

## Analisis Pengaruh Jumlah Lapisan Cat Reflektif Berbasis Aluminium dan Kromium terhadap Perubahan Suhu pada Model Pendinginan Pasif

Annissa Latifaturohmah<sup>1</sup>, Dhea Amanda L.<sup>1</sup>, Azzahra Purwo Sugito Putri<sup>1</sup>, Dava Ayu Arum Wulan Safitri<sup>1</sup>, Dewanto Harjunowibowo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Sebelas Maret

\*E-mail: annissalatifaturoh@student.uns.ac.id

### Abstrak

Pemanasan global dan peningkatan suhu lingkungan mendorong pengembangan teknologi pendinginan pasif yang hemat energi, khususnya untuk bangunan di wilayah tropis. Salah satu pendekatan yang berkembang adalah penggunaan cat reflektif termal yang mampu memantulkan radiasi panas sehingga mengurangi penyerapan kalor oleh permukaan bangunan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh jumlah lapisan cat reflektif berbasis aluminium dan kromium terhadap perubahan suhu pada model pendinginan pasif. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan lima variasi jumlah lapisan, yaitu tanpa lapisan (kontrol), satu, dua, tiga, dan empat lapisan. Cat diaplikasikan pada media kaca kemudian diuji menggunakan lampu halogen 300 W sebagai sumber panas selama 60 menit. Pengukuran suhu dilakukan setiap 3 menit menggunakan termometer digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa empat lapisan cat berbasis aluminium menghasilkan kenaikan suhu terendah sebesar 2,8°C, lebih rendah 0,5°C dibandingkan kontrol (3,3°C), dengan efisiensi refleksi panas sebesar 15,2%. Sementara itu, empat lapisan cat berbasis kromium menghasilkan kenaikan suhu sebesar 1,5°C, lebih rendah 0,8°C dibandingkan kontrol (2,3°C), dengan efisiensi refleksi panas sebesar 34,8%. Hasil ini menunjukkan bahwa jumlah lapisan berpengaruh terhadap kemampuan refleksi panas karena lapisan yang lebih homogen mampu meningkatkan energi radiasi yang dipantulkan dan mengurangi energi yang diserap. Penelitian ini menunjukkan bahwa cat reflektif berbasis aluminium dan kromium berpotensi dikembangkan sebagai material pendinginan pasif yang mendukung efisiensi energi pada bangunan.

**Kata kunci :** cat reflektif, kromium, aluminium, pendinginan pasif, efisiensi energi, refleksi panas.

### Abstract

*Global warming and increasing ambient temperatures have accelerated the development of energy-efficient passive cooling technologies, particularly for buildings in tropical regions. One promising approach is the application of thermal reflective coatings capable of reflecting incident heat radiation and reducing heat absorption by building surfaces. This study investigated the effect of the number of reflective coating layers based on aluminum and chromium on temperature changes in a passive cooling model. An experimental method was conducted using five coating configurations: no coating (control), one layer, two layers, three layers, and four layers. The coatings were applied to glass substrates and exposed to a 300 W halogen lamp for 60 minutes. Temperature measurements were recorded every three minutes using a digital thermometer. The results showed that four layers of aluminum-based coating produced the lowest temperature rise of 2.8°C, representing a 0.5°C reduction compared with the control (3.3°C), corresponding to a thermal reflection efficiency of 15.2%. Meanwhile, four layers of chromium-based coating achieved the best performance with a temperature rise of 1.5°C, corresponding to a 0.8°C reduction compared with the control (2.3°C), or a thermal reflection efficiency of 34.8%. These findings indicate that the number of coating layers significantly affects thermal reflection performance because thicker and more homogeneous coatings enhance reflected radiation while reducing heat absorption. This study demonstrates the potential of aluminum-*

*and chromium-based reflective coatings as environmentally friendly passive cooling materials for improving building energy efficiency.*

**Keywords:** *reflective coating, chromium, aluminum, passive cooling, energy efficiency, thermal reflection.*

## PENDAHULUAN

Pemanasan global telah menjadi isu lingkungan global yang mendapat perhatian luas karena dampaknya yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan masyarakat, baik dalam skala lokal maupun internasional. Peningkatan suhu permukaan bumi akibat emisi gas rumah kaca menyebabkan terjadinya perubahan iklim, gelombang panas, serta meningkatnya kebutuhan energi, khususnya pada sektor bangunan. Berdasarkan data konsumsi energi global, sektor bangunan menyumbang sekitar 40% dari total konsumsi energi dunia, sementara sisanya berasal dari sektor industri dan transportasi[1]. Permintaan energi pada sektor konstruksi diperkirakan akan terus meningkat dalam beberapa dekade mendatang seiring pertumbuhan pembangunan dan kebutuhan kenyamanan termal masyarakat modern [2]

Konsumsi energi pada bangunan menjadi aspek penting dalam perancangan dan operasional bangunan karena berkaitan langsung dengan efisiensi energi secara keseluruhan[3]. Energi pada bangunan digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti pencahayaan, pemanasan, sistem pengukuran, dan pendinginan ruangan[4]. Di wilayah tropis dan perkotaan, penggunaan sistem pendingin udara (*air conditioning*) menjadi salah satu penyumbang konsumsi energi terbesar akibat tingginya suhu lingkungan dan intensitas radiasi matahari[5]. Kondisi ini mendorong perlunya penerapan teknologi hemat energi yang mampu mengurangi beban pendinginan bangunan secara efektif dan berkelanjutan [6].

Salah satu teknologi yang berkembang adalah cat reflektif termal. Cat reflektif dirancang untuk memantulkan sebagian besar radiasi matahari, khususnya radiasi inframerah dekat (*near infrared/NIR*), sehingga mampu mengurangi akumulasi panas pada permukaan bangunan[7]. Teknologi ini dinilai efektif dalam meningkatkan kenyamanan termal sekaligus mendukung efisiensi energi pada bangunan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penambahan material reflektif ke dalam formulasi cat dapat meningkatkan kemampuan refleksi panas[8]. Material logam seperti aluminium dan kromium memiliki sifat optik yang baik dalam memantulkan radiasi panas[9]. Aluminium dikenal memiliki reflektivitas tinggi terhadap cahaya tampak dan inframerah, ringan, mudah diperoleh, serta ekonomis. Sementara itu, kromium memiliki ketahanan termal dan kimia yang baik sehingga potensial digunakan sebagai bahan aditif pada cat reflektif[10].

Efektivitas cat reflektif dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya jumlah lapisan cat. Ketebalan lapisan yang terlalu tipis belum mampu menghasilkan refleksi panas optimal, sedangkan lapisan yang terlalu tebal dapat menyebabkan distribusi partikel tidak merata dan memengaruhi sifat fisik cat[11]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui jumlah lapisan optimum yang mampu memberikan efisiensi refleksi panas terbaik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah lapisan cat reflektif berbasis serbuk aluminium dan kromium terhadap penurunan suhu permukaan kaca. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi lapisan optimum yang memberikan performa refleksi panas terbaik sebagai solusi pendinginan pasif pada bangunan dan kendaraan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengevaluasi pengaruh jumlah lapisan cat reflektif berbasis serbuk aluminium dan kromium terhadap kemampuan reduksi panas pada model bangunan sederhana. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah lapisan cat reflektif yang diaplikasikan pada permukaan kaca, yaitu tanpa lapisan (kontrol), satu lapisan, dua lapisan, tiga lapisan, dan empat lapisan. Variabel terikat berupa perubahan suhu udara di dalam model bangunan selama proses pemanasan. Adapun variabel kontrol meliputi komposisi cat, jenis media kaca, ukuran model bangunan, luas bukaan jendela, daya sumber panas, posisi sumber panas, kondisi lingkungan pengujian, serta durasi pemanasan.

Alat dan bahan yang digunakan meliputi papan PVC, kaca bening berukuran 15 cm × 15 cm, cat DPC3000, pengeras DPAH800, serbuk aluminium, bubuk kromium (Cr), lampu halogen 300 W, termometer digital, timbangan digital, lem vernis, selotip plastik, dan selotip aluminium. Model bangunan dibuat dalam bentuk kubus dari papan PVC dengan panjang sisi 22,5 cm. Pada salah satu sisi kubus dibuat bukaan jendela berukuran 10 cm × 10 cm yang berfungsi sebagai jalur masuk radiasi panas.

Pembuatan cat reflektif diawali dengan mencampurkan cat DPC3000 dan pengeras DPAH800 dengan perbandingan massa 4:1. Selanjutnya ditambahkan bubuk kromium sebanyak 5% dari total massa campuran dan diaduk hingga homogen untuk memperoleh distribusi partikel yang merata. Campuran cat kemudian diaplikasikan pada permukaan kaca yang telah dibersihkan. Untuk memperoleh ketebalan lapisan yang relatif seragam, tepi kaca diberi pembatas menggunakan selotip dan cat diratakan menggunakan batang *stainless steel* dengan satu kali penggilasan. Setelah lapisan pertama mengering sempurna, proses pelapisan diulangi hingga diperoleh variasi jumlah lapisan yang telah ditentukan.

Sebanyak lima model bangunan digunakan dalam pengujian, masing-masing dipasang kaca dengan variasi jumlah lapisan berbeda, yaitu 0 lapis (kontrol), 1 lapis, 2 lapis, 3 lapis, dan 4 lapis. Kaca dipasang pada bukaan jendela dan seluruh celah antara kaca dan dinding kubus ditutup menggunakan selotip plastik serta selotip aluminium untuk meminimalkan kebocoran udara dan mencegah masuknya panas dari sisi selain jendela. Penggunaan selotip aluminium juga bertujuan untuk mengurangi pengaruh radiasi panas yang tidak melalui bidang kaca sehingga pengukuran lebih merepresentasikan kemampuan refleksi panas dari lapisan cat.

Pengujian dilakukan menggunakan lampu halogen 300 W sebagai sumber panas buatan yang mensimulasikan radiasi matahari. Seluruh model bangunan ditempatkan pada posisi yang sama dengan permukaan kaca menghadap langsung ke sumber panas. Sebelum pengujian dimulai, termometer digital ditempatkan di dalam masing-masing model bangunan untuk memantau perubahan suhu udara. Pengukuran suhu dilakukan setiap 3 menit selama 60 menit sehingga diperoleh 20 data pengukuran untuk setiap variasi jumlah lapisan cat reflektif.

Kenaikan suhu pada setiap perlakuan dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$\Delta T = T_t - T_0 \quad (1)$$

dengan ( $\Delta T$ ) adalah kenaikan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), ( $T_t$ ) adalah suhu pada waktu pengamatan ( $^{\circ}\text{C}$ ), dan ( $T_0$ ) adalah suhu awal sebelum pemanasan ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Karena data diperoleh dari satu kali pengukuran pada setiap perlakuan, ketidakpastian pengukuran ditentukan berdasarkan setengah nilai skala terkecil ( $\frac{1}{2}$  NST) termometer digital yang digunakan. Apabila termometer memiliki resolusi 0,1  $^{\circ}\text{C}$ , maka ketidakpastian pengukuran dinyatakan sebesar  $\pm 0,05$   $^{\circ}\text{C}$ . Dengan demikian, setiap hasil pengukuran suhu dinyatakan dalam bentuk nilai pengukuran beserta ketidakpastiannya. Pendekatan ini digunakan untuk memberikan estimasi batas kesalahan pengukuran akibat keterbatasan resolusi alat ukur.

Efektivitas cat reflektif dalam mengurangi penyerapan panas dievaluasi melalui perhitungan efisiensi refleksi panas menggunakan Persamaan (2).

$$\eta = \frac{\Delta T_{\text{kontrol}} - \Delta T_{\text{lapisan}}}{\Delta T_{\text{kontrol}}} \times 100\% \quad (2)$$

dengan ( $\eta$ ) adalah efisiensi refleksi panas (%), ( $\Delta T$  kontrol) merupakan kenaikan suhu pada sampel tanpa lapisan, dan ( $\Delta T$  lapisan) merupakan kenaikan suhu pada sampel yang diberi lapisan cat reflektif.

Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara waktu pengamatan dan suhu untuk setiap variasi jumlah lapisan. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai kenaikan suhu dan efisiensi refleksi panas yang diperoleh pada masing-masing perlakuan. Lapisan cat yang menghasilkan kenaikan suhu paling rendah dan efisiensi refleksi panas paling tinggi ditetapkan sebagai konfigurasi optimum dalam penelitian ini.

Untuk meningkatkan validitas hasil, seluruh sampel dibuat menggunakan bahan dan prosedur pelapisan yang sama serta diuji pada kondisi lingkungan yang identik. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena setiap perlakuan hanya diuji satu kali sehingga ketidakpastian pengukuran ditentukan berdasarkan resolusi alat ukur. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan

melakukan pengulangan eksperimen dan analisis statistik untuk memperoleh tingkat kepercayaan hasil yang lebih tinggi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

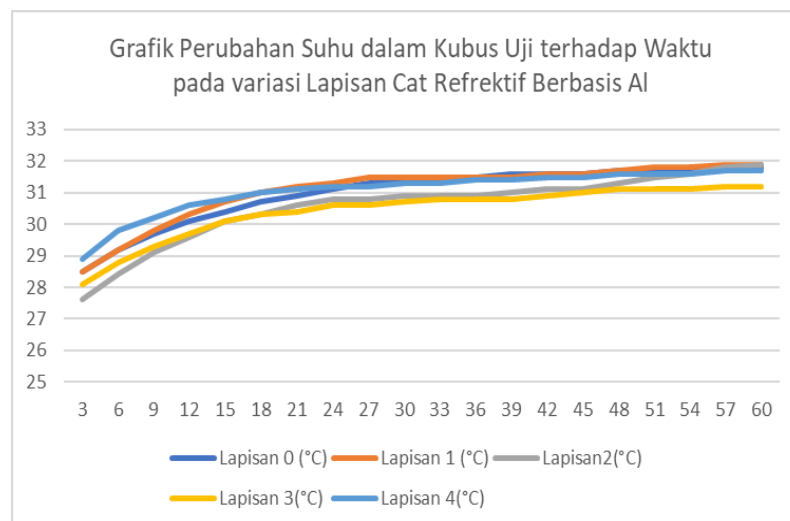
### Hasil Pengujian Cat Berbasis Aluminium

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sampel mengalami kenaikan suhu selama proses pemanasan akibat penyerapan energi radiasi dari lampu halogen. Namun, besarnya kenaikan suhu berbeda pada setiap variasi jumlah lapisan cat reflektif berbasis aluminium sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Akhir Pengukuran Cat Reflektif Aluminium**

| Varian Lapisan | Suhu Awal (°C) | Suhu Akhir (°C) | Kenaikan Suhu ( $\Delta T$ ) |
|----------------|----------------|-----------------|------------------------------|
| Tanpa lapisan  | 28,5           | 31,8            | 3,3                          |
| 1 lapisan      | 28,5           | 31,9            | 3,4                          |
| 2 lapisan      | 27,6           | 31,9            | 4,3                          |
| 3 lapisan      | 28,1           | 31,2            | 3,1                          |
| 4 lapisan      | 28,9           | 31,7            | 2,8                          |

Hubungan antara waktu pemanasan dan perubahan suhu ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Grafik hubungan waktu terhadap suhu pada cat reflektif berbasis aluminium**

Berdasarkan Tabel 1, sampel tanpa lapisan mengalami kenaikan suhu sebesar 3,3°C. Pada variasi satu dan dua lapisan, kenaikan suhu meningkat menjadi masing-masing 3,4°C dan 4,3°C. Fenomena ini mengindikasikan bahwa jumlah lapisan yang masih sedikit belum mampu membentuk lapisan reflektif yang efektif sehingga sebagian energi radiasi masih diserap oleh permukaan. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah distribusi partikel aluminium pada lapisan awal belum membentuk struktur yang cukup kontinu untuk memantulkan radiasi secara optimal. Namun demikian, dugaan tersebut masih didasarkan pada teori pembentukan lapisan reflektif dan belum dapat dibuktikan secara langsung karena penelitian ini tidak melakukan karakterisasi morfologi permukaan menggunakan mikroskop optik atau *Scanning Electron Microscope* (SEM). Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk memverifikasi hubungan antara distribusi partikel, homogenitas lapisan, dan kemampuan refleksi panas. Penurunan suhu mulai terlihat pada variasi tiga dan empat lapisan. Kenaikan suhu terendah diperoleh pada empat lapisan, yaitu sebesar 2,8°C. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah lapisan meningkatkan kemampuan refleksi panas sehingga energi radiasi yang masuk ke dalam ruang semakin berkurang.

Secara fisika, ketika radiasi elektromagnetik dari lampu halogen mengenai permukaan cat reflektif, energi radiasi akan mengalami tiga proses utama, yaitu refleksi (*reflection*), absorpsi

(*absorption*), dan transmisi (*transmission*)[12]. Besarnya energi yang diserap akan menentukan jumlah kalor yang tersimpan pada permukaan material. Kalor tersebut selanjutnya berpindah ke bagian dalam ruang melalui mekanisme konduksi pada kaca dan radiasi termal dari permukaan yang telah mengalami pemanasan [13]. Oleh karena itu, perubahan suhu yang terukur pada penelitian ini merupakan hasil keseimbangan antara energi yang dipantulkan, energi yang diserap, dan energi yang dilepaskan kembali ke lingkungan.

Peran aluminium sangat penting dalam meningkatkan kemampuan refleksi panas lapisan cat. Aluminium memiliki *reflektivitas* yang tinggi terhadap radiasi cahaya tampak maupun inframerah sehingga mampu mengurangi jumlah energi yang diserap oleh permukaan[14]. Selain itu, aluminium memiliki konduktivitas termal yang tinggi yang memungkinkan distribusi kalor pada lapisan menjadi lebih merata dan mengurangi terjadinya titik panas lokal (*hot spot*)[15]. Seiring bertambahnya jumlah lapisan, partikel aluminium membentuk lapisan metalik yang lebih kontinu sehingga kemampuan permukaan untuk memantulkan radiasi meningkat. Akibatnya, energi panas yang diteruskan ke dalam model bangunan menjadi lebih kecil dan kenaikan suhu dapat ditekan.

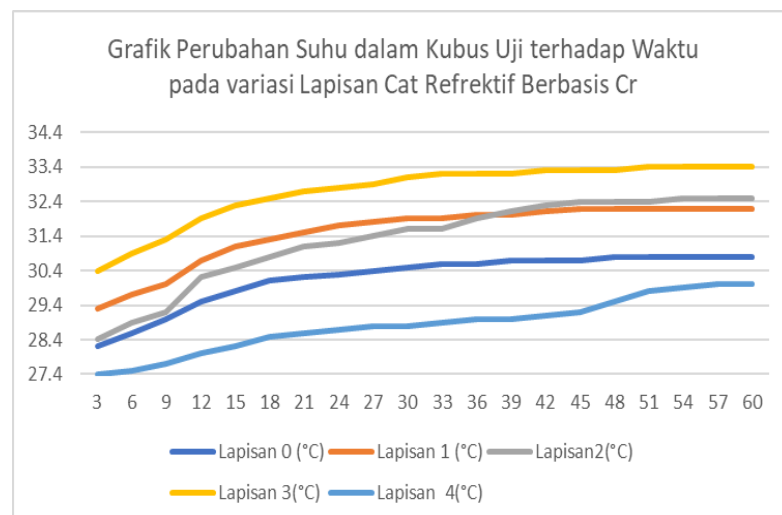
### Hasil Pengujian Cat Berbasis Kromium

Hasil pengujian cat reflektif berbasis kromium menunjukkan karakteristik yang berbeda dibandingkan cat berbasis aluminium. Ringkasan hasil pengukuran disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Akhir Pengukuran Cat Reflektif Kromium**

| Varian Lapisan | Suhu Awal (°C) | Suhu Akhir (°C) | Kenaikan Suhu ( $\Delta T$ ) |
|----------------|----------------|-----------------|------------------------------|
| Tanpa lapisan  | 28,5           | 30,8            | 2,3                          |
| 1 lapisan      | 28,5           | 32,2            | 3,7                          |
| 2 lapisan      | 28,5           | 32,5            | 4,0                          |
| 3 lapisan      | 28,5           | 33,4            | 4,9                          |
| 4 lapisan      | 28,5           | 30,0            | 1,5                          |

Hubungan antara waktu pemanasan dan perubahan suhu ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu Terhadap Suhu pada Cat Reflektif Berbasis Kromium**

Berdasarkan Tabel 2, sampel tanpa lapisan mengalami kenaikan suhu sebesar 2,3°C. Pada variasi satu hingga tiga lapisan, kenaikan suhu justru meningkat hingga mencapai 4,9°C pada tiga lapisan. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan kromium yang masih tipis belum mampu berfungsi sebagai lapisan reflektif yang efektif. Pada kondisi tersebut, sebagian energi radiasi masih banyak diserap oleh lapisan sehingga suhu ruang meningkat lebih tinggi dibandingkan sampel kontrol.

Performa terbaik diperoleh pada variasi empat lapisan dengan kenaikan suhu sebesar 1,5°C. Nilai ini menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan lapisan berperan penting dalam meningkatkan kemampuan refleksi panas pada material berbasis kromium. Ketika jumlah lapisan bertambah,

distribusi partikel kromium menjadi lebih rapat dan homogen sehingga terbentuk lapisan reflektif yang lebih efektif dalam memantulkan radiasi panas. Berbeda dengan aluminium, kromium menunjukkan efektivitas refleksi yang baru meningkat pada empat lapisan. Hal ini mengindikasikan bahwa kromium memerlukan jumlah lapisan yang lebih besar agar partikel-partikelnya membentuk lapisan reflektif yang lebih homogen. Namun demikian, penelitian ini belum melakukan karakterisasi morfologi permukaan sehingga hubungan antara distribusi partikel dan performa refleksi masih bersifat dugaan berdasarkan teori material.

Dari sudut pandang material, kromium memiliki stabilitas termal yang tinggi sehingga mampu mempertahankan karakteristik lapisannya selama proses pemanasan berlangsung. Stabilitas ini penting untuk menjaga kemampuan refleksi panas pada temperatur yang lebih tinggi[16]. Namun, dibandingkan aluminium, kromium memerlukan ketebalan lapisan yang lebih besar untuk menghasilkan refleksi panas yang signifikan. Hal ini terlihat dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa peningkatan performa baru terjadi secara nyata pada variasi empat lapisan. Dengan kata lain, jumlah lapisan yang lebih banyak diperlukan agar partikel kromium dapat membentuk lapisan yang cukup rapat untuk memantulkan radiasi secara efektif.

### Analisis Perbandingan Aluminium dan Kromium

Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik aluminium maupun kromium mampu meningkatkan kemampuan refleksi panas ketika diaplikasikan dalam jumlah lapisan yang memadai. Namun, kedua material menunjukkan karakteristik yang berbeda. Aluminium cenderung memberikan respons reflektif yang lebih cepat karena memiliki reflektivitas intrinsik yang tinggi terhadap radiasi elektromagnetik. Sebaliknya, kromium membutuhkan jumlah lapisan yang lebih besar sebelum menunjukkan efektivitas refleksi yang optimal.

Secara umum, perubahan suhu yang terjadi pada penelitian ini dapat dijelaskan melalui prinsip konservasi energi. Energi radiasi yang datang ke permukaan akan dibagi menjadi energi yang dipantulkan, diserap, dan diteruskan. Semakin besar fraksi energi yang dipantulkan, semakin kecil energi yang tersimpan sebagai kalor dalam sistem[17]. Akibatnya, perpindahan kalor ke dalam ruang melalui mekanisme konduksi, konveksi, dan radiasi menjadi lebih kecil sehingga kenaikan suhu ruang dapat ditekan.

Selain jumlah lapisan, efektivitas refleksi panas juga dipengaruhi oleh homogenitas distribusi partikel logam, ketebalan lapisan, karakteristik permukaan media, intensitas sumber panas, dan kualitas proses pengeringan cat. Faktor-faktor tersebut menentukan kemampuan lapisan dalam berinteraksi dengan radiasi termal yang datang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa cat reflektif berbasis aluminium dan kromium memiliki potensi sebagai material pendinginan pasif pada bangunan di daerah tropis. Kemampuannya dalam mengurangi penyerapan radiasi panas dapat membantu menurunkan suhu ruang, meningkatkan kenyamanan termal penghuni, serta mengurangi kebutuhan energi untuk sistem pendingin ruangan. Peningkatan suhu pada lapisan awal kemungkinan terjadi karena distribusi partikel logam belum membentuk lapisan reflektif yang homogen sehingga sebagian radiasi masih diserap oleh permukaan cat. Dengan demikian, penggunaan cat reflektif berpotensi mendukung upaya efisiensi energi dan mitigasi dampak pemanasan global pada sektor bangunan.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Setiap variasi jumlah lapisan hanya diuji satu kali sehingga belum memungkinkan dilakukan analisis statistik, seperti perhitungan nilai rata-rata, simpangan baku, maupun uji signifikansi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini masih bersifat eksploratif dan perlu divalidasi melalui pengulangan eksperimen minimal tiga kali pada setiap perlakuan. Selain itu, penelitian ini belum melakukan karakterisasi morfologi maupun pengukuran ketebalan lapisan menggunakan instrumen seperti *Scanning Electron Microscope* (SEM), mikroskop optik, atau *coating thickness gauge*. Akibatnya, hubungan antara distribusi partikel logam, homogenitas lapisan, dan kemampuan refleksi panas belum dapat dibuktikan secara langsung. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan karakterisasi tersebut sehingga mekanisme refleksi panas yang terjadi dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa jumlah lapisan cat reflektif berbasis aluminium dan kromium berpengaruh terhadap kemampuan refleksi panas pada model pendinginan

pasif. Peningkatan jumlah lapisan meningkatkan kemampuan permukaan dalam memantulkan radiasi panas setelah terbentuk lapisan reflektif yang cukup homogen, sehingga energi yang diserap dan diteruskan ke dalam ruang menjadi lebih kecil.

Pada cat reflektif berbasis aluminium, performa terbaik diperoleh pada empat lapisan dengan kenaikan suhu sebesar 2,8°C, menghasilkan efisiensi refleksi panas sebesar 15,2% terhadap sampel kontrol. Sementara itu, cat reflektif berbasis kromium menunjukkan performa terbaik pada empat lapisan dengan kenaikan suhu sebesar 1,5°C dan efisiensi refleksi panas sebesar 34,8%. Hasil ini menunjukkan bahwa kromium memiliki kemampuan refleksi panas yang lebih tinggi dibandingkan aluminium pada kondisi pengujian yang dilakukan.

Secara fisika, penurunan kenaikan suhu terjadi karena lapisan reflektif meningkatkan fraksi energi radiasi yang dipantulkan dan mengurangi energi yang diserap oleh permukaan. Aluminium berperan melalui reflektivitas optik yang tinggi, sedangkan kromium memberikan stabilitas termal yang baik dan menunjukkan efektivitas optimum setelah membentuk lapisan yang lebih tebal.

Penelitian ini menunjukkan bahwa cat reflektif berbasis aluminium dan kromium berpotensi dikembangkan sebagai material pendinginan pasif untuk bangunan di daerah tropis sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi dan mendukung upaya mitigasi pemanasan global. Namun demikian, penelitian lanjutan masih diperlukan dengan pengulangan eksperimen, analisis statistik, serta karakterisasi morfologi dan ketebalan lapisan agar hubungan antara struktur lapisan dan performa refleksi panas dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Rosianasari, "Mitigasi Perubahan Iklim Melalui GHG Emission Reduction Sektor Ketenagalistrikan Menuju Net Zero Emission 2060= Climate Change Mitigation Through GHG Emission Reduction in Electricity Sector Towards Net Zero Emission 2060," 2026, *Universitas Hasanuddin*.
- [2] F. Andrian, "Analisis Kinerja Bangunan Hijau dalam Konteks Kebutuhan Energi," *Tugas Mhs Progr Stud Arsitek*, vol. 1, no. 1, 2024.
- [3] R. A. L. Widyawati, "Green building dalam pembangunan berkelanjutan konsep hemat energi menuju green building di Jakarta," *J Kalibr Karya Lintas Ilmu Bid Rekayasa Arsitektur, Sipil, Ind*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [4] N. R. A. Azmi, "COOLING DEGREE DYAS SEBAGAI INDIKATOR KONSUMSI ENERGI PENDINGINAN DI ZONA IKLIM TROPIS INDONESIA," 2025, *UNIVERSITAS MALIKUSSALEH*.
- [5] R. C. P. Sigalingging, "Studi Dampak Penggunaan Insulasi pada Bangunan Rumah Tinggal Terhadap Konsumsi Energi Pendingin Ruangan," *J Sci Appl Technol*, vol. 5, no. 2, pp. 418–426, 2021.
- [6] A. G. Marteen, "PENDEKATAN ARSITEKTUR BERKELANJUTAN TERHADAP EFISIENSI ENERGI BANGUNAN: STUDI LITERATUR," *J Ilmu Arsit*, vol. 1, no. 1, pp. 22–31, 2026.
- [7] P. A. Damayanti, E. Saptaningrum, S. Supriyadi, B. A. Wibawa, and S. Ristanto, "Pengaruh Penggunaan Cat Reflektif Terhadap Resistensi Panas Pada Atap Genteng sebagai Upaya Mendukung Green Building," *MEDIA Konstr*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2025.
- [8] S. Ristanto, Y. D. S. Ome, E. Saptaningrum, S. Supriyadi, and B. A. Wibawa, "Pengaruh Cat pada Atap Galvalum untuk Mereduksi Suhu Bangunan Menuju Arsitektur Ramah Lingkungan," *Arsitektura J Ilm Arsit dan Lingkung Binaan*, vol. 23, no. 1, pp. 135–142.
- [9] M. N. Bari and D. Rhakasywi, "The Effect of Glazing Cover Material on Box-Type Solar Cooker performance: Pengaruh Bahan Penutup Kaca terhadap Kinerja Kompor Surya Tipe Kotak," *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) J*, vol. 11, no. 1, pp. 95–104, 2026.
- [10] M. A. Shidik and M. F. Sidiq, "Dasar metalurgi pengetahuan dasar dan wawasan ilmu logam," 2022, *Badan Penerbit Universitas Pancasakti Tegal*.

- [11] Y. Ilham Panca Kusuma, “Desain Sensor Kapasitif Model Kotak untuk Mengukur Ketebalan Lapisan Cat pada Substrat,” 2024, *Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*.
- [12] H. Risiko, “KAJI ESKPERIMEN OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE (OTTV) PADA DINDING BANGUNAN MENGGUNAKAN VARIASI CAT,” 2023.
- [13] M. Natawibawa and J. Imron, *Perpindahan Panas: Pemahaman Dasar & Pendekatan Aplikasinya*. DIVA PUSTAKA, 2026.
- [14] P. Siagian, H. Alam, and R. A. Frasasti, “Efektifitas Konsentrator Cahaya Aluminium Foil Terhadap Kenaikan Intensitas Cahaya dan Temperatur Permukaan Solar Cell,” *Senashtek 2024*, vol. 2, no. 1, pp. 55–63, 2024.
- [15] E. F. SETYAJI, S. T. Sulardjaka, and S. MT, “Pengaruh Temperatur Tuang Stir Casting Terhadap Densitas, Porositas, Konduktivitas Termal Dan Struktur Mikro Pada Komposit Alumunium Yang Diperkuat Serbuk Besi,” 2012, *mechanical engineering department, faculty engineering of Diponegoro university*.
- [16] B. A. Ampangallo *et al.*, “Teknologi Material,” 2025, *Arsy Media*.
- [17] S. Soeparman, *Teknologi Tenaga Surya: Pemanfaatan dalam Bentuk Energi Panas*. Universitas Brawijaya Press, 2015.
- [18] M. K. Ridwan, *Fisika Energi Lingkungan Perkotaan: Upaya Memahami dan Mengurangi Iklim Panas Perkotaan*. UGM PRESS, 2024.