

APLIKASI MODUL SENSOR CAHAYA GY-302 BH1750 DAN SENSOR JARAK ULTRASONIK HC-SR04 PADA EKSPERIMEN FOTOMETER BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Sri Muryani dan Sumariyah

¹Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: sumariyah.jaelani@gmail.com

Received: 15 Agustus 2020; revised: 14 Oktober 2020; accepted: 26 Oktober 2020

ABSTRACT

This study aims to implement the GY-302 BH1750 light sensor module and the HC-SR04 ultrasonic proximity sensor to determine the illumination of the test lamp and distance in an Arduino Uno-based photometer experiment. There were aluminum rail with a total length of 100 cm and the sensor rail with length of 80 cm in the mechanical device of this photometer, while the sensor was made from acrylic. The working principle of this photometer experiment tool began with a DC motor that puts the sensor at the initial state near the limit switch 1. The sensor measured the illumination and distance to display on the LCD. The motor moved the sensor away from the lamp and the sensor stopped every 5 cm change in distance, then the sensor detected the distance and illuminates in which their values were displayed on the LCD. The motor returned to the limit switch 1 when it hits at the limit switch 2 of the limit finish. The average error value of the ultrasonic sensor calibration was 1.35% with the correlation value of 0.9997. Meanwhile the average error value of the light sensor calibration was 3.39% with the correlation value of 0.9867. The results of this photometer experiment showed that the intensity of the yellow, clear, red, and blue lights are 7.91, 6.42, 2.10, and 0.49 Cd with error values of 15.66, 11.61, 9.12, and 7.34% and the correlation values of 0.9954, 0.9983, 0.9987, 0.9981, respectively.

Keywords: Photometer, light sensor, proximity sensor

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan modul sensor cahaya GY-302 BH1750 dan sensor jarak ultrasonik HC-SR04 untuk menentukan iluminasi lampu uji dan jarak pada alat eksperimen fotometer berbasis Arduino Uno. Komponen utama alat meliputi perangkat mekanik, rangkaian elektronik dan software. Perangkat mekanik berupa rel aluminium dengan panjang total 100 cm dan panjang rel sensor sepanjang 80 cm, sedangkan dudukan sensor terbuat dari akrilik. Prinsip kerja alat eksperimen fotometer ini dimulai dengan motor DC memposisikan sensor berada pada keadaan awal, yaitu di dekat limit switch 1. Kemudian sensor mengukur jarak dan iluminasi untuk ditampilkan di LCD. Motor menggerakkan statif menjauhi lampu dan akan berhenti setiap terjadi perubahan jarak sebesar 5 cm, dan kemudian sensor kembali mendeteksi jarak dan iluminasi untuk ditampilkan pada LCD 16x2. Motor kembali menuju limit switch 1 ketika mengenai limit switch 2 di bagian akhir. Nilai error rata-rata dari kalibrasi sensor ultrasonik adalah 1,35% dengan nilai korelasi sebesar 0,9997, sedangkan nilai error rata-rata dari kalibrasi sensor cahaya adalah 3,39% dengan nilai korelasi sebesar 0,9867. Hasil penelitian pada eksperimen fotometer ini menunjukkan nilai intensitas cahaya lampu kuning, warna putih, merah, dan biru secara berturut-turut sebesar 7,91, 6,42, 2,10, dan 0,49

Cd dengan nilai error sebesar 15,66, 11,61, 9,12, dan 7,34% dan nilai korelasi sebesar 0,9954, 0,9983, 0,9987, dan 0,9981.

Kata kunci: Fotometer, sensor cahaya, sensor jarak

PENDAHULUAN

Penerangan buatan yang baik dan nyaman sangat dibutuhkan untuk kesehatan mata. Pncahaya yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan gangguan syaraf atau gangguan penglihatan [1]. Intensitas cahaya juga mempengaruhi kondisi suhu dan kelembaban suatu tempat. Oleh karena itu pengetahuan intensitas cahaya perlu diketahui. Mengingat pentingnya cahaya dalam kehidupan, berbagai tingkatan pendidikan mengajarkan materi tentang pencahayaan. Hanya saja pembelajaran terkait pencahayaan lebih banyak difokuskan pada teori saja. Metode eksperimen pencahayaan masih jarang ditemui di sekolah-sekolah dan perkuliahan. Kalaupun sudah ada, alat yang tersedia masih sederhana dan terbatas [2].

Salah satu jenis fotometer yang sederhana adalah Fotometer Bunsen. Fotometer ini menggunakan sehelai kertas yang sedikit dibubuhi minyak diterangi pada kedua belah permukaannya. Fotometer digeser di antara kedua sumber cahaya sampai bayangan penerangan di kedua kertas berminyak sebagaimana teramati pada cermin-cermin tampak sama terang (Soedjojo, 1992).

Penelitian tentang fotometer berbasis instrumentasi telah dilakukan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan modul sensor GY-302 BH1750 yang ditempatkan di antara dua lampu, data hasil eksperimen ditampilkan menggunakan software Parallax data acquisition, tetapi pergerakan sensor dan lampu uji masih dilakukan secara manual [2]

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan diatas, penulis mengkaji tentang fotometer yang bekerja otomatis dan menggunakan lampu standar yaitu penelitian aplikasi modul sensor cahaya GY-302

BH1750 dan sensor jarak ultrasonik HC-SR04 pada eksperimen fotometer berbasis Arduino Uno dengan harapan dapat dihasilkan alat eksperimen yang lebih akurat dan efisien.

DASAR TEORI

Cahaya

Cahaya menurut Newton adalah partikel-partikel berukuran sangat kecil dan ringan yang dipancarkan ke segala arah mengikuti garis lurus dengan kecepatan sangat tinggi. Huygens menganggap bahwa cahaya merupakan gelombang yang dapat merambat melalui suatu medium bernama eter. Menurut Maxwell, cahaya adalah energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang dipancarkan akibat terjadinya medan magnet atau medan listrik yang tidak konstan. Sedangkan menurut Max Planck, cahaya adalah paket-paket energi (foton) yang dipancarkan dari sumbernya secara periodik [4].

Besaran tingkat pencahayaan ada lima yaitu intensitas cahaya (I), iluminasi (E), derajat penerangan (L), fluks (F), dan efikasi (η)

Intensitas cahaya (I), adalah besaran pokok fisika yang mengukur kuat arus cahaya yang dipancarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu tiap steradian sudut ruang. Tingkat iluminasi cahaya (E) sebagian besar ditentukan oleh kuat cahaya yang jatuh pada bidang atau permukaan dan dinyatakan sebagai iluminasi rata-rata yang berbanding lurus dengan arus cahaya yang dirumuskan pada Persamaan (1).

$$E = \frac{P}{4\pi R^2} \quad (1)$$

Derajat penerangan (L) adalah ukuran kepadatan radiasi cahaya yang jatuh pada suatu bidang dan dipancarkan ke arah mata sehingga mata memperoleh kesan terang.

Derajat penerangan dirumuskan pada Persamaan (2).

$$L = \frac{I}{A} \quad (2)$$

Fluks cahaya (F) didefenisikan sebagai jumlah cahaya total yang dipancarkan oleh sumber cahaya setiap detik. Besarnya fluks dirumuskan pada Persamaan (3).

$$F = \omega I \quad (3)$$

Setiap lampu listrik memiliki efikasi (η) yaitu besarnya lumen yang dihasilkan oleh suatu lampu setiap watt yang dirumuskan Persamaan (4).

$$\eta = \frac{E \cdot A}{V \cdot I} \quad (4)$$

dengan F adalah fluks cahaya (Lm) dan I adalah intensitas cahaya (Cd), E adalah iluminasi cahaya (lux), ω adalah steradian sudut ruang (rad), A adalah luas permukaan bola (m²), R adalah jarak (m), L adalah derajat penerangan (Cd/ m²), P adalah daya listrik (watt), dan η adalah efikasi luminus (Lm/Watt) [5].

Hukum pencahayaan

Penerangan pada sebuah permukaan yang tegak lurus cahaya memiliki iluminasi (E) yang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari permukaan tersebut ke sumber penerangan. Hukum Kuadrat terbalik digunakan untuk cahaya yang jatuh tegak lurus terhadap permukaan seperti Persamaan (5).

$$E = \frac{P}{4\pi R^2} \quad (5)$$

Karena besar intensitas cahaya yang dihasilkan suatu sumber cahaya adalah tetap, maka apabila dilakukan pengukuran iluminasi pada jarak yang berlainan akan diperoleh perbandingan kuat pencahayaan seperti Persamaan (6).

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{(R_2)^2}{(R_1)^2} \quad (6)$$

Jika arah cahaya jatuh tidak tegak lurus dengan permukaan maka digunakan Hukum Cosinus Lambert. Penerangan pada sebuah titik yang membentuk sudut θ pada suatu permukaan berbanding lurus dengan cosinus sudut antara cahaya jatuh dan arah normal. Sehingga intensitas cahaya yang jatuh membentuk suatu sudut θ terhadap sudut normal dirumuskan pada Persamaan (7).

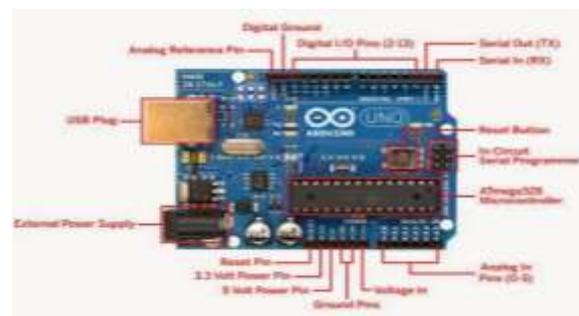
$$I_\theta = I \cos \theta \quad (7)$$

Sehingga dapat dikatakan jika sumber cahaya mengenai suatu permukaan dengan arah miring (membentuk sudut θ) terhadap sudut normal akan memiliki intensitas cahaya yang lebih kecil daripada intensitas cahaya yang tegak lurus dengan sudut normal. Apabila sumber cahaya membentuk suatu sudut terhadap bidang normal, maka kuat pencahayaan dapat dirumuskan seperti Persamaan (8) [6].

$$\eta = \frac{F}{P} \quad (8)$$

Arduino Uno

Arduino adalah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno (Gambar 1) memiliki tampilan yang sederhana dan hanya perlu kabel USB untuk terhubung ke sebuah komputer atau adaptor maupun baterai untuk memulai. Papan Arduino memiliki ukuran yang kecil, namun dapat dikatakan didalamnya terdapat komputer berbentuk *chip* [7].



Gambar 1. Board Arduino Uno.

Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang bersifat *open source* yang dapat digunakan untuk membuat rancangan atau sketsa program untuk *board* Arduino. Fungsi Arduino IDE adalah untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler[8].

METODE PENELITIAN

Diagram blok

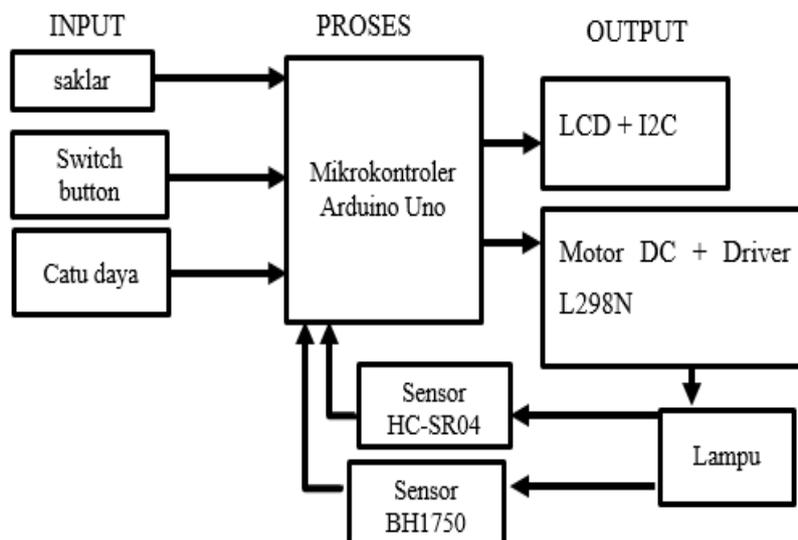
Dalam merancang konsep alat eksperimen fotometer terkendali dibutuhkan beberapa komponen elektronika, komponen mekanik, dan piranti penunjang. Diagram blok alat eksperimen fotometer pada Gambar 2.

Eksperimen fotometer ini terdiri dari empat bagian, yaitu bagian *input*, bagian proses, bagian *output* dan umpan balik. Pada bagian *input* terdapat saklar ON/OFF untuk mengaktifkan maupun menonaktifkan alat, push button untuk mereset, limit switch untuk mengontrol gerakan motor pada lintasan, dan catu daya sebagai sumber tegangan untuk board mikrokontroler dan driver motor. Pada bagian proses terdapat board mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kendali atau otak kontrol eksperimen fotometer dalam memproses *input* data untuk diubah menjadi perintah kepada

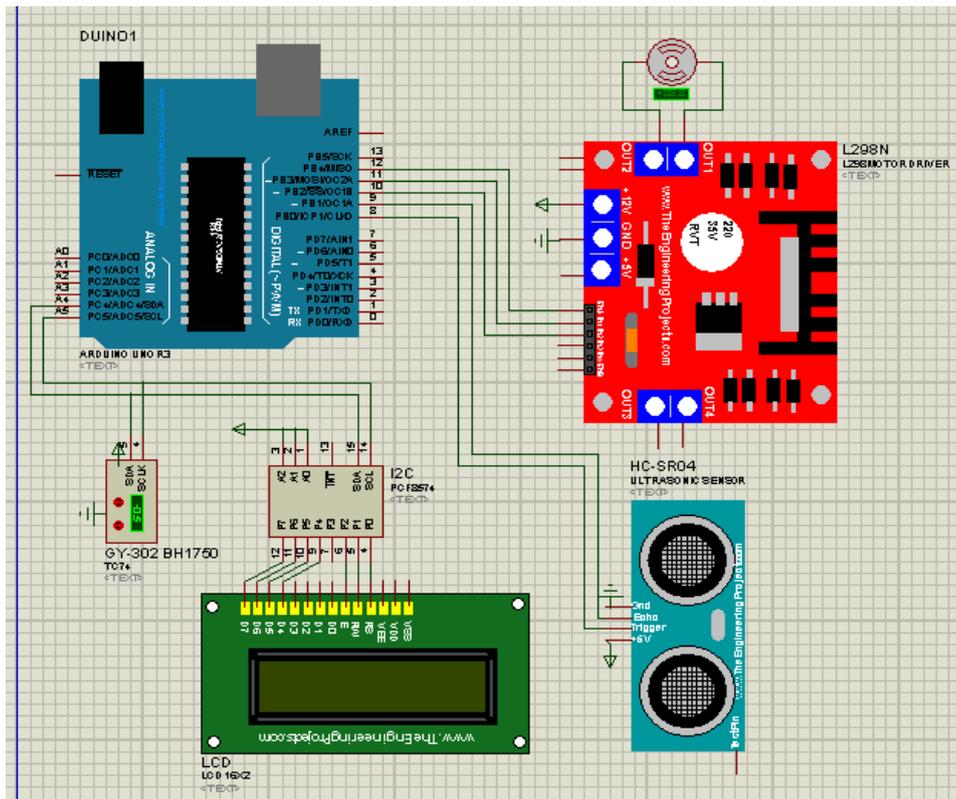
bagian *output*. Pada bagian *output* terdapat motor DC dan drivernya yang berfungsi menggerakkan statif sensor cahaya GY-302 BH1750 dan sensor jarak ultrasonik HC-SR04 menjauhi maupun mendekati lampu uji. Di bagian output juga terdapat LCD dilengkapi I2C yang berfungsi menampilkan data jarak dan iluminasi lampu uji. Pada bagian umpan balik terdapat sensor jarak ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak dan modul sensor cahaya GY-302 BH1750 sebagai pendeteksi iluminasi cahaya dari lampu pijar.

Perancangan perangkat keras

Gambar 3 merupakan skematik rangkaian alat yang dibuat menggunakan *software* ISIS Proteus 7.10. Prinsip kerja dari alat ini yaitu ketika tombol ON ditekan maka LCD akan memulai inialisasi, kemudian motor DC bergerak. Deteksi jarak dan intensitas oleh sensor akan diolah oleh Arduino Uno untuk ditampilkan pada display LCD. Pengambilan data dilakukan berulang dengan perubahan jarak sebesar 5 cm. Motor akan otomatis kembali ke posisi awal ketika sensor mengenai limit switch 2 di bagian belakang. Terdapat tombol reset untuk kembali mengulang kerja alat dari awal dan tombol OFF untuk menonaktifkan alat.



Gambar 2. Diagram blok fotometer.

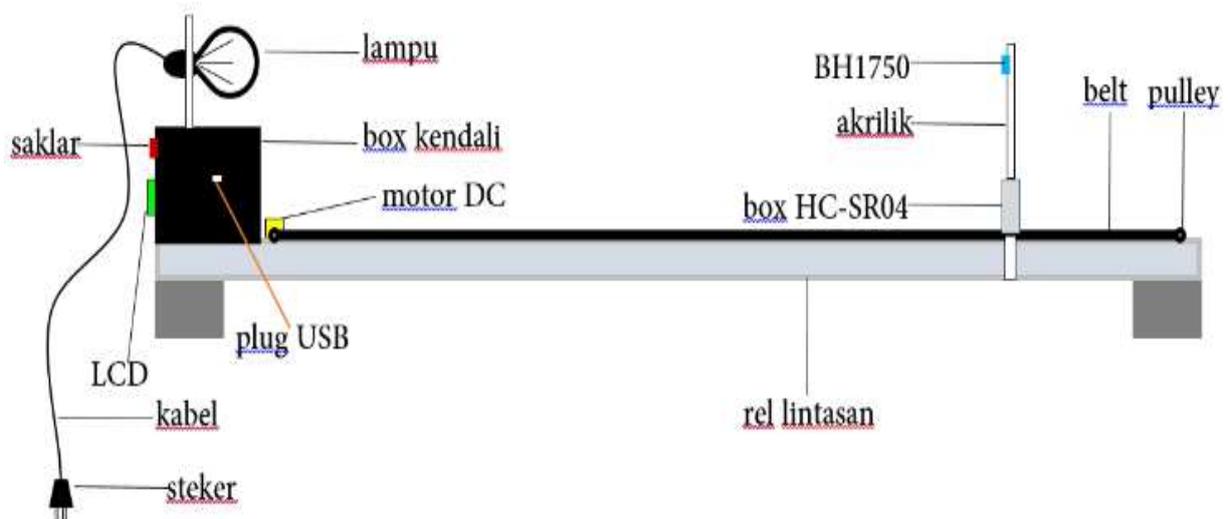


Gambar 3. Skematik rangkaian fotometer.

Perancangan perangkat mekanik

Perancangan perangkat mekanik ini menggambarkan rancangan fisik alat eksperimen yang dibuat. Perangkat mekanik pada alat ini merupakan rel aluminium dengan panjang total 100 cm dan panjang rel sensor sepanjang 80 cm, sedangkan dudukan terbuat dari akrilik. Berdasarkan Gambar 4,

lampu dan box komponen beserta LCD tetap berada di tempat sedang sensor GY-302 BH1750 dan sensor ultrasonik HC-SR04 bergerak menjauhi atau mendekati lampu. Sistem mekanik pada penelitian ini adalah eksperimen fotometer akan aktif jika ditekan tombol ON dan akan mati ketika ditekan tombol OFF.



Gambar 4. Skema perancangan mekanik.

Perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak Arduino IDE digunakan untuk membuat program pada penelitian ini. Pemrograman menggunakan mode ISP mikrokontroler dapat diprogram langsung pada papan rangkaian dan rangkaian mikrokontroler harus dapat dikenali oleh program Arduino.cc.



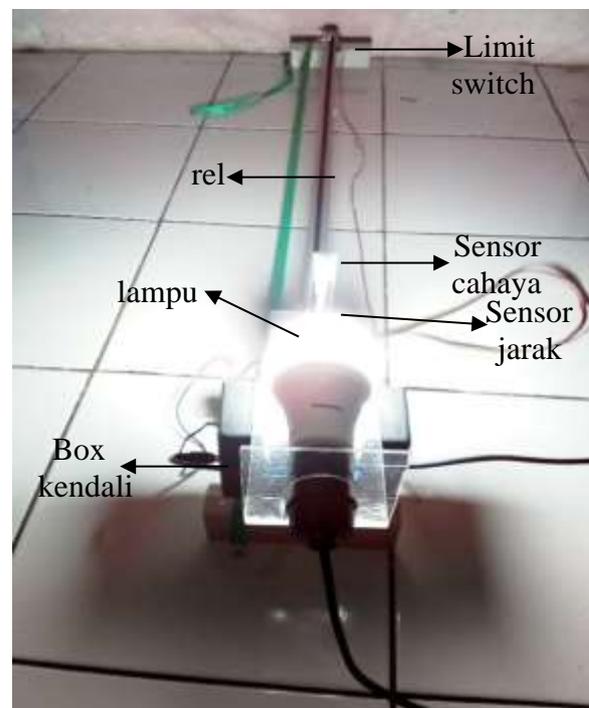
Gambar 5. Upload program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini berhasil dilakukan dengan dikenalnya jenis mikrokontroler oleh program downloader yaitu Arduino Genuino/Uno dan *upload* program menggunakan port COM4 seperti pada Gambar 5.

Alat eksperimen ini dibuat untuk menyediakan alat praktikum fotometer berbasis Arduino Uno. Komponen utama alat eksperimen fotometer meliputi perangkat mekanik, rangkaian elektronik, dan perangkat lunak. Perangkat mekanik pada alat ini merupakan rel aluminium dengan panjang total 100 cm dan panjang rel

sensor sepanjang 80 cm, sedangkan statif sensor terbuat dari akrilik. Perangkat elektronik utama yang digunakan adalah motor DC sebagai penggerak serta sensor jarak ultrasonik HC-SR04 sebagai detektor jarak dan sensor cahaya GY-302 BH1750 sebagai detektor iluminasi yang ditampilkan pada LCD dengan dikendalikan oleh Arduino Uno. Sedangkan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk membuat program adalah Arduino IDE.



Gambar 6. Foto sistem.



Gambar 7. Tampilan LCD.

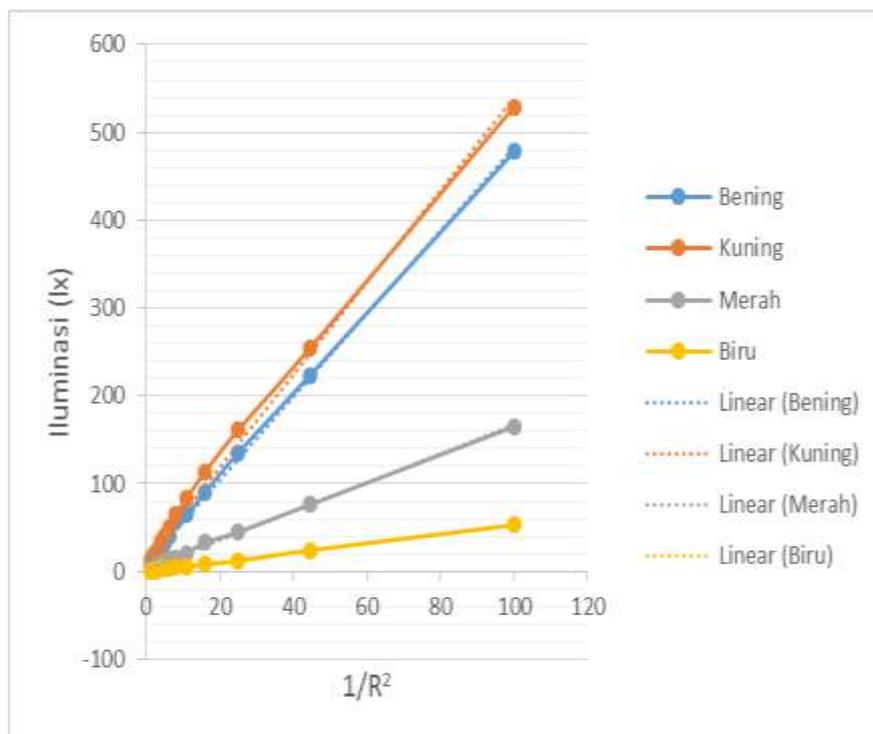
Foto alat eksperimen fotometer berbasis Arduino Uno ditunjukkan seperti pada Gambar 6. Sedangkan tampilan LCD ditunjukkan pada Gambar 7. Prinsip kerja

dari alat ini yaitu dimulai dari pengendalian kinerja alat baik dalam masukan perintah atau proses pengiriman data dari Arduino Uno yang sudah diberi program. Data masukan yang dikirim dari Arduino Uno akan menggerakkan motor DC sehingga sensor bergerak menuju posisi awal, yaitu 10cm di depan lampu uji. Kemudian sensor ultrasonik mendeteksi jarak dan sensor cahaya mendeteksi iluminasi. Data jarak dari sensor ultrasonik dan data iluminasi dari sensor cahaya dikirim dan diolah oleh Arduino Uno untuk ditampilkan di LCD. Selanjutnya arduino uno memberi perintah motor untuk bergerak mundur sejauh 5 cm dari posisi awal dilanjutkan deteksi oleh sensor dan penampilan data oleh LCD. Statif sensor akan bergerak kembali menuju posisi awal apabila menyentuh limit switch 2 di bagian belakang lintasan.

Pada pengujian keseluruhan alat ini diketahui bahwa nilai iluminasi cahaya berbanding lurus dengan $1/R^2$ untuk masing-masing lampu. Maka dapat dikatakan bahwa nilai iluminasi yang diperoleh sesuai dengan hukum kuadrat terbalik seperti terlihat pada

Gambar 8. Nilai iluminasi pada jarak pengujian yang sama, dan besar daya yang sama, tetapi warna lampu yang diuji berbeda-beda akan menghasilkan nilai iluminasi yang berbeda pula. Semakin dekat jarak antara lampu pijar dengan sensor cahaya BH1750 maka semakin bertambah nilai iluminasi cahaya yang terukur. Nilai iluminasi cahaya lampu berwarna pada setiap jarak yang sama membentuk urutan pola warna yang sama pula.

Hasil pengukuran intensitas cahaya yang diperoleh dari fotometer berbasis Arduino Uno dengan luxmeter didapatkan nilai error minimal 7,34 % pada lampu biru dan error maksimal 15,66 % pada lampu kuning. Ketidakakuratan pada pengukuran disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya besarnya data bit pada Arduino UNO yang digunakan. Semakin besar data bit pada suatu processor yang digunakan semakin tinggi pula tingkat ketelitian pengukurannya. Hal ini dikarenakan resolusi pengukuran yang dihasilkan dalam skala sangat kecil.



Gambar 8. Grafik kalibrasi iluminasi.

Melihat nilai intensitas cahaya dari lampu dengan warna yang berbeda-beda, dapat diketahui bahwa panjang gelombang suatu warna tidak berbanding lurus dengan nilai intensitas cahaya. Diperoleh nilai intensitas lampu kuning, putih, merah dan biru berturut-turut adalah 7,91 Cd; 6,42 Cd; 2,10 Cd; dan 0,49 Cd. Warna dengan panjang gelombang yang lebih besar belum tentu memiliki intensitas cahaya yang besar. Hal tersebut mungkin dipengaruhi oleh besarnya redaman yang dihasilkan oleh warna selubung lampu. Sehingga cahaya yang dipancarkan teredam oleh warna dari selubung lampu yang digunakan. Selain itu, lampu yang telah lama digunakan juga dapat menyebabkan penurunan iluminasi sehingga intensitas cahaya yang dihasilkan juga menurun

KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat fotometer berbasis Arduino Uno yang lebih akurat dan efisien menggunakan modul sensor cahaya GY-302 BH1750 dan sensor jarak ultrasonik HC-SR04. Iluminasi cahaya yang diterima objek berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumber ke objek. Nilai intensitas cahaya rata-rata yang diperoleh dari masing-masing lampu kuning, putih, merah, dan biru adalah 7,91 Cd; 6,42 Cd; 2,10 Cd; dan 0,49 Cd dengan nilai error sebesar 15,66%; 11,61%; 9,12 % dan 7,34% dan nilai korelasi sebesar 0,9954; 0,9983; 0,9987; dan 0,9981.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Cahyantari, L., Dina, R. dan Supriyadi, B., 2016. Analisis Intensitas

Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember dengan Menggunakan Calculux Indoor 5.0B. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Juni, 5(1), pp. 77-81

- [2] Triwibowo, F. dan Suchyo, I., 2017. Sistem Alat Ukur Intensitas Cahaya Tampak Berbasis Arduino Uno dengan Akuisisi Data Menggunakan Software Parallax Data Acquisition. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, VI(3), pp. 53-58.
- [3] Nuwinda, N., 2017. *Desain dan Implementasi Alat Peraga Praktikum Fotometer Berbasis Mikrokontroler ATmega328*, Semarang: s.n.
- [4] Sarojo, G. A., 2011. *Gelombang dan Optika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- [5] Sudaryanto, A., 2015. *Laporan Alat Mikrokontroler Sensor Cahaya dengan Light Dependent Resistor (LDR) dan Arduino*, Jakarta: Akademi Telkom.
- [6] Gunadhi, A., 2002. Perancangan dan Implementasi Alat Ukur Cahaya Sederhana. *Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2002)*, 21-22 Agustus.
- [7] Ichwan, M., Husada, M. G. dan Rasyid, M. I. A., 2013. Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Platform Android. *Jurnal Informatika*, Januari-April, 4(1), p. 16.
- [8] Pranata, B. H. dan Ririn, 2017. *Pengatur Intensitas Cahaya Lampu Melalui Internet Berbasis Android*, Semarang: Politeknik Negeri Semarang.