

Pengembangan Alat Peraga Perpindahan Kalor secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi dalam Satu Set Alat berbasis Digital

E Irawati*, C Huda, W Kurniawan

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang, Jl. Lontar No. 1 Semarang

*E-mail: etik.irawati.15@gmail.com

Abstrak. Telah berhasil dikembangkan alat peraga perpindahan kalor untuk percobaan konduksi, konveksi, dan radiasi dalam satu set alat berbasis digital dari praktikum perpindahan kalor yang masih menggunakan alat peraga yang sederhana dan analog. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau R&D (*Research and Development*). Adapun penelitian yang dikembangkan pengembangan alat peraga dengan sensor suhu LM35. Pengujian alat peraga ini dilakukan dengan pengujian sensor yang terdiri dari uji kalibrasi sensor suhu, validasi ahli serta ujicoba produk. Ujicoba produk dilakukan dengan melakukan percobaan perpindahan kalor secara konduksi, dengan percobaan konduksi menggunakan tiga variasi bahan: tembaga, besi, dan aluminum. Percobaan radiasi menggunakan prinsip radiasi warna dan percobaan konveksi menggunakan prinsip aliran alamiah udara. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga perpindahan kalor pada percobaan konduksi mempunyai ketelitian 96,35%, radiasi 79,03%, konveksi terjadi aliran alamiah udara ketika lilin pada kondisi menyala. Hasil validasi ahli mendapatkan kriteria sangat baik dengan rerata validator 78,12% serta dapat dikatakan reliabel dengan PA 87,97%.

Kata kunci: Alat Peraga, Perpindahan Kalor, Sensor Suhu.

Abstract. Has been developed a heat transfer props for conduction, convection, and radiation experiments in a set of digital based devices from heat transfer labs that still use simple and analog props. The method used in this research is the development or R & D (Research and Development). The research that developed the development of props with LM35 temperature sensor. Testing of these props is done by testing a sensor consisting of a temperature sensor calibration testing, expert validation and test products. Experiments done by experimenting product heat transfer by conduction, the conduction experiments using three kinds of materials: copper, iron, and aluminum. Radiation experiments using the principle of color radiation and convection experiment using the principles of the natural flow of air. Data collection was performed 3 times. Research data indicate that the props on trial conduction heat transfer has a 96.35% accuracy, 79.03% radiation, convection air flow occurs naturally when a candle on the light conditions. The results of gain expert validation criteria very well with the average of 78.12% and the validator can be said to be reliable with PA 87.97%.

Keywords: Props, Heat Transfer, Temperature Sensor.

1. Pendahuluan

Kegiatan praktikum perpindahan kalor sering dilakukan secara sederhana. Pada percobaan konduksi sering dilakukan secara sederhana dengan memanaskan logam yang berbeda- beda jenisnya, dimana pada sisi logam yang tidak dipanaskan diberi plastisin atau lilin untuk mengetahui perbedaan laju

panas yang merambat melalui logam- logam tersebut. Pada percobaan radiasi menggunakan prinsip radiasi warna, dan percobaan konveksi menggunakan prinsip aliran alamiah udara.

Pada materi fisika dasar sering melakukan eksperimen yang berkaitan dengan kalor seperti asas black, pencarian nilai konduktivitas termal bahan dan perpindahan panas. Praktikum yang dilakukan masih banyak menggunakan alat- alat yang analog, seperti pengukuran nilai suhu yang masih menggunakan termometer analog yang membuat praktikum kurang efisien. Materi perpindahan kalor biasanya disampaikan dengan tanpa menggunakan alat peraga dan hanya berupa penyampaian dengan metode ceramah atau menggunakan PPT (*Power Point*) dengan bantuan video. Namun hal ini masih dirasa sangat kurang, jika menggunakan alat peragapun dengan rangkaian alat peraga yang sangat sederhana dan hanya mampu menjelaskan satu atau dua konsep perpindahan kalor saja. Seperti dengan menggunakan sendok yang dipanaskan untuk menjelaskan proses perpindahan kalor secara konduksi, dan tangan yang didekatkan pada lilin yang menyala untuk menjelaskan proses perpindahan kalor secara radiasi.

Menurut Widodo, (2009) alat percobaan konveksi menggunakan prinsip aliran alamiah udara dan radiasi (termoskop) yang menggunakan prinsip radiasi warna. Gambar alat yang terdapat pada Widodo 2009 telah membuktikan hasil percobaan perpindahan kalor secara konveksi dan radiasi. Namun pada alat radiasi (termoskop) tersebut masih dilakukan secara manual. Dan penelitian lainnya seperti Media pembelajaran berupa pendingin sederhana menggunakan alat dan baha es batu, garam dan sterofoam yang menggunakan pinsip dasar perpindahan panas [3]. Alat peraga hantaran kalor secara radiasi untuk menentukan panjang gelombang dengan memanfaatkan toples plastik dan aluminium foil [4]. Pada implementasi mikrokontroller sebagai pengukur suhu delapan ruangan memanfaatkan sensor suhu utamanya yaitu LM35 [5].

Penggunaan alat peraga yang sangat sederhana, kurang lengkap, pencatatan data dilakukan dengan manual, serta terpisah alat konduksi, konveksi, dan radiasi menyebabkan siswa sukar untuk mengingat, bahkan belum benar-benar dapat melihat dan memahami bagaimana proses perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dan perbedaan dalam proses perpindahannya yang benar dalam kehidupan nyata. Uraian tersebut menjadi landasan dibutuhkan adanya pengembangan alat peraga perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dalam satu set alat berbasis digital. Alat peraga ini akan menyajikan demonstrasi perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dalam satu set alat yang digunakan dalam menjelaskan ke tiga proses perpindahan kalor tersebut. Mikrokontroler arduino uno sebagai pengubah data analog dari sensor menjadi digital dan sensor suhu LM 35 sebagai sensor suhu. Alat peraga ini diharapkan mampu mempermudah dan membantu dalam menjelaskan konsep perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Oleh karena itu peneliti mengembangkan alat perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dalam satu set alat berbasis digital dan dilengkapi dengan stopwatch.

1.1. *Alat Peraga*

Alat peraga adalah alat yang digunakan guru yang berfungsi membantu guru dalam proses mengajarnya dan membantu peserta didik dalam proses belajarnya [6].

1.1.1. *Kelayakan Alat Peraga.* Kelayakan alat peraga adalah pantas tidaknya alat peraga tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika di kelas [7]. Kelayakan alat peraga meliputi:

- a. Alat peraga harus sesuai dengan konsep fisika
- b. Alat peraga harus sesuai dengan kurikulum
- c. Bentuk dan performa dari alat peraga harus menarik dan sesuai dengan subyek (siswa) yang hendak diteliti.
- d. Alat peraga mudah dipahami oleh siswa dan keterbacaan alat mudah.

- e. Alat peraga hendaknya mudah digunakan.

1.2. Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor atau alih bahang (*heat transfer*) ialah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Perpindahan kalor dibagi menjadi tiga modus, yaitu:

- 1.2.1. *Perpindahan kalor konduksi.* Jika pada suatu benda terdapat gradien suhu (*temperature gradient*), maka menurut pengalaman akan terjadi perpindahan energi dari bagian bersuhu tinggi ke bagian bersuhu rendah. Konduksi adalah proses dengan mana panas yang mengalir dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu rendah di dalam satu medium (dapat cair atau gas) atau antara medium- medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung [8].
- 1.2.2. *Perpindahan kalor konveksi.* Plat logam panas akan menjadi dingin lebih cepat bila di taruh di depan kipas angin dibandingkan dengan bilamana ditempatkan di udara tenang.
- 1.2.3. *Perpindahan kalor radiasi.* Berlainan dengan mekanisme konduksi dan konveksi, dimana perpindahan energi terjadi melalui bahan antara, kalor juga dapat berpindah melalui daerah-daerah hampa. Mekanismenya adalah sinaran atau radiasi elektromagnetik [9].

Kalor adalah perpindahan energi internal. Kalor mengalir dari satu bagian sistem ke bagian sistem yang lain karena ada perbedaan temperatur [10].

Jika terdapat benda panas dan benda dingin yang bersentuhan maka tak lama kemudian suhu benda panas turun, sedangkan suhu benda dingin akan naik. Hal itu terjadi karena benda panas melepaskan kalor kepada benda dingin. Jadi, kalor secara alami berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah.

Contoh perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi dalam kehidupan sehari-hari yaitu: pada konduksi terdapat kawat kasa (konduktor) sering diletakkan di atas sebuah pembakar bunsen, panci untuk memasak, gagang panci yang terbuat dari logam, serta dasar setrika listrik yang terbuat dari logam. Pada perpindahan konveksi yaitu pergerakan air yang mendidih ketika dipanaskan. Dan pada perpindahan radiasi yaitu benda yang berwarna hitam akan menyerap kalor lebih banyak daripada benda yang berwarna putih, dan termos [11].

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan R&D (*Research and Development*). Menurut Sugiyono, (2017) penelitian dan pengembangan R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tertentu. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji rangkaian, dokumentasi, dan teknik eksperimen. Pertama teknik uji rangkaian, pengembangan alat ini digunakan untuk menguji dari masing- masing desain rangkaian yang telah tersedia dan pengambilan datanya berdasarkan hasil yang sesuai dengan harapan. Kedua teknik dokumentasi, digunakan untuk mendapatkan data- data yang diperlukan sebagai dasar untuk menentukan keberhasilan perancangan rangkaian alat peraga perpindahan kalor yang digunakan dalam penelitian dan juga digunakan untuk mengabadikan data hasil penelitian. Teknik yang ketiga yaitu teknik eksperimen, teknik pengumpulan data melalui eksperimen ini dilakukan untuk mengetahui konsep perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Dengan percobaan konduksi menggunakan tiga bahan yang berbeda- beda (besi, aluminium, dan tembaga), percobaan konveksi menggunakan prinsip gerak aliran udara, dan radiasi menggunakan

prinsip radiasi warna. Percobaan dilaksanakan pada bulan Maret 2019 di Laboratorium Fisika Dasar Universitas PGRI Semarang.

Setelah mendapat data dari beberapa percobaan perpindahan kalor secara konduksi, radiasi, dan konveksi, selanjutnya adalah menganalisis data hasil tersebut sehingga akan diketahui seberapa ketelitian dari alat peraga perpindahan kalor.

Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 4 bulan. Berawal dari bulan Oktober 2018 yang mulai mencari literatur studi pendahuluan, desain produk, pengembangan *source code*, uji menggunakan arduino, mengupload program ke arduino, uji sensor dan uji alat dalam percobaan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1. Pengambilan Data dari Percobaan Perpindahan Kalor secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi.

Peneliti mengambil data dari percobaan perpindahan kalor secara konduksi, radiasi, dan konveksi. Adapun hasil percobaan perpindahan kalor secara konduksi, radiasi, dan konveksi dapat dilihat pada Tabel 1

3.1.1. Tabel hasil percobaan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

Tabel 1. Hasil percobaan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

Perpindahan Kalor	Alat dan Bahan yang digunakan	Ketelitian
Konduksi	Satu Set Alat Percobaan Konduksi dengan Variasi Bahan: Tembaga, Besi, dan Aluminium.	96,35 %
Konveksi	(Zat Gas): Satu Set Alat Percobaan Konveksi, Korek Api, Obat Nyamuk.	-
Radiasi	Satu Set Alat Percobaan Radiasi, Corong dengan Permukaan berwarna Gelap dan Terang.	79,03 %

Berdasarkan hasil analisis data percobaan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi, diperoleh persentase ketelitian alat peraga. Percobaan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar persentase ketelitian yang dimiliki oleh alat peraga perpindahan kalor. Dari percobaan konduksi memiliki persentase ketelitian 96,35%, alat konveksi pada zat gas tidak memiliki ketelitian dikarenakan hanya bersifat pembuktian aliran alamiah udara, dan radiasi 79,03%.

3.2. Gambar Alat Peraga Perpindahan Kalor Secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi yang dikembangkan.

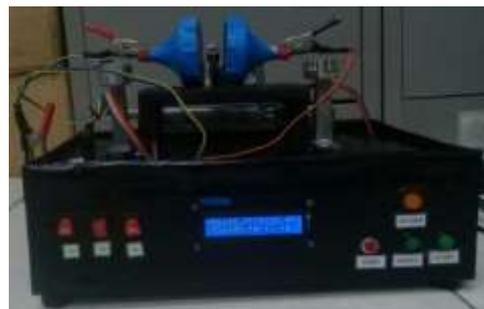
Dalam pembuatan alat peraga perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi, berikut adalah gambar alat yang dikembangkan berdasarkan Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 1 Pada percobaan konduksi menggunakan bahan aluminium, tembaga, dan besi. Dan pada pengambilan data sudah secara otomatis dilihat pada LCD, dan sudah berbasis digital.



Gambar 2 Gambar Set Alat Konveksi pada Zat Gas.



Gambar 3 Pada percobaan radiasi menggunakan bahan corong yang dicat warna gelap dan warna terang. Dan pada pengambilan data sudah secara otomatis dilihat pada LCD, dan sudah berbasis digital..

3.3. Hasil Validasi Ahli.

Dari validasi ahli yang dilakukan dengan dua validator Dosen Fisika Universitas PGRI Semarang dan Ahli Elektronika, hasil validasi dapat dilihat pada tabel 2

3.3.1. *Tabel hasil validasi ahli yang dilakukan dengan dua validator Dosen Fisika Universitas PGRI Semarang dan Ahli Elektronika.*

Tabel 2. Hasil validasi ahli yang dilakukan dengan dua validator.

Validator	Skor yang diperoleh	Skor maksimal	Persentase (%)
Validator1	28	32	87,5
Validator2	22	32	68,75

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan hasil analisis data validasi kedua, persentase alat peraga dari dua validator dirata-rata menghasilkan persentase sebesar 78,12% dan masuk dalam kategori sangat baik (SB) yakni berada pada interval 76%-100%. Hasil dari reliabilitas *Percentage of agreement* pada validasi kedua sebesar 87,97%. Dimana $87,97\% \geq 75\%$ maka dapat dikatakan reliabel.

Dari percobaan konduksi telah mencapai persentase ketelitian 96,35%, konveksi pada zat gas terjadi aliran konveksi ketika lilin pada kondisi menyala, dan radiasi 79,03%. Hal ini berarti bahwa alat peraga perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi yang dikembangkan dapat digunakan untuk menjelaskan materi perpindahan kalor.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa ketelitian percobaan perpindahan kalor secara konduksi, radiasi dan konveksi adalah 96,35%, 79,03%, dan pada percobaan konveksi terjadi aliran konveksi ketika lilin pada kondisi menyala. Hal ini menunjukkan alat peraga perpindahan kalor yang dikembangkan memiliki ketelitian lebih baik kategori sangat baik.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih disampaikan kepada program studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang atas motivasi dan fasilitas yang diberikan untuk keterlaksanaan penelitian ini, staff laboratorium fisika Universitas PGRI Semarang yang berkenan pemberian izin tempat penelitian, serta kedua pembimbing skripsi, dan kedua validator.

Daftar Pustaka

- [1] Sugiyono 2017 *Metode Penelitian Pendidikan* (Bandung: ALFABETA)
- [2] Widodo T 2009 *Fisika untuk SMA dan MA Kelas X* (Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional)
- [3] Kusrinaningrum P Y, Sutikno and Masturi 2015 *Prosiding Seminar Nasional Fisika* **4**
- [4] Amin M *Jurnal Sains Terapan* **2** 2
- [5] Utomo T A 2011 *Jurnal Teknologi* **4** 2
- [6] Arsyad P 2014 *Media Pembelajaran* (Jakarta : PT Raja Grafindo Persada)
- [7] Rohmah K 2017 *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* **2** 8 p 89
- [8] Ashari A 2016 *Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin* **1** 1
- [9] Holman J P 1988 *Perpindahan Kalor* (Jakarta: Erlangga)
- [10] Zemansky S, Mark W 1986 *Kalor dan Termodinamika* (Bandung: ITB)
- [11] Kanginan M 2002 *IPA FISIKA* (Jakarta : Erlangga)