

RANCANG BANGUN ALAT OTOMATISASI PENCAHAYAAN RUANG BACA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

DESIGN OF AUTOMATED ILLUMINANCE IN THE READING ROOM BASED ON MICROCONTROLLER ARDUINO

Oleh: Fanny Nahwan N¹, Sumarna²

¹Mahasiswa Program Studi Fisika FMIPA UNY (nnurrachim@gmail.com)

²Dosen Program Studi Fisika FMIPA UNY

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat otomatis pengaturan intensitas cahaya ruang baca menggunakan Arduino, yakni mengendalikan intensitas cahaya yang ada di ruang baca selalu dalam keadaan yang dianjurkan. Pembuatan alat ini dilatarbelakangi oleh keadaan intensitas cahaya ruang baca yang tidak sesuai dengan anjuran kesehatan mata. Desain alat pengaturan otomatis intensitas cahaya ruang baca terdiri dari tiga blok, yaitu rangkaian sensor, rangkaian pengkondisi, dan rangkaian penampil. Rangkaian sensor berfungsi untuk menangkap perubahan intensitas cahaya di ruang baca. Rangkaian pengkondisi terdiri dari *stepper motor*, *dimmer*, dan mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengatur jalannya alat. Sedangkan rangkaian penampil berfungsi untuk memudahkan pembacaan intensitas cahaya yang dideteksi oleh sensor. Pengambilan data dilakukan dengan mencatat perubahan intensitas cahaya yang *terdisplay* melalui rangkaian penampil dan merekam perubahan waktu untuk menuju *setting point* dengan *stopwatch smartphone*. Hasil dari pencatatan dan perekaman disinkronkan kemudian dicatat dalam tabel *respon time*. Telah dihasilkan alat otomatis pencahayaan model ruang baca berbasis mikrokontroler Arduino yang sesuai dengan kaidah kesehatan mata. Alat otomatisasi bekerja untuk menstabilkan intensitas cahaya pada nilai (145-155) lux. Alat akan terus bekerja selama keadaan penerangan di miniatur ruang baca belum sesuai dengan program yang diatur. Kecepatan alat otomatisasi untuk menuju keadaan *setting point* bergantung kepada besar kecepatan putar *stepper motor* yang diatur lewat program Arduino.

Kata kunci: *Otomatisasi pencahayaan, ruang baca, mikrokontroler Arduin*

ABSTRACT

The goal of this study was to design and create an automatic tool to control luminous intensity in reading room using Arduino. The design consisted of three blocks, they were the sensor circuit, the conditioning circuit, and display circuit. The sensor circuit was provided to capture the change of the luminous intensity in the reading room. The conditioning circuit consisted of stepper motor, dimmer, and microcontroller. They were used as a regulator for the tool. The display circuits was provided to facilitate the reading of luminous intensity detected by the sensor. Data were collected by recording the change in luminous intensity that displayed and recording the change in time to settle with a smartphone's stopwatch. The results of the recording were synchronized and recorded in the table of *respon time*. The automatic tool works to stabilize the light intensity at (145-155) lux. The tool will continue to work as long as the reading of luminous intensity in the room is not conform with the set program. Speed of the automatic tool was towards to setting point depend on rotational speed of stepper motor which controlled via Arduino program.

Key word: *Illuminance automated, reading room, microcontroller Arduino.*

PENDAHULUAN

Mata merupakan salah satu organ tubuh manusia yang sangat berharga. Mata sebagai indera penglihatan berfungsi untuk melihat dan mendeteksi benda di lingkungan. Penelitian ini meninjau secara khusus untuk menjaga kesehatan mata dari sisi pengaturan pencahayaan pada ruang baca.

Penelitian ini menggunakan *photometer* atau *luxmeter* yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya. Pada ruang baca intensitas terbaik yang digunakan yaitu sebesar 150 lux, jika kurang ataupun lebih maka akan sangat berpengaruh pada mata. (Gabriel.1996 : 173)

Tidak ada lampu yang khusus diatur untuk intensitas 150 lux. Di samping itu besar intensitas cahaya yang diterima oleh sensor bergantung kepada jarak antara sumber cahaya dan sensor. Karena itu, banyak sistem pencahayaan di ruang baca tidak sesuai dengan standar kesehatan mata. Untuk itulah diperlukan sebuah alat yang mampu mengatur intensitas cahaya di ruang baca dalam keadaan apapun, sehingga kerusakan mata yang diakibatkan oleh pencahayaan yang kurang tepat dapat diantisipasi.

Pengaturan intensitas cahaya secara otomatis dapat dilakukan dengan sebuah alat otomatisasi. Penggunaan

teknologi sistem digital yang menggantikan sistem analog dilakukan karena faktor kemudahan operasional dan kepraktisan. Otomatisasi pengaturan intensitas cahaya tidak akan lepas dari peranan sensor intensitas cahaya yaitu LDR (*Light Dependent Resistor*). Dalam penelitian ini LDR digunakan sebagai alat yang mendeteksi perubahan intensitas cahaya yang terjadi. Sinyal keluaran dari LDR menggambarkan keadaan intensitas cahaya di tempat LDR diletakkan. Besarnya sinyal tersebut akan menjadi dasar dari pengaturan intensitas cahaya yang dilakukan oleh Arduino sebagai sebuah sistem otomatis. Sistem otomatis akan selalu bekerja selama intensitas cahaya di ruang baca belum sesuai dengan *set point* yang ditentukan. Saat intensitas cahaya di ruang baca sudah sesuai dengan *set point* maka alat otomatisasi akan berhenti tetapi masih menerima sinyal dari LDR. Sehingga alat otomatisasi akan dengan cepat merespon perubahan intensitas di ruang baca.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Desember 2014 di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi lantai tiga gedung Laboratorium Fisika UNY, dan di rumah penulis yang berada Jalan Madubronto 51 Patangpuluhan, Yogyakarta.

Instrumen Pengambilan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini merupakan hasil dari proses pembuatan dan uji coba alat.

1. Proses Pembuatan

Pembuatan alat terdiri dari beberapa langkah, yaitu :

- a. Pembuatan desain alat
- b. Pembuatan alat sesuai desain

Pembuatan alat terdiri dari beberapa langkah berikut:

1. Pembuatan rangkaian pengkondisi sinyal
2. Pemasangan *stepper motor*
3. Pemasangan *dimmer* dan lampu
4. Pembuatan miniatur ruangan dan pemasangan alat

2. Tahap Uji Coba Alat

a. Pengujian Sensor LDR

Cara yang digunakan untuk melakukan pengujian ini adalah dengan mengukur tiap perubahan resistansi LDR terhadap perubahan intensitas cahaya yang diukur dengan *luxmeter*.

b. Uji coba kerja *stepper motor*

Uji coba *stepper motor* dilakukan dengan merangkai sensor, rangkaian pembagi tegangan, Arduino, dan *stepper motor* secara bersamaan. Peneliti

membuat program sederhana untuk menguji sistem kerja dari *stepper motor*.

c. Uji coba *dimmer*

Dimmer dirangkai dengan sebuah *gear* tambahan, setelah itu dihubungkan dengan *stepper motor*. Perubahan intensitas cahaya lampu pada setiap *step* gerakan *stepper motor* diukur dengan *luxmeter*.

d. Pengoperasian kerja alat

Uji coba alat dilakukan dengan pengoperasian alat pada miniatur ruang baca dengan memberikan pengaruh dari luar ruangan berupa penambahan dan pengurangan cahaya yang masuk ke dalam ruangan.

Untuk mengetahui kinerja sistem maka perlu dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Dalam pengujian alat ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mengkondisikan sistem dalam keadaan *on*/hidup.
- b. Mengkondisikan sistem dalam keadaan tertutup rapat (tidak ada cahaya selain dari bola lampu) kemudian intensitas cahaya diukur menggunakan *luxmeter*. Nilai hasil otomatisasi dapat dilihat melalui *display* di LCD.
- c. Mengkondisikan sistem di *off*/dimatikan.
- e. Pengujian *Respon Time*

Pengujian dan pengambilan data *respon time* dilakukan dengan cara mencatat perubahan intensitas cahaya yang terdisplay pada LCD dan merekam perubahan waktu

dengan menggunakan *stopwatch* *smartphone*. Hasil perubahan intensitas cahaya dan perubahan waktu disinkronkan dan dicatat pada sebuah tabel yang kemudian dibuat grafik *respon time*.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan memanfaatkan teori ketidakpastian pada fungsi satu peubah. Dalam penelitian ini nilai intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu di ukur dengan menggunakan luxmeter dan dibandingkan dengan nilai intensitas cahaya yang dikontrol oleh Arduino untuk mendapatkan kesalahan relatifnya, sebagaimana persamaan berikut (Cooper, 1985: 184):

$$Kr_m = \frac{Lm-Lp}{Lm} \times 100 \quad (3-1)$$

dimana:

Lm = nilai intensitas cahaya yang diukur menggunakan luxmeter.

Lp = nilai intensitas cahaya yang ditunjukkan pada LCD..

Kr_m = kesalahan relatif terhadap luxmeter.

Berdasarkan hasil kesalahan relatif (Kr_m) dari setiap pengukuran, didapatkan reratanya dengan persamaan sebagaiberikut:

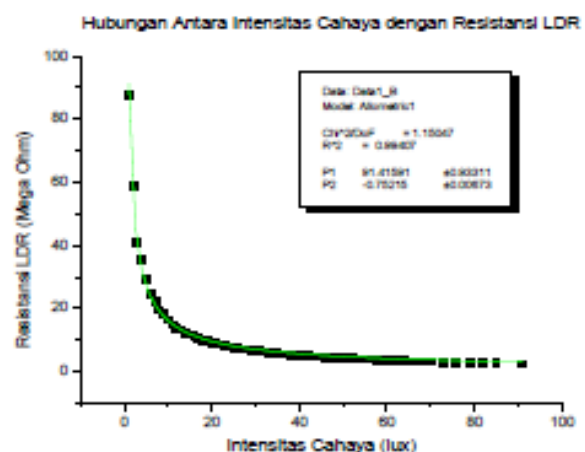
$$\overline{Kr_m} = \frac{\sum_{l=1}^n Kr_{luxs(l)}}{n} \quad (3-2)$$

Dilakukan rata-rata karena diasumsikan prosentase kesalahan relatif tetap. Sehingga memungkinkan untuk melakukan rata-rata secara keseluruhan kesalahan relatif dari alat otomatisasi dibandingkan dengan alat ukur yang sebenarnya yaitu luxmeter. Semakin kecil kesalahan relatifnya semakin tinggi tingkat ketelitian dari pengukuran tersebut. Tingkat ketelitian merupakan kedekatan hasil pengukuran dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari variabel yang diukur.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Sensor LDR

Untuk mendapatkan nilai hasil pembacaan intensitas cahaya maka dibuat nilai regresi dari data sampel tersebut sehingga hasil regresi akan mengkonversikan nilai besar pembacaan resistansi LDR terhadap intensitas yang diperlihatkan. Data hasil pengujian LDR terhadap intensitas cahaya disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.1:



Gambar 1 Grafik Hubungan Intensitas Cahaya dengan Resistensi LDR

Analisis pada origin menghasilkan persamaan berikut:

$$R_{LDR} = 91.42I^{-0.75} \tag{4-1}$$

dengan R_{LDR} adalah resistansi LDR (ohm) dan I adalah intensitas cahaya (lux).

Hasil pengujian stepper motor

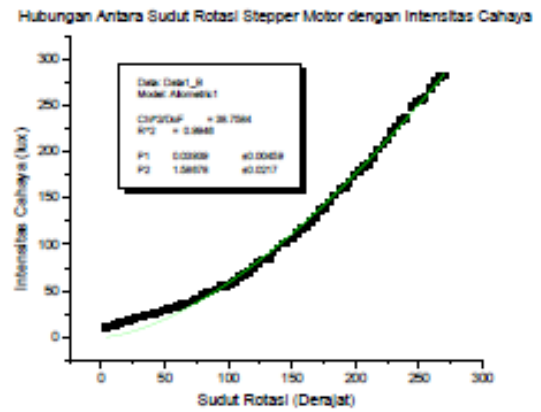
Pada penelitian ini digunakan stepper motor bipolar yang memiliki 48 step untuk satu rotasi, atau $7,5^{\circ}$ untuk satu kali gerak. Rotasi yang terjadi pada stepper motor dikontrol dari sinyal yang diberikan oleh Arduino. Sinyal HIGH (1) dan LOW (0) dari Arduino berfungsi sebagai kontrol langkah dan arah putar dari stepper motor.

Tabel 1. Hasil Pengujian Stepper Motor

IN1	IN2	IN3	IN4	Kondisi
0	0	0	0	Berhenti
0	1	0	0	Putar searah jarum jam tiap satu langkah
0	0	1	0	Putar berlawanan arah jarum jam tiap satu langkah
1	1	1	1	Berhenti

2. Hasil pengujian Dimmer dan Lampu

Berdasarkan data yang diperoleh, dibuatlah grafik hubungan antara sudut putar dimmer dengan intensitas cahaya oleh lampu :



Gambar 2 Grafik hubungan antara sudut putar dimmer dengan intensitas cahaya

Grafik di atas membentuk grafik eksponensial karena potensio yang digunakan bukan merupakan potensio yang bernilai linear atau memiliki rasio yang sama pada setiap perubahan sudut putarnya.

Analisis pada grafik tersebut menghasilkan persamaan berikut:

$$I = 0.039\theta^{1.59} \tag{4-2}$$

dengan I adalah intensitas cahaya (lux) dan θ adalah sudut putar dimmer (derajat).

3. Hasil Pengujian Sistem

Pada pengujian alat ini, nilai intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu diukur menggunakan luxmeter dan dibandingkan dengan intensitas cahaya yang dikontrol dan ditunjukkan oleh LCD pada Arduino.

Tabel 2. Tabel Pengujian analisis data alat pengatur otomatis intensitas cahaya menggunakan Arduino.

No	L_m (lux)	L_p (lux)	$ L_m - L_p $	K_r
1.	142	140	2	1.41
2.	145	145	0	0
3.	150	150	0	0
4.	152	155	3	1.97
5.	153	155	2	1.31
6.	154	155	1	0.65
7.	155	155	0	0
8.	158	160	2	1.27
9.	161	160	1	0.62
10.	164	165	1	0.61
$\sum K_r$				3.78

dimana:

L_m = nilai intensitas cahaya diukur dengan *luxmeter*

L_p = nilai intensitas cahaya hasil kontrol dari Arduino

K_r = kesalahan relatif terhadap L_m

dan rerata kesalahan relative dari pengujian keseluruhan adalah:

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^n K_{r_{Luks(i)}}}{n} = \frac{3.78}{10} = 0.378\%$$

4. Hasil Otomastisasi

Hasil dari alat otomatisasi pengaturan intensitas cahaya pada ruang baca ini adalah penstabilan intensitas cahaya di ruang baca berada pada (145-155) lux. Apabila ruangan mendapatkan cahaya dari luar, atau

mendapatkan tambahan intensitas cahaya yang bukan dari lampu penerangan, maka lampu penerangan di ruang baca akan meredup hingga intensitas cahaya di dalam ruang baca sebesar 145-155 lux. Begitu juga sebaliknya jika ruang baca kekurangan intensitas cahaya, maka *stepper motor* akan menggerakkan *dimmer* untuk memperkecil resistensi dari *dimmer* sehingga lampu penerangan akan lebih terang sampai ruang baca mendapatkan intensitas penerangan yang cukup yaitu 145-155 lux.

Stepper motor tidak melakukan kerja jika intensitas cahaya yang terbaca pada ruang itu sudah memenuhi batas bawah

sebesar 145 lux dan batas atas sebesar 155 lux. Meskipun *stepper*

motor dan *dimmer* tidak melakukan kerja, sensor LDR melakukan kerjanya.

Sensor LDR tidak pernah berhenti

bekerja selama alat otomatisasi hidup

atau dalam keadaan *on*. Jika perubahan

intensitas cahaya terjadi secara

mendadak, sensor LDR akan

langsung memberikan hasil dari yang

dibaca ke Arduino, sehingga Arduino

langsung memberikan perintah *stepper*

motor untuk menggerakkan

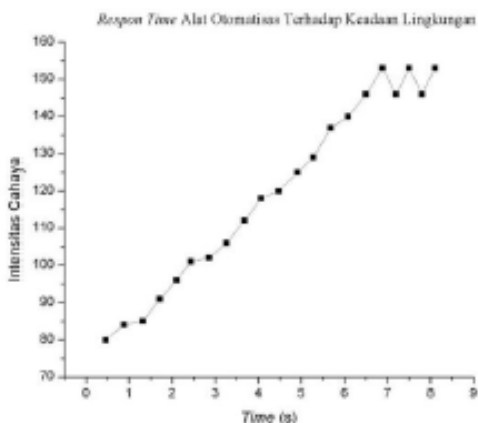
dimmer. Alat ini mengendalikan

intensitas cahaya di ruang baca selalu

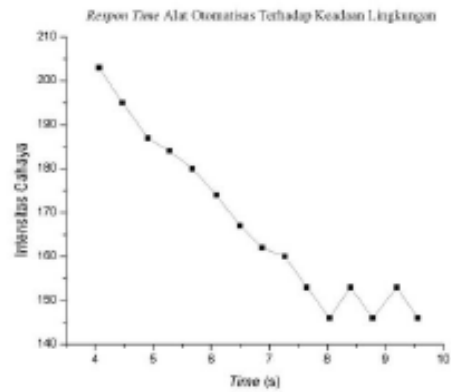
berada pada (145-155) lux.

5. Hasil Pengujian Respon Time

Alat otomatis yang telah dibuat kemudian diuji kecepatan merespon perubahan intensitas cahaya di dalam ruang baca. Pengujian dilakukan dengan mengukur besarnya waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk kembali ke keadaan semula setelah diberi pengaruh dari luar sistem. Pengaruh dapat berupa penambahan intensitas cahaya atau pengurangan intensitas cahaya. Pengujian ini dilakukan dengan men-set nilai 80 lux yang diasumsikan keadaan lingkungan yang mendung atau kekurangan cahaya dan 203 lux yang diasumsikan lingkungan cerah yang menghasilkan ruang baca memiliki intensitas cahaya berlebih. Hasil dari pengujian ini diplot dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 3 *Respon time* alat otomatis terhadap keadaan lingkungan dengan intensitas cahaya awal 80 lux



Gambar 4 *Respon time* alat otomatis terhadap keadaan lingkungan dengan intensitas cahaya awal 203 lux

Waktu yang dibutuhkan alat otomatisasi ini bergantung kecepatan putaran *stepper motor*. Kecepatan putar (rpm) *stepper motor* diatur lewat program arduino. Semakin besar kecepatan *stepper motor* maka waktu yang dibutuhkan alat untuk menuju keadaan *settle* akan semakin cepat.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang pengaturan otomatis intensitas cahaya ruang baca menggunakan Arduino yang telah diuraikan di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dibuat sebuah model alat pengatur intensitas cahaya otomatis yang mengontrol intensitas cahaya dalam ruang baca agar selalu tetap berada pada suatu nilai 145-155 lux.

2. Alat otomatisasi intensitas cahaya ruang baca bekerja untuk menstabilkan intensitas cahaya di ruang baca berada pada nilai 145-155 lux. Jika sensor cahaya (LDR) menangkap intensitas cahaya ruang baca bernilai kurang dari 145 lux atau lebih dari 155 lux maka *stepper motor* akan berputar sehingga memutar potensio di dalam *dimmer*. Perubahan tegangan *output* dari *dimmer* menghasilkan perubahan intensitas cahaya dari sumber cahaya yaitu lampu. *Stepper motor* akan terus berputar sampai

intensitas cahaya di ruang baca berada pada nilai 145-155 lux.

Saran

Sebagai tindak lanjut penelitian, perlu dilakukan pengembangan penelitian implementasi alat di lingkup yang lebih luas. Memperkecil gerak *stepper motor* untuk melakukan satu rotasi, sehingga intensitas cahaya yang dapat terbaca memiliki rentang yang lebih pendek. Selain itu perlunya kemasan alat yang baik sehingga lebih menarik dan mudah penggunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous.

2014 <http://zonaelektro.net/aplikasi-triac-untuk-rangkaian-dimmer-lampu-ac-220v/>. Diakses pada tanggal 21 Desember 2014.

Anonymous.2005 *LDR_Light_Sensor.pdf*.

http://www.nanangdesign.inc.md/download/LDR_Light_Sensor.pdf. Diakses pada tanggal 2 Desember 2014

Anonymous.2011. <http://bukan-sekedar-tahu.blogspot.com/2011/10/2.htm> 1. Diakses pada tanggal 2 Desember 2014

Ewen, dale. (2005). *Applied Physics,-8th ed.* Courier Kendallville, inc

Frederick J. Bueche,Ph.D, alih bahasa Drs B. darmawan, M.Sc. 1989. *Theory And Problem Of College Physics,8th Edition/Frederick Bueche SchaumSeries.* Jakarta : Erlangga

Hecht, Jeff. (1987). *OPTICS: Light for a New Age.* New York:Macmillan/McGraw-Hill School Pub. Co.

Trianto. (2005). *Teknik Kontrol Otomatis.* Jakarta: Erlangga.

Ogata, Katsuhiko. (1996). *Teknik Kontrol Automatic.* Jakarta: Erlangga.

R Pallas, Areny. (2000). *Sensor and Signal Conditioning.* English: Wiley-Interscience.

Surya, Yohannes. (2009). *OPTIKA: Seri Bahan Persiapan Olimpiade Fisika.* Jakarta: Kandel.

Utami, Hesti P. (2007). *Mengenal Cahaya dan Optik.* Jakarta: Ganeca.

Young, Matt. (1984). *Optics and Laser.* New York: Springer.