

## KAJI EKSPERIMENTAL NILAI KONDUKTIVITAS TERMAL CAT DINDING BANGUNAN

WA Saputra<sup>1</sup>, A Y E Risano<sup>1</sup>, Amrizal<sup>1</sup>, M Irsyad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung 35145

Telp.(0721)3555519,Fax.(0721)704947

E-mail: muhammad.irsyad@eng.unila.ac.id

### Abstrak

*Pelapisan atau pengecatan pada dinding bangunan akan berdampak pada laju perpindahan panas pada dinding bangunan yang berasal dari radiasi matahari yang diterima oleh dinding bagian luar bangunan. Adapun jenis cat yaitu cat interior, cat eksterior dan cat waterproof dengan merk dagang yang bermacam-macam. Cat tersusun dari bahan-bahan yang berupa binder, pigmen, solvent dan additive. Pemilihan cat yang baik juga dapat mengurangi penggunaan energi untuk alat pengkondisian udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai konduktivitas termal berbagai jenis cat dinding bangunan dapat diketahui pengaruhnya terhadap laju perpindahan panas pada dinding. Elemen pemanas digunakan sebagai sumber panas dengan daya listrik sebesar 5 watt dan cat yang dibentuk persegi dengan panjang 25mm, lebar 20mm dan tebal 5mm. Hasil yang di peroleh dalam penelitian ini adalah nilai konduktivitas termal cat interior sebesar 1,64 W/m.°C, nilai konduktivitas termal cat eksterior sebesar 1,231 W/m.°C, dan nilai konduktivitas termal cat waterproof sebesar 1,169 W/m.°C. Pemilihan cat dinding bangunan dengan nilai konduktivitas termalnya yang kecil maka akan berpengaruh terhadap laju perpindahan panas pada dinding yang kecil juga dan sebaliknya.*

**Kata kunci:** Perpindahan panas, konduktivitas termal, cat

### PENDAHULUAN

Secara geografis Indonesia berada dalam garis khatulistiwa atau tropis, namun secara temperatur tidak semua wilayah Indonesia merupakan daerah tropis. Menurut Talarosa (2005) daerah tropis berdasarkan pengukuran temperatur adalah daerah tropis dengan temperatur rata-rata 20°C, sedangkan rata-rata temperatur di Indonesia umumnya dapat mencapai 35°C dengan tingkat kelembaban yang tinggi, dapat mencapai 85%. Kenyamanan bagi manusia terdiri dari kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan psikis yaitu kenyamanan untuk kejiwaan (rasa aman, tenang, gembira, dan sebagainya) yang terukur secara subyektif. Sedangkan kenyamanan fisik dapat diukur secara obyektif, yaitu meliputi visual, auditorial dan termal. Kenyamanan termal ialah salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting, karena menyangkut kondisi temperatur ruangan yang nyaman. Manusia dapat dikatakan nyaman secara termal ketika ia tidak dapat menyatakan apakah ia menghendaki perubahan temperatur yang lebih panas atau lebih dingin dalam suatu ruangan.

Bangunan tercatat sebagai penyumbang 40% bagian dari konsumsi energi di dunia dan memiliki andil terhadap emisi gas buang secara global sekitar 30% (Eicker,2009). Penggunaan alat pengkondisian udara (air conditioner) merupakan salah satu faktor yang menyebabkan besarnya konsumsi energi dari suatu bangunan. Penggunaan energi secara efisien

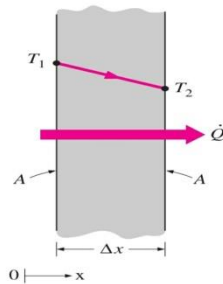
salah satu cara untuk mendukung kebijakan pemerintah di sektor energi. Upaya mengurangi energi termal masuk ke dalam ruangan dengan menambahkan lapisan pada dinding dan atap (Irsyad, M., dkk. 2017).

Pengecatan untuk mengurangi panas yang berasal dari radiasi matahari yang diterima oleh dinding bangunan. Banyak berbagai macam cat yang tersedia seperti cat interior, cat eksterior dan cat lainnya dengan bermacam merk dagang. Pemilihan cat yang baik dapat mengurangi penggunaan energi untuk alat pengkondisian udara. Pengurangan energi ini berasal dari meminimalisir panas dari radiasi matahari yang masuk melalui dinding bangunan. Untuk mengetahui pemilihan cat yang baik untuk meminimalisir panas yang masuk, kita harus tahu nilai konduktivitas termal cat tersebut.

Perpindahan panas (heat tranfer) merupakan ilmu yang mempelajari perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan temperatur pada suatu material atau benda. Perpindahan panas terjadi dari permukaan benda yang bertemperatur tinggi menuju permukaan benda yang bertemperatur rendah, tetapi media penghantar yang tetap. Perpindahan panas dibagi menjadi beberapa mekanisme yaitu: perpindahan panas secara konduksi, perpindahan panas secara konveksi dan perpindahan perpindahan panas secara radiasi.

Perpindahan panas secara konduksi merupakan proses perpindahan panas yang bergerak dari permukaan yang bertemperatur tinggi menuju permukaan yang bertemperatur rendah pada suatu

padatan ataupun cairan dan gas yang diam. Perpindahan panas secara konduksi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Perpindahan panas secara konduksi (Cengel, 2003)

Untuk menghitung laju perpindahan panas secara konduksi diperlukan persamaan. Persamaan laju perpindahan panas secara konduksi satu dimensi pada dinding datar dikenal dengan persamaan hukum Fourier, dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$q_x = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

Dimana:

- $q_x$  = Laju Perpindahan Panas (kJ/det, W)
- $k$  = Konduktivitas Termal (W/m.°C)
- $A$  = Luas Penampang (m<sup>2</sup>)
- $dT$  = Perbedaan Temperatur (°C)
- $dx$  = Perbedaan Jarak ( m/det)

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas yang terjadi pada permukaan benda padat dengan fluida yang bergerak di sekitarnya. Fluida yang dimaksud ialah cairan atau gas. Perpindahan panas secara konveksi dibagi menjadi dua macam yaitu perpindahan panas secara konveksi alami dan perpindahan panas secara konveksi paksa. Perpindahan panas secara konveksi alami terjadi karena gerakan fluida menimbulkan perbedaan kerapatan temperatur. Sedangkan perpindahan panas secara konveksi paksa terjadi karena adanya gaya dari luar, misalkan dengan kipas ataupun pompa.

Laju perpindahan panas secara konveksi dapat dihitung dengan rumus Persamaan 2.

$$Q_{conv} = h \cdot A \cdot (T_s - T_{\infty}) \quad (2)$$

Dimana:

- $q_{conv}$  = Laju Perpindahan Panas ( kJ/det, W)
- $h$  = Koefisien Perpindahan Panas Konveksi ( W/m<sup>2</sup>.°C)
- $A$  = Luas Bidang Permukaan Perpindahan Panas (m<sup>2</sup>)
- $T_s$  = Temperatur Permukaan (°C)

$T$  = Temperatur lingkungan (°C)

Cat merupakan suatu produk yang berupa cairan ataupun bubuk, di dalamnya terkandung pigment yang ketika diaplikasikan pada suatu permukaan akan membentuk suatu lapisan tipis yang berfungsi untuk memperkuat, melindungi dan memperindah permukaan tersebut. Pengaplikasian cat dapat dilakukan dengan cara diusapkan, dilumurkan, disemprotkan dan sebagainya (Fajar anugrah, 2009). Pada umumnya cat tersusun dari bahan-bahan yang berupa binder (resin), pigment (pewarna), solvent (pelarut) dan additive.

## METODOLOGI

### 2.1. Alat dan bahan

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Slide regulator, Termometer, Elemen pemanas, dan wattmeter. Termometer menggunakan sensor termokopel tipe K, dan data logger Merk Lutron tipe BTM-4208SD. Bahan uji yang digunakan berupa cat interior, cat eksterior dan cat waterproof dibuat dengan berbentuk persegi dengan ukuran panjang sebesar 25mm, lebar 20mm dan tebal 5mm.



Gambar 2. Rangkaian alat pengujian

### 2.2. Prosedur percobaan

Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan dan merangkai alat pengujian seperti pada Gambar 2.
2. Melakukan pengkalibrasian pada temperatur recorder dengan waktu perekaman temperatur per detik.
3. Melakukan pengaturan pada slide regulator dengan daya keluaran sebesar 5 Watt.
4. Selanjutnya ketika rangkaian pengujian sudah siap, maka pengujian akan dilaksanakan dengan meletakkan bahan uji pada elemen pemanas yang sudah disiapkan dan memasang sensor temperatur recorder T2 pada permukaan yang dingin

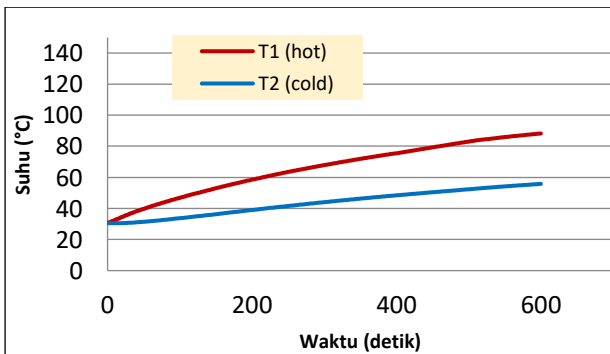
dan T1 pada sisi yang bersinggungan dengan elemen pemanas. Setelah semua sensor temperatur terpasang maka akan di lakukan pengujian dengan menghidupkan slide regulaor yang sudah diatur daya keluaran sebesar 5 watt dengan bersamaan waktu, temperatur recorder juga dihidupkan untuk memulai perekaman selama pengujian.

5. Setelah data T1 dan T2 didapat maka data akan dicatat ke laptop untuk di simpan dan dihitng.
6. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali pada temperatur ruangan normal (28°C hingga 30°C). Sebelum mengulang pengujian dilakukan kalibrasi pada setiap alat.

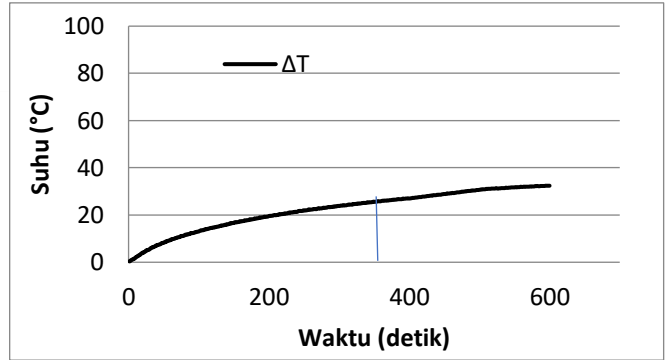
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Penentuan Nilai Konduktivitas Termal Cat Interior**

Dari data hasil pengujian diperoleh grafik kenaikan tempertaur pada permukaan yang bersentuhan langsung dengan heater dan bidang yang terbuka ke udara, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dari data ini diperoleh perbedaan temperatur permukaan panas dan dingin, yang kemudian dibuatkan grafik hubungan beda temperatur terhadap waktu seperti pada Gambar 4. Grafik pada gambar 4 digunakan untuk mencari nilai beda temperatur pada keadaan konduksi yang stabil. Hal ini ditunjukan pada kurva grafik beda temperatur yang cenderung landai.



Gambar 3. Grafik perbandingan temperatur permukaan panas (T1) dan permukaan dingin (T2) terhadap waktu pengujian pada cat interior



Gambar 4. Grafik hubungan beda temperatur terhadap waktu pada cat interior

Data-data pada kurva grafik yang cenderung landai dihitung rata-ratanya. Daerah yang ditandai pada grafik di Gambar 4 merupakan daerah kurva grafik yang cenderung landai. Nilai beda temperatur yang didapatkan dari hasil perhitungan nilai beda temperatur rata-rata adalah 30,42 °C. Kemudian nilai beda temperatur tersebut dihitung untuk mencari nilai konduktivitas termal cat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$k = (P \cdot dx) / (A \cdot \Delta T)$$

$$= (5 \text{ watt} \cdot 0.0005 \text{ m}) / (0.0005 \text{ m}^2 \cdot 30,42 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$= 1,643 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$$

Setelah didapatkan nilai konduktivitas termal pada pengujian menggunakan elemen pemanas dengan daya 5 watt, cat didiamkan agar temperaturnya turun. Setelah temperatur cat turun mencapai temperatur ruangan (28°C hingga 30°C), cat dipanasi kembali menggunakan elemen pemanas untuk pengujian selanjutnya dengan daya listrik yang sama. Data-data yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1.

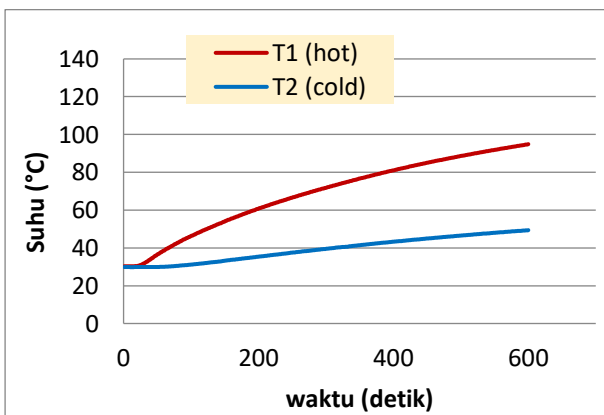
Tabel 1. Hubungan beda temperatur terhadap daya listrik dan nilai konduktivitas termal pada pengujian cat interior

N o	Jenis cat	Daya (watt )	Beda Temperat ur (°C)	Nilai konduktivit as termal (W/m.oC)
1	Cat interio r 1	5	30,44	1,646
2	Cat interio r 2	5	29,48	1,668
3	Cat interio r 3	5	31,11	1,608

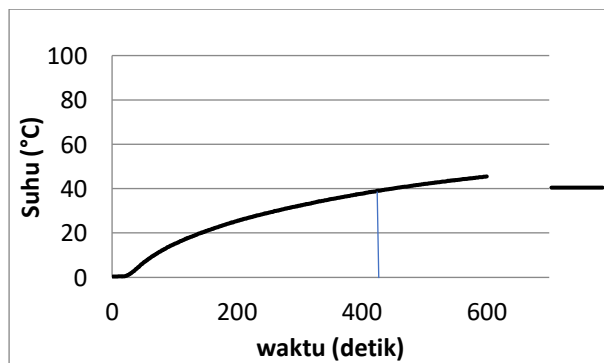
Dari data nilai konduktivitas termal cat interior, didapat nilai rata-ratanya sebesar 1,64 W/m.°C.

**3.2. Penentuan Nilai Konduktivitas Termal Cat Eksterior**

Sama halnya dengan cat interior, data hasil pengujian dibuat dalam bentuk grafik temperatur permukaan cat bagian panas dan dingin seperti diperlihatkan pada Gambar 5. Dari data tersebut dihitung perbedaan temperatur permukaan cat yang kemudian dibuat dalam bentuk grafik hubungan beda temperatur terhadap waktu seperti diperlihatkan pada Gambar 6. Data temperatur permukaan yang ditampilkan jadi grafik pada Gambar 6 digunakan untuk mencari nilai beda temperatur pada keadaan konduksi yang stabil. Data yang digunakan dalam perhitungan adalah pada kondisi beda temperatur yang cenderung landai.



Gambar 5. Grafik perbandingan temperatur permukaan panas (T1) dan permukaan dingin (T2) terhadap waktu pengujian pada cat Eksterior



Gambar 6. Grafik hubungan beda temperatur terhadap waktu pada cat eksterior

Data-data pada kurva grafik yang cenderung landai dihitung rata-ratanya. Daerah yang ditandai pada grafik di Gambar 6 merupakan daerah kurva grafik yang cenderung landai. Nilai beda temperatur yang didapatkan dari hasil perhitungan nilai beda temperatur rata-rata adalah 42,43 °C. Kemudian nilai beda temperatur tersebut dihitung untuk mencari nilai konduktivitas termal cat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$k = (P \cdot dx) / (A \cdot \Delta T)$$

$$= (5 \text{ watt} \cdot 0.005 \text{ m}) / (0.0005 \text{ m}^2 \cdot 42,43 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$= 1,178 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$$

Hasil tiga kali pengulangan pengujian konduktivitas termal cat eksterior ini dapat dilihat pada Tabel 2.

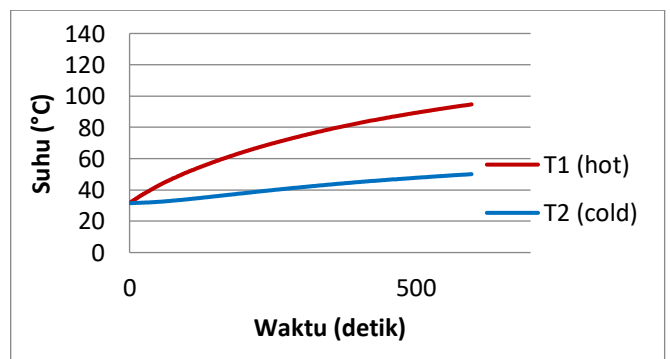
Tabel 2. Hubungan beda temperatur terhadap daya listrik dan nilai konduktivitas termal pada pengujian cat eksterior

N o	Jenis cat	Daya (watt )	Beda Temperatur (°C)	Nilai konduktivitas termal (W/m.°C)
1	Cat eksterior 1	5	42,02	1,216
2	Cat eksterior 2	5	39,73	1,259
3	Cat eksterior 3	5	40,99	1,22

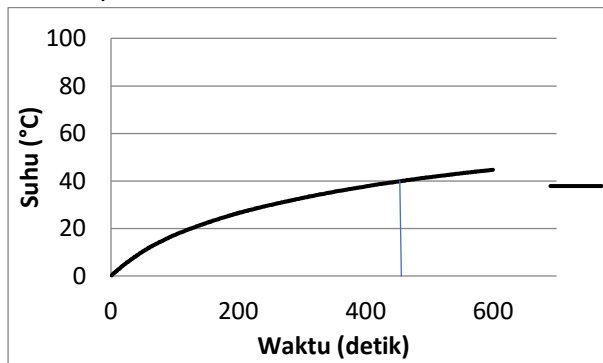
Dari data nilai konduktivitas termal cat eksterior, didapat nilai rata-ratanya sebesar 1,231 W/m.°C.

**3.3. Penentuan Nilai Konduktivitas Termal Cat Waterproof**

Dari data pengujian temperatur permukaan cat waterproof dibuat grafik terhadap waktu, seperti diperlihatkan pada Gambar 7. Setelah didapatkan grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 7, dibuatlah grafik hubungan beda temperatur terhadap waktu seperti pada Gambar 8. Grafik pada gambar 8 digunakan untuk mencari nilai beda temperatur pada keadaan konduksi yang stabil. Hal ini ditunjukkan pada kurva grafik beda temperatur yang cenderung landai.



Gambar 7. Grafik perbandingan temperatur permukaan panas (T1) dan permukaan dingin (T2) terhadap waktu pengujian cat waterproof



Gambar 2. Grafik hubungan beda temperatur terhadap waktu pada cat waterproof

Data-data pada kurva grafik yang cenderung landai dihitung rata-ratanya. Daerah yang ditandai pada grafik di gambar 8 merupakan daerah kurva grafik yang cenderung landai. Nilai beda temperatur yang didapatkan dari hasil perhitungan nilai beda temperatur rata-rata adalah 42,48 °C. Kemudian nilai beda temperatur tersebut dihitung untuk mencari nilai konduktivitas termal cat waterproof dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$k = (P \cdot dx) / (A \cdot \Delta T)$$

$$= (5 \text{ watt} \cdot 0.005 \text{ m}) / (0.0005 \text{ m}^2 \cdot 42,44 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$= 1,178 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$$

Hasil tiga kali pengulangan pengujian konduktivitas termal cat waterproof ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan beda temperatur terhadap daya listrik dan nilai konduktivitas termal pada pengujian cat waterproof

N o	Jenis cat	Daya (watt)	Beda Temperatur (°C)	Nilai konduktivitas termal (W/m.°C)
1	Cat eksterior 1	5	42,99	1,177
2	Cat eksterior 2	5	43,19	1,158
3	Cat eksterior 3	5	42,67	1,172

Dari data nilai konduktivitas termal cat waterproof , didapat nilai rata-ratanya sebesar 1,169 W/m.°C.

**KESIMPULAN**

Nilai konduktivitas termal untuk masing-masing cat adalah sebagai berikut: cat interior memiliki nilai konduktivitas termal sebesar 1,64 W/m.°C; cat eksterior memiliki nilai konduktivitas termal sebesar 1,231 W/m.°C; dan cat waterproof memiliki nilai konduktivitas termal sebesar 1,169 W/m.°C. Nilai konduktivitas termal yang sudah kecil akan memberikan dampak apabila bertambah ketebalannya

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] ASHRAE. (1989) Physiological Principles, Comfort, and Health ASHRAE. Handbook of Fundamental Chapter 8. Atlanta US: ASHRAE
- [2] Cengel, A. Yunus. (2003) Heat Transfer 2nd edition, A Parctical Approach Second edition. Mc Graw Hill Book Company. New York
- [3] Cengel, A. Yunus & Boles, A. Michael, Thermodynamics An Engineering Approach, Fourth Edition, McGraw-Hill, New York, 2002
- [4] Eicker, U. (2009) Low Energy Cooling for Sustainable Buildings. John Wiley & Sons, Ltd. Available at: [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=whk53fno8CoC&oi=fnd&pg=PR5&ots=MY6\\_HDDW\\_1&sigu0FxbOtxjIAqiSYf79x8zJI4E&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=whk53fno8CoC&oi=fnd&pg=PR5&ots=MY6_HDDW_1&sigu0FxbOtxjIAqiSYf79x8zJI4E&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- [5] Fajar Anugrah.(2009) “Pengertian Cat, Komponen Penyusun Cat, Jenis-jenis Cat, Kualitas Cat”.(Artikel). <http://hunter-science.com/2011/06/pengertian-cat.html>.diakses pada 20 januari 2022
- [6] Holman, J.P. (1997) Perpindahan Kalor Edisi Keenam Alih Bahasa Jasifi. Jakarta. Erlangga
- [7] Irsyad, M., Pasek, A. D., Indartono, Y. S., dan Pratomo, A. W. “Heat transfer characteristics of building walls using phase change material”. 60.1 (2017):012028
- [8] Lippmeier G (1994). Bangunan Tropis. Jakarta: Erlangga.
- [9] R.Talbert, Paint Technology Handbook.2010.
- [10] SNI 03-6389-2011.(2011) Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional.
- [11] Talarosa, B. (2005). Menciptakan kenyamanan thermal dalam bangunan. Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 6, No. 3.