

Rancang Bangun Alat Konduktivitas *Thermal* Logam

¹Branda Sakti Ardana, ²Ali Akbar, ³Yasinta Sindy Pramesti
^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri
saktiarda@gmail.com

Abstrak - Konduktivitas thermal merupakan suatu sifat material yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Proses penghantaran panas terjadi melalui media logam yang diukur konduktivitasnya. Karakteristik material yang berhubungan dengan panas sangat menentukan jumlah panas yang dihasilkan. Untuk dapat mengukur nilai konduktivitas panas, diperlukan alat pengukuran dan disini akan dibuat perakitan rancang bangun alat uji konduktivitas thermal logam model paralel didapat hasil nilai konduktivitasnya yaitu, dapat dilihat untuk suhu awal menit 0 didapat sebesar (32°C) untuk sensor 1, sensor 2 (32°C), sensor 3 (32°C), sensor 4 (33°C) dan dilanjutkan pengujian sampai menit ke 27 didapat hasil sebesar (316°C) untuk sensor 1, sensor 2 (63°C), sensor 3 (238°C), sensor 4 (85°C) dari pembahasan tersebut alat efektif untuk pengembangan penelitian dan lingkungan kerja atau laboratorium yang baik dan efektif terdiri dari Termocouple, temperature Sensor, elemen pemanas, besi beton.

Kata Kunci : konduktivitas logam, rangka, thermal,

1. PENDAHULUAN

Konduktivitas thermal merupakan suatu sifat material yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Proses penghantaran panas terjadi melalui media logam yang diukur konduktivitasnya. Sifat thermal merupakan sifat yang menunjukkan respon material terhadap panas yang diterima suatu bahan/material. Untuk mengetahui sifat thermal suatu bahan, maka perlu dibedakan antara temperatur/suhu dengan kandungan kalor.

Apabila didalam suatu sistem terdapat perbedaan suhu, maka akan terjadi perpindahan panas. Perpindahan panas adalah ilmu yang menjelaskan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda material. Dari titik pandang perkerjasama (engineering), masalahnya adalah penentuan laju perpindahan panas pada beda temperatur yang ditentukan. Untuk menentukannya diperlukan suatu peralatan atau alat uji yang dapat dengan mudah digunakan menurut tuntutan kebutuhan [1].

Penelitian ini membahas mengenai nilai konduktivitas thermal. Konduktivitas thermal sendiri adalah salah satu sifat dasar dari material, yaitu laju perpindahan panas melalui ketebalan unit material per satuan luas per gradien suhu. Konduktivitas thermal juga dapat menunjukkan seberapa cepat kalor mengalir dalam bahan tertentu. Nilai konduktivitas thermal tertinggi menunjukkan bahwa material tersebut adalah konduktor, sementara konduktivitas thermal yang rendah menunjukkan material tersebut adalah isolator. Metode penentuan panas logam dapat juga menggunakan metode model gandengan antara jenis logam yang berbeda, misalnya antar kuningan, besi dan Aluminium [2][3].

Konduktivitas bahan (K) yang telah dihasilkan dapat dikatakan cukup valid dengan menggunakan pengamatan kejadian-kejadian proses kerja alat konduktivitas bahan yang dilengkapi dengan sensor suhu digital, sehingga memudahkan pengujian dalam mencatat interval suhu. Model pendekatan analisa statistic rata-rata terhadap pengukuran nilai konduktivitas bahan (K) yang telah dihasilkan dapat dikatakan cukup valid dengan menggunakan pengamatan kejadian-kejadian proses kerja alat konduktivitas bahan yang dilengkapi dengan sensor suhu digital, sehingga memudahkan pengujian dalam mencatat interval suhu [4].

Perpindahan panas terjadi secara alamiah dari tempat bertemperatur tinggi (panas) ke tempat bertemperatur rendah (dingin), sampai keduanya memiliki keadaan temperatur yang sama atau dalam keadaan seimbang. Proses perpindahan panas ini berlangsung dalam 3 mekanisme, yaitu : konduksi, konveksi dan radiasi [5].

Konduktivitas panas yang diartikan sebagai kemampuan suatu materi untuk menghantarkan panas, merupakan salah satu parameter yang diperlukan dalam mendapatkan material dengan konduktivitas panas yang rendah. Suhu merupakan ukuran mengenai panas atau dinginnya suatu benda. Kalor adalah suatu bentuk energi yang diterima oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah suhu atau wujud bentuknya. Kalor berbeda dengan suhu, karena suhu adalah ukuran dalam satuan derajat panas.

Kalor merupakan suatu kuantitas atau jumlah panas baik yang diserap maupun dilepaskan oleh suatu benda. Kalor digunakan bila menjelaskan perpindahan energi dari satu tempat ke yang lain. Kalor adalah energi yang dipindahkan akibat adanya perbedaan temperatur. Sedangkan energi dalam (termis) adalah energi karena temperaturnya.

Penelitian- penelitian mengenai konduktivitas panas terhadap berbagai lapangan yang berbeda-beda telah dilakukan para geofisikawan sejak periode tahun 1800, seperti halnya yang telah dilakukan oleh Poulsen pada tahun 1981 dengan menggunakan metode Needle Probe. Suhu merupakan ukuran mengenai panas atau dinginnya suatu benda. Kalor adalah suatu bentuk energi yang diterima oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah suhu atau wujud bentuknya. Kalor berbeda dengan suhu, karena suhu adalah ukuran dalam satuan derajat panas [6].

Terdapat banyak tantangan ketika melakukan pengujian konduktivitas termal yang akurat. Salah satunya adanya pengaruh *heat loss* maupun *heat input* dari dan ke material menuju ke lingkungan yang akan sulit untuk diukur, Terlepas dari tantangan tersebut, tiap-tiap metode pengujian konduktivitas termal juga memiliki kelebihan dan dan kekurangan masing-masing. Secara garis besar, pengujian konduktivitas termal dapat klasifikasikan menjadi dua kategori utama, yaitu: (1) *steady state* dan (2) *transient*, yang di antaranya bisa berupa metode absolut maupun komparatif. Sesuai dengan nama pengujiannya (1) bergantung pada keadaan gradien suhu yang stabil, (2) keadaan suhu yang dinamis. Sebagai bidang suhu dinamis, metode pengujian *transient* juga mampu menghasilkan sifat lain selain konduktivitas termal, antaranya *specific heat* dan *thermal fusifity*. Selain dari dua kategori utama tersebut, terdapat juga metode pengujian 3ω yang digunakan untuk menguji konduktivitas termal *thin film* [7].

Pengujian konduktivitas termal lebih sulit dibandingkan dengan pengujian konduktivitas listrik, ada beberapa alasan kenapa hal itu terjadi. Untuk listrik, terdapat banyak material yang mampu menjadi isolator yang baik agar arus listrik tidak keluar, tetapi hal itu tidak berlaku bagi perpindahan panas. Hampir tidak terdapat material yang mampu menahan panas agar tidak keluar ke lingkungan, tidak terkecuali pada kondisi vakum sekalipun. Vakum tinggi dapat mencegah perpindahan panas secara konduksi dan konveksi tetapi tidak dengan radiasi. Selain daripada itu, hambatan kontak termal juga berpengaruh terhadap pengujian. Bahkan ketika kontak antara sampel dengan sumber panas dan pendingin di solder atau di las sekalipun, akan selalu muncul hambatan kontak termal yang harus diperhitungkan, karena paduan logam yang digunakan dalam solder tersebut memiliki konduktivitas termal yang lebih rendah dibandingkan logam murni. Pengaruh hambatan kontak termal dapat dikurangi dengan membuat sampel yang sangat panjang, tetapi *heat loss* dari sumber panas ke pendingin terhadap lingkungan menjadi signifikan. [8].

Berdasarkan uraian latar belakang judul, penelitiannya membuat Rancang Bangun Alat Uji Konduktivitas Thermal yang berada di laboratorium

model seri untuk itu penulis ingin merubah alat uji konduktivitas thermal ke model paralel.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian rancang bangun alat konduktivitas termal logam. Ditunjukkan pada gambar sebagai berikut. Langkah-langkah perancangan ini dimulai dari meliputi study literature dan observasi, perhitungan alat, perakitan komponen mesin, uji coba mesin dan pengambilan data. Selain itu memperoleh informasi dari mesin mesin yang sudah ada.



Konduktivitas thermal merupakan suatu sifat material yang menunjukkan kemampuannya untuk menghantarkan panas. Proses penghantaran panas terjadi melalui media logam yang diukur konduktivitasnya. aliran panas yang diarahkan untuk satu dimensi) pada teknik ini aliran panas dikondisikan dengan yang digunakan untuk mengetahui karakteristik material tersebut dengan cara mengukur perbedaan suhu antar permukaan material yang berbeda. Sumber panas yang diterima berasal dari heater yang dialiri oleh aliran listrik [9].

2.1. Proses Pengujian Rangka

Langkah-langkah pengujian sistem rangka pada alat uji konduktivitas thermal:

1. Pengujian mengenai faktor unjuk kerja.
2. Pengujian mengenai proses unjuk kerja yaitu dari *start* pengoperasian sampai akhir apakah alat berfungsi dengan baik.

- Pengujian mengenai faktor keamanan, Pengujian mengenai keamanan yaitu pengujian apakah alat bekerja dengan aman bagi operator.

2.2. Proses Pengujian Alat

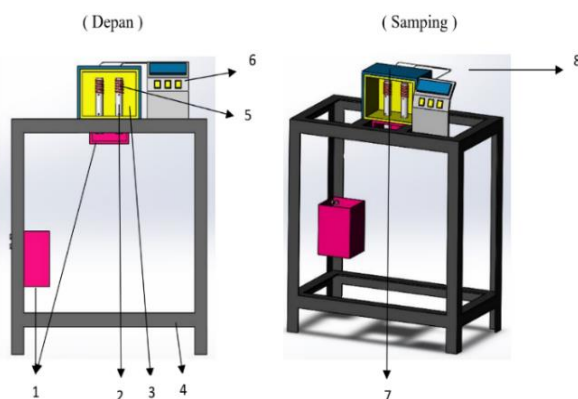
Prosedur pengujian data alat ini adalah sebagai berikut :

- Memeriksa jaringan air pendingin masuk dan keluar peralatan konduksi, diperiksa apakah air pendingin mengalir ke dalam alat dengan membuka kran pengontrol.
- Mengalirkan laju air dengan laju sangat kecil.
- Menyalakan termometer digital.
- Menyalakan heater pada putaran setengah.
- Mengamati suhu tiap node 1 s/d 4 setiap 3 menit sekali untuk unit 1 dan 2.
- Menghentikan pengamatan apabila suhu node 1 s/d 10 telah tidak berubah pada 3 kali pengamatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengukuran memfokuskan panas yang menghantar dari permukaan material yang bertemperatur lebih tinggi ke permukaan yang bertemperatur lebih rendah. dari perencanaan desain didapat perencanaan gambar rancang bangun alat uji konduktivitas thermal sebagai Berikut :

3.1. Desain alat Konduktivitas Thermal Logam.



Gambar 2. Alat Konduktivitas Thermal

Keterangan:

- Tangki Air
- Logam (2)
- Semen Tahan Api
- Rangka
- Elemen pemanas
- Temperatur Control
- Box
- Thermocouple

3.2. Spesifikasi Alat Konduktivitas Thermal Logam

Tabel 1. Spesifikasi alat Konduktivitas Thermal

No	Nama komponen	Jenis Bahan Ukuran	Jumlah
1	Tangki Air	(plat besi) Panjang : (26) Lebar : (16cm x 17cm)	1
2	Logam	(baja ST 41 dan ST 37) Panjang : (25 cm) Diameter : (30mm)	2
3	Semen Tahan Api	(semen)	16 Kg
4	Rangka	(besi holo) Panjang : 100cm x 45cm (besi siku) Lebar : 50cm	1
5	Elemen Pemanas	(pemanas strika) Panjang : 25cm	2
6	Temperature Control	T4WM-N3NKCC	1
7	box	(Plat besi) Panjang : 25cm Lebar : 30cm x 15cm	1
8	termocouple	Sensor (tipe K)	4

3.3. Proses Pembuatan Alat Konduktivitas Thermal logam

Pada proses pembuatan alat menggunakan APD (alat pelindung diri) dan K3 untuk keselamatan pekerja, setelah itu baru melakukan pembuatan alat sebagai berikut :

1. Pembuatan Rangka dan tangki air



Gambar 3. Rangka Konduktivitas Thermal

Pada proses pembuatan alat ini menggunakan bahan besi holo dan siku untuk rangka dan untuk alat pembuatan menggunakan las 450watt, tang, gerinda potong, mesin bor dan cat warna hitam untuk rangka.

2. Pemotongan plat baja



Gambar 4. Pemotongan Plat Baja

Pemotongan plat baja menggunakan gerinda potong yang sudah diukur sebelumnya untuk pembuatan box alat uji, wadah air alat uji dan tangka air sebagai penyuplai air.

3. Pembuatan box



Gambar 5. box konduktivitas Thermal

4. Pemasangan elemen pemanas ke logam dan thermocouple.



Gambar 6. penyatuan elemen pemanas dan logam

Pada proses pembuatan box pertama kita potong plat besi menggunakan gerinda potong sesuai ukuran yang diinginkan, setelah itu siapkan las untuk menyatukan plat menjadi box, jika sudah kita gunakan bor untuk pembuatan rumah baut untuk menggabungkan antara rangka dan box menjadi satu.

Pada pembuatan rumah sensor termocouple menggunakan las untuk menyatukan mur pada logam uji 1 dan 2, untuk rumah sensor, ukuran sensor atas antara elemen pemanas dan sensor 1cm sedangkan untuk sensor bawah 5cm.

5. Pengecoran semen tahan api

Pada proses pengecoran alat uji menggunakan semen tahan api castable TNC 17 jenis semen cor tahan api ini digunakan untuk meredam panas dari dalam agar tidak keluar pada alat uji agar panas yang dihasilkan tidak menyebar. Untuk daya tahan semen ini maksimal 1650°C .



Gambar 7. Semen tahan api

6. Pendempulan Rumah Termometer Control

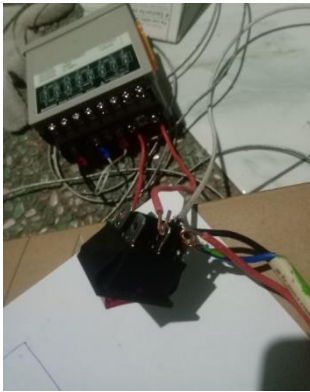


Gambar 8. Wadah Termometer Control

Pendempulan berfungsi untuk meratakan suatu benda yang sebelumnya kasar menjadi halus, dalam hal ini pendempulan dilakukan pada rumah atau wadah thermometer control agar permukaan menjadi halus.

7. Kelistrikan

Kelistrikan ini berfungsi untuk menghidupkan dan menghubungkan sensor termocouple selanjutnya diteruskan di temperature control untuk mengetahui konduktivitas Thermalnya dan juga untuk menghidupkan pompa air. Sebelum kabel dipasang dialat uji tentunya harus dilakukan langkah uji coba sebelum dipasang. Uji coba berguna untuk mengetahui arus yang dipasang apakah sesuai, jika sudah sesuai dilanjutkan pemasangan ke alat uji.



Gambar 9. Kelistrikan Konduktivitas Thermal

9. Hasil Jadi Alat Konduktivitas Thermal Logam

Pada Pembuatan Alat Uji Konduktivitas Thermal ini Tentunya sudah melewati Tahapan-Tahapan dalam perencanaan ukuran pembuatan yang sudah ditentukan.



Gambar 10. Alat Konduktivitas Thermal Logam

Konduktivitas Thermal merupakan proses penghantaran panas terjadi melalui media logam yang diukur konduktivitasnya. aliran panas yang diarahkan untuk satu dimensi) pada teknik ini aliran panas dikondisikan dengan yang digunakan untuk mengetahui karakteristik material tersebut dengan cara mengukur perbedaan suhu antar permukaan material yang berbeda. Sumber panas yang diterima berasal dari heater yang dialiri oleh aliran listrik.

3.3. Hasil Pengujian Rangka dan Alat

Pada pengujian rangka dan alat ini didapat Hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Pengujian Rangka

No	Pengujian	aman	tidak
1	Faktor Unjuk kerja	✓	
2	Pengoperasian Sampai selesai	✓	
3	Faktor K3	✓	
4	Faktor Keamanan Operator	✓	

Tabel 3. Pengujian Alat

No	Pengujian	efektif	tidak
1	Aliran air masuk dan keluar	✓	
2	Temperature Control	✓	
3	Memeriksa Jaringan Listrik	✓	
4	Pengoperasian sampai selesai	✓	
5	Mengamati suhu tiap node 1 s/d 4 pada logam 1 dan 2	✓	
6	Menghentikan node 1-10 pada 3 kali pengamatan	✓	

3.4. Tabel Alat Uji Konduktivitas Thermal

Tabel 4. Hasil Alat Uji Konduktivitas Thermal

No	t(min)	T1	T2	T3	T4
1	0	32	32	32	33
2	27	316	63	238	85

Didapat hasil bahwa alat uji dapat dioperasikan dengan baik dan efektif.

3.5. Pembahasan

Dari hasil yang diuji, untuk start pengoperasian sampai akhir alat bekerja dengan baik dan efektif tanpa ada kendala dan aman bagi operator, untuk pompa, air mengalir dari tangki ke alat bekerja sangat efektif.

Temperature control mampu membaca sangat baik Ketika dinyalakan karena sensor termocouple bekerja dengan efektif sehingga pada uji coba menit 0 didapat suhu awal sampai menit 27 didapat menandakan bahwa alat bekerja sangat efektif dan mampu dioperasikan. dan untuk uji rangka dan box tidak mengalami getar atau guncangan di baut penyambungannya pada alat uji.

Kendala yang dihadapi dalam pembuatan rancang bangun alat uji konduktivitas thermal adalah pada saat menentukan elemen panas untuk logam karena harus sesuai dengan arus listrik yang dibutuhkan pada alat konduktivitas thermal dan kendala lainnya untuk pengecoran semen tahan api, bahan yang digunakan harus bisa menyerap panas yang dihasilkan pada logam agar panasnya tidak menyebar ke luar box pada saat pengoperasiannya jadi sedikit ada keterlambatan untuk pemilihan tipe semen tahan apinya.

4.SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain.

1. Alat konduktivitas termal menggunakan bahan logam baja dan stainless untuk konduktivitasnya.
2. Untuk mengetahui temperature suhu menggunakan termometer digital yang di sambungkan dengan thermocouple yang dipasangkan pada bahan konduktivitas logam.
3. Dengan alat ini konduktivitas bahan dapat dilihat untuk suhu awal menit 0 didapat sebesar (32°C) untuk sensor 1, sensor 2 (32°C) , sensor 3 (32°C),

sensor 4 (33°C) dan dilanjutkan pengujian sampai menit ke 27 didapat hasil sebesar (316°C) untuk sensor 1, sensor 2 (63°C), sensor 3 (238°C), sensor 4 (85°C) dari pembahasan tersebut alat efektif untuk pengembangan penelitian dan lingkungan kerja atau laboratorium.

5 . SARAN

Perancangan alat konduktivitas termal logam ini masih jauh dari kata sempurna, dari segi kualitas bahan maupun sistem fungsi, maka oleh itu diperlukan lagi inovasi yang lebih baik lagi dari segala pertimbangan agar dapat menyempurnakan pembuatan alat ini. Adapun beberapa saran berikut :

1. Diperlukan pengembangan bahan baru untuk mengetahui sifat-sifat konduktivitas termal lainnya.
2. Perlu pengembangan rangka baru agar alat lebih efektif di lingkungan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya, J. (2007). Perancangan Pembuatan dan Pengujian Perangkat Uji Konduktivitas Termal bahan, Bandung. ITB .
- [2] Cengel, Y. (2010). *Thermodynamics An Engineering Approach*. New York :McGraw-Hill Higher Education.
- [3] Agustina, (2015)Penentuan Konduktivitas Termal Logam Tembaga Kuningan,dan Besi Dengan Metode gandengan, Universitas Indraprasta PGRI,(SNFPF)ke-6 2015.
- [4] Holman, J.(1994). Perpindahan Kalor, Edisi Keenam, Alih Bahasa Ir. E. Jasifi, Msc,Erlangga. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [5] Wuryanti, P.W. (2018). Investigasi Experimental Konduktivitas Panas pada Logam. Departemen Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung.Bandung.
- [6] J.P. Holman, (2010) Heat Transfer. New York: Mc. Graw-Hill, Companies Inc, tenth Edition (2010).
- [7] Triit, T.M. (2004). *Thermal Conductivity :Theory, Properties and Application*. New York : Kluwer Academic/ Plenum Publisber.pp.161.
- [8] Laraswati, (2018). Rancang Bangun Kit Percobaan Konduktivitas Termal Berbasis Microcontroler. Surabaya. Universitas Negeri Surabaya Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI) Volume 07 Nomer 03Tahun (2018), Hal 6-10.

- [9] Mufarrih, A. A. (2017). Modul Fenomena Dasar Mesin. Kediri.UniversitasNusantara PGRI Kediri.