

Rancang Bangun Prototipe Alat Pengukur Intensitas Cahaya Digital Berbasis Sensor Light Dependent Resistor dengan Arduino Uno

Efraim Jonathan Lolowang^{1*}, Bill Ryan Lucas, Marianus¹, Jeane Verra Tumangkeng, Ishak Pawarangan

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Manado, Jl. Kampus Unima, Tonsaru, Kec. Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara 95618

²Program Studi Fisika, Universitas Negeri Manado, Jl. Kampus Unima, Tonsaru, Kec. Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara 95618

*E-mail: 22505017@unima.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pengukur intensitas cahaya berbasis sensor Light Dependent Resistor (LDR) dan Arduino Uno yang mampu menampilkan hasil pengukuran secara real-time. Alat ini dirancang sebagai solusi alternatif untuk mengukur intensitas cahaya secara digital dengan efektif. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tiga tahapan yakni perancangan alat, pembuatan alat dan uji coba dengan cara menguji alat terhadap berbagai tingkat pencahayaan. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui tingkat akurasi dan konsistensi alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat mampu memberikan hasil yang baik dan responsive dan mampu mendeteksi perubahan intensitas Cahaya dari lima kondisi berbeda. Dengan pengembangan lanjutan dan kalibrasi yang lebih baik, alat ini berpotensi digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem otomatisasi, pertanian, dan pendidikan.

Kata kunci: arduino uno, intensitas cahaya, light dependent resistor

Abstract. This research aims to develop a light intensity measuring device based on Light Dependent Resistor (LDR) sensor and Arduino Uno that is able to display real-time measurement results. This tool is designed as an alternative solution to measure light intensity digitally effectively. The research method used is Research and Development (R&D) with three stages, namely tool design, tool making and testing by testing the tool against various lighting levels. The data obtained was analyzed to determine the level of accuracy and consistency of the tool. The results showed that the tool was able to provide good and responsive results and was able to detect changes in light intensity from five different conditions. With further development and better calibration, this tool has the potential to be used in various applications such as automation systems, agriculture, and education.

Keywords: arduino uno, light intensity, light dependent resistor

1. Pendahuluan

Cahaya merupakan bentuk dari gelombang elektromagnetik yang dapat dilihat oleh mata manusia. Sinar berwarna putih yang biasa terlihat (dapat disebut cahaya tampak atau *visible light*) terdiri dari semua komponen warna dari spektrum cahaya. Spektrum cahaya terbagi berdasarkan atas *range* atau batasan wilayah dari panjang gelombang. Panjang gelombang inilah yang diinterpretasikan oleh otak manusia sebagai warna [1]. Cahaya merupakan energi berbentuk gelombang yang merupakan energi radian. Suatu sumber cahaya atau *light sources* memancarkan energi, sebagian dari energi ini akan diubah menjadi cahaya tampak atau *visible light*. Perambatan cahaya di ruang bebas atau di ruang vakum dilakukan oleh gelombang elektromagnetik [2].

Intensitas cahaya merupakan besaran penting dalam berbagai aplikasi, mulai dari penerangan ruang kerja hingga sistem otomatisasi cerdas [3]. Pengukuran intensitas cahaya yang akurat sangat dibutuhkan untuk menjamin kenyamanan visual, efisiensi energi, serta keamanan pengguna. Pengukuran intensitas cahaya memiliki peran penting di kehidupan manusia dalam berbagai bidang untuk memastikan kenyamanan, keamanan dan efisiensi suatu pekerjaan [4]. Dalam penerangan ruangan, tingkat cahaya yang optimal dapat mendukung produktivitas dan kesehatan mata, terutama di lingkungan kerja dan dalam dunia pendidikan [5]. Pada sektor pertanian, pencahayaan yang ideal sangat amat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal [6].

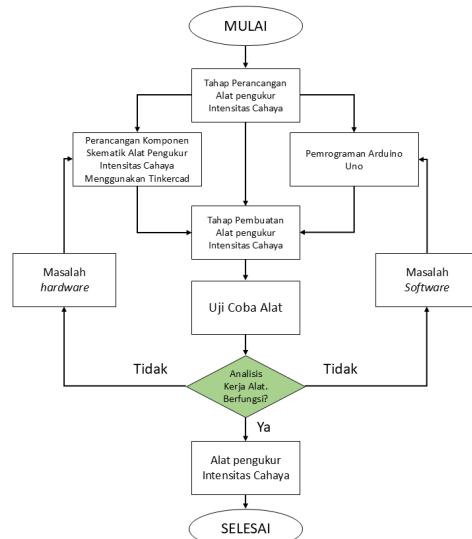
Pengukuran intensitas cahaya secara umum dilakukan dengan mendekripsi besaran energi foton yang mengenai permukaan detektor per satuan luas. Prinsip dasar ini memanfaatkan karakteristik material yang peka terhadap radiasi elektromagnetik pada spektrum kasat mata, di mana perubahan sifat fisika material (seperti konduktivitas atau resistansi) berbanding lurus dengan jumlah foton yang diserap. Fenomena fotolistrik inilah yang menjadi landasan operasional berbagai sensor cahaya modern. Sebagai alternatif, sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) yang dipadukan dengan mikrokontroler Arduino Uno menawarkan solusi sederhana untuk diimplementasikan. Sensor LDR bekerja dengan prinsip perubahan resistansi berdasarkan intensitas cahaya yang diterima, sedangkan Arduino Uno menyediakan antarmuka ADC (*Analog-to-Digital Converter*) untuk membaca dan memproses sinyal analog menjadi nilai digital [7,8]. Sensor LDR adalah yaitu sensor yang nilai resistansinya akan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya [9]. Perancangan sistem ini menggunakan alat kontrol yang mudah digunakan serta tidak rumit untuk diaplikasikan. Perangkat kontrol tersebut diantaranya adalah sebuah perangkat sensor cahaya penerima variabel, *tinkercad* sebagai *software* perancangan alat, dan Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) sebagai penerima sekaligus pemberi perintah. Prototipe yang diusulkan, dihasilkan setelah melalui tahap pengembangan sistem yang terdiri atas definisi kebutuhan terkait kebutuhan alat yang diperlukan, penggambaran sistem, perencanaan dan pembuatan sketsa menjadi satu kesatuan yang dapat menjalankan perintah sesuai dengan konfigurasi komponen *hardware* dan *software* dari sistem [10].

Beberapa penelitian terdahulu telah berhasil merancang sistem otomatisasi lampu dan alat ukur cahaya sederhana menggunakan Arduino Uno. Faktor-faktor tertentu juga mempengaruhi keberhasilan prototipe, seperti alat rancang bangun lux meter berbasis sensor TSL256 yang melaporkan bahwa alat lux meter dapat bekerja dengan baik apabila faktor-faktor seperti posisi *flashlight* yang tepat mengenai sensor dan juga kestabilan *flashlight* dapat dijaga dengan baik [11] dan prototipe alat ukur intensitas cahaya berbasis Arduino Leonardo dan melaporkan bahwa alat ukur intensitas cahaya dengan menggunakan sensor LDR sebagai sensor cahaya dapat digunakan mengukur intensitas cahaya di dalam ruangan [12].

Berdasarkan permasalahan kebutuhan visualisasi intensitas cahaya secara digital tersebut, penelitian ini bertujuan (1) merancang dan merakit prototipe alat pengukur intensitas cahaya berbasis sensor LDR dan Arduino Uno, (2) menguji akurasi serta responsivitas prototipe terhadap variasi intensitas cahaya, dan (3) mengevaluasi kemudahan kalibrasi dan penggunaannya. Diharapkan, alat hasil rancang bangun ini tidak hanya menyediakan alternatif portabel bagi praktikum fisika, tetapi juga dapat diterapkan pada sistem otomatisasi penerangan di berbagai skala, sehingga mendukung pengembangan teknologi pembelajaran dan efisiensi energi.

2. Metode

Penelitian dan pengembangan prototipe yang diusulkan dalam riset ini dilakukan dengan metode *Research and Development* (R&D). Metode R&D adalah sebuah pendekatan dalam penelitian tiap perseorangan atau kelompok tertentu yang tujuannya untuk mendapatkan suatu produk dan menguji kegunaan dari produk tersebut [13,14]. Metode R&D terdiri dari 3 tahapan yaitu perencanaan, pembuatan, dan pengujian. Diagram alir dari penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 1.



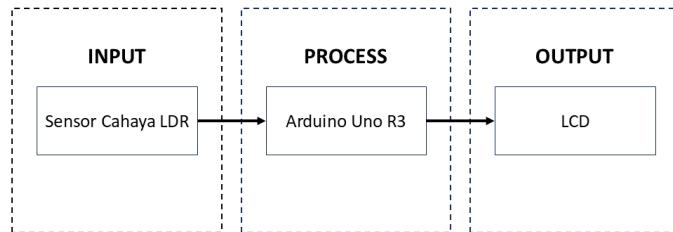
Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Alat Pengukur Intensitas Cahaya

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 1, dan metode yang digunakan maka terdapat 3 tahapan utama yakni perancangan, pembuatan atau perangkaian alat, dan pengujian alat. Tahapan pertama adalah perencanaan/perancangan alat, pada tahap ini dilakukan penyusunan skema blok alat berdasarkan kebutuhan fungsi setiap komponen. Selanjutnya, pada tahap 2 dilakukan perangkaian *hardware* dan *software* menjadi terintegrasi sehingga membentuk alat. Akhirnya, pada tahap ketiga dilakukan pengujian kerja alat. Diagram blok alat pengukur intensitas cahaya ditunjukkan pada Gambar 2.

Desain perancangan perangkat meliputi penentuan pin-pin Arduino yang terhubung ke sensor dan serta perencanaan alur program untuk pengolahan data dari kedua sensor tersebut. Desain perancangan alat digambarkan secara skematis dengan *software* penunjang seperti *Tinkercad*.

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan alat. Pada tahap ini dilakukan perakitan seluruh komponen yang telah direncanakan. Arduino Uno, sensor LDR, dan LCD *LiquidCrystal 16x2* kemudian dirangkai pada *breadboard* sesuai dengan kebutuhan skema blok yang akan dirancang. Setelah perangkat tersusun secara fisik, dilakukan pemrograman Arduino Uno menggunakan bahasa

C/C++ pada *software* Arduino IDE. Program tersebut bertugas mengolah sinyal masukan dari sensor LDR untuk menghitung intensitas cahaya. Data yang telah diperoleh akan ditampilkan pada LCD 16×2. Proses pemrograman ini juga mencakup pengaturan ambang batas sensor dan kalibrasi awal agar pembacaan sensor optimal.



Gambar 2. Diagram blok rencana alat pengukur intensitas cahaya

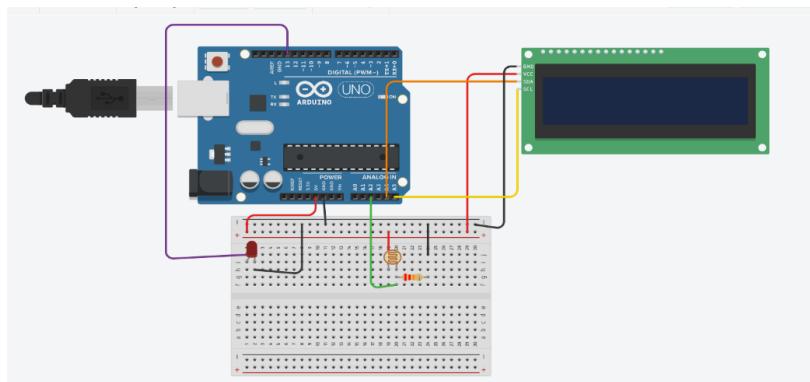
Pada tahap pengujian, sensor LDR diuji untuk mengevaluasi akurasi pembacaan intensitas cahaya. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan intensitas cahaya dari sumber tertentu, kemudian membandingkan nilai yang telah ditampilkan pada LCD dengan kondisi pencahayaan aktual. Kalibrasi awal dilakukan agar pembacaan sensor sesuai dengan perubahan intensitas yang dihasilkan, misalnya menggunakan senter atau cahaya alami yang dikontrol.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian dalam rancang bangun alat pengukur intensitas cahaya dijelaskan dengan tahapan-tahapan R&D yaitu perancangan, pembuatan, dan pengujian.

3. 1. Perancangan/Perencanaan Alat

Tahap perancangan menggunakan Tinkercad dan telah menghasilkan desain alat pengukur intensitas cahaya yang dirancang secara skematis. Desain alat secara skematis dapat dilihat pada Gambar 3.

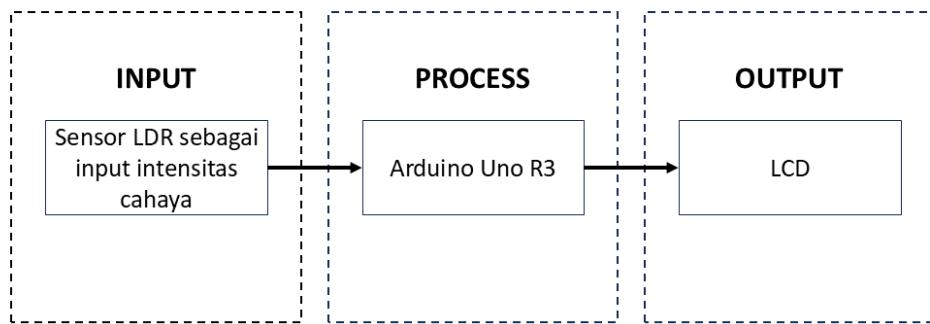


Gambar 3. Gambar skema rangkaian alat pengukur intensitas cahaya

Komponen-komponen dari alat pengukur intensitas cahaya terdiri dari baterai sebagai sumber tegangan alat, Arduino Uno R3 sebagai pengendali utama alat, LED sebagai indikator alat untuk kalibrasi awal, Sensor LDR sebagai sensor yang mengukur intensitas cahaya, LCD *Display* (*LiquidCrystal 16x2*) yang digunakan untuk menampilkan luaran daripada alat, dan *breadboard* sebagai papan sirkuit elektronik. Dalam perancangan alat, komponen-komponen yang dihubungkan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- 3.1.1 *Sensor Light Dependent Resistor*: Output terhubung dengan Pin A0 pada arduino uno; VCC terhubung dengan Pin 5 V pada arduino uno; dan GND terhubung dengan Pin GND pada arduino uno.
- 3.1.2 *LCD Display (LiquidCrystal I2C)*: VSS terhubung dengan Pin 5 V ke arduino uno; VDD terhubung dengan Pin GND arduino uno; SDA terhubung dengan Pin A4 pada arduino uno; dan SCL terhubung ke Pin A5 pada arduino uno.

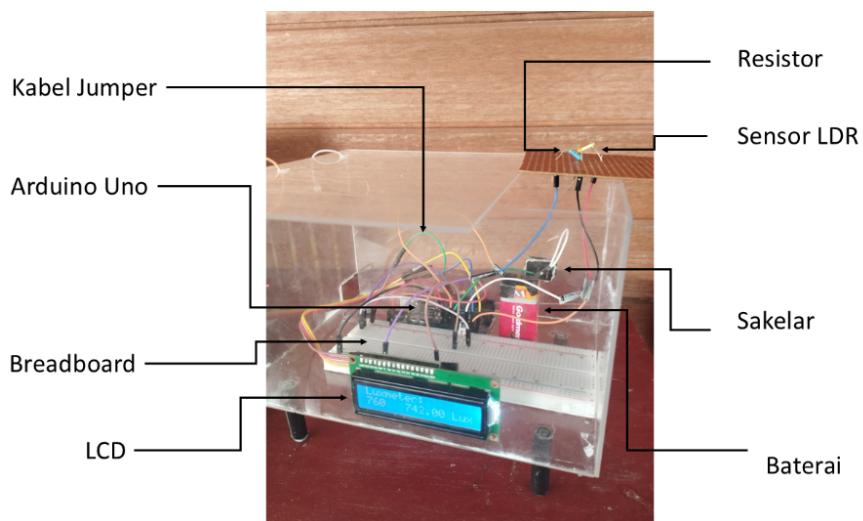
Selanjutnya, diagram blok kerja alat yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram blok rencana kerja alat mengunakkan sensor LDR

3. 2. Pembuatan Alat

Setelah didapatkan perencanaan alat, maka masuk ke tahapan pembuatan alat. Pada tahapan ini, dilakukan perakitan dengan komponen-komponen yang diperlukan. Alat pengukur intensitas Cahaya yang telah selesai dirancang dan dibangun serta bagian-bagian komponen alat lainnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. keseluruhan alat pengukur intensitas cahaya

Gambar 5 menunjukkan keseluruhan tampilan alat yang berisi rangkaian Arduino, baterai, LCD *Display*, Sensor serta komponen pelengkap lainnya. Alat pengukur intensitas Cahaya berhasil dirancang dan dibangun dengan menggunakan kombinasi mikrokontroller Arduino Uno R3 dan Sensor *Light Dependent Resistor*. Alat ini dirancang untuk mendeteksi perubahan intensitas Cahaya secara *real-time*. Untuk alasan menjaga keamanan serta kestabilan rangkaian elektronik, semua

komponen dipasang pada sebuah breadboard dan ditempatkan di dalam pelindung akrilik transparan. Sistem ini dihidupkan melalui sakelar yang menghubungkan sumber listrik dari baterai.

3. 3. Pengujian Alat

Setelah alat pengukur intensitas Cahaya berhasil dirancang, selanjutnya dilakukan serangkaian uji coba untuk memperoleh data terkait kinerja alat. Hasil perhitungan akan menentukan proses kalibrasi untuk memastikan alat bekerja dengan baik dan akurat.

Hasil data pengukuran pengujian alat yang diperoleh dari sensor LDR merupakan hasil pengukuran dengan 5 kondisi pencahayaan yang berbeda dengan interval waktu 3 menit tiap pengukuran dan pengukuran berlangsung selama 30 menit sehingga setiap siklus pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali. Pengukuran dilakukan pada kondisi pencahayaan di pagi hari, siang hari dan sore hari serta tidak terkena sinar matahari langsung. Pengukuran juga dilakukan di dalam ruangan dengan pencahayaan dari sebuah lampu bohlam 20 watt. Data pengukuran intensitas cahaya dari alat ukur intensitas cahaya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai hasil pengukuran intensitas cahaya dengan 5 kondisi pencahayaan yang berbeda

No.	Nilai Intensitas Cahaya (Lux)				
	Ruang terang	Ruang Gelap	Pagi	Siang	Sore
1	573	4	940	962	652
2	573	4	942	963	631
3	573	4	942	963	600
4	574	4	940	962	543
5	574	4	940	965	450
6	574	4	938	963	292
7	576	4	937	965	192
8	576	4	974	964	105
9	574	4	976	964	49
10	574	4	980	962	13

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi variasi intensitas cahaya dengan nilai luaran yang sama dan sesuai dengan aplikasi *Lux Light Meter Pro* yang dikembangkan oleh Doggo Apps. Intensitas cahaya tertinggi tercatat pada pagi dan siang hari, mencapai lebih dari 960 lux, sedangkan intensitas terendah terjadi pada sore hari menjelang malam dan dalam ruang gelap, masing-masing turun hingga 13 lux dan 4 lux. Hal ini menunjukkan bahwa alat berhasil membedakan perubahan tingkat pencahayaan secara real-time, yang merupakan indikator keberhasilan fungsional alat.

Jika dibandingkan dengan standar pencahayaan dalam ruangan menurut SNI 03-6197-2000, ruang terang dengan nilai sekitar 573–576 lux telah berada dalam kisaran standar pencahayaan untuk aktivitas kerja umum, yaitu 300–750 lux. Ini berarti bahwa alat yang dikembangkan tidak hanya dapat mengukur intensitas secara kuantitatif, tetapi juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kelayakan pencahayaan suatu ruangan berdasarkan acuan standar nasional. Sebaliknya, nilai 4 lux dalam ruang gelap secara signifikan berada di bawah standar minimum pencahayaan untuk aktivitas visual apapun, yang menunjukkan bahwa alat juga mampu mendeteksi kondisi yang tidak layak secara pencahayaan.

Dalam teori fisika, hasil ini mendukung prinsip dasar bahwa intensitas cahaya menurun secara eksponensial terhadap waktu pada sore menjelang malam hari [15], serta dipengaruhi oleh kondisi atmosfer seperti mendung atau cerah [16]. Hal ini terlihat dari hasil pengukuran pagi hari yang lebih tinggi meskipun matahari belum berada di puncak, dibandingkan dengan siang hari yang mendung.

Artinya, alat ini tidak hanya mendeteksi perubahan waktu, tetapi juga bersifat sensitif terhadap perubahan kondisi langit, yang menunjukkan responsifitas sensor LDR terhadap cahaya alami.

Implikasi dari temuan hasil pengukuran memperlihatkan bahwa alat yang dikembangkan berpotensi diimplementasikan dalam sistem pencahayaan adaptif, seperti *smart lighting* atau sistem otomatisasi pencahayaan di sekolah, rumah, dan ruang kerja. Selain itu, dari perspektif pendidikan, *prototipe* ini dapat dijadikan media pembelajaran interaktif untuk memperkenalkan konsep sensor, intensitas cahaya, dan otomatisasi kepada siswa dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Pendekatan STEM berarti mengintegrasikan keempat bidang ini agar siswa tidak hanya memahami konsep fisika secara teori, tetapi juga mampu menerapkannya dalam konteks dunia nyata, menggunakan teknologi, merancang solusi, dan menganalisis data secara matematis [17,18].

4. Simpulan

Alat pengukur intensitas cahaya digital berbasis sensor LDR dengan Arduino Uno telah berhasil dibuat dan telah mampu mendeteksi variasi tingkat pencahayaan. Alat menunjukkan kinerja dengan akurasi 100% dibandingkan dengan sensor cahaya digital lainnya yang digunakan sebagai parameter uji. Intensitas tertinggi tercatat pada pagi dan siang hari (lebih dari 960 lux) dan terendah pada sore menjelang malam serta ruang gelap (hingga 4 lux). Hasil ini sejalan dengan prinsip fisika terkait penurunan intensitas cahaya dan pengaruh kondisi atmosfer. Keberhasilan alat dalam membedakan kondisi pencahayaan tidak hanya membuktikan keandalan teknis, tetapi juga menunjukkan potensi implementasi dalam sistem pencahayaan adaptif serta media pembelajaran interaktif berbasis pendekatan STEM. STEM menekankan pembelajaran yang praktis dan berbasis proyek, sehingga siswa dapat menerapkan pengetahuan mereka dalam pemecahan masalah yang nyata. Alat ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi praktis dalam evaluasi pencahayaan serta sebagai sarana edukatif yang aplikatif di lingkungan akademis dan non akademis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan dalam penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih yang tulus juga disampaikan kepada orang tua penulis dari lubuk hati yang terdalam atas doa dan dukungan moril yang diberikan selama proses penyelesaian penelitian ini. Tidak lupa, penulis mengapresiasi kepada teman-teman pendidikan fisika unima angkatan 22.

Daftar Pustaka

- [1] Halliday D, Resnick R and Walker J 2013 *Fundamental of Physics [10th Edition]* (John Wiley & Sons)
- [2] Marpaung R R, Mulyaningsih N N and Sapundani R 2022 Tingkat Akurasi Aplikasi Smart Lux Meter Sebagai Solusi Percobaan Mandiri Pada Pembelajaran Jarak Jauh *J. Pendidik. Fis.* **11** 1–5
- [3] Putri S I and Sudarti S 2022 Analisis Intensitas Cahaya di Dalam Ruangan dengan Menggunakan Aplikasi Smart Luxmeter Berbasis Android *J. Mater. dan Pembelajaran Fis.* **12** 51–5
- [4] Guntur B and Putro G M 2017 Analisis Intensitas Cahaya Pada Area Produksi Terhadap

Keselamatan Dan Kenyamanan Kerja Sesuai Dengan Standar Pencahayaan *OPSI* **10** 115–24

- [5] Hasmah S, Munir R, Djayus D and Putri E R 2024 Analisis Persebaran Intensitas Penerangan Di Laboratorium Balai Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Samarinda Berdasarkan PERMANKER No. 5 Tahun 2018 Menggunakan Metode Mapping *Progress. Phys. J.* **5** 334–42
- [6] Putri A S, Yushardi Y and Supeno 2021 Pengaruh Spektrum Dan Intensitas Cahaya LED Terhadap Pertumbuhan Tanaman Microgreens Pakcoy *ORBITA. J. Has. Kajian, Inovasi, dan Apl. Pendidik. Fis.* **7** 423–33
- [7] Cahyono B E, Dwi Utami I, Puji Lestari N and Shabrina Oktaviani N 2019 Karakterisasi Sensor LDR dan Aplikasinya pada Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Arduino UNO *J. Teor. dan Apl. Fis.* **7** 179–86
- [8] Putri S I and Sudarti S 2022 Analisis Intensitas Cahaya di Dalam Ruangan dengan Menggunakan Aplikasi Smart Luxmeter Berbasis Android *J. Mater. dan Pembelajaran Fis.* **12** 51–5
- [9] Isra H, Arisandi D and Indra Z 2021 Prototype Lampu Rumah Otomatis Menggunakan Sensor LDR Berbasis Mikrokontroler *JEKIN - J. Tek. Inform.* **1** 50–67
- [10] Andriyan M, Harijanto A and Prastowo S A B 2021 Rancang Bangun Alat Praktikum Penentuan Indeks Bias Zat Cair Berbantuan Arduino dan Sensor Jarak HC-SR04 *J. Pendidik. Fis. Undiksha* **11** 19–25
- [11] Sugistoro I, Firnanda R, Huda M S and Kisyarangga A H 2023 Rancang Bangun Lux Meter Berbasis Sensor TSL2561 *J. Renew. Energy, Electron. Control* **03** 46–51
- [12] Manik S, Muslimin A M and Subgan A A 2020 Perancangan Alat Ukur Intensitas Cahaya Berbasis Arduino Leonardo Menggunakan Sensor Ldr (Light Dependent Resistor). *J. Nat.* **16** 1–13
- [13] Judijanto L 2024 *Metodologi Research And Development (Teori dan Penerapan Metodologi RnD)* ed Sepriano and Efitra (PT. Sonpedia Publishing Indonesia)
- [14] Mesra R, Salem V E T, Goretti M, Polii M, Daniel Y, Santie A, Made N, Wisudariani R, Sarwandi R P, Sari R, Yulianti A, Nasar Y, Yenita D, Putu N and Santiani L 2023 *Research & Development Dalam Pendidikan* (Mifandi Mandiri Digital)
- [15] Tipler P A and Mosca G 2008 Physics for Scientists and Engineers Sixth Edition *W. H. Free. Co.*
- [16] Duffie J A and Beckman W A 2013 *Solar engineering of thermal processes* (john Wiley & Sons)
- [17] Islamiah M and Fahturrahmaniah 2024 Praktikalitas Pembelajaran STEM dengan Arduino dan Sensor HX- 711 pada Materi Impuls Berbasis Website *JagoMIPA J. Pendidik. Mat. dan IPA* **4** 707–17
- [18] Andriani S, Sohibun and Azra A 2022 Rancang bangun lift sederhana berbasis STEM (science technology, engineering, and mathematics) pada konsep hukum newton *J. Pendidik. Indones.* **3** 1–8