

PEMBUATsAN DAN PENGUJIAN ALAT UJI KONDUKTIVITAS TERMAL BAHAN

Rebi Okzama¹, Arwizet K²

¹Universitas Negeri Padang, Indonesia

²Universitas Negeri Padang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 1 Agustus 2019
Direvisi: 2 Agustus 2019
Diterbitkan: 7 Agustus 2019

KATA KUNCI

Alat Uji, Konduktivitas
Termal, Bahan, Panas

KORESPONDEN

No. Telepon: +6282392219169

E-mail:

rebiokzama@yahoo.com

arwizet@ft.unp.ac.id

A B S T R A K

Suatu bahan memiliki sifat penghantaran panas yang berbeda. Untuk mengetahui seberapa cepat dan seberapa besar suhu yang dapat berubah pada sebuah benda dapat menghantarkan panas seberapa besar suhu yang dapat berubah pada bahan itu maka kita harus mengetahui konduktivitas termal bahan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat dan melakukan pengujian pada alat uji konduktivitas termal. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu dengan membuat prototipe alat uji konduktivitas termal bahan dengan menggunakan rumus persamaan konduktivitas termal untuk perhitungan mencari nilai konduktivitas bahan yang diuji. Bahan uji yang dipakai yaitu kayu, bata, komposit serat ijuk, komposit serabut kelapa dan komposit campuran serat ijuk dan kelapa dengan diameter 38,5 mm dan tebalnya 15 mm. Hasil dari penelitian ini adalah berupa prototipe alat uji konduktivitas termal bahan dan data dari hasil pengujian. Hasil rata-rata kenaikan T_2 beberapa bahan yaitu kayu $0,075-1,225^{\circ}\text{C}$, bahan bata $0,125-0,6^{\circ}\text{C}$, bahan komposit serat ijuk $0,125-0,2^{\circ}\text{C}$, bahan komposit serabut kelapa $0,075-0,25^{\circ}\text{C}$ dan bahan komposit campuran serat ijuk dan serabut kelapa $0,025-0,225^{\circ}$, kelima spesimen tersebut dapat dilihat kenaikan suhu terbesar terjadi pada kayu. Hasil nilai K dari spesimen yang diuji yaitu kayu $3,93(\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C})$, bata $4,01(\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C})$, komposit serat ijuk $3,7434(\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C})$, komposit serabut kelapa $3,7593(\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C})$ dan campuran komposit serat ijuk dan serabut kelapa $3,77769(\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C})$. Nilai K yang telah diketahui yaitu bahan kayu dibandingkan dengan nilai kayu yang telah diuji maka hasilnya tidak jauh sama, jadi dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat dapat dinyatakan berhasil dalam pembuatan dan pengujian.

PENDAHULUAN

Setiap material atau bahan memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Setiap bahan memiliki sifat yang berbeda-beda mulai dari sifat fisis, sifat mekanis dan sifat kimiawi. Sifat fisis yaitu sifat yang dimiliki suatu bahan yang dapat kita amati secara langsung, sedangkan untuk mengetahui sifat mekanik dan kimiawinya itu tidak bisa dilihat secara langsung, maka haruslah dilakukan percobaan untuk mengetahui sifat mekanik dan kimiawinya. Suatu bahan memiliki sifat penghantaran panas yang berbeda ada yang bersifat konduksi, konveksi dan radiasi. Untuk mengetahui seberapa cepat dan seberapa besar suhu yang dapat berubah pada sebuah benda dapat menghantarkan panas seberapa besar suhu yang dapat berubah pada bahan itu maka kita harus mengetahui konduktivitas termal bahan tersebut (Callister, W.D., Jr., 2001).

Dalam setiap bahan teknik memiliki suatu kemampuan untuk menghantarkan panas (*Heat*). Kemampuan menghantarkan panas ini disebut konduktivitas termal. "Konduktivitas termal adalah kemampuan bahan dalam meneruskan panas dari suatu tempat ke tempat lainnya" (Arwizet, 2014). Konduktivitas termal diperlukan untuk mengelompokkan suatu bahan tergolong antara bahan konduktor atau bahan isolator, hal ini berfungsi untuk memudahkan suatu penggunaan bahan sesuai dengan nilai konduktivitas termal bahan tersebut.

Cara untuk mengetahui nilai konduktivitas termal suatu bahan, kita dapat mengujinya dengan menggunakan alat uji konduktivitas termal bahan. Dalam penelitian untuk meneliti tentang nilai konduktivitas suatu bahan yang ada, Peneliti di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, saat ini terhambat oleh tidak tersedianya alat uji konduktivitas termal untuk penelitian tersebut. Kendala lainnya yang timbul adalah besarnya biaya yang dibutuhkan dalam pembelian atau pengadaan alat uji konduktivitas termal ini. Atas dasar itu perlu adanya sebuah rekayasa alat konduktivitas termal yang mampu membantu penelitian dengan biaya yang murah. Dari uraian diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang alat uji konduktivitas termal bahan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan melakukan pengujian pada alat uji konduktivitas termal, mengetahui alat apa saja komponen yang diperlukan untuk diperlukan untuk membuat alat uji konduktivitas termal bahan, untuk mengetahui apakah alat yang dibuat bekerja sesuai dengan fungsinya, mengetahui sejauhmana alat ini dapat digunakan untuk pengujian beberapa bahan material dan mengetahui nilai konduktivitas termal beberapa bahan uji.

Pengujian ini menggunakan standar ASTM E 1530-99, pada standar ini memiliki batasan pengukuran aliran panas material dengan ketebalan sampel ukur kurang dari 25 mm dan berdiameter sebesar 50,8 mm atau 2 inchi. Resistensi termal yang diukur harus berkisar dari 10 sampai $400 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ dan nilai konduktivitas termalnya berkisar $0,1 < _ < 30 \text{ W/(m.K)}$ pada temperatur berkisar antara 150 sampai 600 °K.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Eksperimen yang dilakukan adalah pembuatan alat uji konduktivitas termal bahan. Eksperimen yang dilakukan untuk menciptakan sebuah alat uji konduktivitas termal bahan dengan analisis

kemampuan alatnya menggunakan rumus dan teori yang berlaku dalam ilmu perpindahan panas sesuai dengan spesimen yang digunakan.

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dari pembuatan alat uji konduktivitas termal bahan, pengujian, analisa data sampai pembuatan laporan dilakukan pada bulan Juni 2019 sampai dengan Juli 2019 di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah alat uji konduktivitas termal bahan yang telah dibuat, serta alat pendukungnya seperti *stopwatch* dan kertas tabulasi. Bahan yang digunakan untuk pengujian adalah kayu, bata, komposit serat ijuk, komposit serabut kelapa dan komposit campuran serat ijuk dan serabut kelapa. Ukuran dari bahan tersebut adalah diameter 38,5 mm dengan ketebalan 15 mm.

Prosedur Penelitian

Persiapan alat dan bahan terlebih dahulu, letakkan spesimen pada konduktor aluminium, jepit spesimen dengan kuat, selimuti spesimen dengan dakron supaya panas yang mengalir ke spesimen tidak menyebar, colokan stop kontak kemudian putar SCR pengatur tegangan supaya arus mengalir ke elemen pemanas, siapkan *stopwatch* untuk melihat kenaikan suhu per 1 menit, catat hasil kenaikan suhu pada termometer per 1 menit di kertas tabulasi dan analisis hasil pengujian

Analisis Data Pengujian

Analisis data yang dilakukan dalam hal ini adalah menganalisis variable-variabel yang telah didapatkan pada pengukuran alat dan dimasukkan ke persamaan kalor konduksi karena alat ini menerapkan ilmu konduktor panas untuk mendapatkan nilai konduktivitas suatu spesimen tersebut. Persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai konduktivitas termal spesimen tersebut adalah :

$$Q_k = -k A \frac{dT}{dX} \dots\dots\dots(1)$$

maka untuk mendapatkan nilai konduktivitas termalnya menjadi :

$$k = \frac{Q_k dX}{A dT} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

Q = Laju Perpindahan Panas (kj / det, W)

K = Konduktivitas Termal (W/m.°C)

A = Luas Penampang (m²)

Dt = Perbedaan Temperatur (°C, °F)

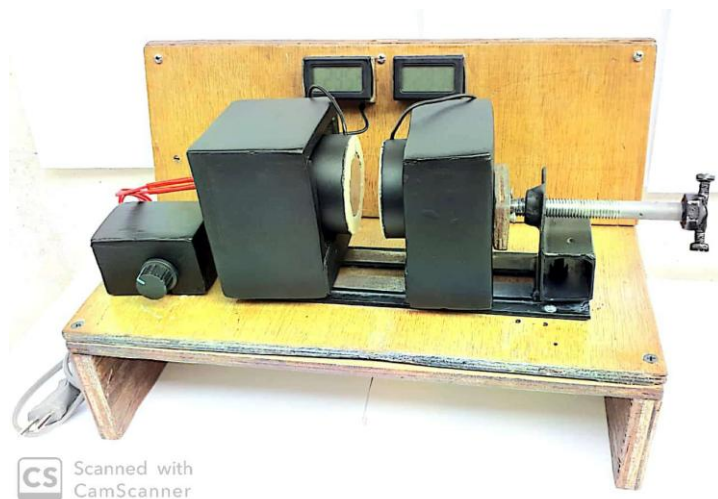
dX = Perbedaan Jarak (m / det)

ΔT = Perubahan Suhu (°C, °F)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan

Setelah dilakukan beberapa kegiatan dimulai dari perencanaan, persiapan alat dan bahan, pembuatan serta perakitan, maka tugas akhir ini dapat diselesaikan sesuai perencanaan. Hasil dari penelitian yang penulis lakukan adalah berupa alat uji konduktivitas termal dan data hasil penelitian. Salah satu langkah utama dari penelitian ini adalah membuat alat uji konduktivitas termal bahan. Untuk hasil akhir dari tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alat Uji Konduktivitas Termal Bahan

Tabel 1. Spesifikasi Alat Uji Konduktivitas termal bahan

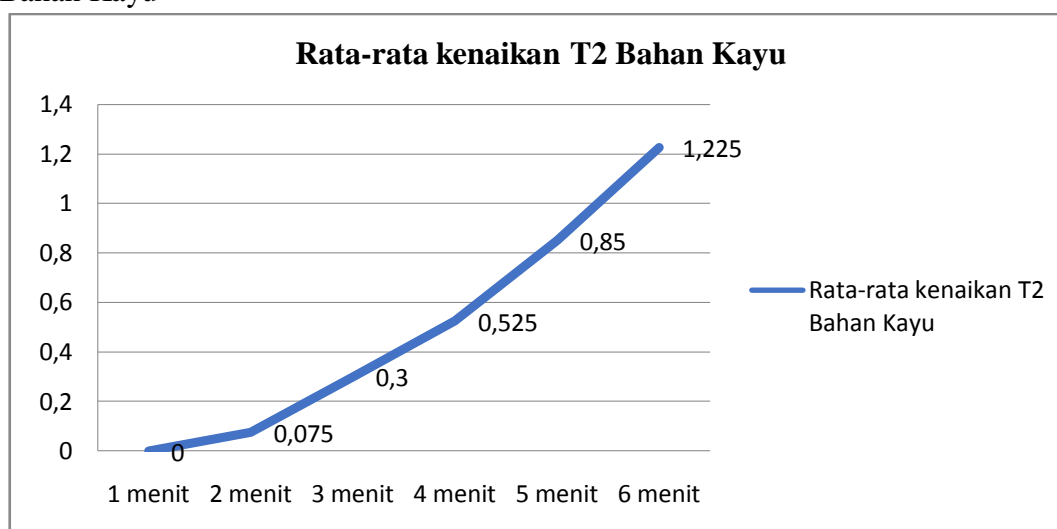
No	Komponen	No	Komponen
1	Rangka Panjang 360 mm x lebar 170mm x tinggi 110 mm	6	PorosUlir Ø12mm x panjang 100 mm, M12 x 1.75
2	Reldan Mur PorosUlir Rel : Panjang 220 mm x lebar 14 mm x ketebalan 3 mm Mur PorosUlir : M12 x 1,75	7	Alluminium 1. Alluminium 1: Ø40mm x panjang 50 mm 2. Alluminium 2 : Ø40mmx panjang 70 mm
3	Landasan 1. Landasan 1 : Panjang 80 mm x lebar 70 mm x tinggi 90 mm 2. Landasan 2 : Panjang 60 mm x lebar 50 mm x tinggi 90 mm	8	Kover Isolator 1. Kover isolator 1 Ø60 mm x panjang 70 mm 2. Kover isolator 2 Ø60 mm x panjang 50 mm
4	Elemen Pemanas Tegangan 220 Volt, Daya 2000 Watt	9	SCR Pegatur Tegangan Tegangan 220 Volt, Daya 2000 Watt
5	Termometer Termometer digital 0°C - 110°C	10	Meja Panjang 360 mm x lebar 170 mm x tinggi 94 mm

Hasil Pengujian

1. Hasil Pengujian rata-rata kenaikan suhu T2

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan perbedaan kenaikan suhu rata-rata pada setiap spesimen uji, maka diperoleh grafik sebagai berikut

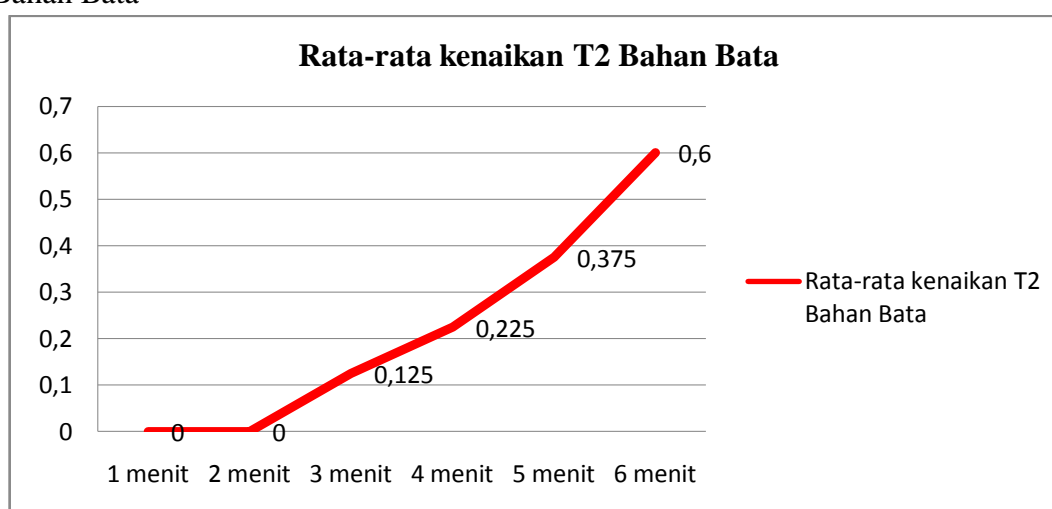
a. Bahan Kayu



Gambar 2. Grafik rata-rata kenaikan T2 bahan kayu

Dari data rata-rata kenaikan ΔT suhu (Perbedaan Suhu masuk dan keluar pada spesimen) pada bahan kayu dapat terlihat bahwa ΔT suhu setiap per 1 menit selama 6 menit percobaan dengan empat kali uji yaitu kisaran dari 0,075 sampai dengan 1,225 °C.

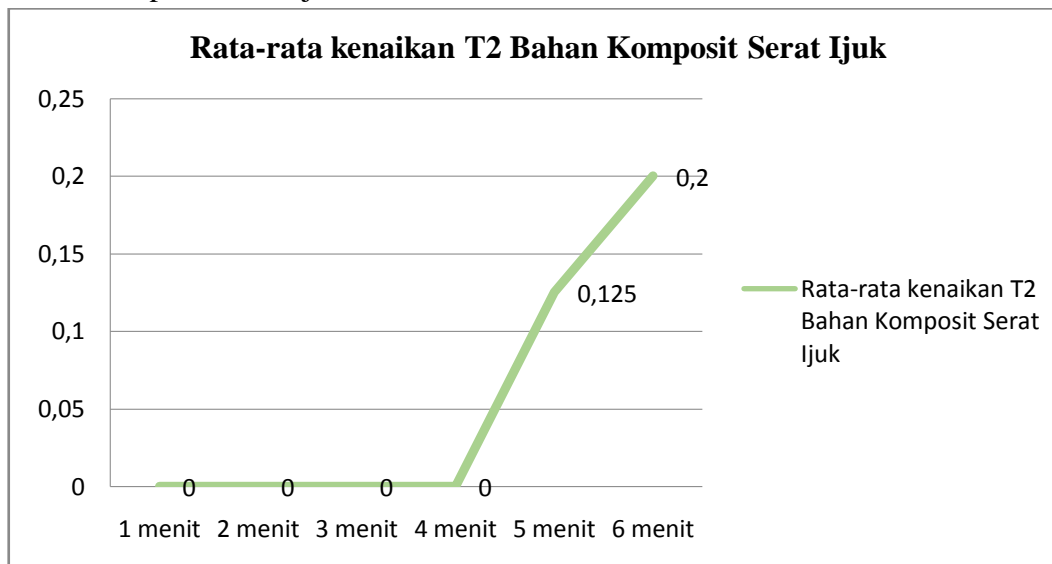
b. Bahan Bata



Gambar 3. Grafik grafik rata-rata kenaikan T2 bahan bata

Dari data rata-rata kenaikan ΔT suhu (Perbedaan Suhu masuk dan keluar pada spesimen) pada bahan bata dapat terlihat bahwa ΔT suhu setiap per 1 menit selama 6 menit percobaan dengan empat kali uji yaitu kisaran dari 0,125 sampai dengan 0,6 °C, dengan kenaikan suhu pada menit ke tiga.

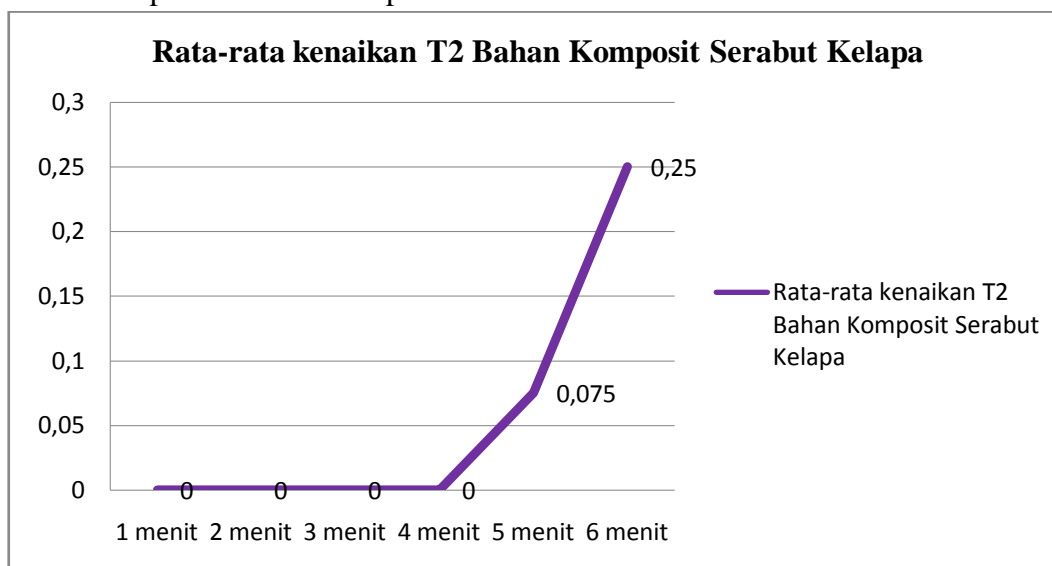
c. Bahan Komposit Serat Ijuk



Gambar 4. Grafik rata-rata kenaikan T2 bahan komposit serat ijuk

Dari data rata-rata kenaikan ΔT suhu (Perbedaan Suhu masuk dan keluar pada spesimen) pada bahan bata dapat terlihat bahwa ΔT suhu setiap per 1 menit selama 6 menit percobaan dengan empat kali uji yaitu kisaran dari 0,125 sampai dengan 0,2 °C, dengan kenaikan suhu rata-rata pada menit ke lima.

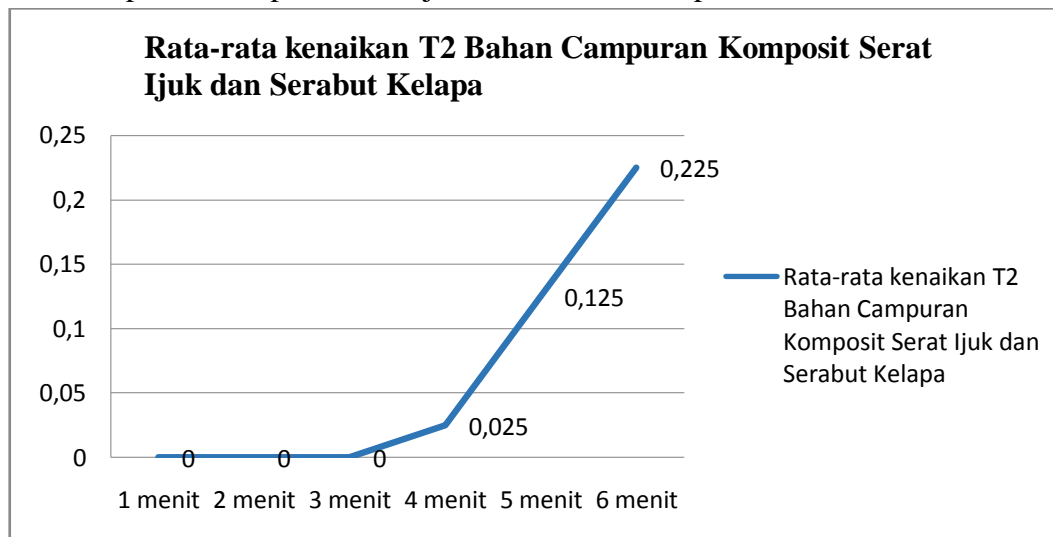
d. Bahan Komposit Serabut Kelapa



Gambar 5. Grafik rata-rata kenaikan T2 bahan komposit serabut kelapa

Dari data rata-rata kenaikan ΔT suhu (Perbedaan Suhu masuk dan keluar pada spesimen) pada bahan bata dapat terlihat bahwa ΔT suhu setiap per 1 menit selama 6 menit percobaan dengan empat kali uji yaitu kisaran dari 0,075 sampai dengan 0,25 °C, dengan kenaikan suhu rata-rata pada menit ke lima.

e. Bahan Campuran Komposit Serat Ijuk dan Serabut Kelapa

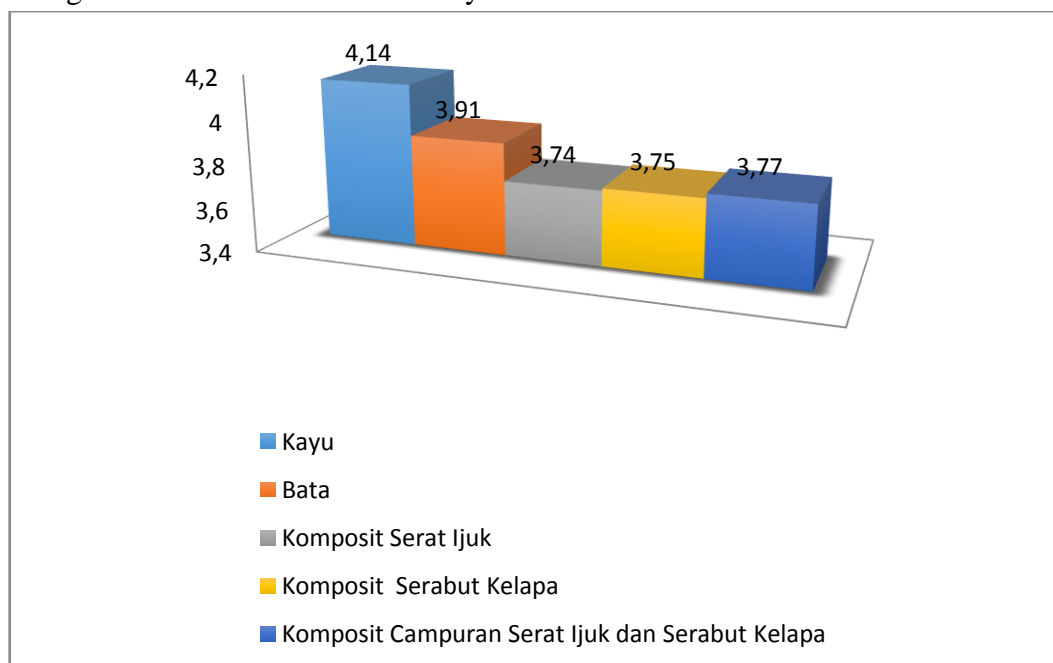


Gambar 6. Grafik rata-rata kenaikan T2 bahan campuran komposit serat ijuk dan serabut kelapa

Dari data rata-rata kenaikan ΔT suhu (Perbedaan Suhu masuk dan keluar pada spesimen) pada bahan bata dapat terlihat bahwa ΔT suhu setiap per 1 menit selama 6 menit percobaan dengan empat kali uji yaitu kisaran dari 0,025 sampai dengan 0,225 °C, dengan kenaikan suhu rata-rata pada menit ke lima.

2. Analisis Data

Hasil dari pengujian spesimen uji alat konduktivitas termal bahan didapatkan ΔT suhu stabil pada setiap percobaan dan nilai konduktivitas termal bahan tersebut. Setelah dilakukan perhitungan mencari nilai konduktivitas termal beberapa spesimen, dapat terlihat pada grafik perbandingan nilai konduktivitas termalnya dibawah ini



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Konduktivitas Termal Bahan

Nilai konduktivitas termal bahan tertinggi terjadi pada spesimen kayu sebesar 4,14 W/m.⁰C. dan seterusnya adalah Batu bata 3,91 W/m.⁰C, Komposit serat ijuk dan sabut kelapa 3,77 W/m.⁰C, Komposit serat sabut kelapa 3,75 W/m.⁰C, dan Komposit serat ijuk 3,74 W/m.⁰C. dari data tersebut dapat dinyatakan bahwa kayu memiliki kemampuan menghantarkan panas yang baik daripada spesimen lainnya.

KESIMPULAN

Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap beberapa spesimen pengujian membuktikan bahwa pembuatan alat uji konduktivitas termal bahan ini sudah mendapatkan hasil pengujian sesuai dengan nilai konduktivitas termal bahan yang seharusnya. Nilai dari hasil pengujian spesimen bahan dengan kandungan unsur organik yang dominannya unsur batu dan kayu berkisar antara 0,038 sampai dengan 4,15 W/m.⁰C. namun dalam realisasinya alat ini mempunyai banyak kelemahan diantaranya suhu yang tidak stabil karena daya yang masuk tergantung dari daya yang didapatkan dari sumber listrik.

DAFTAR RUJUKAN

- Callister, W.D., Jr., 2001, *Fundamental of Materials Science and Engoneering*, Departement of Metallurgical Engineering, John Wiley & Sons, inc, New York.
- Ferdiansyah, Ervan. 2013. *Ilmu Bahan Teknik*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Indonesia, Dokumen. 2013. *Sejarah Material Teknik*.
<https://dokumen.tips/documents/sejarah-material-teknik.html>. Diakses 6 Mei 2019.
- J.P., Holman. 1994. *Perpindahan Panas*. Jakarta: Erlangga.
- Arwizet, K. 2014. *Ilmu Perpindahan Panas*. Padang : UNP Press.
- M, Rinaldi. 2016. *Rancang Bangun Alat Uji Konduktivitas Thermal Material*. Medan: *Google Scholar*. Di download tanggal 30 Maret 2019.
- Rafiuddin, Syam. 2013. *Dasar-Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Willem. & Rinson. 2013. *Teknik Listrik Dasar Otomotif*. Malang: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Moh, Wirantana. 2011. *Rancang Bangun Alat Ukur Konduktivitas Thermal Bahan Logam Berbasis Mikrokontroller*. Bandung: *Google Scholar*. Di download tanggal 30 Maret 2019.