

Perancangan Alat Ukur Intensitas Cahaya menggunakan Sensor BH1750 Berbasis Mikrokontroler ATmega328P

Tominikus Benyamin Bano^{1*}, I Gusti Agung Widagda², Ni Luh Putu Trisnawati³, I Made Satriya Wibawa⁴, I Ketut Putra⁵, I Nengah Sandi⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Received: 02 January 2024

Revised: 30 March 2024

Accepted: 30 April 2024

Corresponding Author*:

Tominikus Benyamin Bano

Email*:

tominikusbenyaminbanoc@gmail.com

© 2024 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.24917>

Abstract : The design of a light intensity measuring instrument using the BH1750 sensor based on the ATmega328P microcontroller has been successfully created. The results of light intensity data are measured by using the BH1750 sensor which receives a data signal in the form of light intensity. In order to get results that are in accordance with the reference tool, the design of a light intensity measuring instrument by using the BH1750 sensor based on the ATmega328P microcontroller is carried out in the Electronics and Instrumentation Laboratory and Computing Laboratory, Physics Study Program, FMIPA, Udayana University, Jimbaran, Bali. Then the results of the design of tool and reference tool processed into graphical form and proven by employing a linear regression equation. The measurement results of light intensity are displayed on a 16x2 LCD. The test results of the design tool against the reference tool shown that the level of accuracy of the design tool is relatively high.

Keywords: Light intensity, BH1750 sensor, Lux meters, ATmega328P.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan informasi yang semakin maju juga diikuti dengan banyaknya perkembangan peralatan-peralatan yang semakin canggih, salah satu contohnya yaitu alat ukur intensitas cahaya. Alat ukur dibuat secanggih mungkin untuk dapat memudahkan pengguna dalam menggunakannya seperti dalam bidang industri, contohnya pada penggunaan lampu (Setyanto & Salahuddin, 2022).

Intensitas cahaya adalah ukuran jumlah energi cahaya yang melewati suatu daerah pada suatu waktu tertentu. Intensitas cahaya dapat diukur dalam berbagai satuan, seperti lux, kandela, atau *footcandle*, tergantung pada konteks pengukuran. Dalam konteks pencahayaan, intensitas cahaya diukur dalam lux, yang merupakan satuan standar

internasional (SI) untuk pencahayaan, dimana 1 lux setara dengan intensitas cahaya 1 lumen per meter persegi. Oleh karena itu, intensitas cahaya dapat didefinisikan sebagai jumlah lumen per meter persegi (Daud & Nasrullah, 2020).

Intensitas cahaya juga dapat diukur dalam satuan kandela, yang merupakan satuan dasar SI untuk intensitas cahaya, dimana 1 kandela setara dengan intensitas cahaya 1 lumen per steradian. Steradian adalah satuan untuk sudut ruang dalam sistem satuan SI. Intensitas cahaya penting dalam banyak aplikasi, seperti pencahayaan rumah, gedung, fotografi dan ilmu fisika (Wijaya & Sutrimo, 2021).

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan aplikasi sensor BH1750 untuk sistem monitoring pertumbuhan cabai menggunakan arduino bertenaga surya terintegrasi internet of

How to Cite:

Bano, T. B., Widagda, I. G. A., Trisnawati, N. L. P., Wibawa, I. M. S., Putra, I. K., & Sandi, I. N. (2024). Perancangan Alat Ukur Intensitas Cahaya menggunakan Sensor BH1750 Berbasis Mikrokontroler ATmega328P. *Kappa Journal*, 8(1), 95-101. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.24917>

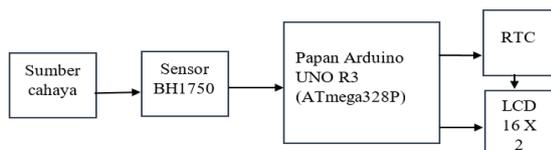
things (IOT) (Wahyu, Syafaat, Yuliana & Meliyani, 2021). Alat Sterilisasi Lampu UVC Portable Berbasis IOT (Fitriyah, Siahaan & Wahyudi, 2022).

Penelitian tentang sistem kontrol intensitas cahaya lampu *aquascape* menggunakan *fuzzy logic controller* berbasis Arduino (Rusimanto, Suprianto & Buditjahjanto, 2022). Pengukuran intensitas Cahaya dengan memakai sensor BH1750 (Suryana,T., 2021). Penelitian selanjutnya tentang perancangan sistem pengendalian kecerahan lampu utama mobil berbasis Arduino (Kasrani, Asni & Putra, 2020).

Berdasarkan kondisi diatas, penulis memiliki suatu gagasan untuk membuat suatu alat ukur intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 berbasis mikrokontroler ATmega328P. Pengukuran intensitas cahaya akan lebih efektif dilakukan dengan sistem digital, yaitu menggunakan sensor BH1750 yang berupa modul BH1750FVI. Output dari modul ini diterima oleh mikrokontroler ATmega328P dan diproses sesuai dengan program yang telah dibuat pada software Arduino *integrated development environment* (IDE) dan hasil pengukuran ditampilkan pada LCD. Selain membuat alat ukur tersebut, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui cara kerja alat ukur intensitas cahaya berbasis mikrokontroler ATmega328P.

METODE

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu multimeter, obeng, gunting, solder, sensor BH1750, Arduino IDE, ATmega328P, kabel jumper, LCD 16x2, modul RTC DS3231, kabel *uploader*, timah, dan laptop. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu : perancangan sistem, perancangan alat ukur, perancangan perangkat lunak, kalibrasi dan uji coba alat. Rancangan sistem disusun berdasarkan diagram blok Gambar 1.

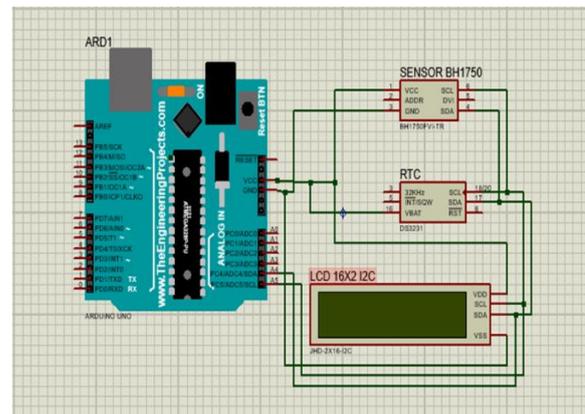


Gambar 1. Diagram blok rancangan alat ukur intensitas cahaya.

Diagram blok pada Gambar 1 diawali dengan sensor BH1750 yang mengubah sinyal masukan berupa intensitas cahaya menjadi sinyal analog berupa tegangan. Selanjutnya sinyal ini dikirimkan ke mikrokontroler ATmega328P yang terletak pada papan

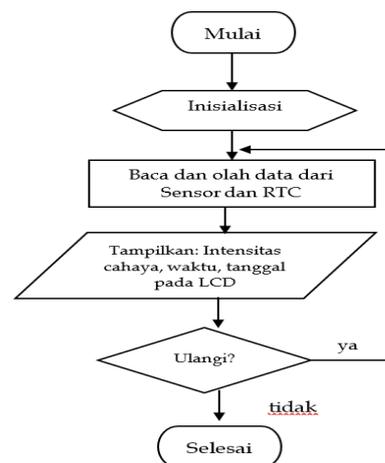
Arduino Uno R3. Data atau sinyal ini diolah oleh kode program yang sudah tertanam (*embedded*) pada mikrokontroler tersebut. Data hasil pengolahan selanjutnya ditampilkan ke modul LCD 16x2 yang berupa intensitas cahaya yang dinyatakan dalam satuan lux. Selain itu, data terkait dengan tanggal dan waktu dari hasil keluaran RTC juga ditampilkan pada LCD tersebut.

Selanjutnya dibuat rancangan keseluruhan alat ukur intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 berbasis mikrokontroler ATmega328P seperti ditunjukkan pada Gambar 2 .



Gambar 2. Skema rangkaian keseluruhan

Adapun diagram alir dari kode program pengukuran intensitas cahaya dengan sensor BH1750 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir program pengukuran intensitas cahaya.

Selanjutnya dilakukan proses kalibrasi dan uji coba alat rancangan dengan membandingkan hasil pengukuran intensitas cahaya alat rancangan dengan alat standar. Alat standar yang digunakan adalah lux meter. Secara kuantitatif, tingkat keakuratan atau tingkat kelinieran dari alat rancangan dilakukan

dengan proses regresi linear dan perhitungan nilai *standar error of estimate* (SEE). Proses regresi linear dari data hasil pengukuran alat standar dengan alat rancangan ditentukan dengan Persamaan (1) (Mawaddah, Yuniarta & Hartono, 2020):

$$y = mx + c \quad (1)$$

dimana,

y = nilai pengukuran alat standar

x = nilai pengukuran alat rancangan

m = gradien atau kemiringan garis regresi

c = konstanta

Nilai kemiringan atau gradien (*m*) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2):

$$m = \frac{(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n((\sum x^2) - (\sum y^2))} \quad (2)$$

Variabel *n* merupakan jumlah data pengamatan. Nilai konstanta *c* dihitung menggunakan Persamaan (3):

$$c = \bar{y} - m\bar{x} \quad (3)$$

dimana \bar{x} dan \bar{y} dinyatakan dengan Persamaan (4) dan Persamaan (5).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \quad (5)$$

Kemudian, nilai koefisien determinasi (R^2) dihitung menggunakan Persamaan (6):

$$R^2 = \frac{c(\sum y) + m\sum xy - \sum \bar{y}}{(\sum y) - n(\sum \bar{y})} \quad (6)$$

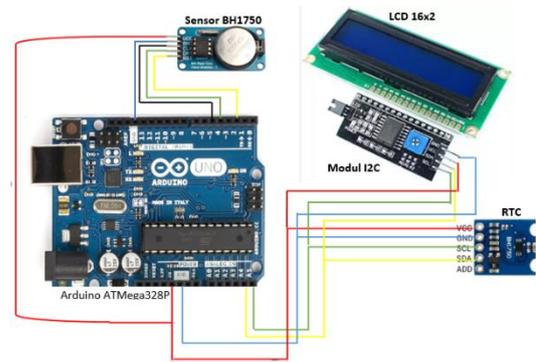
Nilai *Standar error of estimate* (SEE) ditentukan dengan Persamaan (7) (Khuriati, 2022):

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum x^2 + m\sum xy - c\sum xy}{n-2}} \quad (7)$$

Nilai gradien (*m*), konstanta (*c*), koefisien determinasi (R^2) dan SEE yang diharapkan yaitu sama dengan atau mendekati 1, 0, 1 dan 0, secara berurutan (Widagda, Trisnawati & Suharta, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan alat ukur intensitas cahaya, secara umum terdiri atas *hardware* dan *software* yang berfungsi sebagai alat ukur. Gambar rancangan alat ukur intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 berbasis mikrokontroler ATmega328P ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Rancangan Alat Ukur Intensitas Cahaya

Gambar 4 menunjukkan rangkaian keseluruhan dari rancangan alat ukur intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 berbasis mikrokontroler ATmega328P. Berdasarkan Gambar 4 rancangan alat ukur intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 berbasis mikrokontroler ATmega328P terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Arduino ATmega328P
Berfungsi sebagai pusat control dari semua sistem hardware. Arduino ATmega328P melakukan tugas seperti menerima sinyal dari hasil pembacaan sensor, mengolah data pembacaan sensor dan dikonversikan menjadi data intensitas cahaya dan mengirimkan data tersebut ke LCD.
2. Modul Sensor BH1750
Berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya dengan akurasi tinggi, dengan modul BH1750 menggunakan prinsip fotometri untuk mengubah intensitas cahaya menjadi data digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler, rentang pengukuran intensitas cahaya modul ini bervariasi, tergantung pada model yang digunakan.
3. Modul RTC DS3231
Berfungsi untuk menampilkan waktu (jam, tanggal, tahun).
4. Modul I2C dan LCD 16x2
Berfungsi sebagai keluaran atau output untuk menampilkan data intensitas cahaya dalam bentuk digital.

Rancangan alat ukur intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750 dan berbasis mikrokontroler ATmega328P secara garis besar terdiri dari dua bagian yaitu: *hardware* dan *software*.

1. Hardware

Hardware dari rancangan alat ukur intensitas menggunakan sensor BH1750 berbasis mikrokontroler ATmega328P, secara garis besar terdiri dari 4 bagian

utama yaitu: adaptor, modul sensor BH1750, modul Arduino UNO R3 dan RTC DS3132. Rancangan alat ukur intensitas cahaya ditunjukkan pada Gambar 4.

Cara kerja dari alat ukur intensitas cahaya ini dimulai dari adaptor yang menyediakan daya yang dibutuhkan oleh setiap modul atau rangkaian yang terdapat pada rangkaian ini, adaptor ini menghasilkan tegangan 5V yang digunakan oleh modul Arduino R3, Sensor BH1750, RTC, dan LCD. Rangkaian yang sudah mendapatkan tegangan tersebut selanjutnya melakukan tugasnya masing-masing. Pertama-tama BH1750 menerima sinyal dari mikrokontroler, selanjutnya sensor BH1750 akan mengirim sinyal respon.

Sinyal data intensitas cahaya tersebut kemudian akan dihubungkan ke mikrokontroler ATmega328P melalui pin PD2 dan atau pin digital 2 yang merupakan pin input/output dua arah dan juga merupakan pin external *interrupt* 0. Pin *interrupt* memiliki karakteristik dasar yaitu ketika ada sinyal yang dideteksi pada suatu pin *interrupt* maka mikrokontroler akan menghentikan apapun yang dilakukannya dan secara langsung menjalankan fungsi atau perintah yang sudah ditentukan. Kemudian setelah dijalankan perintah tersebut, mikrokontroler akan kembali melanjutkan program yang dihentikan sebelumnya. Berdasarkan fungsi tersebut penggunaan pin *interrupt* memungkinkan sistem untuk selalu dapat mendeteksi sinyal yang dikirimkan oleh sensor BH1750 sehingga hasil pengukuran lebih akurat.

2. Software

Software atau program yang dipakai pada rancangan alat ukur intensitas cahaya ini adalah Arduino IDE yang merupakan software bawaan dari Arduino sendiri, dimana Arduino IDE ini merupakan pengendali utama dari hasil pengukuran sensor BH1750 yang menggunakan bahasa pemrograman C++. Program ini ditanam pada mikrokontroler ATmega328P menggunakan USB *serial converter*. Program ini menjalankan proses pengolahan hasil keluaran dari sensor BH1750 maupun LCD 16x2 berdasarkan perintah yang diberikan, program tersebut terdiri dari beberapa bagian diantaranya:

a. Program deklarasi variabel

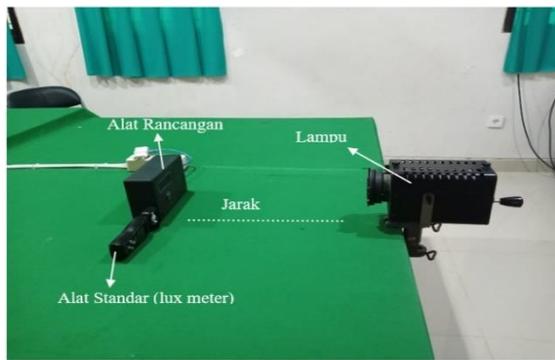
Pada bagian ini biasanya sebagai tempat untuk mendeklarasikan atau

menentukan variabel-variabel dan port-port mikrokontroler ATmega328P yang akan digunakan. Deklarasi ini dilakukan agar pin-pin yang digunakan saat merancang hardware sesuai dengan program yang dibuat. Selain itu pendeklarasian variabel ini juga bertujuan agar data dari masing-masing variabel sesuai dengan kebutuhan di dalam program nantinya

- b. Program inisialisasi pin data setup awal
Pada bagian ini berfungsi untuk inisialisasi fungsi dari masing-masing pin yang sudah dideklarasikan sebelumnya. Selain itu pada bagian ini juga akan menjalankan pengaturan awal program yang hanya dijalankan sekali saja tanpa adanya pengulangan
- c. Program periksa perintah dan kontrol
Pada bagian ini merupakan bagian program yang akan mengontrol sensor BH1750 berdasarkan perintah yang dijalankan
- d. Program pengolahan hasil pengukuran sensor.
Pada bagian ini berfungsi untuk menerima pengukuran sensor melalui pin 2. Dimana hasil yang diterima diolah kedalam bentuk intensitas cahaya dengan satuan lux dan ditampilkan pada LCD yang berukuran 16x2

Selanjutnya dilakukan kalibrasi alat ukur intensitas cahaya hasil rancangan dengan alat standar seperti diperlihatkan pada Gambar 5. Pengambilan data intensitas cahaya dilakukan dengan menempatkan sebuah bola lampu (300 Watt) sebagai sumber cahaya di depan alat rancangan dan alat standar dengan jarak bervariasi dari jarak 50 cm sampai 450 cm dengan interval 50 cm. Pada tiap-tiap jarak diambil data intensitas cahaya sebanyak 5 kali. Serta satu data intensitas cahaya diambil ketika bola lampu dipadamkan. Adapun potongan kode program yang di-*upload* pada alat rancangan saat proses kalibrasi yaitu:

```
#include <Wire.h>
#include <BH1750.h>
BH1750 lightMeter;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  ...
}
void loop() {
  float lux = lightMeter.readLightLevel();
  ...
}
```



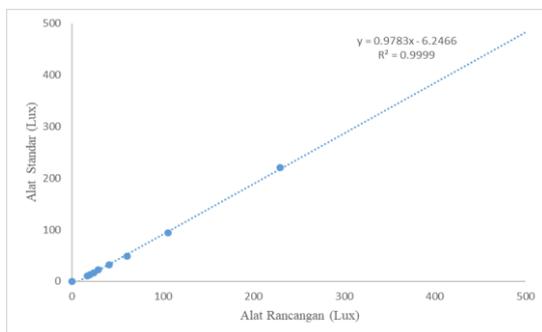
Gambar 5. Kalibrasi alat rancangan dan alat standar

Pada proses kalibrasi antara alat rancangan dan alat standar (lux meter digital dengan merek Smart Sensor tipe A5303) diperoleh data pengukuran intensitas cahaya dari kedua alat ini seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Intensitas Cahaya Saat Kalibrasi

No	Jarak	Intensitas Cahaya Rata-Rata (lux)	
		Alat Rancangan	Alat Standar
1	50	793.17	770
2	100	229.59	220
3	150	105.83	94
4	200	60.30	49
5	250	40.85	32
6	300	29.05	23
7	350	23.87	17
8	400	19.75	13
9	450	16.72	10
10	Tanpa lampu	0	0

Secara kuantitatif tingkat keakuratan atau tingkat kelinearan dari alat rancangan dilakukan dengan melakukan proses regresi linear data hasil pengukuran dari alat standar dan alat rancangan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik Regresi linear saat proses kalibrasi Intensitas Cahaya

Gambar 6 memperlihatkan hasil regresi linear antara alat rancangan dengan alat standar (lux meter) menggunakan Microsoft Excel. Nilai gradien m diperoleh sebesar 0,9783 sedangkan

nilai konstanta c diperoleh sebesar -6,2466, selanjutnya nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh nilai sebesar 0.9999. Sedangkan nilai *standar error of estimate* (SEE) diperoleh sebesar 1,081307937 lux. Nilai gradien m dan konstanta c yang diperoleh dari persamaan regresi akan dipakai untuk mengubah kode program sehingga hasil pengukuran dari alat rancangan akan semakin akurat. Adapun potongan kode program akan menjadi:

```
#include <Wire.h>
#include <BH1750.h>
BH1750 lightMeter;
float m,c;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  m = 0.9783;
  c = -6.2466;
  ...
}
void loop() {
  float lux = lightMeter.readLightLevel();
  lux = (lux-c)/m;
  ...
}
```

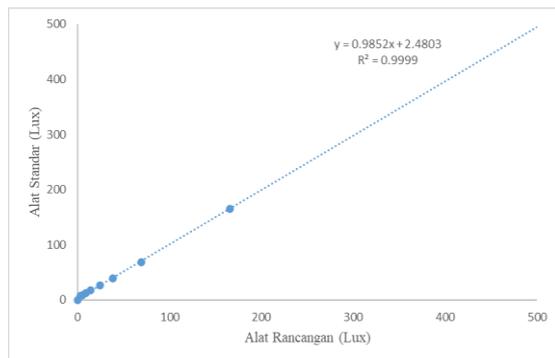
Setelah proses kalibrasi maka dilanjutkan dengan proses uji coba alat rancangan untuk mengukur intensitas cahaya pada jarak dan kondisi yang sama dengan proses kalibrasi. Proses pengambilan data intensitas cahaya untuk alat rancangan dan alat standar dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali seperti pada lampiran. Data rata-rata hasil uji coba alat rancangan dan alat standar dapat ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Intensitas Cahaya Saat Uji Coba

No	Jarak (cm)	Intensitas Cahaya rata-rata (lux)	
		Alat rancangan	Alat Standar
1	50	558.37	553
2	100	165.512	165
3	150	68.914	68
4	200	38.25	39
5	250	23.94	27
6	300	13.72	17
7	350	8.61	12
8	400	5.37	9
9	450	2.64	7
10	Tanpa lampu	0	0

Tabel 2 menunjukkan data intensitas cahaya pada saat proses uji coba alat rancangan. Data intensitas cahaya dalam Tabel 2 adalah data intensitas cahaya yang sudah dirata-ratakan dari 5 kali pengukuran untuk masing-masing jarak. Selanjutnya, data intensitas cahaya ini

dilakukan proses regresi linear seperti diperlihatkan pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik regresi linear Intensitas Cahaya saat uji coba alat

Pada Gambar 7 diperlihatkan nilai gradien m adalah 0,9852, nilai konstanta c yaitu 2,4803 dan nilai koefisien determinasi (R^2) adalah 0,9999. Nilai *standar error of estimate* (SEE) diperoleh sebesar 0,592897189 lux.

Hasil regresi linear data intensitas cahaya saat proses kalibrasi diperoleh nilai gradien m yaitu 0,978, nilai konstanta c yaitu -6,2466 dan nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu 0,9999. Sedangkan saat proses uji coba alat diperoleh nilai gradien m yaitu 0,9552, nilai konstanta c yaitu 2,4803 dan koefisien determinasi yaitu 0,9999. Jadi saat uji coba nilai m dan c semakin mendekati 1 dan 0, secara berurutan. Sedangkan Nilai SEE saat proses kalibrasi yaitu 1,0813 lux dan saat uji coba yaitu 0,5929 lux. Sehingga dapat dinyatakan bahwa nilai SEE saat uji coba alat rancangan mengalami penurunan dan semakin mendekati nilai idealnya yaitu 0 lux. Penurunan nilai SEE dan nilai m dan c yang semakin mendekati 1 dan 0 ini, memperlihatkan tingkat kelinieran atau tingkat keakuratan alat rancangan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu: 1). Telah berhasil dirancang alat ukur intensitas cahaya berbasis mikrokontroler ATmega328P yaitu pada tahap awal mikrokontroler dihubungkan ke komponen - komponen pendukung lainnya, diantaranya: sensor BH1750, LCD 16x2, I2C dan RTC; 2). Cara kerja alat ukur intensitas cahaya berbasis mikrokontroler ATmega328P yaitu sensor BH1750 menerima sinyal masukan berupa intensitas cahaya selanjutnya diupload ke mikrokontroler dan diolah hasil output intensitas cahaya ditampilkan pada LCD 16x2; 3). Tingkat keakuratan alat ukur intensitas

cahaya dengan sensor BH1750 berbasis mikrokontroler ATmega328P relatif tinggi

SARAN

Adapun saran yang bisa diberikan penulis yaitu alat ukur intensitas cahaya perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut agar lebih mempermudah dalam melakukan pengukuran terhadap intensitas cahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Setyanto, D. & Salahuddin, N.S. (2022), Prototipe Monitor dan Kontrol Otomatis Iklim Mikro Greenhouse dengan Platform IoT Blynk, *Techno-Com*, 21(1), 89-103. Diakses dari <https://publikasi.dinus.ac.id/index.php/technoc/article/download/5462/2689>
- Daud, P. & Nasrullah, N. (2020), Perancangan dan Pembuatan Smart Lighting pada Ruang Kelas berbasis Wireless Sensor Network, *TIARSIE*, 17(1). <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v17i1.71>
- Wijaya, N.H. & Sutrimo, S. (2021), Lux Meter Sebagai Alat Ukur Intensitas Cahaya Lampu Operasi Berbasis Arduino Uno R3, *Jurnal Ecotipe*, 8(1). Diakses dari <https://ecotipe.ubb.ac.id/index.php/ecotipe/article/view/1927>
- Wahyu, S., Syafaat, M., Yuliana, A. & Meliyani, R. (2021), Mengaplikasikan sensor BH1750 untuk sistem monitoring pertumbuhan cabai menggunakan papan Arduino Uno bertenaga surya terintegrasi dengan internet of things (IOT), *JTAF*. <http://dx.doi.org/10.23960/2Fjtaf.v9i1.2713>
- Fitriyah, Q., Siahaan, Y.D. & Wahyudi, M.P.E. (2022), Alat Sterilisasi Lampu UVC Portable Berbasis IOT. *Jurnal Integrasi*, 14(1). <https://doi.org/10.30871/ji.v14i1.3599>
- Rusimamto, P.W., Suprianto, B. & Buditjahjanto, I G.P.A (2022). Sistem kontrol intensitas cahaya lampu aquascape menggunakan fuzzy logic controller berbasis Arduino, *Jurnal Teknik Elektro*, 11(2). <https://doi.org/10.26740/jte.v11n2.p322-331>
- Suryana, T. (2021), *Measuring Light Intensity Using the BH1750 Sensor*, Unikom. Diakses dari <https://repository.unikom.ac.id/68737/>

- Kasrani, M.W, Asni,A. & Putra, A.S. (2020), Perancangan sistem pengendalian kecerahan lampu utama mobil berbasis Arduino, *JTE UNIBA*, 5(1) Diakses dari <https://doi.org/10.36277/jteuniba.v5i1.88>
- Mawaddah, L., Yuniarta, E. & Hartono, A. (2020) , Rancang Bangun Automatic Human Blood Type Detector Menggunakan Sensor Cahaya Bh1750 Berdasarkan Sifat Optik Dengan Metode ABO, *Al-Fiziya*, 3(1). <https://doi.org/10.15408/fiziya.v1i2.14433>
- Khuriati, A., (2022), Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien Dengan Sensor Bh1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano, *Berkala Fisika*, 25(3), 105-110. Diakses dari https://ejournal.undip.ac.id/index.php/berkala_fisika/article/download/50740/22683
- Widagda, I G.A., Trisnawati, N.L.P & Suharta, I W.G. (2023), Application Design of Newton-Rapshon method in Proving Maximum Wavelength on Wien's Displacement Law. *Buletin Fisika*, 24(2). <https://doi.org/10.24843/BF.2023.v24.i02>