

PERENCANAAN ALAT UJI KONDUKTIVITAS TERMAL BAHAN

Rahmat Syukri¹, 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, Nilai Konduktivitas Termal, Suhu, Bahan.

KORESPONDEN

No. Telepon: +62(08)5263577271

E-mail:

Syukrirahmat71@gmail.com,
arwizet@ft.unp.ac.id

A B S T R A K

Saat ini penelitian tentang nilai konduktivitas termal bahan tekendala karena tidak tersedianya alat uji konduktivitas termal bahan tersebut. Hal ini menjadi faktor penghambat lambatnya perkembangan penelitian dibidang konduktivitas termal bahan untuk mencari bahan alternatif yang memanfaatkan kemampuan konduktivitas termal suatu bahan. Tujuan penelitian yang dilakukan adalah merencanakan suatu rekayasa alat konduktivitas termal bahan dan mengetahui beberapa nilai konduktivitas termal bahan teknik yang belum diketahui nilainya, agar menjadi salah satu bahan alternatif. Penelitian tentang alat uji konduktivitas termal bahan menggunakan metode eksperimen untuk merancang alat uji yang bekerja berdasarkan persamaan konduktivitas termal. Pada alat uji ini nilai konduktivitas termal bahan uji didapatkan dari analisis selisih antara suhu masuk dan suhu keluar yang diterima suatu benda uji (dT) dengan nilai ketebalan bahan uji (dT), kalor (Watt), dan luas permukaan bahan uji (m^2). Sumber kalor alat uji berasal dari daya listrik PLN untuk menghidupkan elemen pemanasnya. Nilai suhu masuk dan keluar pada alat didapatkan dari indikator yang ditunjukkan termometer digital. Prinsip kerja alat ini untuk mendapatkan selisih suhu masuk dan suhu keluar pada bahan uji. Hasil dari pengujian alat uji konduktivitas termal bahan yang sudah dibuat terhadap beberapa bahan teknik yaitu kayu sebesar $4,14 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, Komposit Serat Ijuk $3,74 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, Komposit Serat Sabut kelapa $3,75 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, Komposit Serat Ijuk dan Sabut kelapa $3,77 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, dan batu bata $3,91 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. Hasil yang didapatkan sudah sesuai dengan nilai konduktivitas termal yang telah diketahui nilainya dengan komposisi pembentuk bahan serupa dengan bahan uji diatas dengan kisaran nilai antara $0,038 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $4,15 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$.

PENDAHULUAN

Setiap bahan teknik memiliki kemampuan dalam merespon aksi dari luar. Salah satu kemampuan itu seperti kemampuan menghantarkan listrik, kemampuan menahan getaran, ketahanan akan goresan, dan lain-lain. Salah satu jenis kemampuan suatu bahan yang perlu diperhitungkan adalah kemampuan bahan dalam menghantarkan panas yang diterimanya.

Kemampuan menghantarkan panas ini disebut konduktivitas termal. “Konduktivitas termal adalah kemampuan bahan dalam meneruskan panas dari suatu tempat ke tempat lainnya” (Arwizet, 2014:10).

Nilai konduktivitas termal suatu bahan dapat di terapkan dalam hal seperti kecilnya nilai konduktivitas termal suatu bahan yang diketahui dapat digunakan sebagai bahan untuk isolator panas, kecilnya nilai konduktivitas termal suatu bahan yang diketahui dapat digunakan untuk isolator arus listrik, dan besarnya nilai konduktivitas termal bahan yang diketahui bisa digunakan untuk bahan konduktor listrik. Dari diketahuinya nilai konduktivitas termal bahan itulah, maka bahan tersebut juga dapat digolongkan menjadi bahan konduktor atau bahan isolator.

Saat ini permasalahan yang timbul dari konduktivitas termal suatu bahan adalah banyaknya bahan yang belum teridentifikasi nilai dari konduktivitas termal bahannya. Atas dasar itulah perlu dilakukannya suatu pengujian untuk mengetahui nilai konduktivitas termal suatu bahan, agar nantinya dapat menjadi bahan alternatif baru yang fungsinya mampu menggantikan bahan yang umum digunakan.

Dalam penelitian untuk meneliti tentang nilai konduktivitas termal suatu bahan yang ada. Peneliti saat ini terhambat oleh tidak tersedianya alat konduktivitas termal untuk melakukan 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 perencanaan rekayasa alat konduktivitas termal yang mampu membantu penelitian dengan biaya yang murah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan metode eksperimen. Eksperimen yang dilakukan untuk menciptakan sebuah rancangan perencanaan alat konduktivitas termal menggunakan persamaan yang berlaku pada ilmu perpindahan panas sesuai dengan komponen yang digunakan. Perencanaan alat konduktivitas termal bahan tersebut dirancang berdasarkan persamaan yang berlaku pada perpindahan panas konduksi dibawah ini.

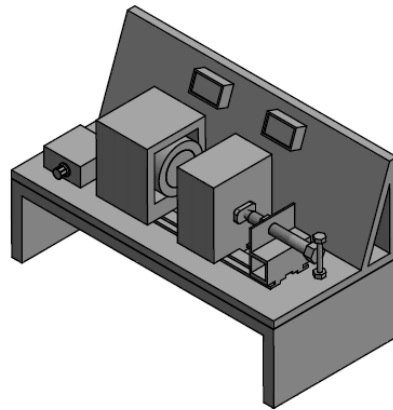
$$Q = -k A \frac{dT}{dX} \text{ Maka untuk mencari konduktivitas termalnya } K = \frac{Q dX}{A dT}$$

Nilai konduktivitas termal didapatkan dari perkalian antara kalor pada sistem (Q) dengan tebal bahan uji (dX) berbanding dengan luas penampang bahan uji (A) dikali selisih kenaikan suhu (dT).

Pada perencanaan alat konduktivitas termal ini menggunakan standar ASTM E 1530-99. Berdasarkan standar ini spesifikasi spesimen yang dapat diuji di alat ini berdiameter kurang dari 50,8 mm dan ketebalan sampel kurang dari 25 mm. Dalam standar ini resistensi termal yang diukur berkisar antara 10 sampai dengan $400 \times 10^{-4} \text{K/W}$ dengan nilai konduktivitas termalnya berkisar $0,1 < _ < 30 \text{ W/m.K}$ pada temperatur berkisar $150 \text{ }^{\circ}\text{K}$ sampai $600 \text{ }^{\circ}\text{K}$.

Rancangan perencanaan alat ini menggunakan elemen pemanas jenis *Cartridge* sebagai pemanas pada sistem yang dihidupkan dari sumber arus listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara). Untuk melihat perbedaan suhu pada pengujian digunakan termometer digital

dengan sensor termokopel. Alat ini juga menggunakan *Modul Speed Control* untuk mengatur besar daya yang masuk. Untuk isolator penahan panas digunakan *Dacron* agar panas pada sistem tidak terpengaruh suhu lingkungan. Sementara aluminium digunakan sebagai konduktor suhu masuk dan suhu keluar. Gambar perencanaan alat uji konduktivitas termal dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

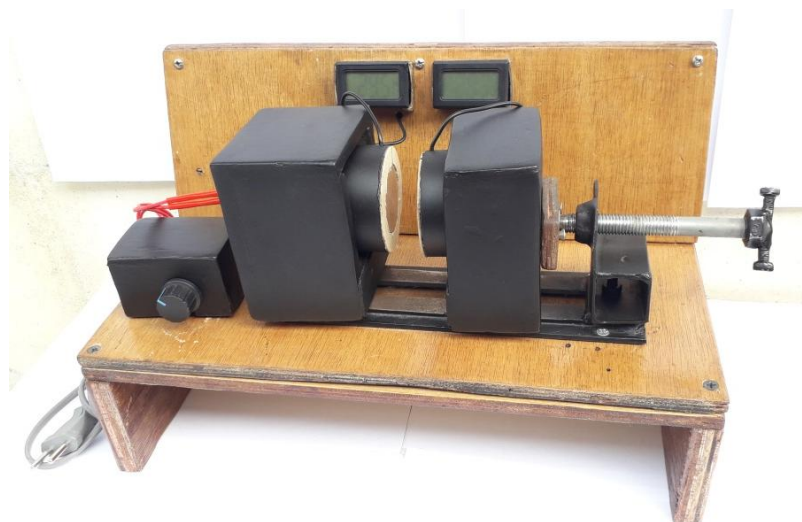


Gambar 1. Perencanaan Alat Uji Konduktivitas Termal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang penulis lakukan berupa data dari hasil pengujian alat yang digunakan untuk membuktikan rancangan alat yang dibuat sudah mampu untuk mengukur dan mendapatkan nilai konduktivitas termal suatu bahan. Data dari hasil pengujian dan hasil jadi alat uji konduktivitas termal bahan tersebut dapat dilihat seperti berikut ini.



Gambar 2. Alat Uji Konduktivitas Termal Yang Telah Dibuat

Dalam melakukan pengujian bahan dengan alat ini, peneliti menggunakan spesimen dari bahan-bahan organik yang nilai rata-rata konduktivitas termalnya dibawah $10 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. bahan spesimen tersebut terdiri dari kayu, batu bata, komposit serat ijuk, komposit serat sabut kelapa, dan komposit campuran sabut kelapa dengan ijuk. Pengujian ini bertujuan untuk

mengetahui nilai konduktivitas termal bahan tersebut agar dapat dijadikan referensi dalam pemilihan bahan alternatif yang memerlukan nilai konduktivitas termal bahan yang sama.

Pengujian terhadap alat konduktivitas termal bahan dilakukan dengan cara memberi perlakuan panas terhadap benda uji melalui salah satu konduktor aluminium yang menerima langsung panas dari elemen pemanas, dengan daya pada elemen pemanas sebesar 12 Watt. Konduktor aluminium yang menerima panas langsung dari elemen pemanas disebut T1 (Suhu masuk). Lalu tunggu suhu pada T1 tersebut mencapai suhu stabil. Setelah stabil letakkan dan jepit spesimen uji dengan konduktor aluminium T2 (Suhu Keluar). Untuk suhu T2 (Suhu Keluar) berada pada konduktor aluminium yang menerima suhu setelah spesimen. Kenaikan suhu pada T2 dilihat per 1 menit waktu selama 6 menit. Pengujian ini dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali pengulangan agar data yang di dapat lebih akurat. Dari empat kali pengulangan pengujian spesimen tersebut didapatkan hasil rata-rata $\Delta T(T2-T1)$ pada setiap spesimen uji.

Nilai rata-rata $\Delta T(T2-T1)$ dari setiap spesimen kemudian di analisis dengan persamaan konduktivitas termal dengan nilai kalor (Watt), Ketebalan (m), dan luas penampang (m^2) yang sudah diketahui sebelumnya. Dari hasil analisa data pengujian maka didapatkan nilai konduktivitas termal dari setiap spesimen yang telah diuji untuk mendapatkan $\Delta T(T2-T1)$ spesimen tersebut. Hasil dari pengujian dan nilai konduktivitas termal bahan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

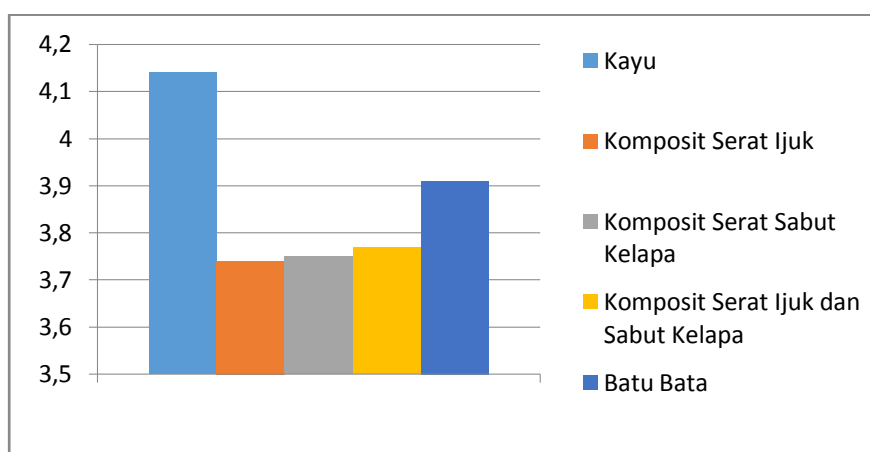
Tabel 1. Hasil Pengujian Spesimen

Spesimen	T1 ($^{\circ}C$)	T2 ($^{\circ}C$)	$\Delta T(T2-T1)$ ($^{\circ}C$)	Rata-Rata ΔT ($^{\circ}C$)	K (W/m. $^{\circ}C$)
Kayu	71,6	32,3	39,3	40,4	4,14
	74,1	32	42		
	71,8	31,6	40,2		
	72,1	32	40,1		
Komposit Serat Ijuk	72,6	31	41,6	41,325	3,74
	73,3	30,9	42,4		
	71,9	31,1	40,8		
	71,5	31	40,5		
Komposit Serat Sabut Kelapa	71,9	30,4	41,5	41,15	3,75
	72,6	30,8	41,8		
	72	31,1	40,9		
	71,5	31,1	40,4		

Komposit Serat Ijuk dan Sabuk kelapa	71,8	30,8	41	40,95	3,77
	72,1	30,9	41,2		
	72,2	31,5	40,7		
	71,9	31	40,9		
Batu Bata	71,8	32,2	39,6	39,57	3,91
	72,2	32,5	39,7		
	71,4	31,9	39,5		
	71,7	32,2	39,5		

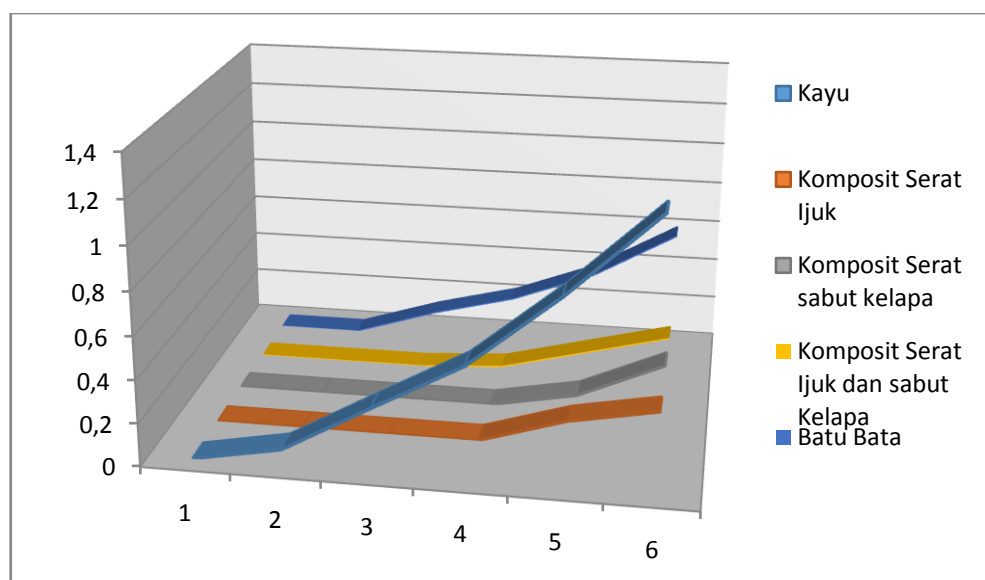
Pembahasan

Nilai konduktivitas termal bahan tertinggi terdapat 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. Perbandingan nilai konduktivitas termal bahan dapat dilihat perbedaannya pada grafik perbandingan berikut ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Konduktivitas Termal

Dalam pengujian juga terlihat kenaikan suhu T2 terhadap waktu yang diberikan, kenaikan T2 terhadap selang waktu pengujian berguna untuk melihat kenaikan suhu per sekian menit pengujian selama waktu 6 menit. Kenaikan suhu terhadap selang waktu tersebut juga menunjukkan seberapa cepat suatu bahan dalam menghantarkan panas dari suhu masuk (T1) menuju suhu keluar (T2). kenaikan suhu tersebut dapat terlihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4. Kenaikan suhu T2 terhadap waktu

Pada grafik diatas dapat terlihat perubahan suhu yang terjadi pada T1 maupun T2 di alat uji. Perubahan suhu yang terjadi pada T1 tidak signifikan karena suhu T1 dipertahankan relatif stabil pada pengujian dengan daya yang diberikan sebesar 12 watt. Sedangkan perubahan suhu pada T2 terlihat beragam tergantung dari spesimen yang digunakan. Perubahan suhu yang terbesar terjadi pada kayu yang mencapai kenaikan suhu sebesar 1,225 °C seterusnya batu bata 0,6 °C, komposit serat sabut kelapa 0,25 °C, Komposit Serat Sabut Kelapa dan Ijuk 0,225 °C, dan Komposit Serat Ijuk 0,2 °C. Hal ini juga membuktikan bahwa kayu memiliki kemampuan menghantarkan panas yang baik daripada spesimen lainnya walau pada komposit tidak terjadi perbedaan yang signifikan dikarenakan kandungan zat penyusun hampir sama yaitu terdiri dari 70% perekat dan 30% serat.

Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap beberapa spesimen pengujian membuktikan bahwa perencanaan alat uji konduktivitas termal sudah mendapatkan hasil pengujian sesuai dengan nilai konduktivitas termal bahan yang seharusnya. Nilai dari hasil pengujian spesimen bahan dengan komposisi serupa berkisar antara 0,038 W/m.⁰C sampai dengan 4,15 W/m.⁰C yang tertera di tabel nilai konduktivitas termal bahan (Arwizet K,2014). Namun dalam realisasinya alat ini mempunyai banyak kelemahan yaitu suhu yang tidak stabil karena daya yang masuk dipengaruhi dari daya yang didapatkan dari sumber listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara).

KESIMPULAN

Nilai pengukuran konduktivitas termal bahan kayu sebesar 4,14 W/m.⁰C, Komposit Serat Ijuk 3,74 W/m.⁰C, Komposit Serat Sabut kelapa 3,75 W/m.⁰C, Komposit Serat Ijuk dan Sabut kelapa 3,77 W/m.⁰C, dan batu bata 3,91 W/m.⁰C. Hasil dari pengukuran alat uji tersebut telah sesuai dengan nilai konduktivitas termal yang sudah diketahui nilainya dengan komposisi pembentuk bahan serupa pada bahan uji diatas, dengan kisaran nilai antara 0,038 W/m.⁰C sampai dengan 4,15W/m.⁰C.

DAFTAR RUJUKAN

- Ferdiansyah, Ervan. 2013. *Ilmu Bahan Teknik*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- J.P., Holman. 1994. *Perpindahan Panas*. Jakarta: Erlangga.
- K, Arwizet. 2014. *Ilmu Perpindahan Panas*. Padang: UNP Press.
- M, Rinaldi. 2016. *Rancang Bangun Alat Uji Konduktivitas Thermal Material*. Skripsi tidak Diterbitkan. Medan: UMA.
- Mainil, Afdhal Kurniawan. 2012. *Kaji Eksperimental Alat Uji Konduktivitas Termal Bahan*. Bengkulu : UNIB.
- Syam, Rafiuddin. 2013. *Dasar-Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Willem. & Rinson. 2013. *Teknik Listrik Dasar Otomotif*. Malang: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wirantana, Moh. 2011. *Rancang Bangun Alat Ukur Konduktivitas Thermal Bahan Logam Berbasis Mikrokontroller*. Bandung: UPI.