

Pengembangan alat pembelajaran IPA pada materi serapan kalor pada benda berbantuan arduino

Ariati Dina Puspitasari, Nanang Suwondo, dan Evda Noptha Damayanti

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Prof. Dr. Soepomo SH, Janturan Warungboto Yogyakarta

E-mail: ariatidina@pfis.uad.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat yang dapat mengetahui serapan kalor pada benda yang diberi warna hitam dan putih dengan bantuan Arduino dan software PLXDAQ sehingga dapat memberikan bukti atas teori maupun peristiwa sehari-hari. Metode penelitian ini adalah RnD dengan model pengembangan Borg&Gall yang dibatasi sampai tahap validasi dari ahli. Instrumen penelitian menggunakan lembar validasi ahli. Hasil validasi menunjukkan bahwa alat sangat baik dan layak digunakan dengan prosentase 92,5% untuk kesesuaian dengan teori dan 90% untuk keterpakaian panduan penggunaan alat di sekolah.

1. Pendahuluan

Hasil riset yang dilakukan oleh PISA terkait dengan literasi sains siswa dari tahun 2000 sampai 2009, Indonesia selalu mendapat peringkat 10 besar dari bawah. Berikut adalah data yang diperoleh dari: tahun 2000 Indonesia menduduki peringkat ke 38 dari 41 negara, tahun 2003 peringkat ke 38 dari 40 negara, tahun 2006 peringkat 50 dari 57 negara, tahun 2009 peringkat 60 dari 65 negara. Hasil tes PISA di tahun 2013 Indonesia menduduki peringkat 64 dari 65 negara [1].

Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan siswa Indonesia untuk melek terhadap sains dan teknologi masih sangat kurang. Begitu pula dengan kemampuan untuk melakukan riset. Kemampuan untuk melakukan riset akan berpengaruh pada kemampuan untuk mendapatkan penemuan-penemuan baru dan pemecahan masalah, juga mempengaruhi sikap ilmiah siswa didik yang berimbas pada pembentukan karakter.

Rendahnya literasi sains siswa dapat terlihat dalam kehidupan sehari-hari yaitu, masih banyak siswa yang mengukur suhu badan di dekat kipas angin atau dalam ruangan ber-AC, bermain di lapangan pada saat hujan deras berpetir, membuang sampah di sungai tanpa memperdulikan kebersihan dan bencana yang dapat terjadi dari perbuatannya, menyukai makanan yang mengandung zat aditif, bahkan tak sedikit siswa SMP yang sudah mulai merokok. Masih banyak contoh lain yang dapat menunjukkan rendahnya literasi sains siswa yang mempengaruhi sikap ilmiah siswa walaupun di sekolah mereka sudah mendapatkan pengetahuan tentang berbagai kondisi di atas.

Hal-hal tersebut dapat terjadi kemungkinan disebabkan karena belum bervariasinya metode dalam pengajaran yang mengajak siswa untuk banyak membaca dan belajar dari berbagai sumber pembelajaran di sekelilingnya. Keterbatasan dalam mengajarkan dengan menggunakan berbagai metode tersebut kemungkinan disebabkan karena kurangnya pembinaan atau pelatihan pembelajaran IPA yang diperoleh guru. Selain itu kemungkinan pula karena terbatasnya media pembelajaran yang mendukung keberhasilan pembelajaran IPA.

Dalam penelitian ini, pembelajaran tersebut akan dilengkapi dengan rangkaian alat yang akan menjadi *supporting sistem* proses pembelajaran. Arduino dikenal sebagai alat yang mampu untuk membantu berbagai eksperimen, dalam penelitian ini akan dicoba bagaimanakah kemampuan Arduino sebagai alat yang dapat membuktikan secara riil serapan kalor antara benda berwarna hitam dan benda berwarna putih.

2. Serapan Kalor

Pada aktivitas sehari-hari terdapat fenomena yang menjadi pendapat masyarakat awam bahwa orang berpakaian hitam merasa lebih panas dibanding orang yang berpakaian warna lainnya. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh warna permukaan dalam menyerap kalor yang diterima. Maka dibutuhkan alat eksperimen untuk mempelajari tentang radiasi. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh permukaan warna hitam dan permukaan warna putih terhadap serapan kalor pada radiasi cahaya, mengetahui pengaruh daya P (sumber radiasi) terhadap serapan kalor pada radiasi cahaya, mengetahui perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu maksimal pada variasi daya, membuat dan menguji perangkat eksperimen serapan kalor pada radiasi cahaya oleh permukaan berwarna hitam dan permukaan berwarna putih,[2]

Kalor adalah salah satu bentuk energi. Jika suatu zat menerima atau melepaskan kalor, maka ada dua kemungkinan yang pertama adalah perubahan temperature dari zat tersebut, kalor ini disebut kalor sensible. Dan yang kedua adalah perubahan fase zat, kalor jenis ini dengan kalor laten. Salah satu sub bab materi dalam fisika di SMP adalah tentang perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi. Serapan kalor terkait dengan hal tersebut, yaitu pada perpindahan panas secara radiasi [3].

Perpindahan kalor secara radiasi tidak membutuhkan medium atau perantara. Contohnya adalah panas matahari yang sampai kebumi melewati ruang angkasa yang hampa udara (tanpa ada medium). Setiap benda bisa menyerap kalor dipancarkan secara radiasi. Semakin hitam sebuah benda maka benda tersebut akan cenderung semakin menyerap panas yang dipancarkan melalui radiasi. Kehitaman benda inilah yang disebut sebagai emisivitas bahan disimbolkan dengan ϵ . Laju penyerapan kalor yang dipancarkan secara radiasi dirumuskan

$$I = \sigma \epsilon A T^4 \quad (1)$$

Dengan ϵ adalah emisivitas benda, dimana nilai $\epsilon = 1$ jika benda berwarna hitam dan ϵ bernilai 0 (nol) jika benda berwarna putih. σ adalah konstanta Stefan-Boltzman dengan nilai $5,67 \times 10^{-8} \text{ C}$. A adalah luas permukaan benda dan T adalah suhu dalam kelvin. Emisivitas (ϵ) suatu benda menyatakan kemampuan benda untuk memancarkan radiasi kalor, semakin besar emisivitas maka semakin mudah benda tersebut memancarkan energi. Benda hitam sempurna memiliki emisivitas ($\epsilon = 1$) yaitu benda yang dapat menyerap semua energi kalor yang datang dan dapat memancarkan energi kalor dengan sempurna. [4]

3. Arduino

Arduino Uno adalah sebuah rangkaian yang dikembangkan dari mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 kaki digital input / output, dimana 6 kaki digital diantaranya dapat digunakan sebagai sinyal PWM (Pulse Width Modulation). Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur kecepatan perputaran motor. Arduino Uno memiliki 6 kaki analog input, kristal osilator dengan kecepatan jam 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah konektor listrik, sebuah kaki header dari ICSP, dan sebuah tombol reset yang berfungsi untuk mengulang program [5].

Kelebihan Arduino diantaranya adalah tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer, Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap, dan Arduino memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dll [4]. Bahan dan alat

yang dibutuhkan yaitu: kaleng bekas, cat warna hitam dan putih, kardus, lampu, Rangkaian Arduino, Laptop untuk software arduino.

4. Prosedur Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (RnD) dengan model Borg&Gall yang dibatasi sampai tahap Validasi Ahli. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan melalui studi literature dan wawancara, tahap kedua adalah merancang penelitian, tahap ketiga adalah pengembangan instrumen, tahap keempat adalah validasi ahli.

Produk yang akan dikembangkan berupa alat untuk membuktikan serapan kalor benda yang diberi warna hitam dan benda yang diberi warna putih dengan bantuan Arduino dan software PLX-DAQ. Teknik pengambilan data menggunakan angket dengan skala likert yang akan digunakan oleh validator untuk menilai produk tersebut.

Teknik analisis data untuk kelayakan alat yang dikembangkan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Tabulasi semua data yang diperoleh untuk setiap aspek yang tersedia dalam instrumen.
- Menghitung skor total rata-rata dari setiap aspek dengan membagi jumlah skor dengan jumlah penilai.
- Mengubah skor rata-rata menjadi nilai dengan kategori

Untuk mengetahui kualitas modul hasil pengembangan baik dari aspek materi maupun aspek media, serta untuk mengetahui respon siswa terhadap modul, maka dari data yang mula-mula berupa skor, diubah menjadi data interval dengan skala 4 (empat). Adapun acuan pengubahan skor menjadi skala empat tersebut adalah sebagai berikut [5]:

Tabel 1. Konversi Skor Aktual Menjadi Nilai Skala Empat

No	Rentang Skor	Nilai	Kategori
1	$Mi + 1,5 SDi \leq X \leq Mi + 3,0 SDi$	A	Sangat Baik
2	$Mi + 0 SDi \leq X < Mi + 1,5 SDi$	B	Baik
3	$Mi - 1,5 SDi \leq X < Mi + 0 SDi$	C	Cukup baik
4	$Mi - 3 SDi \leq X < Mi - 1,5 SDi$	D	Kurang Baik

Keterangan:

X = skor yang didapat

Mi = Mean Ideal = $\frac{1}{2}$ (Skor maksimum + Skor minimum)

SDi = Standar deviasi Ideal = $\frac{1}{6}$ (Skor maksimum - Skor minimum)

Skor maksimum = jumlah butir kriteria x skor maksimum

Skor minimum = jumlah butir kriteria x skor minimum

5. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pembelajaran IPA pada materi serapan kalor dengan bantuan Arduino. Penelitian ini dilakukan dengan tahap sebagai berikut,

5.1. Tahap Analisis Kebutuhan

Tahap ini diawali dengan menganalisis melalui buku kurikulum SMP tentang materi serapan kalor pada pelajaran IPA SMP. Hasil dari analisis tersebut, didapatkan bahwa materi tentang serapan kalor berada dalam tema Kalor dengan subbab perpindahan kalor, khususnya pada Perpindahan kalor secara Radiasi. Materi ini diajarkan di kelas VII SMP semester 1. Dalam kompetensi inti yang diharapkan dari adanya materi tersebut adalah siswa dapat Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan

sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori dan melakukan wawancara kepada siswa terkait pemahaman.[6]

Selain dilakukan analisis terhadap kurikulum, dilakukan pula wawancara singkat kepada siswa, guru dan kepala sekolah SMP Muhammadiyah 8 Kota Yogyakarta. Wawancara ini lebih kepada proses pembelajaran IPA yang biasa dilakukan untuk mendukung kompetensi dasar siswa. Berdasarkan wawancara, diketahui bahwa selama ini proses pembelajaran IPA yang berlangsung di SMP tersebut masih konvensional dengan metode ceramah, jarang dilakukan praktikum untuk siswa yang dapat mendukung keterampilan siswa dalam mencoba, mengolah dan menyajikan data.

5.2. Tahap Kedua, Merancang Penelitian

Peneliti merancang model penelitian berdasarkan masalah yang muncul pada studi literasi dan observasi lapangan di SMP Muhammadiyah 8 Kota Yogyakarta. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, peneliti menetapkan untuk melakukan penelitian pengembangan yaitu dengan mengembangkan media pembelajaran IPA berupa alat peraga untuk membuktikan serapan kalor benda berwarna hitam dan benda berwarna putih dengan bantuan Arduino dan software PLX-DAQ. Alat ini dikembangkan dengan harapan untuk mendukung keterampilan siswa dalam mencapai kompetensi dasar sesuai yang diharapkan pada kurikulum 2013.

5.3. Tahap Ketiga Pengembangan Alat

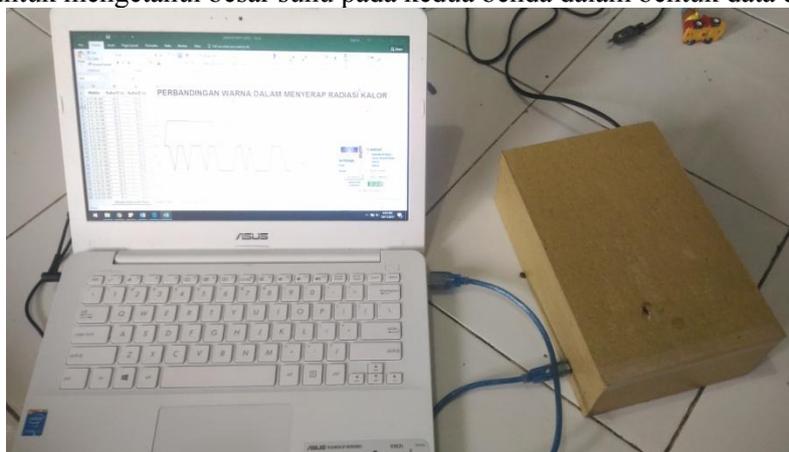
Tahap ini merancang alat untuk pembuktian serapan kalor dengan bantuan Arduino. Variable terikat adalah jarak antara sumber cahaya dengan sensor suhu, sumber kalor, merk sumber kalor (lampu), jenis benda penyerap kalor, warna benda penyerap kalor (hitam dan putih), merk cat pewarna, waktu kontak. Sedangkan variable bebas dalam eksperimen ini adalah suhu pada benda berwarna hitam dan putih. Proses eksperimen serapan kalor pada benda berwarna hitam dan putih ini menggunakan bantuan alat yaitu Arduino Uno yang diletakkan dalam kotak yang terbuat dari karton dan terdapat pula lampu sebagai sumber kalor. Arduino Uno sebagai alat untuk membaca kalor yang terserap oleh benda berwarna hitam dan benda berwarna putih melalui sensor suhu (LM-35). Benda yang dimaksud terbuat dari bahan sama yaitu kaleng bekas yang diberi warna hitam dan putih dengan cat warna dari merk yang sama. Benda yang berada di samping arduino adalah benda 1 sedangkan yang jauh dari Arduino adalah benda 2. Rangkaian Arduino sebagai media pembelajaran pada materi serapan kalor adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Rangkaian Alat Serapan Kalor

Bahan dan alat yang dibutuhkan yaitu: (1) 2 kaleng bekas, (2) cat warna hitam dan putih, (3) kardus, (4) lampu, (5) Rangkaian Arduino, (6) Laptop untuk software arduino. Bahan-bahan ini akan divariasikan menjadi beberapa eksperimen serapan kalor. Pada gambar 1, dinyatakan bahwa benda berwarna putih adalah benda 1, yang nantinya dinyatakan keluarannya dengan suhu 1. Sedangkan benda berwarna

hitam adalah benda 2, yang keluarannya dinyatakan dengan suhu 2. Jarak antara benda warna putih dan benda berwarna hitam dengan sumber kalor adalah sama, yaitu 2,5 cm. Penyangga benda merupakan bahan isolator berupa busa. Kotak pada perangkat tersebut juga terbuat dari bahan isolator yaitu karton. Pada saat eksperimen, kotak dalam keadaan tertutup untuk mengontrol suhu ruangan. Alat ini akan disambungkan kepada CPU dalam hal ini adalah Laptop yang telah terinstal program Arduino dan PLX-DAQ, untuk mengetahui besar suhu pada kedua benda dalam bentuk data dan grafik.



Gambar 2. Alat yang disambungkan dengan Laptop yang terinstal Arduino dan PLX-DAQ

Setelah sumber kalor dinyalakan, dalam waktu rentang 5 detik, Arduino akan membaca suhu benda 1 dan 2. Berikut adalah gambar data dan grafik suhu benda tersebut,



Gambar 3. Data dan Grafik Suhu Benda

Pada teori Laju penyerapan kalor yang dipancarkan secara radiasi dirumuskan pada persamaan 1, dengan ϵ adalah emisivitas benda, dimana jika benda hitam mempunyai nilai $\epsilon = 1$ jika benda berwarna hitam dan ϵ bernilai 0 (nol) jika benda berwarna putih. σ adalah konstanta Stefan-Boltzman yang bernilai $5,67 \times 10^{-8} \text{ C}$. A adalah luas permukaan benda dan T adalah suhu dalam kelvin. Dalam hal ini, suhu benda mempengaruhi laju kalor atau serapan kalor pada benda tersebut.

Berdasarkan hasil data dan grafik yang diperoleh dinyatakan bahwa benda berwarna hitam (benda pada suhu 1, warna biru pada grafik) bersuhu lebih tinggi daripada benda berwarna putih (benda pada suhu 2, warna merah pada grafik). Selama 2,5 menit terpapar oleh kalor dari sumber, rata-rata suhu pada benda 1 adalah $26,4^{\circ}\text{C}$ atau $299,4 \text{ K}$. Sedangkan rata-rata suhu benda 2 adalah $27,8^{\circ}\text{C}$ atau $300,8 \text{ K}$. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa benda berwarna hitam memiliki kemampuan untuk menyerap kalor lebih banyak daripada benda berwarna putih.

5.4. Tahap keempat, Validasi Ahli

Validasi ahli dilakukan untuk menilai kelayakan alat dan panduan penggunaan alat. Ahli yang dimaksud adalah 2 orang dosen Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan yang expert pada bidang tersebut. Untuk menyatakan kriteria kelayakan, terlebih dahulu hasil pada angket dikonversi menggunakan rumus pada teknik analisis data. Berikut adalah tabel konversi kriteria kelayakan alat,

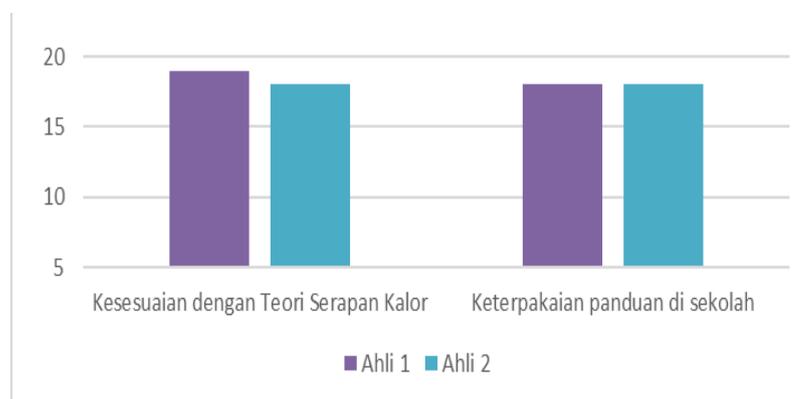
Tabel 2. Konversi Kriteria Kelayakan

Nilai	Batas bawah	Batas atas	Kriteria
A	16.2575	20.015	Sangat baik
B	12.5	16.257	Baik
C	8.7425	12.5	Cukup baik
D	4.985	8.7425	Kurang baik

Berikut adalah hasil penilaian ahli terhadap alat:

Tabel 3. Hasil Penilaian Ahli terhadap Alat

Aspek	Ahli 1	Ahli 2	Rata-rata	Prosentase (%)
Kesesuaian dengan Teori Serapan Kalor	19	18	18,5	92,5
Keterpakaian panduan di sekolah	18	18	18	90



Gambar 3. Hasil Penilaian Ahli Terhadap Alat

Hasil validasi menunjukkan bahwa alat sangat baik dan layak digunakan dengan prosentase 92,5% untuk kesesuaian dengan teori dan 90% untuk keterpakaian panduan penggunaan alat di sekolah grafik dapat dilihat pada gambar 3. Masukan dari ahli untuk alat tersebut adalah:

- Perlu sensor suhu untuk mengetahui suhu ruangan disekitar benda
- Perlu pembatas dan penyerapa suhu didaerah Arduino agr Arduino bias beratahan lama
- Casing perlu dibuat lebih menarik agar siswa lebih tertarik
- Panduan penggunaan alat bias ditambahkan gambar bagian dalam alat beserta permukaan benda berwarna hitam dan putih
- Dapat dituliskan mana grafik permukaannputih dan hitam karena outputnya hanya satu port

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dan grafik yang diperoleh dinyatakan bahwa benda berwarna hitam (benda pada suhu 1, warna biru pada grafik) bersuhu lebih tinggi daripada benda berwarna putih (benda pada suhu 2, warna merah pada grafik). Rata-rata suhu pada benda 1 adalah $26,4^{\circ}\text{C}$ atau $299,55\text{ K}$. Sedangkan rata-rata suhu benda 2 adalah $27,8^{\circ}\text{C}$ atau $300,95\text{ K}$. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa benda berwarna hitam memiliki kemampuan untuk menyerap kalor lebih banyak daripada benda berwarna putih. Hasil validasi menunjukkan bahwa alat sangat baik dan layak digunakan dengan prosentase $92,5\%$ untuk kesesuaian dengan teori dan 90% untuk keterpakaian panduan penggunaan alat di sekolah.

7. Daftar Pustaka

- [1] Ariati Dina Puspitasari. (2015). *Efektifitas Pembelajaran Berbasis Guided Inquiry untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa*. Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika OMEGA. Vol1, No 2 (2015), hal 1-5.
- [2] Fung, Dennis. (2015). *The chocolate Experiment A demonstration of Radiation Absorption by Different Surface*. The physic Teacher. Voll 53, 545
- [3] Nayiroh, Nurun. (2014): *Teori Kuantum Radiasi*. Slide Pembelajaran Fisika
- [4] Magdalena, G., Aribowo, A., dan Halim, F. (2013) : Perancangan Sistem Akses Pintu Garasi Otomatis. Proceedings Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information System, 301-205
- [5] Wibowo, H., Somantri, Y., dan Haritman, E. (2013), *Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad Dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*, Jurnal Electrans, 12, 39-48
- [6] Mardapi, Djemari. (2008). *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. Yogyakarta: Mitra Cendikia