna dan material atap terhadap peningkatan temperatur ruang dalam. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(2), 89-96.
- Hidayati, N., & Putra, A. (2019). *Pengaruh penggunaan cat reflektif terhadap pengurangan panas pada atap seng rumah tinggal. Jurnal Permukiman*, 14(1), 35-42.
- Kholil, M., & Ramadhan, A. (2022). *Efektivitas cat penolak panas pada atap rumah terhadap suhu ruangan di daerah iklim tropis. Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, 11(2), 120-128.
- Kolokotsa, D., Santamouris, M., & Zerefos, S. (2013). *Heat-related building performance and urban heat island mitigation using cool materials. Energy and Buildings*, 55, 10-20.
- Levinson, R., & Akbari, H. (2010). *Potential benefits of cool roofs on commercial buildings: conserving energy, saving money, and reducing emission of greenhouse gases and air pollutants. Energy Efficiency*, 3, 53-109.
- Lubis, R., & Siregar, J. (2020). *Analisis suhu permukaan atap menggunakan coating penolak panas sebagai upaya konservasi energi. Jurnal Teknik Mesin dan Energi*, 6(3), 140-148.
- Nugroho, A. M., & Widyastuti, T. (2021). *Strategi desain pasif untuk penghematan energi pada bangunan rumah tinggal di Indonesia. Jurnal Riset Arsitektur*, 8(2), 77-85.
- Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates (2nd ed.)*. Routledge.
- Santamouris, M. (2016). *Cooling the Cities: Urban Heat Island and Mitigation Techniques*. Elsevier.
- Suehrcke, H., Peterson, E. L., & Selby, N. (2008). *Effect of roof solar reflectance on the building heat gain in a hot climate. Energy and Buildings*, 40(12), 2224-2235.



Zingre, K. T., Wan, M. P., Toh, M. L., & Choo, F. H. (2015). *Reducing air-conditioning energy usage in buildings using cool roof coatings*. *Applied Energy*, 144, 241–257.