

Rancangan Percobaan Termometer Inframerah: Kalibrasi dan Keunggulan Pemanfaatannya

Sutrisnawati Mehora*

*Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Jalan pemuda No.339, Kolaka 93517*

Intisari

Pengukuran temperatur suatu benda dengan menggunakan termometer infrared masih jarang dilakukan, sebelumnya termometer infrared digunakan untuk pengukuran temperatur tubuh manusia. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana penggunaan dan manfaat termometer infrared untuk pengukuran temperatur benda. Langkah-langkah yang dilakukan adalah termometer infrared ditembakkan pada benda dengan luasan yang berbeda dengan objek dinding dan plat aluminium ($4 \times 5 \text{ cm}^2$), selanjutnya pengukuran terhadap air yang bertemperatur 30°C dan 60°C , menggunakan termometer infrared dan termometer alkohol. Berikutnya dilakukan pengukuran terhadap benda 1D (besi dan aluminium), dan benda 2D dengan mengukur penyebaran temperatur pada saat 50 dan 300 detik. Hasil yang diperoleh untuk nilai rata-rata jarak terhadap temperatur pada aluminium lebih kecil dibanding pada dinding, sedangkan nilai rata-rata sudut terhadap temperatur pada aluminium lebih besar dibanding pada dinding. Hasil pengukuran benda 1D diperoleh nilai konduktivitas termal kedua logam dengan nilai untuk aluminium lebih besar dibanding besi. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembacaan termometer infrared dipengaruhi oleh jarak, sudut dan waktu yang digunakan pada saat menembakkan sensor infrared pada objek tersebut.

Abstract

Measuring the temperature of objects using an infrared thermometer is still rarely done, previously infrared thermometers are used to measure human body temperature. The purpose of this study was to determine how the use and benefits of infrared thermometers for body temperature measurements. The steps taken are infrared thermometers fired at objects with different extents from wall objects and aluminum plates ($4 \times 5 \text{ cm}^2$), then measurements of water with a temperature of 30°C and 60°C , using an infrared thermometer and an alcohol thermometer. Next, measurements of 1D objects (iron and aluminum), and 2D objects by measuring the temperature exposure at 50 and 300 seconds. The results obtained for the average value of distance to temperature in aluminum are smaller than in the wall, while the average value of the angle to temperature in aluminum is greater than in the wall. The measurement results of 1D objects showed the thermal conductivity values of the two metals with a value for aluminum greater than iron. Based on this research it can be concluded that the reading of the infrared thermometer is influenced by the distance, angle and time used when firing an infrared sensor at the object.

Keywords: calibration; infrared thermometer; temperature function.

*Corresponding author: mehora2017@gmail.com

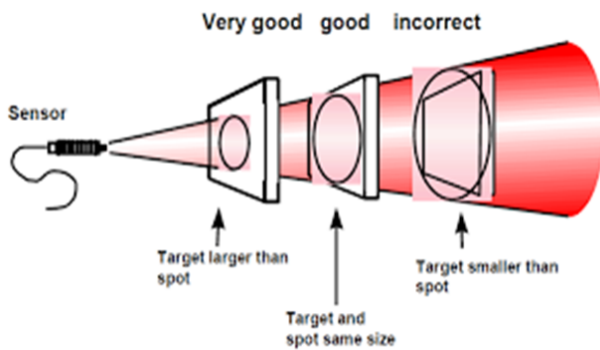
<http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v16i3.5873>
2460-4682 ©Departemen Fisika, FSAD-ITS

I. PENDAHULUAN

Radiasi panas merupakan radiasi yang dipancarkan oleh benda akibat temperatur yang dimilikinya. Selama proses perpindahan panas terjadi, temperatur dari tiap-tiap komponen/benda dimana pindahan panas itu terjadi dapat konstan atau berubah-ubah. Bila temperatur tersebut konstan, maka proses perpindahan panas tersebut dapat dikatakan stasioner (tidak dipengaruhi oleh waktu) dan jika temperatur tersebut berubah-ubah, maka proses perpindahan panas tersebut dikatakan tidak stasioner. Setiap benda yang berada diatas temperatur nol absolut akan memancarkan radiasi panas dalam bentuk gelom-

bang elektromagnetik. Termometer inframerah merupakan salah satu sensor non-kontak yang digunakan untuk mengukur temperatur. Setiap benda diatas nol absolut akan memancarkan radiasi infra merah. Termometer inframerah bekerja dengan mengukur energi infra merah yang dipancarkan objek. Dengan mengukur energi infra merah yang dipancarkan objek, melalui serangkaian proses maka temperatur objek itu bisa diketahui. Rentang infra merah yang digunakan dalam pengukuran adalah $0,78-14 \mu\text{m}$. Diatas panjang gelombang ini tingkat energi sangat rendah, sehingga detektor tidak cukup peka untuk mendeteksi [2].

Panas dan temperatur adalah dua hal yang berbeda. Panas



Gambar 1: Keakuratan bacaan termometer terhadap ukuran objek (modifikasi gambar [7]).

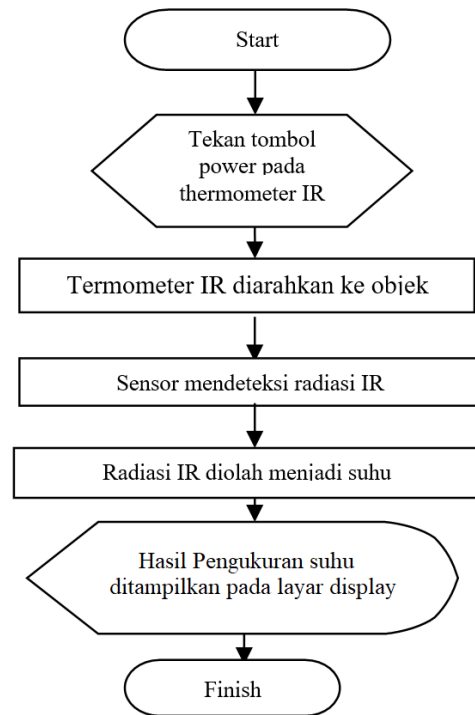
adalah energi total dari gerak molekular di dalam zat, energi panas bergantung pada kecepatan partikel, jumlah partikel (ukuran atau massa), dan jenis partikel di dalam sebuah benda. Temperatur adalah ukuran energi rata-rata dari gerak molekular di dalam zat. Secara sederhana temperatur didefinisikan sebagai derajat panas atau dinginnya suatu benda [4].

Mekanisme kerja termometer inframerah adalah mendeteksi energi inframerah dan emisi yang dipancarkan oleh suatu objek dan dikonversikan menjadi sinyal listrik yang menunjukkan temperatur suatu objek [5].

Termometer inframerah mempunyai kelebihan yakni kemampuannya menentukan temperatur objek tanpa kontak fisik sehingga sistem pengukurannya tidak terkontaminasi dan rusak, kebanyakan penggunaan teknologi ini berhubungan dengan industri yang memberikan keuntungan pada pengguna dalam situasi objek bergerak atau tidak bisa dicapai, yang disebabkan karena temperatur terlalu tinggi atau dibawah pengaruh listrik sehingga kontak fisik tidak mungkin dilakukan.

Termometer inframerah mengukur permukaan temperatur dari benda. Sensornya merupakan sensor *non-contact* yang menggunakan prinsip radiasi panas. Sensor dari termometer mendeteksi energi inframerah yang telah dikumpulkan dan difokuskan pada detektor dan diterjemahkan ke dalam bentuk informasi temperatur yang dapat dibaca di display (*interface*). Adapun cahaya laser hanya digunakan untuk membidik target yang akan diukur dan tidak berpengaruh terhadap pengukuran. Sistem optik dari sebuah termometer inframerah mengambil energi inframerah yang dipancarkan dari tempat pengukuran secara melingkar dan memfokuskannya pada detektor [7]. Target harus benar-benar mengisi tempat ini. Oleh karenanya, ukuran target (objek tembakan) harus lebih besar dari *spot* dari sensor termometer agar diperoleh hasil yang akurat.

Untuk pengukuran temperatur pada benda berukuran kecil (lebih besar dari *spot*, lihat Gambar 1), jarak termometer inframerah terhadap benda akan menentukan keakuratan pembacaan. Untuk benda yang berukuran besar pengukuran temperatur dipengaruhi oleh luasan objek. Pada jarak yang dekat detektor akan diisi oleh seluruh energi inframerah dari objek yang ditargetkan, jika tidak termometer inframerah juga akan membaca temperatur radiasi lainnya dari latar belakang dan



Gambar 2: Diagram alir proses rancangan percobaan penggunaan termometer IR pada pengukuran temperatur benda.

membuat nilai yang terukur tidak akurat. Berdasarkan prinsip ini, sudut juga tentu akan mempengaruhi bacaan termometer untuk benda yang berukuran kecil.

Eksperimen ini dibagi ke dalam 4 percobaan. Pertama dilakukan terhadap objek dengan luasan yang berbeda, yaitu dinding dan lempengan aluminium kecil dengan ukuran $(4 \times 5) \text{ cm}^2$. Kedua juga dilakukan terhadap objek yang berbeda yaitu air bertemperatur 30°C dan 60°C , yang diukur temperaturnya bersamaan menggunakan termometer inframerah dan termometer alkohol. Ketiga dan ke empat dilakukan terhadap benda 1D dengan 2 jenis bahan yang berbeda dan satu jenis bahan 2D.

II. METODOLOGI

Dalam penelitian ini dibuat suatu rancangan percobaan yang berhubungan dengan penggunaan dan manfaat termometer inframerah untuk pengukuran temperatur benda. Sistem percobaan yang dirancang pada penggunaan termometer inframerah untuk pengukuran temperatur benda yaitu dengan proses *scanning* yang di tunjukkan oleh Gambar 2.

Terkait dengan luasan wilayah yang difokuskan pada detektor dan akurasi bacaan termometer terhadap luasan wilayah objek, dilakukan perbandingan hasil scan temperatur untuk dua objek yang berbeda terhadap jarak dan temperatur terhadap sudut, perbandingan konduktivitas antara besi dan aluminium, serta pengukuran distribusi penyebaran temperatur pada benda 2D yaitu besi.

TABEL I: Data hasil pembacaan termometer inframerah, jarak terhadap temperatur.

Jarak (cm)	Temperatur (°C)	
	Plat aluminium	Dinding
10	24,8	27
20	24,8	27
30	25,4	27
40	25,4	27
50	25,4	27
80	25,4	27
90	25,5	27
100	25,6	27

Dalam penelitian ini dilakukan 4 percobaan dengan langkah-langkah:

1. Percobaan pertama dilakukan terhadap objek dengan luasan yang berbeda (objek dinding dan plat aluminium yang berukuran $(4 \times 5) \text{ cm}^2$) dengan bervariasi jarak antara objek dan sensor inframerah (10 cm hingga 100 cm dengan penambahan jarak 10 cm).
2. Percobaan kedua yaitu membandingkan termometer inframerah dan termometer alkohol. Objek pengukuran kedua macam termometer berupa air dengan temperatur 30°C dan 60°C .
3. Percobaan ketiga dilakukan terhadap benda 1D dengan 2 jenis bahan logam yang berbeda (aluminium dan besi) untuk menghitung konduktivitas bahan. Salah satu ujung logam dipanasi, dan diukur temperatur pada ujung yang lain. Dilakukan variasi panjang logam, dan temperatur diukur sebagai variasi waktu.
4. Percobaan ke empat dilakukan pada benda 2D dengan mengukur penyebaran temperatur pada saat 50 detik dan 300 detik. Percobaan pada benda 2D dilakukan untuk mengetahui distribusi penyebaran temperatur pada logam besi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel I menunjukkan hasil pengukuran temperatur objek plat aluminium dan dinding menggunakan termometer inframerah. Pengukuran dilakukan dengan memvariasi jarak antara termometer dan objek pengukuran. Tampak bahwa untuk objek plat aluminium, temperatur relatif meningkat terhadap penambahan jarak. Sedangkan untuk dinding temperatur pada titik yang sama, tidak berubah (tetap) walaupun jaraknya semakin jauh.

Tabel II merupakan data hasil pengukuran temperatur kedua objek dengan jarak tertentu dan sudut pengukuran yang divariasikan. Berdasarkan Tabel II terlihat perbedaan hasil pengukuran oleh termometer inframerah untuk plat aluminium dan dinding, diperoleh perbedaan hasil scan temperatur pada termometer inframerah dengan temperatur pada pelat aluminium

TABEL II: Data hasil pembacaan termometer inframerah, sudut terhadap temperatur.

Sudut (°)	Temperatur (°C)	
	Plat aluminium	Dinding
0	29,7	27,5
10	30	27,5
20	31,2	27,5
30	31,8	27,5
40	31,8	27,5

juga relatif meningkat dengan bertambahnya kemiringan sudut sedangkan untuk dinding temperatur pada titik yang sama, tidak berubah (tetap) walaupun perubahan sudutnya semakin besar. Sudut 0° dihitung dari jarak yang tegak lurus terhadap objek.

Kalibrasi termometer inframerah dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran temperatur oleh termometer inframerah dengan termometer alkohol. Objek yang diukur merupakan air pada temperatur kamar, dan diperoleh selisih hasil pengukuran antara kedua termometer sebesar $0,22^\circ\text{C}$. Sedangkan untuk validasinya diamati pada perubahan temperatur air panas.

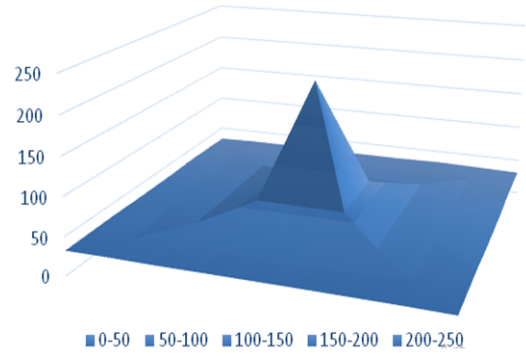
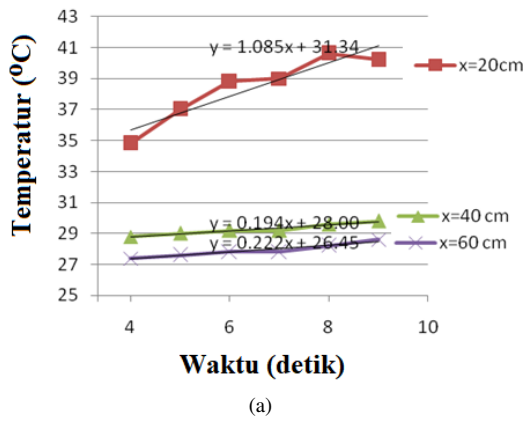
Percobaan dengan memberikan panas terhadap benda 1D pada salah satu ujung dilakukan untuk melihat perbandingan konduktivitas antara kedua bahan aluminium dan besi. Dari hasil percobaan tersebut diperoleh distribusi temperatur yang di gambarkan pada grafik dalam Gambar 3 dan Gambar 4.

Berdasarkan persamaan konduktivitas termal pada Pers.(1), yang menyatakan bahwa besarnya energi termal sebanding dengan gradient temperaturnya, luas penampang yang dilaluinya dan juga koefisien konduktivitas bahan, maka hubungan koefisien konduktivitas dan *gradient temperature* dinyatakan sebagai berikut:

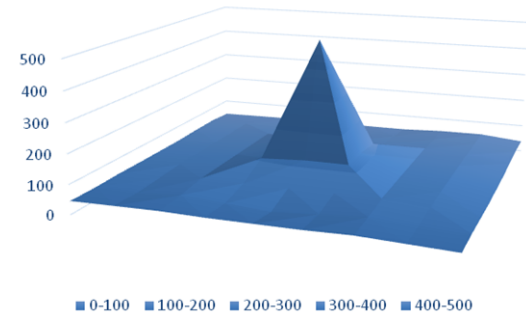
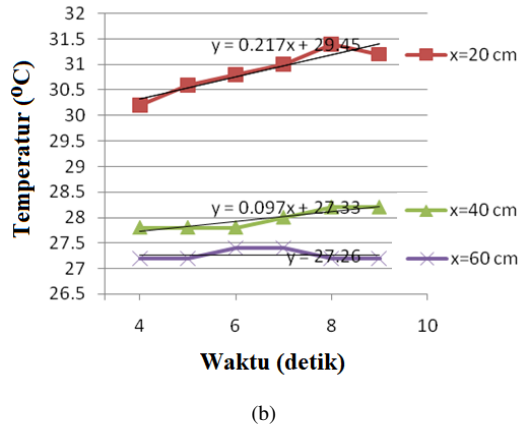
$$k \approx \frac{\partial T}{\partial \ell} \tag{1}$$

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa gradient besi lebih besar daripada gradient aluminium. Ini mengartikan bahwa koefisien konduktivitas dari besi lebih kecil dari koefisien konduktivitas aluminium. Hal ini sesuai dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan untuk menentukan koefisien konduktivitas termal suatu bahan, dimana diperoleh data konduktivitas termal untuk aluminium sekitar $202 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ dan untuk besi sekitar $73 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Untuk hasil untuk pengukuran distribusi penyebaran temperatur pada benda 2D digambarkan dalam bentuk kontur yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Kontur pada Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan bentuk penyebaran temperatur pada besi. Gambar 5 menunjukkan kontur temperatur pada saat 50 detik dengan temperatur di titik tengah sebesar $205,83^\circ\text{C}$ menyebar ke ujung luasan dengan nilai $30-33^\circ\text{C}$ sedangkan pada Gambar 6 menunjukkan kontur temperatur saat 300 detik lebih tinggi dengan nilai temperatur pada titik tengah 496°C menyebar ke ujung luasan dengan nilai $30-49^\circ\text{C}$.

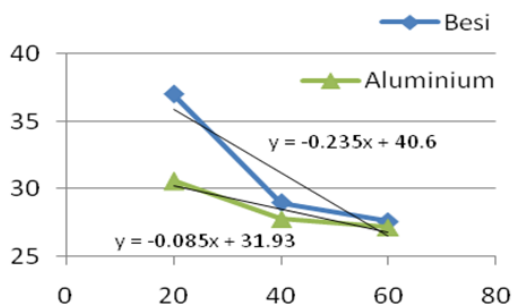


Gambar 5: Kontur penyebaran temperatur pada besi pada saat 50 detik.



Gambar 6: Kontur penyebaran temperatur pada besi pada saat 300 detik.

Gambar 3: Grafik perbandingan temperatur terhadap waktu pada (a) besi dan (b) aluminium.



Gambar 4: Grafik perbandingan temperatur terhadap jarak pada besi dan aluminium.

Hasil penelitian dari 4 percobaan menunjukkan bahwa penelitian rancangan percobaan termometer inframerah menunjukkan bahwa termometer inframerah tidak hanya digunakan untuk pengukuran temperatur tubuh manusia tetapi juga bisa digunakan dalam pengukuran temperatur benda baik dinding, benda 1D maupun 2D.

Hasil pengukuran pada percobaan perbandingan antara plat aluminium dan dinding menunjukkan bahwa jarak dan sudut mempengaruhi hasil pengukuran temperatur pada pemba-

caan termometer inframerah, semakin jauh jarak maka luasan wilayah yang difokuskan pada detector semakin luas, artinya termometer tidak hanya membaca temperatur dari objek akan tetapi juga membaca temperatur radiasi yang dipancarkan oleh latar di belakang objek. Sedangkan temperatur dinding sama disemua titik sehingga untuk jarak berapapun akan menghasilkan bacaan yang sama pada termometer, hal yang sama juga berlaku pada pengukuran hubungan antara sudut dan temperatur dengan hasil yang diperoleh pada pelat aluminium temperatur relatif meningkat dengan bertambahnya kemiringan sudut sedangkan untuk dinding temperatur pada titik yang sama, tidak mengalami perubahan walaupun perubahan sudutnya semakin besar.

Hasil pengkalibrasian antara termometer inframerah dan termometer alkohol menunjukkan bahwa pengukuran dengan menggunakan termometer inframerah cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan termometer alkohol. Pada benda 2D hasil penelitian menunjukkan distribusi penyebaran temperatur pada logam besi menyebar merata dari titik tengah ke seluruh bagian luas, semakin lama waktu yang digunakan maka semakin tinggi hasil nilai penyebaran temperatur pada titik tengahnya sampai ke ujung luasan benda.

IV. SIMPULAN

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu untuk percobaan satu diperoleh perbedaan bacaan termometer pada berbagai variasi sudut dan jarak untuk benda dengan lempengan kecil dengan nilai temperatur yang berbeda sebesar $24,8 - 25,6^{\circ}\text{C}$ sedangkan untuk objek dengan luasan yang besar seperti pada dinding bacaan termometer tetap sama untuk jarak dan sudut yang berbeda. Pembacaan termometer inframerah bergantung pada jarak dan sudut jika targetnya memiliki luasan yang kecil maka koefisien konduktivitas termal aluminium $202 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ lebih besar dari koefisien konduktivitas termal besi sekitar $73 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$. Untuk benda 2D semakin lama waktu yang digunakan maka nilai penyebaran temperatur yang dihasilkan pada titik tengahnya

akan semakin tinggi yaitu pada saat 50 detik $205,83^{\circ}\text{C}$ yang menyebar ke ujung luasan dengan nilai $30-33^{\circ}\text{C}$ dan ketika 300 detik lebih tinggi dengan nilai temperatur pada titik tengah 496°C menyebar ke ujung luasan dengan nilai $30-33^{\circ}\text{C}$ dan $30-49^{\circ}\text{C}$. Pembacaan termometer inframerah dipengaruhi oleh jarak, sudut dan waktu yang digunakan pada saat menembakkan sensor inframerah pada objek tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dona, Dewa dan Masyta yang telah membantu dan memberikan masukan, saran dan kritik dalam penulisan naskah ini.

-
- [1] K. Burhani, Ramelan, R.F. Naryanto, "Pengembangan Media Pembelajaran Perpindahan Panas Radiasi Dengan Variasi Beda Perlakuan Permukaan Spesimen Uji", *Journal Of Mechanical Engineering Learning*, Vol 3, no. 2, pp. 86-93, 2014.
- [2] D.Y. Boyoh, E.N. Rahman, D. Apriany, "The Effect Of Infrared Tympanic Digital Thermometer Temperature Measurement To the Comport Of Pre School Age Children", *Jurnal Skolastik Keperawatan*, vol. 1, no. 1, Januari-Juni 2015.
- [3] Haryadi, "Buku Bahan Ajar Perpindahan Panas", Politeknik Negeri Bandung, 2012.
- [4] M. Safitri, G.A. Dinata, "Non-contat Thermometer Berbasis Inframerah", *Jurnal Simetris*, vol. 10, no. 1, hlm. 21-26, April 2019.
- [5] M. Wartono, B. Puruhito, A.A. Andrianto, "Kesesuaian Termometer Inframerah Dengan Termometer Air Raksa Terhadap Pengukuran Suhu Aksila Pada Usia Dewasa Muda (18-22 Tahun)", *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, vol. 7, no. 3, hlm. 1520-1529, 2 Mei 2018.
- [6] Zulfa, "Pengukuran Suhu Menggunakan Termometer Inframerah", *Seminar Literatur 2009, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*, hlm. 16.
- [7] D.R. Mohamed, "Rancangan Bangun Sistem Pengukuran Suhu Berdasarkan Suhu Tubuh Menggunakan Termometer Inframerah", Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.