



Embedded System

Otomatisasi Lampu Belajar Sesuai Prosedur Kesehatan Mata dan Kecerahan Ruang Berbasis Mikrokontroler.

Muhammad Dimas Syafputra¹, Budi Rahmadya^{*2}, Rizka Hadelina³

^{1,2,3}Departemen Teknik Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Diterima Redaksi: 28 Agustus 2023

Revisi: 20 Oktober 2023

Ditebitkan Online: 31 Oktober 2023

KEYWORDS

Otomatisasi Lampu belajar, Ultrasonik, Multimap, LDR, Arduino Uno, Kontrol PID

CORRESPONDENCE

E-mail: budi-r@it.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dibuat untuk mengotomatisasi lampu belajar sesuai standar kecerahan ruangan dan kesehatan pada mata. Sistem dibuat untuk memudahkan pengguna agar lebih praktis dan fleksibel dengan mendeteksi jarak pengguna dengan menggunakan sensor ultrasonik. Diatur jarak sejauh 45-65 cm sesuai jurnal kesehatan. Sistem dibuat juga untuk mendeteksi keadaan cahaya di ruangan sekitar untuk kontrol intensitas cahaya otomatis. Dengan menggunakan sensor LDR yang di Multimax manual untuk menentukan satuan Lux. Serta dilakukan kontrol PID untuk mengontrol intensitas cahaya dengan nilai setpoint 200. Penentuan konstanta PID menggunakan metode percobaan manual dengan hasil $K_p= 5.5$, $K_i= 0,0125$, dan $K_d= 0,0125$. Sehingga dapat disimpulkan dengan menggunakan otomatisasi lampu belajar dapat membantu menjaga kesehatan mata terhadap jarak dan intensitas cahaya yang masuk. Dimana persentase responden dengan otomatisasi lampu belajar 63,4 % dan tanpa otomatisasi lampu belajar 30%.

1. PENDAHULUAN

Lampu belajar merupakan sebuah wadah penerangan tambahan di ruangan belajar. Penggunaan lampu belajar sering digunakan bagi pengguna yang memiliki pencahayaan yang minim di ruangnya. Dengan adanya lampu belajar dapat membantu pengguna dalam hal menulis, membaca atau bekerja di ruangan. Akan tetapi kecerahan lampu belajar yang kurang tepat dapat mengurangi kenyamanan dalam belajar, bahkan dapat membuat mata lelah, kering dan keluhan pada mata lainnya.

Pencahayaan terlalu terang pada lampu juga sering menjadi keluhan, dimana disebabkan oleh jarak dan intensitas cahaya yang tidak tepat. Menurut Occupational Safety Health Association dengan intensitas cahaya <100 lux dan >300 lux dan jarak <46 cm adalah standarisasi normalnya[2]. Pencahayaan pada suatu ruangan, perlu disesuaikan juga kecerahannya. Standar pencahayaan ruang kelas di Indonesia

adalah 250 - 300 lux[3]. Oleh karena itu dalam penggunaan lampu belajar harus diperhatikan jarak minimal pengguna dengan lampu yaitu 46cm, begitupun dengan intensitas cahaya yang baik dalam penggunaan yaitu 100-300 lux.

Sistem stand laptop multifungsi yang mampu memberikan peringatan kepada pengguna untuk mengatur jarak dengan laptop minimal 46cm menggunakan sensor ultrasonik. Sistem ini juga mampu mengukur dan memenuhi kebutuhan cahaya saat menggunakan laptop dengan sensor BH1750 dan kontrol PID untuk mengontrol suhu dan intensitas cahaya[10]. Namun pada sistem ini belum bisa menjalankan LED secara otomatis.

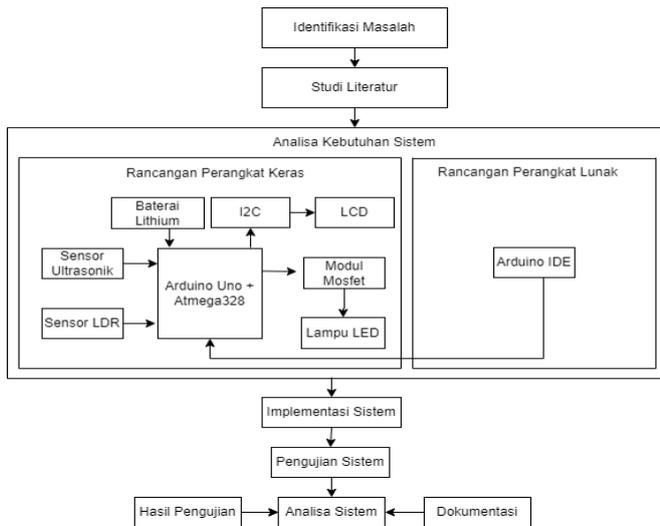
Berdasarkan beberapa uraian diatas, Tugas Akhir ini dibuat agar nantinya dapat mengotomatisasi lampu belajar sesuai standar kecerahan ruangan dan kesehatan pada mata. Sistem dibuat untuk memudahkan pengguna agar lebih praktis dan fleksibel dengan mendeteksi jarak penggunaan untuk implementasinya.

Sistem dibuat juga untuk mendeteksi keadaan cahaya di ruangan sekitar, serta sebagai aktuatur untuk kontrol intensitas cahaya sesuai keadaan di ruangan. Kebutuhan yang digunakan pada sistem yaitu Arduino Uno Atmega328 dan beberapa sensor pendukung seperti Ultrasonik dan LDR. Kecerahan pada sistem dikontrol dengan metode PID, dimana memungkinkan kontrol yang sangat presisi dari variabel dan dapat menyesuaikan secara otomatis pada fluktuasi sistem. Sistem juga dapat menampilkan hasil *output* di LCD, berupa jarak deteksi dan nilai kecerahan cahaya yang masuk dan dikeluarkan pada lampu LED.

METODOLOGI PENELITIAN

1.1. Jenis dan Metodologi Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini menerapkan metode penelitian eksperimental (*Experimental Research*). Penelitian eksperimental yaitu penelitian yang dilakukan atas dasar pengaruh suatu kejadian dan tingkah laku terhadap subjek penelitian. Metode penelitian eksperimental ini memiliki tujuan untuk mempelajari suatu parameter masukan yang akan menghasilkan keluaran berbeda berdasarkan parameter-parameter yang telah ditetapkan. Penelitian ini dilakukan dengan menghubungkan beberapa komponen yang akan saling berhubungan satu sama lain, seperti pada penelitian ini terdapat beberapa komponen seperti:



Gambar 3.1 Diagram rancangan penelitian

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroler keluaran Arduino. Arduino Uno adalah board Arduino terkecil berbasis ATmega 328 (*datasheet*). Arduino Uno Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, 192 Muhammad Dimas Syafputra

ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya



Gambar 2. 1 Arduino Uno 'Atmega328'

2.2. Modul Mosfet

Modul Mosfet IRF520 ini dirancang untuk switch beban tegangan DC dari satu pin digital mikrokontroler. Tujuan utama dari modul ini ialah menyediakan dengan biaya yang rendah untuk menggerakkan motor DC pada aplikasi robotika. Namun modul ini juga dapat digunakan untuk mengontrol sebagian besar beban tegangan DC seperti kontrol pada lampu LED, pompa kecil, dan katup solenoid.



Gambar 2. 2 Modul Mosfet

2.3. Sensor LDR

LDR (Light Dependent Resistor) adalah jenis resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. LDR (*Light Dependent Resistor*) disebut juga sebagai *Photoresistor*, *Photoconduction* dan *Photocell*[9]. LDR merupakan salah satu komponen resistor yang nilai resistansinya akan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang mengenai sensor LDR

Prinsip kerja LDR (*Light Dependent Resistor*) akan menghantarkan arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya (kondisi terang) dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap. LDR dipasang pada berbagai macam rangkaian elektronika dan dapat memutus dan menyambungkan aliran listrik berdasarkan cahaya.



Gambar 2. 3 Sensor LDR

2.4. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi jarak. Berbeda dengan sensor jeda yang menggunakan inframerah, pada sensor HY-SR04 bekerja atas dasar gelombang suara. Awalnya, gelombang suara dipantulkan oleh suatu bagian pengirim yang dinamakan Trigger. Kemudian gelombang suara pantulan akan ditangkap oleh bagian penerima yang disebut Echo. Waktu yang dibutuhkan saat gelombang suara dikirim hingga diterima kembali dapat digunakan untuk menghitung jarak antara pengirim objek yang memantulkan suara.



Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik

2.5. Baterai Lithium 12V

Baterai (Battery) adalah sebuah sumber energi yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang digunakan seperti pada perangkat elektronik.

Setiap baterai terdiri dari terminal positif (Katoda) dan terminal negatif (Anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output arus listrik dari baterai adalah arus searah atau disebut juga dengan arus DC (*Direct Current*). Pada umumnya, baterai terdiri dari 2 jenis utama yakni baterai primer yang hanya dapat sekali pakai (*single use battery*) dan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*).



Gambar 2. 5 Baterai

2.6. Lampu LED

LED adalah semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik lebih banyak menjadi cahaya, merupakan perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga lebih unggul dalam ketahanan (*durability*). LED banyak digunakan pada perangkat elektronik karena ukuran yang kecil, pemasangan praktis, serta konsumsi listrik yang rendah. Salah satu kelebihan LED adalah usia relatif panjang, yaitu lebih dari 30.000 jam. Kelemahannya pada harga per lumen (satuan cahaya) lebih mahal dibandingkan dengan lampu jenis pijar, TL dan SL, mudah rusak jika dioperasikan pada suhu lingkungan yang terlalu tinggi, misal di industri.



Gambar 2. 6 Lampu

2.7. Lampu LED

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar yang terlihat[13].

LCD merupakan jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. Display LCD 16x2 berfungsi sebagai penampil karakter yang input melalui keypad. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD.



Gambar 2. 7 LCD

2.8. Arduino IDE

IDE (Integrated Development Environment) atau secara bahasa artinya lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino maupun ESP32.



Gambar 2. 8 Tampilan Arduino IDE [14]

2.9. I2C

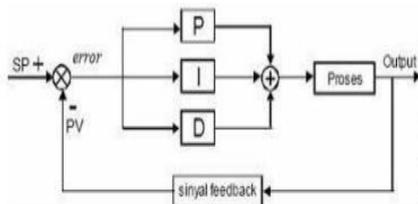
Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan *Slave*.



Gambar 2. 9 I2C

2.10. PID

Kontroler PID (*proportional–integral–derivative*) merupakan kontroler untuk menentukan kepresisian suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik/*feed back* pada sistem tersebut. Sistem kendali dapat dikelompokkan menjadi dua jenis berupa sistem kendali *on/off* dan sistem kendali otomatis. Pada sistem kendali otomatis mempunyai tiga aksi pengendalian diantaranya pengendali Proporsional (P), pengendali Integral (I), dan pengendali Derivatif(D).



Gambar 2. 10 Blok Diagram PID

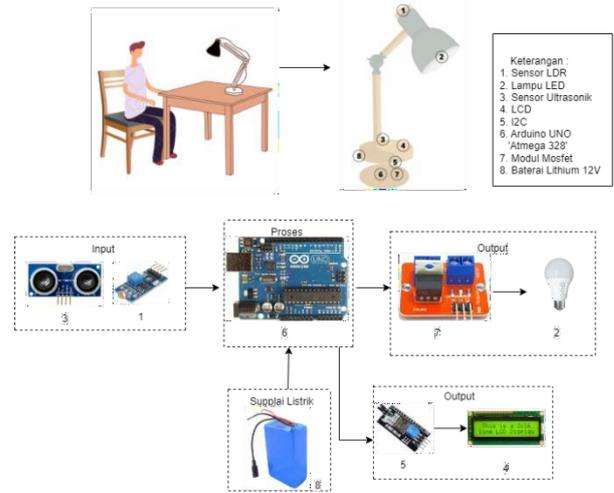
2.11. PWM

PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah suatu teknik modulasi yang mengubah lebar pulsa (*pulse width*) dengan nilai frekuensi dan amplitudo yang tetap. PWM menghasilkan sinyal analog dari perangkat Digital (contohnya dari Mikrokontroler). Saklar-saklar elektronik yang digunakan pada rangkaian tersebut umumnya adalah komponen elektronik daya seperti MOSFET, IGBT, TRIAC, dll. Untuk mengendalikan saklar elektronik daya semacam ini, digunakan sesuatu yang disebut sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*).

3. PERANCANGAN SISTEM

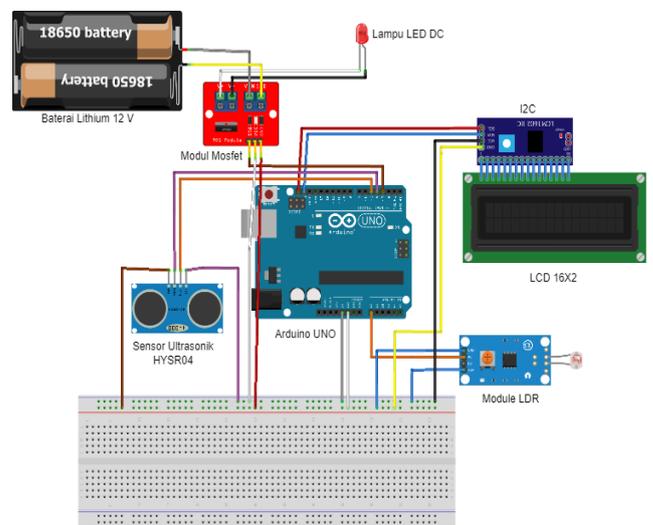
Dalam melakukan rancangan terhadap sistem yang dibuat maka dilakukan analisa terhadap kebutuhan sistem untuk mendapatkan gambaran bagaimana sistem dapat bekerja sepenuhnya.

3.1. Rancangan Umum Sistem



Gambar 3. 1 Rancangan Umum Sistem

Berdasarkan gambar 3.1, rancangan umum sistem : 1) Sensor LDR diletakkan di bagian belakang lampu belajar untuk mendeteksi cahaya ruangan, guna mengatur intensitas kecerahan lampu. 2) Lampu LED digunakan sebagai wadah penerangan pada sistem. 3) Sensor Ultrasonik diletakkan di hadapan objek, agar dapat mendeteksi keberadaan objek dan mendeteksi jarak pada sistem terhadap objek untuk menghidupkan lampu.. 4) LCD sebagai output dari sistem untuk menuliskan notifikasi, dan 5) I2C sebagai *connector* LCD untuk meminimalisir jumlah PIN untuk arduino 6) komponen pemrosesan yaitu arduino diletakkan dibagian bawah beserta. 7) Modul mosfet diletakkan dibagian bawah yang menjadi saklar otomatis untuk aktuator lampu yang menerima pemrosesan sensor dari arduino. 8) baterai lithium yaitu sumber arus listrik yang digunakan.



Gambar 3.2 Skematik Sistem

3.2. Rancangan Umum Proses

Pada perancangan umum proses dijelaskan bagaimana hubungan seluruh sistem mampu bekerja dengan baik yang

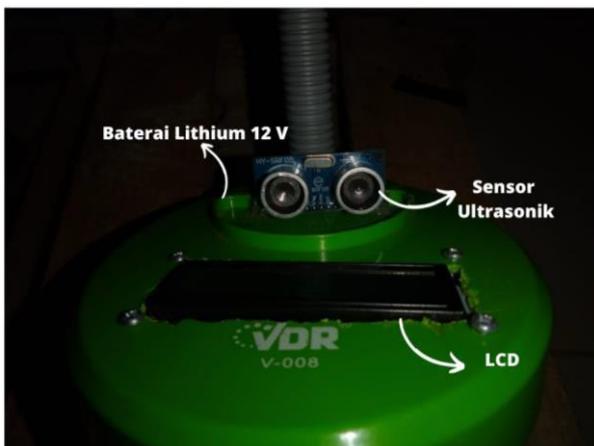
<https://doi.org/10.25077/chipset.4.02.191-198.2023>

akan diimplementasikan pada otomatisasi lampu belajar dengan mudah, dalam implementasi sensor ultrasonik dan LDR untuk pendeteksian seperti jarak dan cahaya. Dengan suplai energi listrik yang diteruskan ke pemrosesan arduino setelah memproses sensor pendukung hingga dialiri ke modul mosfet sebagai *switch*/saklar otomatis untuk menghidupkan nyala lampu, serta LCD sebagai notifikasi pada sistem.

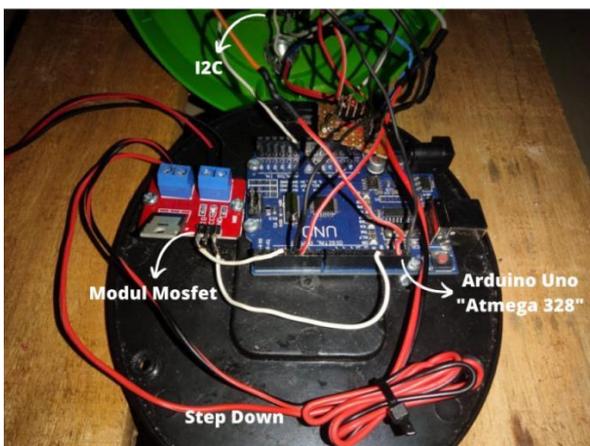
4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1. Implementasi Perangkat Keras

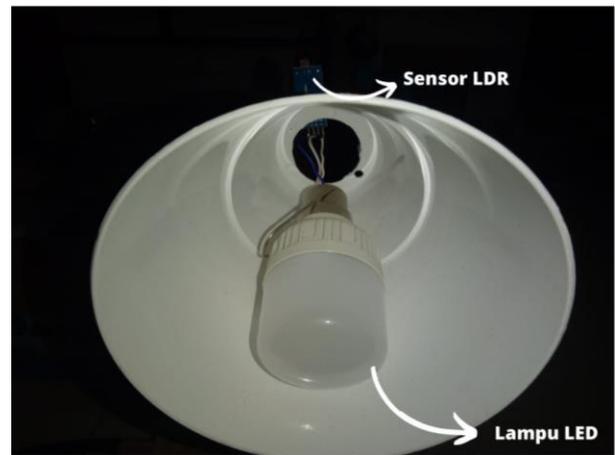
Perangkat keras yang dipakai sistem terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno, sensor Ultrasonik, sensor LDR, Lampu LED DC, Mosfet, Baterai Lithium 12V, LCD, I2C dan komponen pendukung lainnya. Implementasi perangkat keras pada sistem ini diperlihatkan gambar 4.1, 4.2, serta 4.3.



Gambar 4. 1 Lampu Belajar Tampak Depan



Gambar 4. 2 Lampu Belajar Tampak Dalam



Gambar 4. 3 Lampu Belajar Tampak Atas

Pada implementasi perangkat keras digunakan komponen sebagai berikut:

- Arduino Uno, digunakan sebagai mikrokontroler yang memproses seluruh kerja dari sistem otomatisasi lampu belajar
- Sensor Ultrasonik, digunakan untuk mendeteksi jarak terhadap user
- Sensor LDR, digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya sekitar ruangan
- Modul Mosfet, digunakan untuk menaikkan dan menurunkan tegangan pada lampu LED DC.
- Baterai Lithium 12V, digunakan sebagai suplai energi listrik ke sistem.
- LED DC, digunakan sebagai media lampu pada sistem.
- LCD I2C, digunakan untuk menampilkan informasi terhadap sistem otomatisasi.

4.2. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi Perangkat lunak pada sistem ini berupa program terhadap masing-masing perangkat keras yaitu Sensor Ultrasonik, Sensor LDR, Mosfet, dan LCD. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE. Proses ini akan menampilkan nilai jarak, intensitas cahaya, kontrol PID dan menampilkan notifikasi sistem di LCD.

jarak tidak sesuai, maka hanya angka jarak yang ditampilkan. Nilai *input* dan *output* cahaya tidak bisa ditampilkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian sistem otomatisasi lampu belajar sesuai prosedur kesehatan mata dan kecerahan ruangan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem deteksi jarak berhasil dibuat menggunakan sensor ultrasonic HYSR04 dengan persentase keberhasilan 99,828% dan berhasil memberikan notifikasi di LCD dengan persentase keberhasilan 100%
2. Sistem deteksi intensitas cahaya ruangan sekitar berhasil dibuat dengan menggunakan sensor LDR dengan pemetaan nilai LDR dan multimap pada *LightMeter* dengan *range* (selisih) sejumlah 2-3 (nilai).
3. Sistem berhasil melakukan pengontrolan intensitas cahaya pada output lampu LED mencapai setpoint dengan menggunakan metode kontrol PID. Dengan nilai parameter PID berikut : K_p (Kontrol Proporsional) = 5 , K_i (Kontrol Integral) = 0.0125 , K_d (Kontrol Derivatif) = 0.0125.
4. Sistem berhasil mengubah nilai PWM/ADC dengan multimap lux LDR dengan persentase keberhasilan 100%. Sebagai bentuk output nilai satuan pada Lampu Belajar.
5. Dari data responden yang didapatkan disimpulkan bahwa dengan menggunakan otomatisasi lampu belajar dapat membantu menjaga kesehatan mata terhadap jarak dan intensitas cahaya yang masuk. Dimana persentase dengan otomatisasi lampu belajar 70% dan tanpa otomatisasi lampu belajar 30%.

5.2. Saran

Dari hasil pengujian sistem otomatisasi lampu belajar sesuai prosedur kesehatan mata dan kecerahan ruangan, ada beberapa saran untuk pengembangan sistem ini sehingga mampu mengurangi kesalahan dan memperoleh data lebih akurat, yaitu :

1. Dapat dilakukan penambahan pada komponen tertentu seperti sensor cahaya BH1750 yang dapat mengeluarkan satuan *lux* secara langsung.

2. Dapat dilakukan pengembangan dengan menambahkan metode suara dalam pemrosesan nyala lampu.
3. Dapat dilakukan inovasi dengan penambahan fitur berupa music, alarm, dan kelebihan lainnya.

REFERENSI

- [1] Jaya, Hendra. Ramadhan, Mukhlis. 2018. Rancang Bangun Lampu Belajar Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino. Program Studi Teknik Komputer, STMIK Triguna Dharma
- [2] S. Zulaiha, Irwandi Rachman, Rara Marisdayana. 2018. Pencehayaan, Jarak Monitor, dan Paparan Monitor sebagai Faktor Keluhan Subjektif Computer Vision Syndrome (CVS). Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat. Volume 12, Issue 1, March 2018, pp. 38 ~ 44 ISSN: 1978 – 0575
- [3] Idrus, Irnawaty. Hamzah, Baharuddin. Mulyadi, Rosadi. 2016. Intensitas Pencehayaan Alami Ruang Kelas Sekolah Dasar di Kota Makassar. Program Doktor Ilmu Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin Makassar.
- [4] Iqbal. 2019. Sistem Kontrol Nyala Lampu Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Gerak Pada Ruang Belajar Berbasis Arduino. Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- [5] Kurniawan, Eddi. Suhery, Cucu. Triyanto, Dedi. 2013. Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler. Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura.
- [6] R.Pradana. 2017. Arduino Uno dan Pengaplikasiannya. https://eprints.utdi.ac.id/4940/3/3_143310018_BAB_II.pdf
Diakses 1 Februari 2023.
- [7] Toyib, R. 2019. Penggunaan Sensor Passive Infrared Receiver (PIR) Untuk Mendeteksi Gerak Berbasis Short Message Service Gateway. Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Bengkulu
- [8] Setiaji, F Dalu. Purnomo, Diestha Djati Purnomo. Susilo, Dedy. 2010. Modul Lampu LED yang Dicu oleh Sel Surya. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Satya Wacana.
- [9] Supatmi Sri. 2011. Pengaruh Sensor LDR Terhadap Pengontrolan Lampu. Jurusan Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia.

- [10] Azkha, Naila. 2022. Rancang Bangun Stand Laptop Multifungsi dalam meminimalisir Kelelahan dan Kerusakan Mata Pengguna. Skripsi. Jurusan Teknik Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.
- [11] Pujianto. Surya Wardhana, Aseptia. Sahrin, Alfin. Kusuma Dewi, Astrie. 2021. Rancang Bangun Penyimpanan Energi Listrik Pada Photovoltaic Menggunakan Baterai Lithium Untuk Aplikasi DC House. Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas.
- [12] Suhardi, Diding. 2014. Prototipe Controller Lampu Penerangan LED (Light Emitting Diode) Independent Bertenaga Surya. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Jl. Raya Tlogomas No 246 Malang.
- [13] Anwar, Satrio. Hasan, Hisnawati. Roni Wibowo, Nanang. Fauziah. 2020. Rancang Bangun Pembelajaran Praktikum Sensor Suhu dan Cahaya. Politeknik Bosowa.
- [14] D. Ardiansyah. 2019. Arduino IDE dan Implementasinya. Jurnal Skripsi Polsri.
<http://eprints.polsri.ac.id/10162/3/BAB%20II.pdf>
Diakses 1 Februari 2023
- [15] Jurnal Skripsi UTDI. 2021. I2C dan pengaplikasiannya.
https://eprints.utdi.ac.id/8946/3/3_173310020_BAB_II.pdf
Diakses 1 Februari 2023.
- [16] Setiawan, Iwan. Kontrol PID Untuk Proses Industri. 2008. Diterbitkan pertama kali oleh Penerbit PT Elex Media Komputindo. Dengan ISBN: 978-979-27-4100-1.
- [17] Sianipar, Rugun Gladys. 2017. Rancang Bangun Lampu Otomatis Menggunakan IC LM741 Menggunakan Sensor Cahaya Tipe Fotokonduktif. Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi Departemen Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara
- [18] Girsang, Zulkifli. Ritonga, Winsyahputra. 2018 Rancang Bangun Sistem Pengontrol Lampu Otomatis Berbasis Arduino Uno R3 dan Smartphone. Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan.
- [19] Dewi Hendrawati, Trisiani. Lesmana, Indra. 2016. Rancang Bangun Saklar Lampu Otomatis dan Monitoring Suhu Rumah Menggunakan VB. Net dan Arduino. Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Sukabumi Jl. Babakan Sirna No. 25 Kota Sukabumi, Indonesia
- [20] Abdullah, Sri Handayani. 2018. Intensitas Pencahayaan dan Tingkat Kelelahan Belajar Siswi Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Air Madidi Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal . Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado Indonesia.
- [21] Amin, Muhammad. Winiarti, Winti. Panzillion. 2019. Hubungan Pencahayaan Dengan Kelelahan Mata. Jurnal Kesmas. Universitas Muhammadiyah Bengkulu.
- [22] Sutono. 2014 Perancangan Sistem Aplikasi Otomatisasi Lampu Penerangan Menggunakan Sensor Gerak dan Sensor cahaya Berbasis Arduino Atmega 328. Program Studi Teknik Komputer– Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia.
- [23] Sari, Naning Noorhidayah. 2019. Hubungan Intensitas Pencahayaan dengan Kelelahan Mata Pada Pegawai Sekditjen Pembangunan dan Pemberdayaan masyarakat Desa di Kemendesa Jakarta Selatan. Universitas Binawan Jakarta.
- [24] Sjah, Lamtari Andreas. Syaifurrahman. Dedi Suryadi. 2021 Rancang Bangun Penerangan Otomatis Berdasarkan Gerak Tubuh Manusia. Fakultas Teknik Universitas Tanjung Pura.
- [25] Hersyah, M., Firdaus, F, & Nesya, H. 2018. Rancang Bangun Prototipe Sistem Otomatisasi Pengereman Elektromagnetik Berbasis Mikrokontroler Dengan Kontrol PID. JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering