MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN : 2808-8115
p-ISSN : 2809-1051

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v3i4.1528

PENGUKURAN KONDUKTIFITAS TERMAL PADA BAHAN KAYU, KAPUR, DAN BESI

Muhamad Azwar Annas[1], Uswatun Chasanah[2], Aris Sandi[3]
[1,2]Universitas Muhammadiyah Lamongan ; [3]Politeknik LPP Yogyakarta
uswatun_chasanah@umla.ac.id

Abstract

Measurement Of Thermal Conductivity In Wood, Lime And Iron have been carried out with the aim of determining the termal conductivity of a material and knowing the factors that affect the termal conductivity of a material. The tools and materials in this experiment were two metal cylinder conductors, the test material (in the form of a cylinder) in the form of cotton wool, iron and wood, an electric stove, a pyrometer, water, clamps and a stopwatch with the stove working steps turned on, piling up the test material placed in the middle of the metal conductor, heated for 10 minutes, the temperature was measured with a pyrometer on the bottom surface, the metal surface below the test material, the metal surface above the test material, and the top surface. Note, the test material and metal conductors are cooled with water and repeated for the other test materials. The working principle used is termal convection termal conduction, temperature measurement. The results of the experiment showed that the value of the termal conductivity was 27.13 W/m°C for wood, 18.6 W/m°C for lime, and 60.6 W/m°C for iron. As for the conductivity is influenced by the temperature difference of each surface of the material, the type of material, the cross-sectional area.

Keywords *: Conductivity; Termal; Material.*

Abstrak : Telah dilakukan pengukuran konduktifitas termal pada bahan kayu, kapur dan besi dengan tujuan untuk menentukan konduktivitas termal suatu material dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi konduktivitas termal suatu material. Alat dan bahan dalam penelitian ini seperti silinder logam konduktor, bahan uji (berbentuk silinder) berupa kapus, besi dan kayu, kompor listrik, pirometer, air, penjepit dan stopwatch dengan langkah kerja antara lain, menumpuk bahan uji diletakkan di tengah tengan logam konduktor, dipanaskan selama 10 menit, suhu diukur dengan pirometer pada permukaan bawah, permukaan logam di bawah bahan uji, permukaan logam di atas bahan uji, dan permukaan atas. Dicatat, bahan uji dan logam konduktor didinginkan dengan air dan diulang pada bahan uji lain. Prinsip kerja yang digunakan adalah konduksi termal konveksi termal dan pengukuran suhu. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan nilai konduktivitas termal antara lain kayu sebesar 27.13 W/m°C, kapur sebesar 18.6 W/m°C, dan besi sebesar 60.6 W/m°C. Sedangkan untuk konduktivitas dipengaruhi oleh perbedaan suhu tiap permukaan bahan, jenis bahan, luas penampang.

Kata Kunci : Konduktivitas; Termal; Material

Jurnal Masaliq is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sangat berkembang dengan pesat seiring dengan proses globalisasi dalam segala bidang, salah satunya dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknolgi, terutama yang erat kaitannya dalam hal industri sehingga sangat dibutuhkan temuan–temuan inovatif yang dapat mendukung perkembangan industri tersebut yang dapat berupa teori–teori atau berupa alat–alat. Salah satunya dalam konduktivitas termal, banyak alat yang memanfaatkan sistem ini dalam peralatan elektronik, seperti setrika, otomatis alat pemanas, dan lain sebagainya, oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana perambatan panas tersebut.

Sifat termal adalah respon bahan terhadap panas. Padatan menyerap energi dalam bentuk panas, sehingga suhu dan dimensinya meningkat. Kapasitas termal adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap panas dan konduktivitas termal adalah kuantitas intensif suatu bahan yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Benda yang memiliki konduktivitas termal (*k*) besar merupakan penghantar kalor yang baik (*good thermal conductor*). Sebaliknya, benda yang memiliki konduktivitas termal kecil adalah penghantar kalor yang buruk (*poor termal conductor*) (Adnan & Soegijono, 2020).

Koefisien konduktivitas termal (*k*) merupakan rumusan laju kalor suatu benda dengan gradien temperatur. Nilai konduktivitas termal memegang peranan penting dalam menentukan jenis penghantar, yaitu penghantar yang baik atau buruk. Suatu bahan dikatakan sebagai konduktor (penghantar kalor yang baik) jika bahan tersebut memiliki nilai k yang besar yaitu > 4,15 W/m°C, biasanya bahan tersebut terbuat dari logam. Sedangkan isolator (penghantar panas yang buruk) memiliki nilai k < 4,01 W/m°C, biasanya bahan ini terbuat dari bahan non logam (Prihartono & Irhamsyah, 2022).

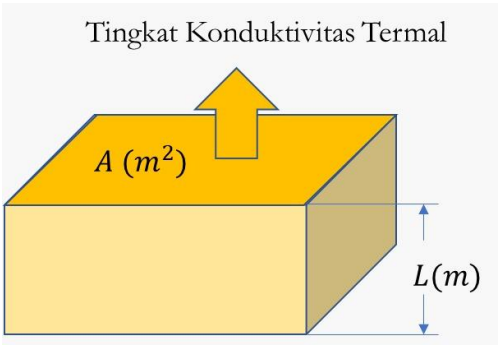
Berdasarkan rumus tersebut, konduktivitas termal suatu bahan ditentukan oleh tingkat nilai suhu benda, juga menunjukkan laju perpindahan energi benda tersebut. Struktur atau komposisi bahan juga dapat menentukan nilai konduktivitas termal bahan tersebut(Astuti, 2015). Kategori bahan yang dapat dikelompokkan sebagai konduktor antara lain:

1) Konduktivitas cukup baik. Daya hantar yang dimaksud adalah daya hantar bahan dan pengaruhnya terhadap perubahan suhu (termal). Suatu konduktivitas dikatakan baik jika nilai k nya melebihi batas standar bahan penghantar yaitu > 4,2 W/m°C
2) Kekuatan mekanik (kekuatan tarik) cukup tinggi. Kekuatan mekanik yang dimaksud adalah kekuatan struktur material, artinya material secara struktural tidak mudah rusak.

3) Koefisien ekspansi kecil; 4) Modulus elastisitas (modulus elastis) cukup besar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju kalor konduksi antara lain, perbedaan temperatur (ΔT = T1–T2). Semakin besar perbedaan suhu maka semakin cepat perpindahan panas. Selain itu, ketebalan dinding juga menjadi faktor penentu laju kalor konduksi (Prihartono & Irhamsyah, 2022). Semakin tebal dinding maka semakin lambat perpindahan panasnya. Selanjutnya faktor lainnya yaitu luas permukaan (A) yangmana semakin besar luas permukaan maka semakin cepat perpindahan kalor (Putra et al., 2012). Konduktivitas termal suatu bahan (k), merupakan ukuran kemampuan suatu zat untuk menghantarkan kalor, semakin besar nilai k maka semakin cepat perpindahan kalornya (Alim et al., 2017). Faktor penentu yang sangat dominan pada proses pemanasan (*cooking*) adalah deformasi termal yang berhubungan dengan ukuran pori rata-rata (*porous*) yangmana dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur partikel. Semakin besar ukuran partikel maka semakin besar ukuran pori sehingga konduktivitas termalnya rendah. Sebaliknya, semakin kecil ukuran partikel maka ukuran pori semakin kecil sehingga konduktivitas termalnya semakin tinggi (prijono Kreith, Frank, 1977).

Jumlah total panas yang dipindahkan oleh masing-masing metode hampir seluruhnya ditentukan oleh kondisi lingkungan (Susanto et al., 2021). Misalnya, udara jenuh tidak dapat menerima kelembapan tubuh, sehingga perpindahan panas tidak dapat terjadi melalui penguapan. Pengkondisian ruangan harus meningkatkan laju kehilangan panas jika penghuninya terlalu panas dan mengurangi laju kehilangan panas jika terlalu dingin. Tujuan ini dicapai dengan mengolah dan menghantarkan udara yang nyaman dari segi suhu, uap air (kelembaban), dan kecepatan (pola gerak dan distribusi udara) (Susanto et al., 2021). Udara bersih dan hilangnya bau (melalui ventilasi) adalah kondisi kenyamanan tambahan yang harus dikontrol oleh sistem ventilasi buatan.



Gambar 1. Mekanisme Konduktivitas Termal

Panas diangkut dalam bahan padat oleh gelombang getaran kisi (*fonon*) dan elektron bebas. Konduktivitas termal terkait dengan masing-masing mekanisme ini dan konduktivitas total adalah jumlah dari kontribusi keduanya. Dimana k1 mewakili getaran kisi dan konduktivitas termal elektron. Energi panas yang terkait dengan fonon atau gelombang kisi diangkut ke arah gerakannya. Kontribusi k1 dihasilkan dari pergerakan bersih fonon dari tubuh bersuhu tinggi ke rendah dalam gradien suhu (Prihartono & Irhamsyah, 2022). Elektron bebas dapat berpartisipasi dalam konduksi termal elektronik dengan elektron bebas di daerah panas spesimen mendapatkan keuntungan energi kinetik. Kemudian bermigrasi ke daerah dingin dimana sebagian energi kinetik ditransfer ke atom itu sendiri (sebagai energi vibrasi) akibat tumbukan dengan fonon dan ketidaksempurnaan lain dalam kristal. Kontribusi relatif, untuk meningkatkan konduktivitas termal total dengan meningkatnya konsentrasi elektron bebas karena lebih banyak elektron yang tersedia untuk berpartisipasi dalam proses perpindahan panas (Pamungkas & Adam, n.d.).

Setiap zat baik yang berwujud padat, cair maupun gas tersusun atas partikel-partikel. Jarak antar partikel dalam padatan sangat dekat, jarak antar partikel dalam fluida lebih jauh daripada jarak antar partikel dalam zat padat, sedangkan pada gas, jarak antar partikelnya berjauhan (Rompas et al., 2013). Hal inilah yang menyebabkan gaya tarik menarik antar partikel atau kohesi pada zat padat lebih besar daripada gaya tarik menarik pada zat cair (Pratama et al., 2016). Oleh karena itu gerak partikel pada zat padat sangat terbatas, dan hanya bergetar pada tempat tertentu saja. Konduktivitas termal suatu bahan adalah ukuran kemampuan bahan untuk menghantarkan panas (termal). Satuan SI untuk konduktivitas termal adalah $W/m°C$. Kebalikan dari konduktivitas termal disebut resistivitas (Rompas et al., 2013). Dalam satuan SI, konduktivitas listrik zat padat, cair, gas diukur dalam siemens per meter. Dalam hal cairan, konduktivitas elektrolit diperoleh dari rasio kerapatan arus dengan kuat medan listrik(Fadhil, Muhammad Andira Mulia Siregar, Sugeng Supriadi, 2014).

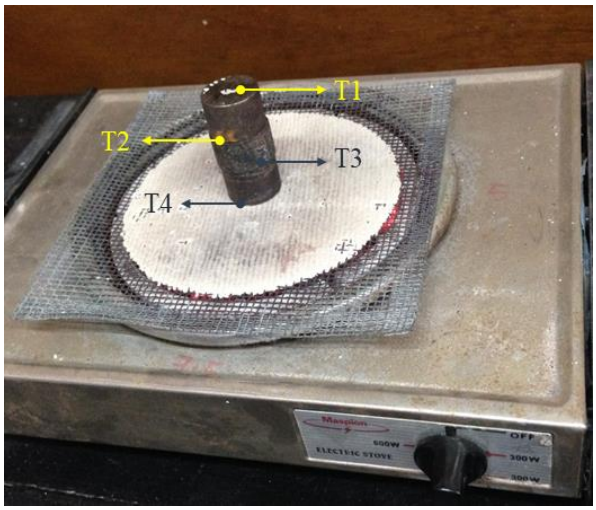
METODE

A. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini memerlukan alat dan bahan antara lain, dua silinder logam konduktor, bahan uji (berbentuk silinder) berupa kapus, besi dan kayu, kompor listrik, pirometer, air, penjepit dan stopwatch.

B. Langkah Kerja

Langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pertama menyiapkan alat dan bahan, membentuk silinder bahan uji, kompor dinyalakan, menumpuk dua logam konduktor dan salah satu bahan (bahan uji diletakkan ditengah tengan logam konduktor), diletakkan diatas kompor (dipanaskan) selama 10 menit, lalu di ukur suhunya dengan pirometer pada permukaan paling bawah, permukaan logam dibawah bahan uji, permukaan logam diatas bahan uji, dan permukaan paling atas. Dicatat, bahan uji dan logam konduktor di dinginkan dengan air dan diulangan untuk bahan uji yang lain.



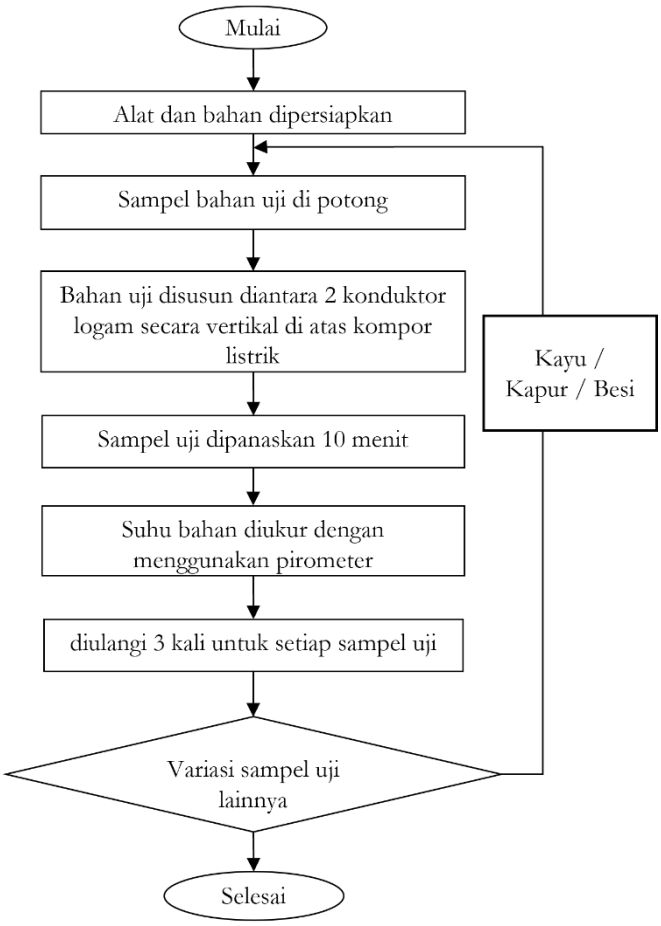
Gambar 2. Proses pemanasan material yang diukur konduktivitasnya

Dari Gambar 2 tersebut terlihat bahwa titik pengukurannya adalah T1 sampai T4. Pengukuran suhu T1 sampai T4 dilakukan sebanyak tiga (3) kali untuk mengurangi tingkat kesalahan.



Gambar 3. Pirometer untuk mengukur suhu material

C. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL

Dari penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan data sebagaimana berikut ini sebagaimana berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Pada Material Kayu

Kayu	Pengukuran suhu (^{0}Celcius)			
	Pengujian ke 1	Pengujian ke 2	Pengujian ke 1	Rata-rata
T1	38	37	39	38
T2	40	40	40	40
T3	62	63	62	62.33
T4	64	64	68	65.33

Tabel 2. Hasil Pengukuran Suhu Pada Material Kapur

Kapur	Pengukuran suhu (^{0}Celcius)			
	Pengujian ke 1	**Pengujian ke 2**	**Pengujian ke 3**	**Rata-rata**
T1	40	40	40	40
T2	43	41	43	42.33
T3	67	69	67	67.67
T4	70	71	69	70

Tabel 3. Hasil Pengukuran Suhu Pada Material Besi

Besi	Pengukuran suhu (^{0}Celcius)			
	Pengujian ke 1	**Pengujian ke 2**	**Pengujian ke 3**	**Rata-rata**
T1	43	43	43	43
T2	44	44	44	44
T3	57	57	58	57.33
T4	62	62	60	61.33

Perhitungan:

$$k_{konsuktor}\frac{A_{konduktor}(\Delta T_{4-3})}{L_{konduktor}} = k_{Sampel}\frac{A_{Sampel}(\Delta T_{3-2})}{L_{Sampel}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$k_{konsuktor}$ = **Konduktivitas termal konduktor** (W/m℃)

k_{Sampel} = **Konduktivitas termal sample** (W/m℃)

$A_{konduktor}$ = **Luas permukaan konduktor** (m^2)

A_{Sampel} = **Luas permukaan sampel** (m^2)

$L_{konduktor}$ = **Ketebalan konduktor** (m)

L_{Sampel} = **Ketebalan sampel** (m)

$\Delta T_{4-3} = T_4 - T_3$

$\Delta T_{3-2} = T_3 - T_2$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Konduktivitas Pada Material Uji

Bahan	Konduktivitas (W/m°C)
Kayu	27.13
Kapur	18.60
Besi	60.6

Setelah dihitung dengan persamaan konduktivitas termal antara kedua material, diperoleh data seperti pada tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa konduktivitas termal tertinggi terdapat pada material besi.

PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan bahan dua silinder logam konduktor untuk menghantarkan panas dari kompor ke bahan uji, bahan uji (berbentuk silinder) berupa kapus, besi dan kayu sebagai bahannya diuji konduktivitasnya , kompor listrik sebagai sumber dari kalor, pirometer untuk mengukur suhu dari bahan, air sebagai pendingin, penjepit untuk memegang bahan uji dan logam yang panas dan *stopwatch* untuk mengetahui selang waktu pemanasan.

Dalam melakukan penelitian yang telah dilakukan ini ternyata konduktivitas dipengaruhi oleh perbedaan suhu tiap permukaan bahan, jenis bahan, luas penampang. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa konduktivitas termal pada bahan uji yang mempengaruhi laju kalor secara konduksi dimana semakin besar beda suhu pada ujung-ujung bahan, maka semakin cepat perpindahan kalor, yangmana berbanding terbalik dengan konduktivitas termal suatu bahan, sehingga nilai konduktivitasnya semakin besar. Selain itu luas permukaan (A), juga mempengaruhi konduktivitas termal semakin besar luas permukaan suatu bahan , maka semakin cepat perpindahan kalor yang terjadi sehingga nilai konduktivitas bahan semakin kecil.

Pada saat pengambilan data juga sempat terjadi ketidakakuratan pengukuran suhu saat pengambilan data dan juga saat perhitungan, sehingga hasil yang diinginkan tidak maksimal. Namun, dari data yang didapatkan sesuai dengan teori bahwa logam memiliki konduktivitas yang paling tinggi dibandingkan dengan yang lain disusul oleh kayu dan kapur. Dimana nilai dari konduktivitas termalnya adalah untuk kayu sebesar 27.13 W/m°C, kapur sebesar 18.6 W/m°C, dan besi sebesar 60.6 W/m°C.

KESIMPULAN

Dari data yang ada dapat disimpulkan dari pembahasan diatas bahwa nilai dari konduktivitas termalnya adalah untuk kayu sebesar 27.13 W/m°C, kapur sebesar 18.6 W/m°C, dan besi sebesar 60.6 W/m°C. Sedangkan untuk konduktivitas dipengaruhi oleh perbedaan suhu tiap permukaan bahan, jenis bahan, luas penampang.

DAFTAR PUSTAKA

Adnan, S. R., & Soegijono, B. (2020). Sifat Termal dan Analisis Komposisi Material Barium Zirkonium Titanat (BZT) dengan Doping Lantanum dan Indium. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, *5*(2), 78–82. https://doi.org/10.52447/jktm.v5i2.3463

Alim, M. I., Mardiana, D., & Its, J. R. (2017). *Uji Konduktivitas Termal Material Non Logam*.

Astuti, I. A. D. (2015). *Penentuan Konduktivitas Termal Logam Tembaga, Kuningan, dan Besi dengan Metode Gandengan*. *6*.

Fadhil, Muhammad Andira Mulia Siregar, Sugeng Supriadi, Y. S. N. (2014). Penelitian Sifat Termal dan Mekanik Komposit Serat Karbon. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII)*, *Snttm Xiii*, 15–16.

Pamungkas, G. M., & Adam, M. F. (n.d.). *Frocogerator (Free Freon Cooler Refrigerator) Sebagai Inovasi Kulkas Penyimpan Buah Dan Sayuran Yang Ramah Lingkungan Berbasis Transfer Kalor Adsorben-Adsorbat Yang Low Power*.

Pratama, N., Djamas, D., & Darvina, Y. (2016). Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Tongkol Jagung. *Pillar of Physics*, *7*(April), 25–32.

Prihartono, J., & Irhamsyah, R. (2022). Analisis Konduktivitas Termal pada Material Logam (Tembaga, Alumunium dan Besi). *Jurnal Teknik Mesin Presisi*, *24*(2), 49–54.

prijono Kreith, Frank, A. (1977). *Prinsip-prinsip perpindahan panas Edisi Ketiga*. Erlangga.

Putra, I. K., Kristiawan, B., & Budiana, E. P. (2012). *Studi Eksper-Imental Perpindahan Kalor Konveksi Fluida Nano Tio2-Ethylene Glycol Pada Circular Tube Di Bawah Kondisi Fluks Kalor Konstan*. *10*.

Rompas, G. P., Pangouw, J. D., Pandaleke, R., & Mangare, J. B. (2013). *Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas*.

Susanto, D., Winarsih, L., & Supriati, R. (2021). Perbandingan Penggunaan Sasak Berbahan Kayu Dan Besi Terhadap Kecepatan Pengeringan Herbarium Di Laboratorium Biologi, Universitas Bengkulu. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Sains Dan Teknologi*, *1*(1), 25–33. https://doi.org/10.33369/labsaintek.v1i1.15433