

Rancang Bangun Sistem Alarm Anak Berbasis Arduino Menggunakan Sensor LDR dan RTC DS3231

Guritno Wulandoro Suryosaputro^{1*}, Alwi Sofyan Afandi², Nisa Aulia Ramadhani³, Andriyan Susetyo⁴, Rudi Susanto⁵

¹ Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
^{1*}240103132@mhs.udb.ac.id

² Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
²240103124@mhs.udb.ac.id

³ Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
³ 240103143@mhs.udb.ac.id

⁴ Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
⁴ 240103125@mhs.udb.ac.id

⁵ Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
⁵ rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Tidur yang cukup sangat penting bagi tumbuh kembang anak. Sistem ini bertujuan memberikan solusi yang sederhana, aman, dan hemat biaya bagi orang tua untuk membantu menciptakan rutinitas tidur yang teratur. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kebiasaan tidur anak berbasis sensor cahaya (LDR), mikrokontroler Arduino, dan modul waktu nyata (RTC DS3231). Sistem mendeteksi apakah lampu kamar anak masih menyala pada jam Jika lampu menyala mengikuti jam tidur anak mulai dari pukul 9 malam, dan Ketika lux berada pada angka diatas 500 lux maka system akan membunyikan buzzer sebagai alarm di kamar orang tua, sebagai peringatan. Informasi waktu dan kondisi cahaya juga ditampilkan pada layar LCD secara real-time.

Kata kunci— LDR, kebiasaan tidur anak, Arduino, pemantauan tidur, LCD.

Abstract— Adequate sleep is essential for children's growth and development. This system aims to provide a simple, safe, and cost-effective solution for parents to help create a regular sleep routine. This study developed a child sleep monitoring system based on a light sensor (LDR), Arduino microcontroller, and real-time module (RTC DS3231). The system detects whether the child's room lights are still on at If the lights are on following the child's bedtime starting from 9 pm, and When the lux is above 500 lux, the system will sound a buzzer as an alarm in the parent's room, as a warning. Information on time and light conditions is also displayed on the LCD screen in real time.

Keywords— LDR, child sleep habits, Arduino, sleep monitoring, LCD.

I. PENDAHULUAN

Proyek ini bertujuan untuk membantu orang tua memantau kebiasaan tidur anak pada malam hari. Sistem ini menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi apakah lampu kamar anak masih menyala setelah jam tertentu. Jika lampu menyala mengikuti jam tidur anak mulai dari pukul 21:00 WIB, dan Ketika lux berada pada angka diatas 500 lux maka system akan membunyikan buzzer sebagai alarm di kamar orang tua, menandakan bahwa anak kemungkinan belum tidur.

Penggunaan sensor LDR dalam berbagai sistem otomatisasi telah banyak diterapkan. Menurut [1], sensor LDR dapat digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya sekitar dan dikombinasikan dengan Arduino untuk mengendalikan perangkat secara otomatis sesuai perubahan cahaya lingkungan. Hal ini

diperkuat dalam [2], yang menyatakan bahwa LDR merupakan salah satu sensor cahaya yang mampu memberikan respon cepat terhadap perubahan intensitas cahaya dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan monitoring otomatis.

[3] menambahkan bahwa sistem otomatis dapat mengaktifkan atau mematikan perangkat seperti lampu tidur secara otomatis menggunakan sensor LDR, tanpa memerlukan intervensi manual. Sementara itu, [4] menjelaskan bahwa implementasi sistem otomatisasi dengan Arduino memungkinkan penghematan energi dan pengawasan terhadap lingkungan berdasarkan kondisi waktu dan cahaya.[5] menyebutkan bahwa mikrokontroler Arduino sangat efektif dalam mengendalikan logika sistem berbasis sensor, terutama dalam otomasi rumah. Hal ini diperjelas oleh [6], yang menyatakan bahwa

kombinasi antara RTC DS3231 dan sensor LDR memungkinkan sistem mengatur waktu hidup atau mati perangkat berdasarkan jam dan kondisi cahaya secara bersamaan.

Menurut [7], sensor LDR yang dikombinasikan dengan pengatur waktu dapat menciptakan sistem pencahayaan yang responsif terhadap perubahan waktu dan intensitas cahaya. Dalam konteks ini, [8] menjelaskan bahwa penggunaan RTC pada sistem otomatisasi berbasis Arduino memberikan keakuratan dalam pengaturan waktu perangkat.

Dalam pengembangan sistem berbasis monitoring lingkungan, [9] memanfaatkan LDR sebagai bagian dari sistem jemuran otomatis, membuktikan bahwa sensor ini efektif dalam mendeteksi perubahan cahaya yang signifikan untuk memicu suatu aksi. Demikian juga, [10] menyatakan bahwa penerapan sensor cahaya dalam sistem otomatisasi dapat memberikan kenyamanan, efisiensi, dan pengendalian perangkat yang presisi.

[11] memperlihatkan bahwa dalam sistem otomatis berbasis LDR dan RTC, lampu akan menyala jika nilai analog sensor melebihi 500 dan padam saat di bawah ambang tersebut, sehingga mekanisme kontrol menjadi lebih sederhana dan akurat. Selain itu, [12] menyoroti bahwa integrasi sensor cahaya dan modul RTC bekerja saling mendukung, menghasilkan sistem kontrol yang lebih efisien di lingkungan nyata

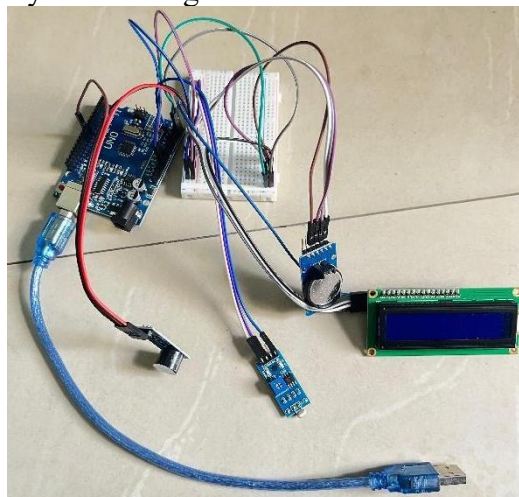
II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rekayasa sistem untuk merancang dan mengimplementasikan perangkat pemantau kebiasaan tidur anak berbasis Arduino. Fokus utama dari metodologi ini adalah bagaimana menggabungkan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) agar dapat bekerja secara otomatis berdasarkan parameter waktu dan intensitas cahaya. Pendekatan yang digunakan bersifat kuantitatif, di mana hasil pengujian sistem diukur menggunakan satuan lux dan waktu aktual untuk mengevaluasi performa sistem. Langkah-langkah penelitian dilakukan secara sistematis, meliputi analisis kebutuhan,

Desain, hingga tahap pengujian guna mengetahui efektivitas sistem yang dibangun.

A. Analisis Kebutuhan

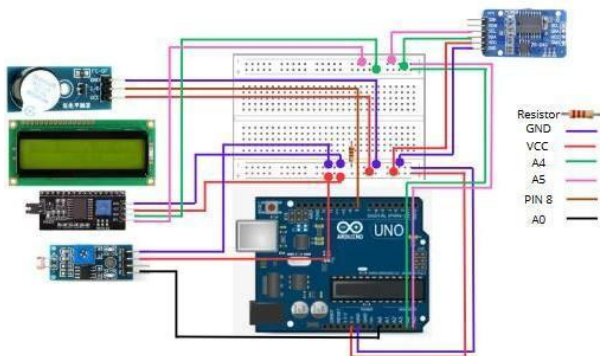
Langkah awal dalam proses perancangan sistem adalah melakukan analisis kebutuhan untuk menentukan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan. Komponen utama yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi Arduino UNO sebagai otak sistem, sensor LDR untuk membaca intensitas cahaya, modul RTC DS3231 untuk pencatatan waktu real-time, buzzer sebagai alat peringatan, dan LCD 16x2 untuk menampilkan informasi. Selain itu juga diperlukan resistor, breadboard, dan kabel jumper sebagai komponen pendukung dalam penyusunan rangkaian.



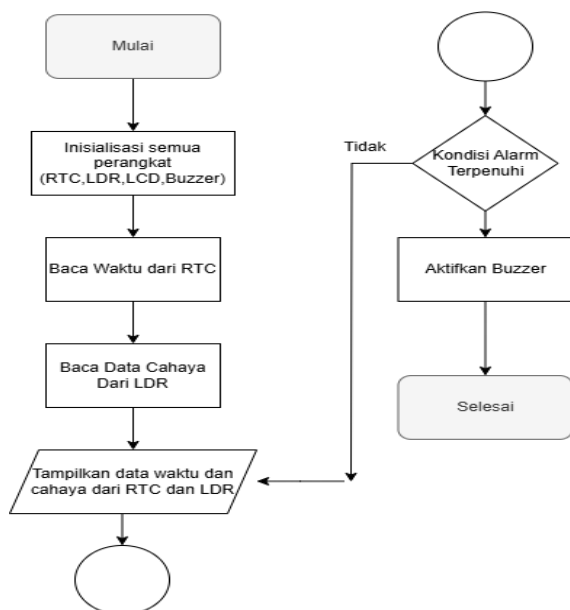
Gambar 1. Gambar Fisik dari LDR, RTC DS3231, Buzzer, Arduino Uno, LCD yang sudah dirangkai

B. Desain Sistem

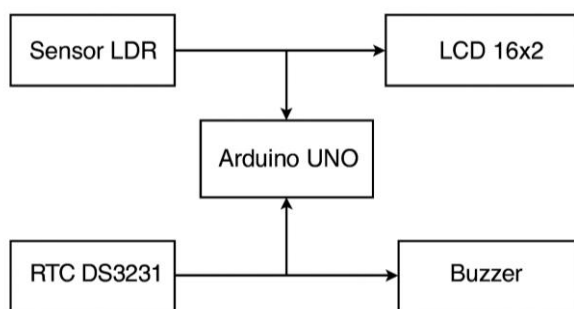
Desain sistem dilakukan dengan menggambarkan hubungan antar komponen dalam bentuk diagram blok dan skematik rangkaian. Sensor LDR disusun bersama resistor dalam konfigurasi pembagi tegangan, yang output-nya dihubungkan ke pin analog Arduino. RTC DS3231 terhubung melalui komunikasi I2C, sedangkan buzzer dan LCD dihubungkan ke pin digital melalui Bread Board. Arduino akan membaca data dari sensor LDR dan RTC secara berkala, kemudian memproses data tersebut untuk menentukan apakah buzzer perlu diaktifkan.



Gambar 2. Diagram pengkabelan alarm anak berbasis arduino menggunakan sensor LDR dan RTC DS3231



Gambar 3. Flowchart alarm anak berbasis arduino menggunakan sensor LDR dan RTC DS3231



Gambar 4. Diagram Blok alarm anak berbasis arduino menggunakan sensor LDR dan RTC DS3231

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian Hasil dan Pembahasan akan dijelaskan berbagai aspek meliputi dari Implementasi, Pengujian, dan Persamaan yang akan menjelaskan hasil pengujian Sistem Alarm Anak Berbasis Arduino Menggunakan Sensor LDR dan RTC DS3231.

A. Implementasi

Implementasi dimulai dengan merakit seluruh komponen di atas breadboard. Pemrograman Arduino dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C++. Program dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu inisialisasi perangkat (RTC, LCD, LDR, buzzer), pembacaan data sensor, pengolahan logika waktu dan lux, serta aksi pengendalian output. Program juga mencakup logika untuk menampilkan status cahaya (“TERANG” atau “GELAP”) pada LCD dan mengaktifkan buzzer bila syarat waktu dan intensitas cahaya terpenuhi.

Sistem dirancang untuk mendeteksi dua kondisi utama yang memicu aktivasi buzzer sebagai alarm peringatan. Pertama, apabila intensitas cahaya di kamar anak terdeteksi terlalu terang pada waktu tertentu, khususnya pada malam hari setelah pukul 21.00 WIB, sistem menganggap bahwa anak belum tidur atau lampu masih menyala, sehingga buzzer akan diaktifkan. Berikut akan dijelaskan secara bertahap kode untuk pengkalibrasi sensor, buzzer sampai dapat ditampilkan pada LCD.

1. Sistem membaca data dari sensor LDR melalui fungsi `analogRead()` dan mengalihkan nilainya dengan rumus :

$$1023 - \text{analogRead}(\text{LDR_PIN})$$

Tujuan pembalikan ini adalah untuk menyesuaikan bahwa semakin terang cahaya, semakin besar nilai hasil pembacaan. Hasil ini kemudian digunakan sebagai input untuk fungsi logika:

```
bool isCahayaTerang(int val) {
    return val >= LDR_THRESHOLD; }
```

2. Lalu pada kode fungsi di bagian ini akan mengkondisikan alarm yang hanya akan aktif ketika dua kondisi terpenuhi secara bersamaan:

waktu telah melewati jam yang ditentukan (“ALARM_START_HOUR”) dan cahaya ruangan terdeteksi dalam kondisi terang. Kombinasi kedua kondisi ini diolah dalam fungsi “`isAlarmAktif()`”, yang bertujuan memastikan alarm tidak aktif secara sembarangan, melainkan hanya pada saat

yang relevan. Berikut adalah kode fungsi Alarm:

```
bool isAlarmAktif(DateTime now, bool
terang) {
    return (now.hour() >=
ALARM_START_HOUR && terang);
}
```

3. Setelah selesai mengkalibrasi alarm langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mengkalibrasi buzzer. Buzzer bekerja sebagai alat peringatan utama yang akan menyala apabila alarm aktif. Sistem mengimplementasikan logika debounce sederhana menggunakan pengukuran waktu (millis()) untuk mencegah perubahan status buzzer yang terlalu sering akibat gangguan sesaat. Buzzer menyala dalam logika aktif LOW, dan fungsi updateBuzzer() memastikan perubahan status hanya terjadi jika benar-benar diperlukan. Berikut adalah kode fungsi untuk Buzzer:

```
void updateBuzzer(bool aktif) {
    unsigned long now = millis();
    if (aktif != buzzerState && (now -
buzzerLastChange) > buzzerDebounce) {
        buzzerState = aktif;
        digitalWrite(BUZZER_PIN, aktif ?
LOW : HIGH);
        buzzerLastChange = now;
    }
}
```

4. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi waktu saat ini, status alarm (ON/OFF), nilai sensor cahaya (LUX), dan status lingkungan (TRG/GLP). Fungsi “updateLCD()” bertugas memperbarui isi tampilan setiap detik. Berikut adalah kode fungsi LCD:

```
lcd.print(formatTime(now)); // Format:
hh:mm:ss
lcd.print(" ALM:");
lcd.print(alarmOn ? "ON " : "OFF");
```

5. Untuk keperluan debugging, kode fungsi ini diterapkan untuk menampilkan informasi sistem yang dicetak ke Serial

Monitor melalui fungsi “debugSerial()”. Berikut adalah kode Fungsi untuk keperluan debugging:

```
Serial.print(" | Cahaya: ");
Serial.print(terang ? "TERANG" :
"GELAP");
```

B. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi keandalan sistem dalam mendeteksi intensitas cahaya dan mengaktifkan buzzer pada waktu yang telah ditentukan. Tahapan pengujian dilakukan dengan skenario sebagai berikut:

1. Persiapan Lokasi

Sensor LDR ditempatkan di kamar anak, diarahkan ke sumber cahaya utama (lampu kamar), sementara buzzer diletakkan di kamar orang tua.

2. Kondisi Uji

Pengujian dilakukan dalam dua kondisi utama:

- Kondisi terang (lampu menyala penuh).
- Kondisi gelap (lampu mati) pengujian dilakukan secara berkala dari pukul 21.00 WIB hingga 23.30 WIB setiap 15 menit.

3. Pengamatan Parameter

Parameter yang diamati meliputi:

- Nilai intensitas cahaya (lux) dari sensor LDR.
- Status waktu dari RTC DS3231.
- Kondisi alarm: ON (buzzer aktif) atau OFF (buzzer tidak aktif).

4. Kriteria Keberhasilan

Sistem dianggap berhasil jika buzzer aktif (ON) saat nilai lux > 500 dan waktu ≥ 21.00 WIB. Jika nilai lux ≤ 500, buzzer tidak akan aktif (OFF).

5. Metode Dokumentasi

Seluruh data yang diperoleh dicatat dalam tabel yang mencakup waktu, nilai lux, status pencahayaan, dan status alarm. Data ini digunakan dalam analisis pada bagian hasil dan pembahasan.

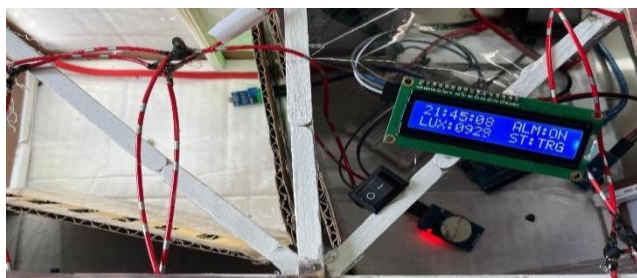
Perbedaan nilai lux pada setiap waktu menunjukkan bahwa sistem mampu membaca perubahan cahaya secara real-time. Contohnya, pada pukul 21:45 WIB dan 22:00

WIB, nilai lux berada di atas 800, sehingga buzzer aktif. Namun, saat nilai lux turun di bawah 500 pada pukul 22:30 WIB dan seterusnya, buzzer otomatis dinonaktifkan. Hal ini membuktikan bahwa ambang batas lux yang ditentukan telah tepat dalam membedakan kondisi terang dan gelap.

Tabel berikut menyajikan hasil pengujian sistem dalam berbagai kondisi pencahayaan kamar anak pada rentang waktu antara pukul 21.00 hingga 23.30 WIB. Data menunjukkan hubungan antara nilai lux, status pencahayaan, dan aktivasi alarm.

Tabel 1. Pengujian Alarm pada kamar Anak

Jam	Keterangan Sensor		
	LUX	Kondisi	Parameter
21:15 WIB	165	gelap	OFF
21:30 WIB	300	gelap	OFF
21:45 WIB	986	terang	ON
22:00 WIB	820	terang	ON
22:15 WIB	410	gelap	OFF
22:30 WIB	335	gelap	OFF
22:45 WIB	335	gelap	OFF
23:00 WIB	294	gelap	OFF
23:15 WIB	283	gelap	OFF
23:30 WIB	197	gelap	OFF



Gambar 5. Menampilkan hasil pengujian yang menyatakan pukul 21:45 dengan status TRG(terang)

C. Persamaan

Sistem yang dikembangkan menggunakan sejumlah logika matematis yang dapat dijelaskan melalui beberapa persamaan utama. Persamaan ini mencakup perhitungan waktu dari modul RTC, logika tampilan pada LCD, dan kondisi aktivasi alarm buzzer berdasarkan waktu dan intensitas cahaya.

Tegangan pada Pembagi LDR (1)

$$V_{out} = V_{in} \frac{R}{R+R_{LDR}} \quad (1)$$

D. Tinjauan Pustaka

Penggunaan sensor cahaya seperti Light

Dependent Resistor (LDR) dalam sistem otomatisasi telah menjadi pendekatan umum dalam berbagai penelitian. Sensor ini mampu membaca intensitas cahaya dan memberikan sinyal analog ke mikrokontroler untuk menentukan kondisi pencahayaan lingkungan [1], [2]. Sistem ini dapat diimplementasikan dalam berbagai bentuk otomasi, termasuk pengawasan dan pengendalian cahaya di lingkungan domestik [4], [5].

Dalam sistem otomatisasi yang mempertimbangkan waktu operasional, penggunaan Real Time Clock (RTC) DS3231 menjadi krusial untuk memberikan presisi dalam pengaturan waktu aktif dan nonaktif perangkat [6], [8]. Kombinasi antara sensor LDR dan RTC terbukti meningkatkan efisiensi sistem, karena pengendalian tidak hanya berdasarkan kondisi cahaya tetapi juga waktu aktual [7], [11].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nilai ambang batas intensitas cahaya sebesar 500 lux sering digunakan sebagai parameter pemicu dalam sistem otomatisasi berbasis LDR [3], [11]. Dalam konteks ini, sistem akan aktif atau memberikan respon seperti menyalakan alarm jika nilai lux melebihi ambang tersebut setelah waktu tertentu.

Sistem yang mengintegrasikan sensor secara bersamaan, seperti LDR dengan RTC, menghasilkan efisiensi energi yang signifikan dan memungkinkan pengendalian yang lebih akurat [9], [10], [12].

Hasil pengujian yang disajikan dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kondisi pencahayaan kamar secara akurat dan memberikan respon sesuai logika yang telah ditentukan. Pada pukul 21:15 WIB, saat intensitas cahaya hanya 240 lux, sistem menilai kondisi sebagai gelap dan buzzer tidak diaktifkan. Sebaliknya, pada pukul 21:45 dan 22:00 WIB, ketika nilai lux masing-masing mencapai 986 dan 820, sistem mengenali kondisi terang dan secara otomatis mengaktifkan buzzer. Setelah pukul 22:30 WIB, nilai lux kembali menurun di bawah

ambang batas 500, dan buzzer tidak aktif.

Hasil ini konsisten dengan studi sebelumnya yang menyatakan bahwa sensor LDR mampu merespons perubahan cahaya dengan cepat dan akurat dalam sistem otomatisasi [1], [2]. Kemampuan sistem dalam membedakan kondisi terang dan gelap, serta menyesuaikannya dengan waktu tidur anak, juga diperkuat oleh penggunaan RTC DS3231 yang memungkinkan sistem mengenali waktu secara presisi [6], [8]. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa sistem berbasis mikrokontroler Arduino efektif dalam mengendalikan logika dan aktuator berdasarkan input sensor secara real-time [5], [7].

Keberhasilan sistem dalam mengaktifkan buzzer hanya saat kondisi terpenuhi, yakni cahaya terang (lux lebih dari 500 LUX) dan waktu tidur (diatas jam 21:00 WIB) membuktikan bahwa integrasi sensor cahaya dan modul waktu dapat digunakan secara efektif untuk pengawasan otomatis berbasis perilaku harian [3], [4]. Dengan demikian, hasil pengujian ini mendukung literatur terdahulu yang menyarankan kombinasi LDR dan RTC sebagai solusi praktis dalam otomasi rumah berbasis Arduino [5], [6], [9], [10], [11], [12].

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem alarm anak berbasis Arduino dengan integrasi sensor LDR dan modul waktu nyata RTC DS3231. Sistem terbukti mampu mendeteksi intensitas cahaya dalam kamar anak secara real-time dan memicu alarm berupa buzzer di kamar orang tua apabila kondisi terang terdeteksi setelah pukul 21:00 WIB. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi dengan akurat, dengan ambang batas 500 lux sebagai parameter kritis, sesuai dengan konfigurasi waktu tidur anak.

Selain menampilkan data intensitas cahaya dan waktu pada LCD 16x2, sistem ini juga dapat dikembangkan untuk menyimpan data secara terstruktur dan dikirim ke

perangkat eksternal untuk monitoring lebih lanjut. Keandalan sistem diperoleh melalui proses kalibrasi dan pengujian intensif pada berbagai kondisi pencahayaan.

Dengan pendekatan ini, sistem memberikan solusi yang hemat energi, ramah pengguna, dan mampu membantu orang tua dalam menciptakan kebiasaan tidur yang sehat dan teratur bagi anak. Tujuan dari penelitian ini dapat dikatakan tercapai secara menyeluruh, dan membuka peluang pengembangan sistem serupa dengan tambahan sensor gerak atau integrasi ke aplikasi seluler untuk pemantauan yang lebih komprehensif.

REFERENSI

- [1] Ihsanto, E., & Dawud, M. (2016). *Sistem monitoring lampu penerangan jalan umum menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor LDR dengan notifikasi SMS*. Jurnal Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.
- [2] Syukron, A. A., & Elviyanti, I. L. (2021). *Pembuatan sensor cahaya dengan memanfaatkan LED dan LDR berbasis Arduino Uno*. Jurnal Komputer Sains dan Teknologi, 3(1), 45-50.
- [3] Susanta, M. H. (2024). *Lampu tidur otomatis menggunakan sensor LDR berbasis Arduino Uno*. Jurnal Teknik Komputer dan Informatika, 5(1), 20-25.
- [4] Rahman, R. A., Nur, R. A., & Fatmawati, N. (2024). *Penerapan kendali sistem otomatis pada lampu halaman asrama menggunakan Arduino*. JATI: Jurnal Aplikasi Teknik dan Inovasi, 4(2), 56-62.
- [5] Isra, H., & Hendra, R. (2021). *Prototype lampu rumah otomatis menggunakan sensor LDR berbasis mikrokontroler*. Jurnal Elektronika dan Komputer, 2(1), 10-15.
- [6] Prakoso, K. D., Wibowo, S., & Ristiyani, E. (2020). *Rancang bangun lampu teras otomatis menggunakan LDR dan RTC DS3231 berbasis Arduino*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Semarang.
- [7] Puspita, P. N., & Haryati, R. (2022). *Perancangan lampu otomatis menggunakan sensor cahaya dan timer berbasis Arduino Uno*. JUTECH: Jurnal Teknologi dan Komputer, 7(2), 12-18.
- [8] Fatimah, D. D. S. (2017). *Perancangan pengendali lampu rumah otomatis berbasis Arduino Nano*. Jurnal Algoritma, 14(1), 22-28.
- [9] Hendrian, Y., Gunawan, F., & Saragih, R. A. (2020). *Jemuran otomatis menggunakan sensor LDR, sensor hujan, dan sensor kelembaban berbasis Arduino Uno*. Jurnal Teknologi dan Komputer, 7(2), 30-36.
- [10] Alamsyah, N., & Ramdani, Y. (2022). *Lampu otomatis menggunakan sensor cahaya berbasis Arduino Uno*. Formosa Journal of Applied Sciences, 1(2), 14-19.
- [11] K. D. Prakoso, M. T. Prasetyo, A. H. Saptadi, dan L. Muntasiroh, "Rancang bangun lampu teras otomatis menggunakan Light Dependent Resistor (LDR) dan Real Time Clock (RTC) DS3231 berbasis Arduino Uno," in Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Semarang, 2020
- [12] A. Rahim, "Rancang bangun auto control penerangan jalan umum (PJU) dengan menggunakan Real Time Clock & Light Dependent Resistor mikrokontroler di Pondok Pesantren Nurul Jadid," COREAI: J. Kecerdasan Buatan, Komputasi dan Teknologi Informasi, 2022.