

ANALISA KONDUKTIVITAS TERMAL BAJA ST-37 DAN KUNINGAN

Sucipto, Tabah Priangkoso*, Darmanto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

Jl. Menoreh Tengah X/22 Semarang

*e-mail: tabah@ymail.com**Abstrak**

Dasar pengujian konduktivitas termal adalah mengukur beda suhu suatu bahan akibat adanya penambahan energi panas pada salah satu ujung bahan. Perencanaan ini didasarkan pada konsep konduksi, yaitu berdasarkan hukum kedua termodinamika konduktivitas panas dapat diukur jika terjadi perpindahan panas dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah. Tujuan dari rancang bangun alat uji konduktivitas termal pada penelitian ini adalah untuk mengukur konduktivitas panas logam ST 37 dan Kuningan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa logam yang dipanaskan dengan energi kalor tertentu, maka temperatur kedua ujung logam semakin lama akan semakin bertambah sedangkan konduktivitas termalnya akan semakin turun.

Kata kunci : konduktivitas termal, konduksi, rancang bangun.

PENDAHULUAN

Konduktivitas panas yang diartikan sebagai kemampuan suatu materi untuk menghantarkan panas, merupakan salah satu parameter yang diperlukan dalam sifat karakteristik suatu material. Pada kebanyakan pengerjaan, diperlukan pemasukan atau pengeluaran kalor, untuk mencapai dan mempertahankan keadaan yang dibutuhkan sewaktu proses berlangsung. Kondisi pertama yaitu **mencapai** keadaan yang dibutuhkan untuk pengerjaan, bila pengerjaan harus berlangsung pada suhu tertentu dan suhu ini harus dicapai dengan jalan pemasukan atau pengeluaran kalor. Kondisi kedua yaitu **mempertahankan** keadaan yang dibutuhkan untuk operasi proses, terdapat pada pengerjaan eksoterm dan endoterm. Disamping perubahan secara kimia, keadaan ini dapat juga merupakan pengerjaan secara alami. Pada pengembunan dan kristalisasi kalor harus dikeluarkan. Pada penguapan dan pada umumnya pada pelarutan, kalor harus dimasukkan.

Kalor mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah. Misalnya, sebatang logam dicelupkan ke dalam tangki yang berisi air kalor. Karena suhu awal logam ialah T_1 dan suhu air ialah T_2 , dimana $T_2 \gg T_1$, maka logam dikatakan lebih dingin daripada air.

Konduktivitas thermal suatu bahan dapat menyatakan sifat dari bahan tersebut. Bahan dengan sifat konduktivitas thermal yang besar mempunyai sifat penghantar panas yang besar pula. Begitupun sebaliknya, bila harga konduktivitasnya kecil maka, bahan itu kurang baik sebagai penghantar panas tetapi merupakan penyekat yang baik. Umumnya bahan logam lebih besar konduktivitas

termalnya daripada non logam. Guna mengetahui karakteristik suatu logam dalam menghantar kalor maka, diperlukan perancangan alat uji konduktivitas panas.

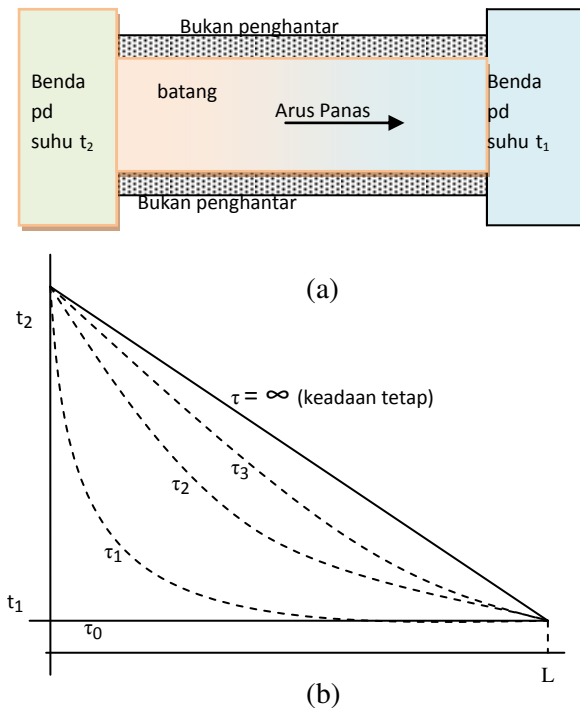
Pengelompokan Perpindahan Panas

Masyithah dan Haryanto (2006) mendefinisikan pengelompokan perpindahan panas sebagai berikut :

1. Pancaran (radiasi) ialah perpindahan kalor melalui gelombang dari suatu zat ke zat yang lain.
2. Aliran (konveksi) ialah pengangkutan kalor oleh gerak dari zat yang dipanaskan.
3. Hantaran (konduksi) ialah pengangkutan kalor melalui satu jenis zat.

Konduktivitas Panas

Konduktivitas panas atau daya hantar panas bahan didefinisikan sebagai arus panas (negatif) per satuan luas yang tegak lurus pada arah aliran.



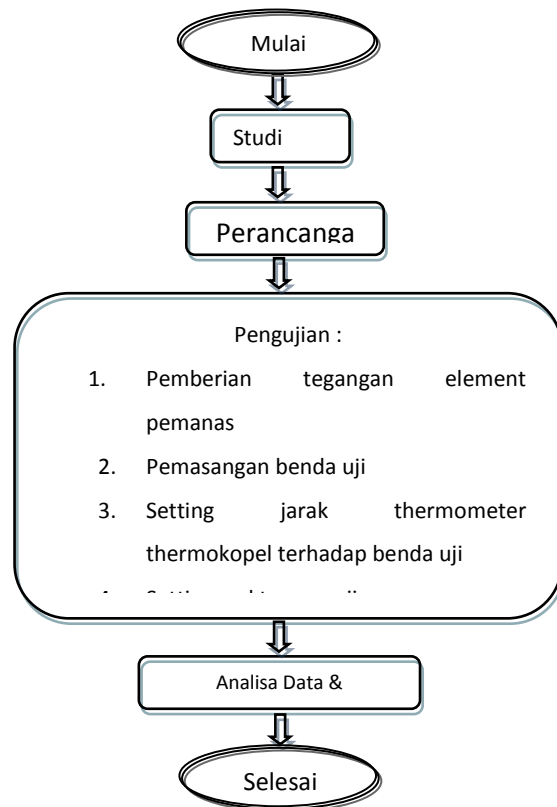
Gambar 1. Distribusi suhu dalam keadaan transien (peralihan) dan keadaan tetap sepanjang sebuah batang bersuhu awal t_1 . (Zemansky, 1982)

Saat $\tau = 0$, grafik berbentuk garis lurus horisontal pada tinggi t_1 . Kemudian saat τ_1, τ_2 , dan seerusnya pada ujung yang lain adalah t_2 dan makin ke kanan makin berkurang seperti terlihat pada kurva. Suhu di semua titik lambat laun menjadi konstan dan batang dikatakan *keadaan tetap* (steady state). Pada grafik ditandai dengan $\tau = \infty$.
 Persamaan yang digunakan dalam pengolahan data adalah

$$V i = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

Dimana V : Tegangan
 i : Arus
 t : Waktu
 k : konduktivitas termal yang dicari
 A : Luasan Penampang
 T_1 : Suhu titik I
 T_2 : Suhu titik II
 L : Jarak antar dua titik
 (syaefullah dkk, 2006)

METODOLOGI

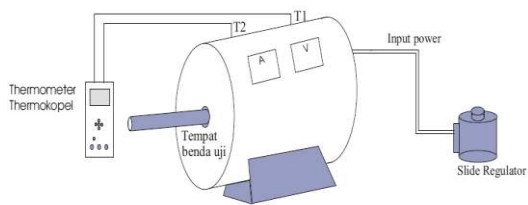


Gambar 2. Flowchart pengujian konduktivitas termal besi ST 45 dan Kuningan

Perancangan Alat Uji

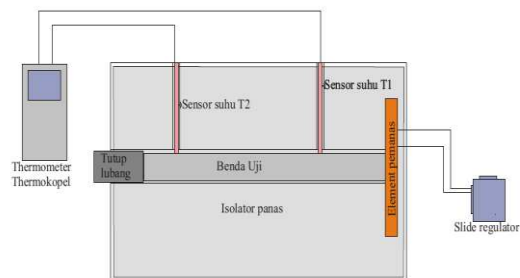
Perancangan alat uji dimaksudkan untuk memudahkan dalam pengujian atau pembacaan data hasil uji. Spesifikasi alat yang akan direalisasikan sebagai berikut :

- supply tegangan : Regulator AC
- Jarak pengukuran : 9 cm
- Daya lement Pemanas: 500 watt
- Pengukur Arus : Amp. max. 0,5 A
- Pengukur Tegangan : Volt max 300 Volt
- Pengukur Waktu : Stopwatch
- Dimensi benda uji : Ø 19 mm panjang 10 cm
- Pengukur Suhu : Digital Thermometer Thermokopel 2 Sensor
- Luas penampang (A) : 2.83 cm²
- Jarak antara dua titik (L) : 9 cm



3	16,8	56,0	34,9	900	253
1	27,2	34,5	28,2	300	1157
2	27,2	42,7	33,7	600	961
3	27,2	72,5	52,2	900	515
1	40	36,8	32,0	300	2660
2	40	57,3	45,3	600	1060
3	40	92,5	67,8	900	506

Tabel 2. Lembar pengujian konduktifitas termal logam kuningan



NO	Q	T1	T2	t	k
	Watt	(^o C)	(^o C)	detik	W/m. ^o C
1	16,8	39,5	35,3	300	1333
2	16,8	49,5	42,8	600	797
3	16,8	65,5	49,4	900	332
1	27,2	36,5	26,0	300	824
2	27,2	48,5	31,0	600	494
3	27,2	55,5	37,4	900	478
1	40	61,4	33,4	300	454
2	40	82,8	38,4	600	370
3	40	117,2	62,4	900	308

Gambar 3. Perancangan Alat Uji

Langkah Pengujian

Langkah Pengujian Konduktivitas Panas Logam :

- Menyusun rangkaian alat
- Setting tegangan dengan memutar slide regulator
- Memasukkan benda uji
- Menyalakan thermometer kopel, dan memastikan suhu T₁ dan T₂ harus sama.
- Menyalakan saklar elemen pemanas bersamaan dengan menyalakan stopwatch
- Mencatat perubahan suhu yang ditampilkan oleh thermometer kopel dalam satuan waktu tertentu.
- Mencatat Tegangan (V), Arus (I), T₁ (Suhu titik pertama), T₂ (suhu titik kedua), Waktu (t) dan Jenis bahan uji pada lembar pengujian.
- Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dalam satu tegangan yang sama

Pengujian bahan dilakukan dengan perbedaan tegangan yang diberikan pada element pemanas. Variasi tegangan diatur dengan menggunakan slide regulator.

ANALISA DATA

Tabel 1. Lembar pengujian konduktifitas termal logam besi

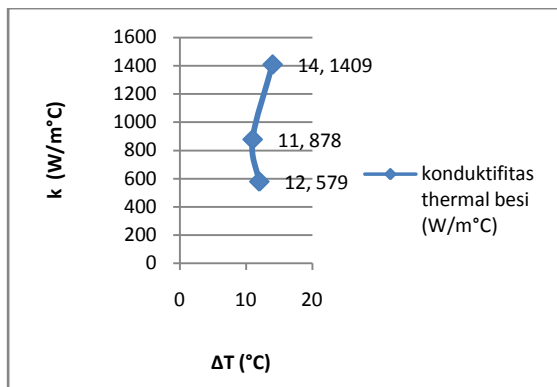
NO	Q	T1	T2	t	k
	Watt	(^o C)	(^o C)	detik	W/m. ^o C
1	16,8	33,8	26,8	300	763
2	16,8	36,9	29,5	600	721

Tabel 3. Lembar pengujian konduktifitas termal susunan logam kuningan – besi

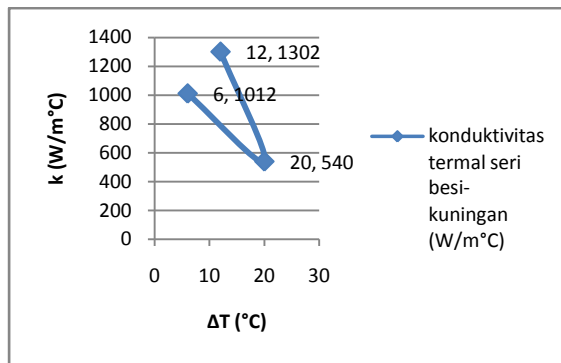
No	Q	T1	T2	t	k
	Watt	(^o C)	(^o C)	Detik	W/m. ^o C
1	16,8	36,1	30,5	300	954
2	16,8	44,9	33,9	600	519
3	16,8	51,9	37,4	900	368
1	27,2	54,6	29,9	300	350
2	27,2	76,5	35,1	600	209
3	27,2	88,1	45,8	900	203
1	40	46,1	28,4	300	719
2	40	62,8	35,7	600	473
3	40	84,8	44,3	900	314

Tabel 4. Lembar pengujian konduktifitas termal susunan logam besi-kuningan

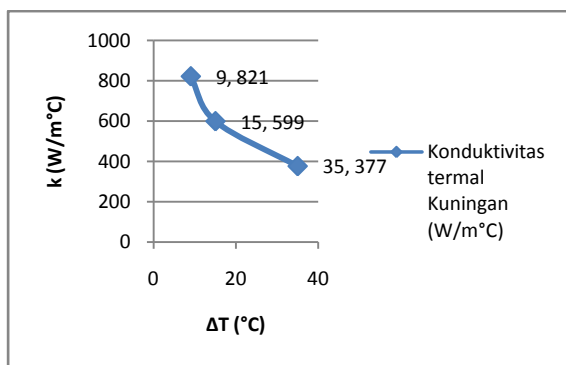
No	Q	T1	T2	t	K
	Watt	(^o C)	(^o C)	Detik	W/m. ^o C
1	16,8	32,4	28,8	300	1484
2	16,8	37,8	31,7	600	876
3	16,8	44,1	36,1	900	676
1	27,2	37,5	27,4	300	856
2	27,2	50,8	33,4	600	497
3	27,2	64,3	31,9	900	267
1	40	40,9	35,4	300	2313
2	40	68,3	53,6	600	865
3	40	84,4	66,9	900	727



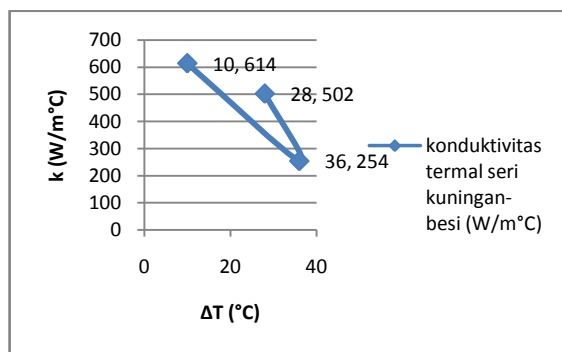
Gambar 4. Grafik hubungan beda temperatur dengan konduktivitas termal pada pengujian logam besi



Gambar 7. Grafik hubungan ΔT dengan konduktivitas termal pada pengujian logam besi-kuningan



Gambar 5. Grafik hubungan ΔT dengan konduktivitas termal pada pengujian logam kuningan



Gambar 6. Grafik hubungan ΔT dengan konduktivitas termal pada pengujian logam kuningan-besi

Pembahasan :

Dari hasil pengujian menunjukkan :

- Pada pengujian dengan energi kalor yang diberikan 16,8 watt menunjukkan:
 - a. Logam kuningan memiliki beda temperatur (ΔT) lebih kecil dibandingkan dengan logam besi sehingga konduktivitas termal logam kuningan lebih besar daripada logam besi.
 - b. Beda temperatur (ΔT) paling kecil dengan konduktivitas termal paling besar adalah susunan logam besi-kuningan.
- Pada pengujian dengan energi kalor yang diberikan 27,2 watt dan 40 watt menunjukkan bahwa logam besi memiliki beda temperatur (ΔT) paling kecil dengan konduktivitas termal paling besar.
- Artinya dalam waktu pengujian yang sama jika energi kalor yang diberikan adalah 16,8 watt maka campuran logam besi-kuningan memiliki sifat penghantar kalor paling baik, sedangkan jika energi kalor yang diberikan adalah 27,2 watt dan 40 watt maka campuran logam besi memiliki sifat penghantar kalor paling baik.

KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian pada (Q) 27,2 watt, (t) 900 detik, diketahui bahwa konduktivitas termal besi St 37 adalah sebesar 515 W/m°C, sedangkan kuningan sebesar 478 W/m°C, jadi St 37 memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi daripada kuningan.
2. Pada penghantar seri St 37-kuningan dan kuningan-St 37 tidak terdapat perbedaan yang besar antara keduanya. Pada

pengujian (Q) 27,2 watt, (t) 900 detik diketahui bahwa kuningan – St 37 memiliki konduktifitas termal 203 W/m°C, sedangkan St 37-kuningan sebesar 267 W/m°C.

3. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa konduktifitas termal bahan cenderung turun bersamaan dengan peningkatan temperatur bahan.

SARAN

Penelitian ini memerlukan penelitian lebih lanjut dengan variasi kalor dan temperatur yang berbeda, sehingga bisa diperoleh informasi yang lebih lengkap tentang sifat ST-

37 dan kuningan dalam memindahkan panas secara konduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Rakhmat Syaefullah , Gatot Yuliyanto, Suryono, ”Rancang Bangun Alat Ukur Konduktivitas Panas Bahan Dengan Metode Needle Probe Berbasis Mikrokontroler AT89S52”, **Berkala Fisika ISSN : 1410 - 9662** Vol.9, No.1, Januari 2006
- Sears. Zemansky, 1962, *Fisika untuk Universitas Imekanika, panas dan bunyi*, cetakan kedelapan, Jakarta, Binacipta
- Zuhrina Mashithah, dan Bode Haryanto, 2006, *Perpindahan Panas*, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.