

Pengembangan eksperimen serapan kalor pada radiasi cahaya oleh permukaan berwarna hitam dan permukaan berwarna putih berbasis Arduino-LINX-LabView

Reza Filia Hanif, dan Nanang Suwondo

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Ahmad Dahlan
Jalan Prof. Dr. Soepomo, S.H., Warungboto, Umbulharjo, Yogyakarta.

E-mail: rezafiliahanif19@gmail.com

Abstrak. 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 merupakan jenis penelitian eksperimen. Subjek penelitian ini adalah pengembangan perangkat demonstrasi radiasi kalor pada permukaan berwarna berbasis Arduino-LINX-LabVIEW. Analisis data yang dilakukan adalah dengan fitting LoggerPro. Kesimpulan dari penelitian ini adalah permukaan warna hitam menyerap kalor lebih besar dibanding permukaan warna putih pada daya P (sumber radiasi) yang sama. Pada daya 40 Watt dengan suhu awal 28,35 °C dan suhu maksimal 37,86 °C untuk kaleng hitam, sedangkan suhu awal 28,53 °C dan suhu maksimal 31,41 °C untuk kaleng putih. Hasil uji validasi alat diperoleh nilai 92,77 % dengan kategori baik berarti alat ini layak digunakan. Hasil uji kelayakan modul diperoleh nilai 85,56 % dengan kategori baik berarti modul eksperimen ini layak digunakan.

1. Pendahuluan

Dalam kejadian sehari-hari radiasi dapat dirasakan karena panas matahari, pembakaran kayu, menyalakan kompor dan peristiwa-peristiwa lainnya. Pada aktivitas sehari-hari terdapat fenomena yang menjadi pendapat masyarakat awam bahwa orang berpakaian hitam merasa lebih panas dibanding orang yang berpakaian warna lainnya.

Pada Program Studi Pendidikan Fisika terdapat mata kuliah Fisika Modern. Dalam mata kuliah ini diantaranya mempelajari tentang radiasi. Selama ini materi radiasi baru dipelajari secara teori saja. Untuk mendukung kompetensi sebaiknya materi radiasi perlu dimasukkan ke dalam praktikum fisika modern, agar mahasiswa benar-benar memahami tentang radiasi secara nyata. Namun selama ini belum ada alat eksperimen yang praktis dan sederhana untuk mempelajari tentang radiasi. Maka dari itu diperlukan suatu alat eksperimen untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Pada era teknologi saat ini dapat diciptakan alat eksperimen yang praktis untuk menjelaskan peristiwa radiasi. Melalui penelitian ini penulis ingin mengembangkan alat praktikum pendeteksi serapan kalor pada radiasi cahaya dengan mengukur suhu. Pengembangan alat praktikum ini menggunakan Arduino. Arduino merupakan sebuah mikrokontroler yang sudah populer saat ini. Bahasa pemrogramannya paling mudah dibandingkan mikrokontroler lainnya. Oleh karena itu dalam tugas akhir ini penulis mengembangkan alat eksperimen serapan kalor pada radiasi cahaya oleh permukaan berwarna hitam

dan permukaan berwarna putih berbasis Arduino-LINX-LabVIEW. Eksperimen ini menggunakan kaleng yang dicat warna hitam dan warna putih dengan merk yang sama dengan alasan praktis dan murah.

2. Kajian Pustaka

2.1. Posisi Eksperimen

Fisika didasarkan atas pengukuran. Kita berkenalan dengan fisika untuk mempelajari bagaimana caranya mengukur besaran – besaran yang terlibat di dalam fisika[1]. Tujuan umum fisika yaitu mencari sejumlah hukum-hukum dasar yang mengatur fenomena alam dan menggunakan hukum hukum tersebut untuk mengembangkan teori-teori yang dapat memprediksikan hasil - hasil percobaan selanjutnya. Teori dasar yang digunakan dalam pengembangan teori sebagai jembatan antara teori dan percobaan menggunakan bahasa matematik[1]. Pada hakekatnya praktikum mencakup proses, produk dan sikap yang tidak terpisahkan dari sains karena sangat menunjang keberhasilan dalam pembelajaran sains. Secara umum praktikum adalah suatu usaha terencana untuk menjawab sebuah pertanyaan dengan membuat suatu kegiatan di bawah kondisi - kondisi terkontrol. Tahapan dari eksperimen tersebut dikenal sebagai proses ilmiah atau metode ilmiah [2].

2.2. Laju Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas oleh gelombang elektromagnetik seperti cahaya tampak, infra merah, dan radiasi ultra ungu[3]. Laju radiasi pada benda yang meradiasikan energi sebanding dengan pangkat empat dari suhu mutlak. Ini dikenal sebagai Hukum Stefan dan dinyatakan dalam persamaan:

$$P = \sigma AeT^4 \quad (1)$$

Dengan P adalah daya dalam watt yang diradiasikan oleh permukaan benda, σ adalah konstanta yang sama dengan $5,669 6 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{.K}^4$, A adalah luas permukaan benda dalam meter kuadrat, e adalah emisivitas, dan T adalah suhu permukaan dalam Kelvin. Nilai e dapat bervariasi antara 0 dan 1, bergantung pada sifat- sifat dari permukaan benda, Emisivitas sama dengan absorptivitas, yaitu fraksi radiasi yang datang dan diserap (diabsorpsi) oleh permukaan[1].

Saat benda meradiasikan energi pada laju sesuai Persamaan 1, benda tersebut juga menyerap radiasi elektromagnetik. Jika proses yang kedua ini tidak terjadi, benda itu akhirnya akan meradiasikan seluruh energinya, dan suhunya akan mencapai nol mutlak. Energi yang diserap oleh benda berasal dari sekelilingnya, yang terdiri atas benda lainnya yang juga meradiasikan energi. Jika sebuah benda pada suhu T dan sekelilingnya berada pada suhu rata – rata T_0 , maka laju energi yang diserap atau yang dilepaskan oleh benda tersebut akibat radiasi adalah

$$P = \sigma Ae(T^4 - T_0^4) \quad (2)$$

Ketika sebuah benda berada pada keadaan setimbang dengan sekelilingnya, benda tersebut akan meradiasikan dan menyerap energi yang sama besarnya, dan suhunya akan tetap. Ketika benda tersebut lebih panas daripada sekelilingnya, benda tersebut akan meradiasikan lebih banyak energi dibandingkan energi yang diserapnya, dan suhunya akan menurun.

Sebuah penyerap ideal adalah sebuah benda yang menyerap seluruh energi yang mengenainya, dan untuk benda seperti itu, $e = 1$. Sebuah benda dengan $e = 1$ sering dikenal dengan benda hitam. Sebuah penyerap ideal juga adalah radiator ideal. Sebaliknya, benda dengan $e = 0$ tidak menyerap energi yang mengenainya. Benda seperti ini memantulkan semua energi, dan dengan demikian merupakan reflektor ideal[2].

2.3. Kalor

Kalor didefinisikan sebagai perpindahan energi yang melintasi batas sistem berdasarkan perubahan suhu antara sistem dan lingkungannya. Satuan energi dalam sistem satuan AS adalah British thermal

unit (Btu), yang didefinisikan sebagai jumlah energi yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 1 pon air dari 63 °F ke 64 °F[3].

2.4. Arduino

Arduino adalah sebuah mikrokontroler single-board yang bersifat open-source seperti gambar 7. Hardware mikrokontroler arduino deprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman wiring-based yang berbasiskan syntax dan library. Pemograman wiring-based ini tidak berbeda dengan C/C++, tetapi dengan beberapa penyederhanaan dan modifikasi. Untuk memudahkan dalam pembangunan aplikasinya, mikrokontroler arduino juga menggunakan *Integrated Development Environment (IDE)* berbasis *processing*.

Arduino dapat dipasangkan dengan bermacam-macam sensor dan actuator lainnya. Adapun sensor dan actuator yang dapat dipasangkan pada arduino seperti sensor gerak, sensor ultrasonic, sensor panas, sensor suara, *Ethernet Shield*, *LED Display* dan yang lain-lainnya.

Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0–255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0–5 V. USB berfungsi untuk memuat program dari komputer ke dalam papan, komunikasi serial antara papan dan komputer dan memberi daya listrik kepada papan. Sambungan SVI (*jumper*) untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

Jika mikrokontroler dianggap sebagai otak, maka Kristal adalah jantungnya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz), untuk mereset papan sehingga program akan mulai dari lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroler.

Port ISCP memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna arduino tidak melakukan ini sehingga ISCP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM. Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V. Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5 V.

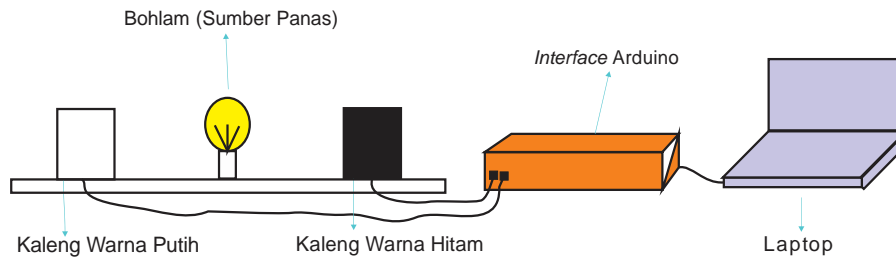
3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan mengacu pada penggunaan teknologi informasi berdasar pada *Microcomputer Based Laboratory (MBL)*, berikut ini langkah pengambilan data:

- a. Menginstal program LabVIEW di laptop.
- b. Program *Digilent LINX (Control Arduino)* diinstal pada LabVIEW.
- c. Menyiapkan kaleng berwarna hitam dan berwarna putih.
- d. Menyusun alat sesuai gambar II.
- e. Mengaktifkan *software* LabVIEW.
- f. Menghidupkan lampu maka akan diperoleh grafik suhu terhadap waktu pada LabVIEW, kemudian di-*export* ke *Microsoft Excel* sehingga menghasilkan data hubungan waktu dan suhu.

Uji kelayakan alat keberhasilan alat praktikum cara pengujiannya melihat kesamaan antara desain rangkaian yang direncanakan dan pengujian alat berdasarkan praktek dan teori. Untuk menguji kelayakan LKP ditinjau dari aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Diujikan kepada Para ahli Materi/ Dosen, Guru Fisika dan Teman Sejawat.

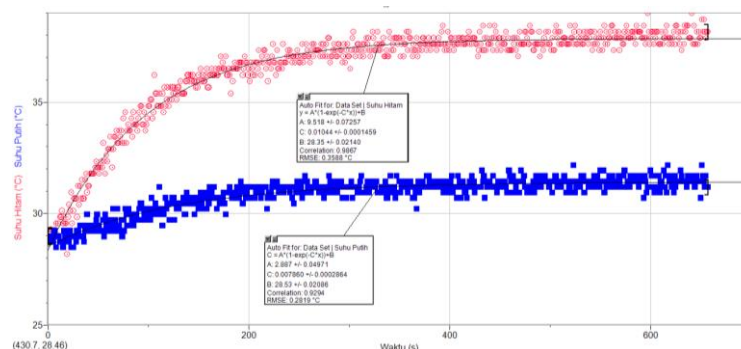
Desain instrumen yang akan dikembangkan dapat dilihat pada gambar 1,



Gambar 1. Skema Percobaan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Eksperimen



Gambar 2. Grafik perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$) terhadap waktu (s) pada daya 40 Watt pada tampilan *Logger Pro*

Grafik diatas menunjukkan bahwa langsung terjadi penyerapan kalor oleh kaleng hitam dan kaleng putih yang dibuktikan dengan terjadinya perubahan suhu secara langsung.

Data yang diperoleh seperti pada grafik diatas selanjutnya difitting menggunakan pilihan invers eksponensial sehingga menghasilkan hubungan suhu terhadap waktu dari kaleng hitam dan kaleng putih. Hubungan suhu terhadap waktu untuk kaleng hitam ditunjukkan pada persamaan (3),

$$T = (9,518(1 - e^{-0,01044t}) + 28,35) \tag{3}$$

Sedangkan hubungan suhu terhadap waktu untuk kaleng putih ditunjukkan pada persamaan (4),

$$T = (2,887(1 - e^{-0,007860t}) + 28,35) \tag{4}$$

Dengan T adalah suhu dalam celsius, t adalah waktu dalam sekon.

Persamaan- persamaan tersebut menunjukkan capaian suhu maksimum yang berbeda pada kaleng hitam dan pada kaleng putih. Berdasarkan persamaan 5, kenaikan suhu pada kaleng hitam adalah $9,518^{\circ}\text{C}$. Sedangkan kenaikan suhu pada kaleng putih adalah $2,887^{\circ}\text{C}$. Artinya perubahan suhu kaleng hitam lebih besar dibanding kaleng putih sehingga suhu maksimal T_{maks} pada kaleng hitam lebih tinggi dibanding kaleng putih. Hal ini membuktikan bahwa kaleng hitam menyerap lebih banyak kalor dibanding kaleng putih.

Dari data diatas menunjukkan bahwa langsung terjadi penyerapan kalor oleh kaleng hitam dan kaleng putih yang dibuktikan dengan terjadinya perubahan suhu secara langsung.

Perubahan suhu terhadap waktu berubah secara invers eksponensial baik kaleng hitam maupun kaleng putih. Suhu berubah dengan cepat seiring dengan perubahan waktu, lama kelamaan perubahan suhu melambat sampai pada titik tertentu dimana suhu tidak bisa naik lagi yang disebut suhu maksimal.

Dari pengamatan ini dapat disimpulkan bahwa daya serap kalor berubah dengan cepat seiring dengan perubahan waktu, lama kelamaan daya serap melambat sampai pada titik tertentu dimana tidak terjadi penyerapan kalor lagi.

Dari pengamatan suhu diatas dapat disimpulkan juga bahwa daya serap kalor kaleng hitam lebih besar dibanding daya serap kalor kaleng putih.

4.2. Validasi alat eksperimen

Setelah dilakukan perancangan dan pengembangan, maka dilakukan pengujian kepada ahli (validasi) dengan penilaian angket terhadap produk yang dikembangkan. Validasi dilakukan untuk mendapatkan penilaian, saran, dan kritik dari ahli sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan alat eksperimen untuk digunakan. Angket diberikan kepada validator yang terdiri dari dua dosen ahli alat, satu dosen ahli media, satu asisten laboratorium pembelajaran fisika dan lima mahasiswa.

Dari pengolahan angket uji validasi diperoleh nilai 92,77 % dengan kategori baik. Jadi alat eksperimen ini layak digunakan untuk menguji serapan kalor pada radiasi cahaya pada permukaan berwarna hitam dan permukaan berwarna putih.

4.3. Uji kelayakan modul eksperimen

Setelah dilakukan penyusunan modul, maka selanjutnya dilakukan uji kelayakan dengan penilaian angket terhadap tiap- tiap aspek pada modul yang dibuat. Uji kelayakan dilakukan untuk mendapatkan penilaian, saran, dan kritik dari dosen sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan modul untuk digunakan. Angket diberikan kepada dua dosen ahli alat, satu dosen ahli media, dan satu asisten laboratorium pembelajaran fisika dan lima mahasiswa.

Dari pengolahan angket uji kelayakan diperoleh nilai 85,56 % dengan kategori baik. Jadi modul eksperimen ini layak digunakan untuk menguji serapan kalor pada radiasi cahaya pada permukaan berwarna hitam dan permukaan berwarna putih.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis data dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa, permukaan warna hitam menyerap kalor lebih besar dibanding permukaan warna putih pada daya (sumber radiasi) yang sama, semakin tinggi daya semakin besar pula kalor yang diserap, baik oleh permukaan warna hitam maupun permukaan warna putih, pada permukaan warna hitam semakin tinggi daya maka pencapaian suhu maksimalnya semakin cepat. Sedangkan pada permukaan warna putih semakin tinggi daya maka pencapaian suhu maksimalnya semakin lama.

Hasil uji angket diperoleh nilai 92,77 % dengan kategori baik. Jadi alat ini layak digunakan untuk melakukan eksperimen serapan kalor pada radisi cahaya oleh permukaan berwarna hitam dan permukaan berwarna putih.

Hasil uji angket diperoleh nilai 85,56 % dengan kategori baik. Jadi modul eksperimen ini layak digunakan sebagai petunjuk dalam melakukan eksperimen serapan kalor pada radiasi cahaya oleh permukaan berwarna hitam dan permukaan berwarna putih.

6. Daftar Pustaka

- [1] Halliday, Resnick, & Walker, *Dasar-Dasar Fisika Jilid 1*, Binarupa Aksara, 2015.
- [2] Ishafit, *Analisis Pengukuran Fisika*, Universitas Ahmad Dahlan, 1998.
- [3] Young, H., dan Freedman, R, *Fisika Universita edisi kesepuluh jilid 2*, Erlangga, 2002.