

## MONITORING CAHAYA, SUARA, SUHU, DAN KELEMBABAN PADA RUANG PEMBELAJARAN BERBASIS MIKROKONTROLER

Monitoring Light, Sound, Temperature, and Humidity in Microcontroller-Based Learning Rooms

**Tri Novi Widya Selviani, Unggul Wahyono**

Program Studi Pendidikan Fisika/Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan/ Universitas Tadulako, Palu, Indonesia  
e-mail: [trinoviwidyaselviani@gmail.com](mailto:trinoviwidyaselviani@gmail.com)

### Kata Kunci

Alat Ukur  
Cahaya  
Suara  
Suhu  
Kelembaban  
Mikrokontroler

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat alat ukur cahaya, suara, suhu, dan kelembaban pada ruang pembelajaran berbasis mikrokontroler yang diintegrasikan menjadi satu. Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan atau dikenal R&D (Research and Development) yang mengacu pada model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap Analisis (Analysis), Design (Desain), Development (Perkembangan), Implementation (Implementasi). Alat ukur ini dibuat menggunakan modul Arduino ESP32 yang diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman pada Arduino. Setelah dilakukan validasi dan revisi, produk yang telah dikembangkan diujicobakan. Instrumen yang digunakan adalah angket dengan skala likert yang ditunjukkan kepada ahli media dan guru Fisika. Berdasarkan analisis data menunjukkan bahwa, validasi ahli media skor rata-rata kualitas alat adalah 3,93 dengan kategori "Sangat Baik", respon guru SMAN 2 Palu menunjukkan skor rata-rata 3,87 dengan kategori "Sangat Baik" dan 4,00 dengan kategori "Sangat Baik", SMAN 4 Palu menunjukkan skor rata-rata 3,06 dengan kategori "Baik" dan 3,37 dengan kategori "Sangat Baik", SMAN 7 Palu menunjukkan skor rata-rata 3,75 dengan kategori "Sangat Baik" dan 3,87 dengan kategori "Sangat Baik". Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ukur yang telah dikembangkan layak untuk digunakan.

### Keywords

Measuring  
Instrument Light  
Sound  
Temperature  
Humidity  
Microcontroller

### Abstract

The purpose of this research is to make a measuring instrument for light, sound, temperature, and humidity in a learning room based on a microcontroller that is integrated into one. This research is a type of research and development or known as R&D (Research and Development) which refers to the ADDIE development model which includes the Analysis, Design, Development, Implementation stages. This measuring instrument is made using the Arduino ESP32 module which is programmed using the Arduino programming language. After validation and revision, the product that has been developed is tested. The instrument used was a questionnaire with a Likert scale which was shown to media experts and physics teachers. Based on data analysis shows that, media expert validation the average score of tool quality is 3.93 with the "Very Good" category, the teacher's response at SMAN 2 Palu shows an average score of 3.87 in the "Very Good" category and 4.00 with "Very Good" category, SMAN 4 Palu showed an average score of 3.06 in the "Good" category and 3.37 in the "Very Good" category, SMAN 7 Palu showed an average score of 3.75 in the "Very Good" category and 3.87 with the category "Very Good". Based on the results of the study indicate that the measuring instrument that has been developed is feasible to use.

©2022 The Author  
p-ISSN 2338-3240  
e-ISSN 2580-5924

Received 23 November 2022; Accepted 15 December 2022; Available Online 31 December 2022

\*Corresponding Author: [trinoviwidyaselviani@gmail.com](mailto:trinoviwidyaselviani@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Proses belajar mengajar di ruang kelas peserta didik membutuhkan tempat atau ruang kelas yang nyaman agar dapat berkonsentrasi pada pembelajaran yang sedang dipelajarinya [1]. Kenyamanan ruangan belajar sangatlah penting untuk menunjang proses belajar-mengajar, agar dapat meningkatkan prestasi siswa dalam pendidikan [2]. Konsentrasi peserta didik didalam ruang kelas sering terganggu, dari berbagai faktor, misalkan pencahayaan di ruang kelas terlalu redup maupun terlalu terang, suhu di ruang kelas terlalu dingin maupun panas, dan suara bising yang ramai berasal dari sekitar ruang pembelajaran. Atas dasar ini maka sekolah mengevaluasi kualitas kenyamanan pada ruang kelas sehingga dapat memberikan kenyamanan yang baik agar tidak ditinggalkan dan mampu bersaing dengan lembaga pendidikan lainnya [3].

Kenyamanan terdiri atas kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan psikis yaitu kenyamanan kejiwaan (rasa aman, tenang, gembira, dll) yang terukur secara subyektif. Sedangkan kenyamanan fisik dapat diukur secara obyektif, yang meliputi kenyamanan spasial, visual, auditorial dan termal [4]. Berdasarkan KepMenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang persyaratan kesehatan perumahan. Jadi, standar minimum pencahayaan untuk ruang kelas berkisar antara 120 Lux - 250 Lux. Untuk kenyamanan suhu berkisar 18°C - 30°C sedangkan kelembaban yang nyaman yaitu 40% - 70%. Untuk tingkat kebisingan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No.48 Tahun 1996 pada ruang kelas berkisar 30 dBA - 40 dBA.

Seiring dengan perkembangan zaman, ilmu pengetahuan dan teknologi semakin canggih dan mendukung tercipta teknologi-teknologi baru agar membuat segala sesuatu yang dilakukan menjadi lebih mudah yang dapat bekerja secara otomatis dan memiliki ketelitian tinggi dengan adanya bantuan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya, dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya [5]. Arduino IDE sebagai wadah untuk melakukan pemrograman dalam bentuk bahasa C dan juga berguna untuk mendesain fungsi-fungsi yang akan dituangkan kedalam perangkat keras yang memudahkan input dan output [6]. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan software yang terintegrasi yang digunakan untuk membuat program dan memasukkan

kedalam board arduino [7]. Salah satu jenis mikrokontroler ialah espresif 32 atau yang biasa disebut ESP32 merupakan development board tingkat pemula mikrokontroler ini menawarkan solusi jaringan WiFi yang mandiri sebagai jembatan dari mikrokontroler yang ada ke jaringan WiFi [8].

Selain hal itu, perkembangan internet pada saat ini adalah perkembangan *Internet of Things* dimana setiap obyek fisik dapat terhubung dengan internet [9]. Konsep Internet of Things yaitu memantau sistem secara langsung melalui internet atau secara online [10]. Sistem IoT berfungsi dengan mengumpulkan data-data yang dihasilkan oleh masing-masing benda yang terhubung ke internet untuk dapat diolah dan dianalisis menjadi informasi yang berguna, sehingga nantinya dapat digunakan untuk mengontrol dan memonitor benda tersebut [11].

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini diantaranya, penelitian yang dilakukan oleh Parma et al., (2018), telah membuat alat pendeteksi kenyamanan kelas dengan sensor 3 in 1 (cahaya, suhu dan suara) beserta aksi control (lampu, ac, dan alarm). Penelitian ini bertujuan memberikan efek kenyamanan di ruang kelas dengan dilengkapi sensor LDR, LM35, dan kondensator berbasis arduino mega 2560 [12].

Penelitian yang dilakukan Qirom et al., (2019), telah membuat sistem informasi kondisi ruangan kelas menggunakan arduino uno berbasis android. Hasil alat dari penelitian ini yaitu mampu menunjukkan atau menampilkan data suhu, kelembaban dan kecerahan ruangan ke android dan LED Dot MATRIX P10 [13].

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan alat untuk mengukur cahaya, suara, suhu, dan kelembaban pada ruang pembelajaran berbasis mikrokontroler yang diintegrasikan menjadi satu.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini adalah R&D (Research and Development) dengan menggunakan tahapan-tahapan model pengembangan ADDIE, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*.

#### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di SMPN 2 Palu, SMP Bala Keselamatan Palu, SMAN 2 Palu, SMAN 4 Palu, dan SMAN 7 Palu. Penelitian dilakukan

dari tahap analysis sampai selesai yaitu dalam jangka waktu 6 bulan.

**Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ESP32, LDR, GYMAX 4466, DHT11, Resistor, Papan PCB, Power bank, Kabel Jumper, Kabel Micro USB, dan Casing Plastik.

**Subjek Penelitian**

Subjek penelitian ini adalah guru fisika yang merupakan informan dalam penelitian ini. Subjek penelitian dalam penelitian ini dipilih dengan teknik purposive sampling.

**Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah angket yang memuat sejumlah pernyataan yang harus dijawab subjek penelitian. Penelitian ini menggunakan angket tertutup.

**Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian yang digunakan adalah angket. Instrumen diberikan guru fisika sebagai respondennya. Angket diberikan dengan jenis skala likert 1 sampai 4. Ketentuan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kategori Skala Likert Penilaian Produk

Kategori	Skor
Sangat Baik (SB)	4
Baik (B)	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

**Teknik Analisis Data**

1) Data kualitatif yang diperoleh dari angket diubah menjadi kuantitatif. Mean digunakan untuk mencari nilai rata-rata dari skor total jawaban yang diberikan oleh responden yang tersusun dalam distribusi data. rumus untuk menghitung nilai rata-rata, sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \tag{1}$$

Atau

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \tag{2}$$

2) Hasil perhitungan di dalam bentuk rata-rata (Mean) diinterpretasikan dalam bentuk kualitatif dengan ketentuan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kriteria Kategori Penilaian Produk

Interval Skor	Kategori
---------------	----------

$3,25 < \bar{x} \leq 4,00$	SB (Sangat Baik)
$2,50 < \bar{x} \leq 3,25$	B (Baik)
$1,75 < \bar{x} \leq 2,50$	K (Kurang)
$1,00 \leq \bar{x} \leq 1,75$	SK (Sangat Kurang)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian**

Produk yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gbr.1** Produk yang dihasilkan

Hasil uji alat berbasis mikrokontroler dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3.** SMPN 2 Palu

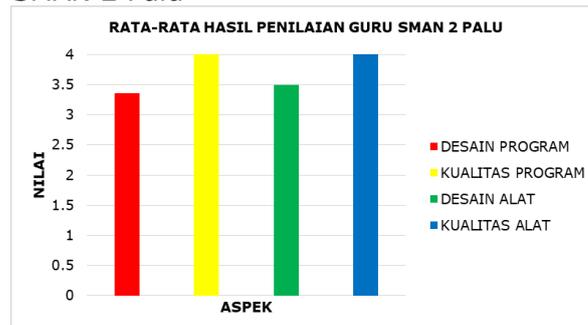
Cahaya (Lux)	Suara (dB)	Temperatur (°C)	Kelembaban Udara (%)
130,03	73,41	30,00	72,93

**Tabel 4.** SMP Bala Keselamatan Palu

Cahaya (Lux)	Suara (dB)	Temperatur (°C)	Kelembaban Udara (%)
426,68	46,68	28,00	82,43

Aspek yang dinilai oleh guru meliputi aspek penampilan kualitas alat yang meliputi desain program, kualitas program, desain alat, dan kualitas alat dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.

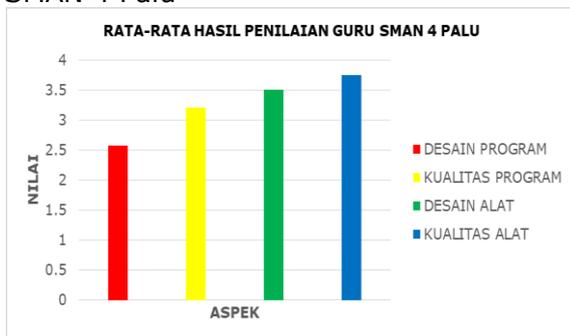
a. Penilaian Kualitas Alat Oleh Guru Fisika SMAN 2 Palu



**Gbr. 2** Diagram Penilaian Kualitas Alat Oleh Guru SMAN 2 Palu

Hasil penilaian seluruh aspek alat ukur oleh dua orang guru mata pelajaran fisika sekolah SMAN 2 Palu pada tanggal 28 Juli 2022, Untuk penilaian oleh guru pertama, hasil penilaian terhadap aspek desain program kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 3,83, aspek kualitas program kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00, aspek desain alat kategori baik (B) dengan nilai rata-rata 3,00, aspek kualitas alat kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00. Untuk penilaian oleh guru kedua, hasil penilaian terhadap aspek desain program kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00, aspek kualitas program kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00, aspek desain alat kategori baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00, aspek kualitas alat kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00.

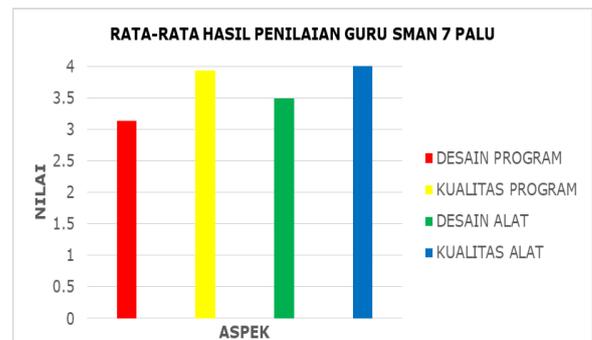
b. Penilaian Kualitas Alat Oleh Guru Fisika SMAN 4 Palu



Gbr. 3 Diagram Penilaian Kualitas Alat Oleh Guru SMAN 4 Palu

Hasil penilaian seluruh aspek alat ukur oleh dua orang guru mata pelajaran fisika sekolah SMAN 4 Palu pada tanggal 29 Juli 2022, Untuk penilaian oleh guru pertama, hasil penilaian terhadap aspek desain program kategori baik (B) dengan nilai rata-rata 3,00, aspek kualitas program kategori baik (B) dengan nilai rata-rata 3,00, aspek desain alat kategori baik (B) dengan nilai rata-rata 3,00, aspek kualitas alat kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 3,50. Untuk penilaian oleh guru kedua, hasil penilaian terhadap aspek desain program kategori baik (B) dengan nilai rata-rata 3,00, aspek kualitas program kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 3,42, aspek desain alat kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00, aspek kualitas alat kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00.

c. Penilaian Kualitas Alat Oleh Guru Fisika SMAN 7 Palu



Gbr. 4 Diagram Penilaian Kualitas Alat Oleh Guru SMAN 7 Palu

Hasil penilaian seluruh aspek alat ukur oleh dua orang guru mata pelajaran fisika sekolah SMAN 7 Palu pada tanggal 29 Juli 2022, Untuk penilaian oleh guru pertama, hasil penilaian terhadap aspek desain program kategori sangat baik (B) dengan nilai rata-rata 3,50, aspek kualitas program kategori sangat baik (B) dengan nilai rata-rata 4,00, aspek desain alat kategori baik (B) dengan nilai rata-rata 3,00, aspek kualitas alat kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00. Untuk penilaian oleh guru kedua, hasil penilaian terhadap aspek desain program kategori sangat baik (B) dengan nilai rata-rata 3,83, aspek kualitas program kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 3,85, aspek desain alat kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00, aspek kualitas alat kategori sangat baik (SB) dengan nilai rata-rata 4,00.

Pembahasan

Pembahasan

Alat yang dihasilkan pada penelitian ini berbasis mikrokontroler dan menggunakan beberapa sensor diantaranya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang nilai hambatannya dipengaruhi oleh cahaya yang diterima olehnya [14]. Untuk mendeteksi suara sebagai input digunakan *sound sensor*. Komponen yang termasuk dalam sensor suara yaitu electric condenser microphone atau mic condenser. ECM (*Electric Condenser Microphone*) adalah microphone yang terbuat dari lempeng konduktor tipis membentuk sebuah kapasitor yang dapat berubah-ubah nilai kapasitansnya sesuai dengan suara yang diterima [15]. Sensor DHT11 adalah sebuah sensor digital yang di gunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara [16]. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik dan memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Rentang jarak pengukuran oleh sensor DHT11 untuk kelembaban adalah 20 -

90% RH sedangkan untuk rentang pengukuran suhu adalah 0 - 50°C [17].

Tahap awal pengembangan alat ini yakni membuat rancangan awal mengenai produk. Selanjutnya melakukan riset dari komponen-komponen yang akan digunakan agar berfungsi seperti yang diharapkan. Saat komponen sudah teriset maka menyusun alat ukur sesuai dengan rancangan awal. Dimulai dengan merancang bagian mekanik alat agar semua sensor berfungsi dengan baik, seperti bagaimana bentuk papan PCB yang akan digunakan agar skematik layout rangkaian berfungsi dengan baik dan bagaimana tata letak sensor dan komponen-komponen yang lain agar berfungsi dengan baik. Hal ini dilakukan karena bentuk mekanik alat yang akan dibuat sangat berpengaruh terhadap ketepatan alat ukur.

Tahap selanjutnya, jika mekaniknya sudah jadi yakni menyusun elektronika, tahap ini juga perlu diperhatikan baik-baik agar skematik layout rangkaian dan sensor-sensor bisa berfungsi dengan baik, bagaimana keterhubungan sensor dengan aplikasi Blynk IoT dan dengan mikrokontroler yang digunakan (ESP32). Setelah alat ukur sudah tersusun dengan baik tahap selanjutnya adalah pemrograman. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman pada aplikasi Arduino. Hasil pengukuran akan otomatis ditampilkan pada smartphone melalui aplikasi Blynk yang telah di program. Smartphone merupakan telepon pintar yang memiliki kemampuan komputer dan dikategorikan sebagai ponsel kelas atas [18].

Blynk dirancang dengan tujuan dapat mengontrol hardware dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, visual dan melakukan banyak hal canggih lainnya [19]. Dari aplikasi inilah dapat monitoring apapun dari jarak jauh dimanapun berada dengan catatan terhubung dengan internet. Hal inilah disebut dengan IoT /Internet of Things [20]. Monitoring sebagai cara mengkaji suatu kegiatan apakah berjalan sesuai yang direncanakan, adakah masalah yang ditimbulkan atau cara kerja yang sudah sesuai pola yang ditentukan. Jika terdapat masalah yang timbul dapat segera diatasi, tujuannya untuk memperoleh kemajuan [21].

Dari hasil uji alat dan kalibrasi dengan alat pembanding lainnya di dua tempat yang berbeda, di peroleh nilai menggunakan alat pengukur cahaya, suara, suhu dan kelembaban berbasis mikrokontroler untuk nilai cahaya 130,03 lux, nilai kebisingan 73,41 dB, nilai suhu 30,00°C, nilai kelembaban 72,93% dan nilai cahaya 426,68 lux, nilai kebisingan 46,68 dB, nilai suhu 28,00°C, nilai kelembaban 82,43%

sedangkan menggunakan alat manual untuk nilai cahaya 130 lux, nilai kebisingan 73,4 dB, nilai suhu 30,0°C, nilai kelembaban 72% dan nilai cahaya 426 lux, nilai kebisingan 46,6 dB, nilai suhu 28,0°C, nilai kelembaban 82%. Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa pengukuran menggunakan alat ukur berbasis mikrokontroler ini sudah sesuai dengan alat ukur lainnya.

Hasil pengukuran dari kedua sekolah yang dilakukan yaitu pada suara dan kelembaban belum memenuhi syarat tingkat kenyamanan. Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan. Sumber penyebab kebisingan berdasarkan letaknya dibedakan menjadi dua, yaitu: sumber bising interior yaitu sumber bising yang bersumber dari manusia dan bising outdoor yaitu sumber bising yang berasal dari lalu lintas, transportasi, dan lain-lain diluar ruangan [22]. Kelembaban relatif/nisbi (RH) merupakan perbandingan antara kelembaban mutlak (absolut) dengan kapasitas udara untuk menampung uap air. Kelembaban relatif/nisbi (RH) dapat dituliskan dalam persen (%). RH akan lebih kecil bila suhu udara meningkat, sebaliknya RH makin tinggi bila suhu udara rendah [23].

Hasil pengukuran suhu kedua sekolah memenuhi syarat tingkat kenyamanan. Suhu ruangan belajar yang terlalu panas atau dingin dapat menimbulkan gangguan [24]. Hasil pengukuran untuk cahaya di SMPN 2 Palu memenuhi tingkat kenyamanan sedangkan SMP Bala Keselamatan belum memenuhi tingkat kenyamanan. Besarnya intensitas cahaya ini perlu diketahui karena biasanya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup [25] Pencahayaan merupakan aspek penting dalam kehidupan, misalkan memaksimalkan fungsi ruang bahkan mampu meningkatkan minat dan fokus bagi pengguna ruang [26].

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data menunjukkan bahwa, validasi ahli media skor rata-rata kualitas alat adalah 3,93 dengan kategori "Sangat Baik", respon guru SMAN 2 Palu menunjukkan skor rata-rata 3,87 dengan kategori "Sangat Baik" dan 4,00 dengan kategori "Sangat Baik", SMAN 4 Palu menunjukkan skor rata-rata 3,06 dengan kategori "Baik" dan 3,37 dengan kategori "Sangat Baik", SMAN 7 Palu menunjukkan skor rata-rata 3,75 dengan kategori "Sangat Baik" dan 3,87 dengan kategori "Sangat Baik". Berdasarkan hasil penilaian dari ahli media dan

guru fisika telah menunjukkan bahwa alat ukur yang telah dikembangkan layak untuk digunakan meskipun masih terdapat beberapa kelemahan.

Diharapkan adanya penelitian selanjutnya dalam mengembangkan kualitas alat agar tidak hanya dapat mengukur cahaya, suara, suhu dan kelembaban udara saja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryadi, U. T., & Saraswati, S, "Sistem Cerdas Pemantau Kenyamanan Ruang Kelas Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Metode K-Means Pada Platform Thingspeak", *Jurnal Teknologi dan Komunikasi STMIK Subang*, 13(1), 70–81, 2020.
- [2] Gunawan, & Ananda, F, "Sekolah Menengah Umum", *Jurnal Inovtek Polbeng*, 7(2), 2017.
- [3] Fadhli, M, "Manajemen Peningkatan Mutu Pendidikan", *Jurnal Studi Manajemen Pendidikan*, 1(2), 215, 2017.
- [4] Sarinda, A., Sudarti, Subiki, & Program, M, "Analisis Perubahan Suhu Ruang terhadap Kenyamanan Termal di Gedung 3 FKIP Universitas Jember 1", *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(3), 305–311, 2017.
- [5] Abizar Rachman, Zainal Arifin, S. M, "Sistem Pengendali Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things ( IoT ) Menggunakan Air Conditioner ( AC ) dan NodeMCU V3 ESP82", *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi* 5(1), 19–23, 2020.
- [6] Rustandi, A, "Monitoring Arus dan Daya Listrik dengan Sistem Notifikasi dari Smartphone pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (Iot)", Universitas Komputer Indonesia, 2020.
- [7] Bahari, W. P., & Sugiharto, A, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet of Things (IoT)", *Jurnal Eprints.Uty.Ac.Id*, 1, 1–9, 2019.
- [8] Kusumah, H., & Pradana, R. A, "Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler dan Internet of Things Berbasis Esp32 pada Mata Kuliah Interfacing", *Journal CERITA*, 5(2), 120–134, 2019.
- [9] Samsugi, S., Ardiansyah, & Kastutara, D, "Internet Of Things (IoT): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino dan Modul Wifi Esp8266", *Jurnal Prosiding Seminar Nasional ReTII*, 295–303, 2018.
- [10] Hudan, Ivan Safril, R. T, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things ( IoT )", *Jurnal Teknik ELEKTRO*, 08(01), 91–99, 2019.
- [11] Hilmansyah, Utomo, R. M., Saputra, A. W., & Alif, R. F, "Rancang Bangun Wireless Battery Monitoring System Berbasis Esp32. Rancang Bangun Wireless Battery Monitoring System Berbasis Esp32", *Jurnal SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan*, 194–199, 2020.
- [12] Parma, D. F., Desriyanti, D., & Muhsin, M, "Alat Pendeteksi Kenyamanan Kelas dengan Sensor 3 in 1 (Cahaya, Suhu dan Suara) Beserta Aksi Kontrol (Lampu, Ac dan Alarm)" *Jurnal Komputek*, 2(1), 26, 2018.
- [13] Qirom, Q., Niam, B., & Sungkar, M, "Sistem Informasi Kondisi Ruangan Kelas Menggunakan Arduino Uno Berbasis Android", *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 8(2), 41–46, 2019.
- [14] Manik, S., Muslimin, A. M., & Subgan, A. A, "Perancangan Alat Ukur Intensitas Cahaya Berbasis Arduino Leonardo Menggunakan Sensor Ldr (Light Dependent Resistor)", *Jurnal Natural*, 16(1), 1–13, 2020.
- [15] Rezki, D, "Rancang Bangun Alat Ukur Tingkat Kebisingan Suara dengan Sound Sensor Mic Berbasis Arduino", In *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota* (Vol. 1, Issue 3), 2017.
- [16] Ginting Nuraini, K, "Monitoring Suhu dan Kelembapan Menggunakan Sensor Dht11 Berbasis Telegram Pada Screenhouse", Universitas Sumatera Utara, 2020.
- [17] Hafiz, A., Fardian, & Rahman, A, "Rancang Bangun Prototipe Pengukuran dan Pemantauan Suhu, Kelembaban Serta Cahaya Secara Otomatis Berbasis IoT pada Rumah Jamur Merang", *Jurnal Online Teknik Elektro*, 2(3), 51–57, 2017.
- [18] Sadikin, N., Sari, M., & Sanjaya, B, "Smarthome Using Android Smartphone, Arduino Uno Microcontroller and Relay Module", *Journal of Physics: Conference Series*, 1361(1), 2019.
- [19] Supegina, F., & Setiawan, E, "Rancang Bangun IoT Temperature Controller untuk Enclosure BTS Berbasis Microcontroller Wemos dan Android", *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(2), 145–150, 2017.
- [20] Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifita Junfithrana, "Aplikasi Smart Home Node Mcu IoT untuk Blynk", *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7, 2021.
- [21] Riyanto, J., Nurlaila, F., Haerudin, H., & Jarastino, B. T, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Ruang Kelas Berbasis Internet of Things pada Universitas Pamulang", *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(4), 483. 18, 2021.
- [22] Dinyanti, S, "Aplikasi Multisensor SLM (Sound Level Meter) Disertai Sistem Data Logger Berbasis Arduino Uno Sebagai Alat Ukur Kebisingan dalam Ruangan", *Digital Repository Universitas Jember*, 2021.
- [23] Handoko, *Klimatologi Dasar: Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-unsur Iklim*. Bogor: IPB Press, 2017.
- [24] Putri, I., Nurfajriyani, I., & Fadilatussaniatun, Q, "Pengaruh Suhu Ruangan Kelas Terhadap Konsentrasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Biologi Semester VII (B)", *BIO EDUCATIO: (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1), 11–15, 2020.
- [25] Fakhri, I, "Alat Ukur Tingkat Intensitas Cahaya di dalam Ruangan dengan menggunakan Sensor LDR Berbasis Arduino Uno R-3", Universitas Sumatera Utara, 2017.
- [26] Suwarlan, S. A, "Evaluasi Kenyamanan Visual pada Pencahayaan Ruang Kelas Melalui Simulasi Komputasi Arsitektur Digital", *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 5(2), 165, 2021.