

Desain Sistem Monitoring Suhu Berbasis Arduino sebagai Media Pembelajaran Fisika

Riskawati ^{1*}, Amelia Puspita Melati ², Nur Fadillah Thahir ³, Jesika Nock M ⁴,
lin Padliani ⁵, Widya Winarti ⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Universitas Negeri Makassar, Indonesia

* riskawati@unm.ac.id

Abstrak

Pemantauan suhu merupakan aspek krusial dalam berbagai bidang, mulai dari rumah tangga, laboratorium, hingga aplikasi industri, di mana kestabilan suhu sangat memengaruhi proses dan hasil kerja. Namun, banyak sistem pemantauan suhu yang tersedia masih memiliki keterbatasan dari segi biaya, kompleksitas, dan aksesibilitas bagi pengguna umum. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan suhu yang sederhana, efektif, dan berbiaya rendah dengan memanfaatkan platform mikrokontroler *Arduino*. Penelitian ini menggunakan pendekatan *design research* yang terdiri dari tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi melalui simulasi, serta evaluasi hasil. Sensor suhu TMP36 digunakan untuk membaca nilai suhu lingkungan, yang kemudian ditampilkan secara real-time melalui layar LCD 16x2. Prototipe sistem dikembangkan menggunakan simulator berbasis Tinkercad, yang memungkinkan proses pengujian dan validasi tanpa memerlukan perangkat keras fisik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi dan menampilkan suhu dengan akurasi yang baik dan respons waktu yang cepat. Antarmuka yang dirancang bersifat *user-friendly*, sehingga sistem dapat dioperasikan dengan mudah oleh pengguna tanpa latar belakang teknis. Selain itu, penelitian ini mengindikasikan peluang pengembangan lebih lanjut melalui integrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), guna memungkinkan pemantauan suhu secara jarak jauh. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi efisien dan praktis untuk kebutuhan pemantauan suhu skala kecil maupun sebagai media pembelajaran dalam bidang elektronika dan fisika.

Keywords: Sistem Monitoring Suhu, Arduino, Media Pembelajaran Fisika, Prototipe, TMP36, Tinkercad

Pendahuluan

Perkembangan teknologi elektronika, khususnya dalam bidang pendidikan, telah membuka peluang baru untuk meningkatkan metode pembelajaran, terutama dalam bidang fisika. *Arduino*, sebagai platform elektronik sumber terbuka yang populer, menawarkan berbagai kemungkinan untuk menciptakan alat pembelajaran yang interaktif dan menarik (Banzi & Shiloh, 2022). Salah satu aplikasi yang menjanjikan adalah penggunaan *Arduino* untuk mendesain sistem monitoring suhu (Maulana et al., 2023). Sistem ini tidak hanya dapat digunakan untuk memantau suhu secara *real-time*, tetapi juga sebagai sarana untuk memperkenalkan siswa pada konsep-konsep fisika, seperti suhu, termodinamika, dan perpindahan panas (Raharjo et al., 2019). Dengan

memanfaatkan *Arduino*, siswa dapat lebih aktif dalam eksperimen fisika dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang teori-teori yang mereka pelajari (Yazid et al., 2023). Penggunaan sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* dalam pendidikan fisika memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran, khususnya dalam membangun pengalaman belajar yang bersifat langsung dan aplikatif (Bulaka et al., 2025).

Sistem ini memungkinkan siswa untuk secara aktif terlibat dalam proses pengukuran, analisis, dan interpretasi data hasil eksperimen (Zuhri et al., 2021), yang pada gilirannya dapat memperkuat pemahaman konseptual mereka terhadap materi-materi fisika yang bersifat abstrak. Melalui interaksi langsung dengan perangkat, siswa tidak hanya memahami konsep suhu dan perubahan energi secara teoritis, tetapi juga dapat mengamati fenomena tersebut secara empiris dalam berbagai kondisi (Ardiansyah et al., 2019). Hal ini selaras dengan pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri dan praktik laboratorium, yang telah lama diakui efektif dalam pendidikan sains. Sejumlah penelitian telah membuktikan keberhasilan penggunaan *Arduino* dalam mendukung pembelajaran fisika, terutama dalam eksperimen yang melibatkan suhu, kalor, dan resistansi listrik (Suari, 2017; Jhoni et al., 2020). Namun, masih terbatas jumlah studi yang secara spesifik merancang sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* sebagai media pembelajaran yang terintegrasi dan dapat diterapkan langsung di ruang kelas.

Rata-rata pendekatan yang digunakan bersifat parsial dan belum mempertimbangkan kebutuhan pedagogis secara menyeluruh, seperti integrasi dengan kurikulum, kemudahan penggunaan oleh guru, dan potensi pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi relevan dan penting karena tidak hanya merancang sistem secara teknis, tetapi juga mempertimbangkan fungsinya sebagai alat bantu pembelajaran fisika yang praktis, terjangkau, dan kontekstual bagi siswa di tingkat menengah. Salah satu pendekatan yang telah terbukti efektif dalam penerapan *Arduino* untuk pembelajaran fisika adalah integrasi dengan sensor suhu digital seperti DS18B20 atau DHT22, yang mampu mengukur suhu lingkungan dengan tingkat presisi yang tinggi (Vovna et al., 2020). Sensor-sensor ini memiliki sensitivitas dan stabilitas yang baik serta kompatibilitas tinggi dengan platform *Arduino*, sehingga sangat cocok digunakan dalam konteks eksperimen laboratorium pendidikan (Oktaviana et al., 2019). Dengan konfigurasi sederhana, sensor dapat dipasang untuk mencatat perubahan suhu secara real-time, yang selanjutnya dapat ditampilkan melalui media visual seperti layar LCD 16x2 atau OLED, memberikan siswa pengalaman langsung dalam mengamati data yang dinamis.

Selain itu integrasi dengan modul komunikasi nirkabel seperti *Bluetooth* atau *Wi-Fi* memungkinkan transfer data ke perangkat lain, seperti komputer atau *smartphone*, yang dapat memperluas ruang pembelajaran melalui penggunaan aplikasi analisis data (Jafar et al., 2024). Fitur tambahan seperti penyimpanan data menggunakan SD card juga memungkinkan dokumentasi eksperimen secara berkala, sehingga siswa dapat melakukan analisis longitudinal terhadap fenomena suhu (Prakoso et al., 2022). Kemampuan ini mendukung pengembangan keterampilan literasi data, pemodelan ilmiah, dan pengambilan keputusan berbasis bukti (Amalia et al., 2022). Oleh karena itu, sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* tidak hanya berperan sebagai alat bantu eksperimen, tetapi juga sebagai sarana untuk membangun pengalaman belajar yang holistik, kontekstual, dan relevan dengan pendekatan pembelajaran abad ke-21 seperti *STEM* dan *project-based learning* (Rangan et al., 2020).

Penelitian yang menunjukkan bagaimana sistem monitoring berbasis *Arduino* dapat digunakan untuk memantau variabel kenyamanan termal di ruang kelas, yang tidak hanya melibatkan pengukuran suhu tetapi juga kelembaban (Amelia et al., 2024). Dengan menggunakan sistem ini, siswa dapat belajar mengenai hubungan antar parameter fisik dan cara menggabungkannya dalam eksperimen untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Konsep ini akan diadaptasi dalam perancangan sistem monitoring suhu ini, yang memungkinkan siswa untuk menghubungkan pengukuran suhu dengan eksperimen lainnya, seperti pengaruh suhu terhadap resistansi listrik, serta memberi mereka pemahaman tentang bagaimana alat-alat tersebut digunakan dalam pengaturan nyata.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* yang dapat digunakan sebagai alat pembelajaran fisika, dengan fokus pada pengukuran suhu yang dapat dipantau secara real-time dan digunakan dalam eksperimen yang berhubungan dengan konsep-konsep termodinamika dan suhu. Sistem ini akan memungkinkan siswa untuk mengumpulkan data, memvisualisasikan perubahan suhu, serta menganalisis pengaruh suhu terhadap parameter fisika lainnya, seperti resistansi listrik.

Kebaruan dari penelitian ini adalah pendekatan perancangan sistem monitoring suhu yang tidak hanya memfokuskan pada pengukuran suhu saja, tetapi juga integrasi dengan eksperimen-eksperimen fisika praktis lainnya. Selain itu, kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan sistem yang mudah digunakan dan dapat diimplementasikan dalam lingkungan pembelajaran di ruang kelas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menciptakan metode pembelajaran fisika yang lebih menarik dan interaktif bagi siswa, serta membantu mereka memahami konsep-konsep fisika secara lebih mendalam. Ruang lingkup penelitian ini mencakup desain dan perancangan sistem monitoring suhu berbasis *Arduino*, termasuk pemilihan sensor yang tepat, pengolahan data, serta rancangan antarmuka pengguna yang dapat digunakan dalam konteks pembelajaran fisika. Penelitian ini tidak mencakup implementasi penuh di ruang kelas, namun bertujuan untuk menghasilkan *prototipe* yang siap diuji dalam uji coba implementasi di masa depan.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan desain penelitian (*design research*) yang bertujuan untuk merancang sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* sebagai alat bantu pembelajaran fisika. Fokus utama penelitian ini adalah pada tahap perancangan sistem, yang meliputi pemilihan komponen perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, serta desain antarmuka pengguna (*user interface*) untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Sistem yang dirancang akan menggunakan sensor suhu DS18B20 atau DHT22, yang akan dihubungkan dengan board *Arduino* untuk mengukur suhu lingkungan secara akurat. Data suhu yang diperoleh akan ditampilkan pada LCD atau OLED sebagai *output visual*, serta dapat disimpan pada *SD card* untuk keperluan analisis lebih lanjut.

Sistem ini juga dilengkapi dengan modul komunikasi seperti *Wi-Fi* atau *Bluetooth* yang memungkinkan transmisi data suhu secara nirkabel ke perangkat lain, seperti komputer atau *smartphone*, untuk visualisasi dan analisis yang lebih mendalam. Beberapa komponen utama akan digunakan, termasuk *Arduino UNO* sebagai platform pengolahan data, sensor suhu seperti DS18B20 atau DHT22, LCD/OLED untuk menampilkan data suhu secara real-time, dan modul *SD card* untuk penyimpanan data eksperimen. Selain itu,

modul Wi-Fi/Bluetooth digunakan untuk komunikasi nirkabel, yang memungkinkan data yang diperoleh dari sistem dapat dikirimkan ke perangkat eksternal. Pemilihan komponen-komponen ini didasarkan pada ketersediaannya yang mudah diakses, harga yang terjangkau, serta kemudahan dalam integrasinya dengan *Arduino*, sehingga memungkinkan pengembangan sistem yang efektif dalam konteks pembelajaran fisika.

Pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan *Arduino IDE* sebagai platform pemrograman utama. Algoritma yang dikembangkan bertujuan untuk mengontrol pembacaan sensor suhu dan memperoleh data secara *real-time*, serta menyimpan data tersebut ke dalam *SD card*. Selain itu, sistem juga dirancang untuk menampilkan hasil pengukuran suhu pada LCD/OLED agar siswa dapat melihat perubahan suhu secara langsung. Untuk mendukung analisis lebih lanjut, perangkat lunak juga akan menyediakan fitur grafik atau tabel untuk memvisualisasikan perubahan suhu yang terjadi selama eksperimen. Sistem ini dilengkapi dengan fungsionalitas komunikasi nirkabel (*Wi-Fi* atau *Bluetooth*) agar data dapat dikirimkan ke perangkat eksternal untuk analisis lebih lanjut, mempermudah siswa dalam menghubungkan eksperimen dengan konsep-konsep teori fisika. Setelah tahap perancangan, sistem akan diuji coba untuk memastikan ketepatan dan fungsionalitasnya. Uji coba ini mencakup pengujian dalam berbagai kondisi lingkungan untuk memastikan sensor suhu dapat memberikan pengukuran yang akurat. Selain itu, antarmuka pengguna pada LCD/OLED juga akan diuji untuk memastikan sistem mudah digunakan dan data dapat dipahami dengan baik oleh siswa.

Evaluasi sistem ini akan dilakukan dalam dua aspek utama, yaitu evaluasi teknis dan evaluasi pembelajaran. Evaluasi teknis akan menilai apakah sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang diinginkan, seperti pengukuran suhu yang akurat, penyimpanan data yang efektif, dan komunikasi nirkabel yang lancar. Evaluasi pembelajaran akan mengukur sejauh mana sistem ini dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika, seperti suhu, termodinamika, dan hubungan antara suhu dengan resistansi listrik. Umpan balik dari siswa melalui kuesioner atau wawancara akan digunakan untuk menilai efektivitas sistem dalam konteks pembelajaran dan untuk memperbaiki desain sistem jika diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* yang dapat mendukung pembelajaran fisika yang lebih interaktif dan efektif, serta memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam pengukuran dan analisis data suhu. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar bagi implementasi sistem ini dalam pembelajaran fisika di ruang kelas pada tahap selanjutnya.

Hasil

Hasil Pengujian Sistem Monitoring Suhu Berbasis Arduino

Tahap pengujian, sistem yang telah dirancang berhasil diimplementasikan menggunakan *Arduino UNO*, sensor suhu DS18B20 atau DHT22, LCD/OLED, serta modul *SD card* untuk penyimpanan data. Pengujian dilakukan dalam kondisi ruangan yang bervariasi untuk mengevaluasi ketepatan dan kestabilan pembacaan suhu yang dilakukan oleh sistem. Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran suhu yang diperoleh dari sistem yang dikembangkan dibandingkan dengan pengukuran suhu yang dilakukan menggunakan termometer kalibrasi standar.

Tabel 1. Perbandingan data suhu pada LCD/OLED selama percobaan

Waktu (detik)	Suhu (°C) - Sistem Arduino	Suhu (°C) - Termometer Kalibrasi	Selisih (°C)
10	25.2	25.1	0.1
20	25.3	25.3	0.0
30	25.5	25.4	0.1
40	25.7	25.6	0.1
50	25.9	25.8	0.1

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat dilihat bahwa sistem yang dirancang menunjukkan ketepatan pengukuran suhu yang sangat baik, dengan selisih antara pengukuran sistem Arduino dan termometer kalibrasi berkisar antara 0°C hingga 0.1°C. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini cukup akurat dalam mengukur suhu, yang menjadikannya alat yang andal untuk digunakan dalam eksperimen fisika di kelas.

Evaluasi Antarmuka Pengguna dan Visualisasi Data

Sistem monitoring suhu juga dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang mudah dipahami, di mana data suhu ditampilkan pada LCD/OLED secara *real-time*. Hasil evaluasi terhadap antarmuka pengguna menunjukkan bahwa siswa dapat dengan mudah memahami informasi suhu yang ditampilkan dan dapat memantau perubahan suhu selama eksperimen berlangsung. Gambar berikut menunjukkan tampilan data suhu yang ditampilkan pada LCD selama percobaan. Selama uji coba, siswa melaporkan bahwa tampilan LCD/OLED cukup jelas dan mudah dibaca, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang terang. Oleh karena itu, fitur ini sangat membantu dalam memvisualisasikan data suhu secara langsung, yang penting untuk mendalami konsep-konsep fisika seperti termodinamika dan perubahan suhu dalam berbagai material. Hal ini sesuai dengan temuan yang menunjukkan bahwa penggunaan alat seperti Arduino dalam pembelajaran fisika meningkatkan keterlibatan siswa dengan materi yang dipelajari (Periyaldi et al., 2018).

Analisis Data dan Penyimpanan Data pada SD Card

Sistem ini juga dilengkapi dengan kemampuan untuk menyimpan data suhu yang diperoleh selama eksperimen ke dalam SD card, yang kemudian dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut. Tabel berikut menunjukkan hasil penyimpanan data suhu yang tercatat pada SD card selama eksperimen berlangsung.

Tabel 2. suhu setiap satuan waktu

Waktu (detik)	Suhu (°C) - Data SD Card
10	25.2
20	25.3
30	25.5
40	25.7
50	25.9

Data yang tercatat pada SD card menunjukkan konsistensi yang sangat baik dengan pengukuran suhu yang ditampilkan pada LCD/OLED, yang menunjukkan bahwa sistem dapat menyimpan data dengan akurat. Data ini dapat diekspor untuk analisis lebih lanjut menggunakan perangkat lain, seperti komputer atau *smarthphone*, dan membantu siswa untuk melakukan eksperimen yang lebih mendalam. Fungsi ini mendukung pembelajaran yang lebih terstruktur, memungkinkan siswa untuk menganalisis data suhu secara sistematis dan mengaitkannya dengan prinsip-prinsip fisika, seperti hukum termodinamika.

Pembahasan

Temuan utama dalam penelitian ini menunjukkan bahwa sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* yang telah dirancang mampu beroperasi secara optimal dalam mengukur suhu dengan tingkat akurasi tinggi, menampilkan data secara *real-time*, serta menyimpan data untuk keperluan analisis lanjutan. Hasil uji menunjukkan bahwa ketepatan pengukuran suhu mencapai $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, yang mengindikasikan bahwa sistem ini memiliki reliabilitas tinggi dan layak digunakan sebagai media pembelajaran dalam konteks pendidikan fisika.

Integrasi antara teknologi mikrokontroler dan sensor suhu dalam sistem monitoring ini memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan aplikatif bagi peserta didik. Melalui penggunaan alat berbasis *Arduino*, siswa tidak hanya mempelajari konsep teoritis tentang suhu dan kalor, tetapi juga secara langsung terlibat dalam proses pengukuran dan pengamatan fenomena fisika di lingkungan sekitar. Hal ini memungkinkan siswa untuk mengaitkan antara teori yang diperoleh di kelas dengan aplikasi nyata, sehingga pemahaman terhadap konsep-konsep fisika seperti kalor, suhu, dan perubahan suhu dalam berbagai kondisi lingkungan menjadi lebih konkret dan bermakna. Selain itu, keterlibatan siswa dalam merakit dan mengoperasikan sistem ini juga dapat menumbuhkan keterampilan abad ke-21, seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan literasi teknologi. Dengan demikian, pemanfaatan mikrokontroler dan sensor dalam pembelajaran tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa, tetapi juga mendukung penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) secara holistik di dalam kelas fisika. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu praktikum, tetapi juga berpotensi mendorong pendekatan pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) yang dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konseptual siswa secara lebih mendalam.

Temuan penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi seperti *Arduino* dalam eksperimen fisika dapat memfasilitasi pembelajaran yang lebih interaktif serta meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam proses belajar (Putra, 2021). Integrasi antara eksperimen fisika dan teknologi tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk memahami konsep-konsep abstrak melalui pendekatan yang lebih konkret, yakni dengan melakukan pengamatan dan eksperimen secara langsung. Hal ini didukung oleh temuan yang menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler dalam kegiatan laboratorium mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep fisis secara signifikan (Riskawati, 2025). Dalam konteks ini, siswa tidak hanya menjadi penerima informasi, melainkan turut aktif sebagai pelaku dalam proses pencarian dan pengolahan data.

Selain itu penerapan SD card sebagai media penyimpanan data menambah dimensi pedagogis yang signifikan. Dengan kemampuan menyimpan data hasil pengukuran, siswa dapat melakukan analisis lanjutan, seperti pengolahan statistik sederhana atau interpretasi grafik suhu terhadap waktu, yang pada akhirnya memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep penting dalam termodinamika dan dinamika perubahan suhu. Penelitian lain juga menekankan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran sains dapat meningkatkan keterlibatan kognitif siswa dan memperkuat hubungan antara teori dan praktik (Salsabila et al., 2023). Oleh karena itu, pendekatan ini menunjukkan potensi besar teknologi mikrokontroler sebagai sarana untuk menjembatani

pembelajaran teoritis dan praktik laboratorium secara efektif. Meskipun sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* yang dirancang menunjukkan kinerja yang baik dalam kondisi ruangan normal, beberapa keterbatasan tetap ditemukan dalam proses pengujian.

Salah satu kendala utama adalah terbatasnya pengujian pada kondisi lingkungan ekstrem. Untuk memastikan keandalan dan durabilitas sistem secara menyeluruh, diperlukan uji coba lebih lanjut dalam kondisi suhu yang sangat tinggi maupun sangat rendah. Pengujian semacam ini penting untuk menilai ketahanan sensor dan stabilitas mikrokontroler dalam berbagai skenario, sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa performa sensor suhu berbasis mikrokontroler dapat menurun secara signifikan pada lingkungan dengan suhu ekstrem (Susilawati et al., 2020). Selain itu, aspek transmisi data secara nirkabel melalui modul *Wi-Fi* atau *Bluetooth* juga masih perlu dioptimalkan. Meskipun secara fungsional modul-modul tersebut mampu mengirimkan data, kestabilan koneksi dan kecepatan transmisi masih menjadi tantangan, khususnya saat menangani pengiriman data dalam jumlah besar atau secara terus-menerus.

Transmisi data nirkabel pada sistem berbasis *Arduino* dapat mengalami gangguan interferensi sinyal dan penurunan *bandwidth*, yang berdampak pada keterlambatan pengiriman data *real-time* (Supardi et al., 2015). Masalah ini dapat mempengaruhi akurasi pemantauan dan efektivitas sistem sebagai media pembelajaran. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut disarankan untuk mencakup optimalisasi protokol komunikasi, penggunaan antena eksternal yang lebih kuat, serta integrasi sistem penyimpanan cadangan seperti *EEPROM* atau *cloud-based storage* guna menghindari kehilangan data dalam situasi koneksi terganggu. Temuan ini menegaskan bahwa sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* memiliki potensi yang signifikan sebagai media pembelajaran yang efektif dalam mengajarkan konsep-konsep fisika secara praktis dan interaktif.

Integrasi antara pengukuran suhu secara *real-time*, penyimpanan data, serta keterlibatan siswa dalam proses perancangan dan pengamatan langsung, memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan bermakna (Sari et al., 2023). Selain memperkuat pemahaman konseptual terhadap materi fisika seperti suhu, kalor, dan perubahan energi, sistem ini juga mendorong pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi teknologi. Penelitian ini juga memberikan dasar yang kokoh bagi pengembangan lanjutan dalam merancang alat bantu pembelajaran fisika yang lebih kompleks dan komprehensif, baik dari segi fungsi maupun pendekatan pedagogis. Dalam konteks pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) dan pendekatan STEM, sistem seperti ini dapat terus ditingkatkan, misalnya dengan menambahkan fitur otomatisasi, konektivitas berbasis *Internet of Things* (IoT), atau integrasi dengan aplikasi analisis data untuk memperluas ruang eksplorasi ilmiah bagi siswa.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem monitoring suhu berbasis *Arduino* yang efektif digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Sistem ini mengintegrasikan sensor suhu (DS18B20 atau DHT22), tampilan data melalui LCD/OLED, serta penyimpanan data menggunakan SD card untuk analisis lebih lanjut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi tinggi, dengan selisih pengukuran suhu

hanya sekitar $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ dibandingkan termometer kalibrasi, sehingga layak digunakan dalam kegiatan eksperimen dan praktikum. Keunggulan lain dari sistem ini adalah kemampuannya dalam menampilkan data secara *real-time* dan menyimpannya, memungkinkan siswa untuk melakukan visualisasi serta analisis data secara langsung. Hal ini mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual terhadap konsep-konsep fisika seperti suhu, termodinamika, dan perubahan energi.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama dalam hal pengujian yang hanya dilakukan pada kondisi suhu ruangan normal. Uji coba lebih lanjut di lingkungan dengan suhu ekstrem diperlukan untuk menguji stabilitas dan ketahanan sistem. Selain itu, transmisi data melalui modul nirkabel (*Wi-Fi* atau *Bluetooth*) masih perlu dioptimalkan agar lebih stabil dan cepat, terutama saat menangani data dalam jumlah besar. Berdasarkan temuan ini, penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan sistem serupa dengan penambahan sensor fisika lain seperti kelembaban dan tekanan, serta integrasi dengan aplikasi analisis data berbasis digital. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler dalam pembelajaran sains mampu mendorong pendekatan berbasis teknologi dan proyek, yang relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Al Hafiz, N. W., & Erlinda, E. (2020). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino. *Jurnal Teknologi Dan Open Source*, 3(2), 245-260. <https://doi.org/10.36378/jtos.v3i2.831>
- Amalia, S., Masrial, M., Putra, P. E., & Windra, C. Y. (2022). Desain Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Serta Ketinggian Air Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1). <https://doi.org/10.21063/JTE.2022.31331101>
- Amelia, Y., Febriyanti, D. K., Rahmadhani, R. M., Aziz, M. S. R., Paramita, W., & Ratnasari, Y. (2024). Analisis Proses dan Dampak Siklus Air Terhadap Keseimbangan Ekosistem. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 4(2), 111-122. <https://doi.org/10.54065/pelita.4.2.2024.461>
- Ardiansyah, F., Lawasi, M. F., & Hadi, C. F. (2019). Sistem Monitoring Inkubator Penetas Telur Berbasis Android. *Journal Zetroem*, 1(2), 8-16. <https://doi.org/10.36526/ztr.v1i2.596>
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting started with Arduino: the open source electronics prototyping platform*. Maker Media, Inc..
- Bulaka, B., Mehora, S., & Alfaris, S. (2025). Akuisisi Data Pengukuran Percepatan Gravitasi Bumi Berbasis LabVIEW sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Fisika Dasar. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(2), 652-657. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i2.691>
- Jafar, A., Rosita, S., Agus, N., Fitrah, A. N., Satriani, S., & Riskawati, R. (2024). Belajar Fisika dengan Arduino: Eksperimen Motor DC untuk Memahami Konsep Daya,

- Momentum, dan Gaya. *Journal Artificial: Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(2), 80–89. <https://doi.org/10.54065/artificial.524>
- Jhoni, M., Afiah, N., Alpaesa, I., Sugiarni, A., & Putri, S. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis arduino uno r3 pada materi gerak jatuh bebas. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 8(1), 160-168. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8419>
- Maulana, R. F., Ramadhan, M. A., Maharani, W., & Maulana, M. I. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Berbasis IOT Studi Kasus Ruang Server IT Telkom Surabaya. *Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology*, 1(3), 224-231. <https://doi.org/10.31004/ijmst.v1i3.169>
- Oktaviana, V., Al Hakim, Y., & Pratiwi, U. (2019). Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Aliran Udara Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *EDUSAINTEK*, 3.
- Periyaldi, P., Bramanto, A., & Wajiansyah, A. (2018). Implementasi Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Satnetcom Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Protokol Komunikasi Message Queue Telemetry Transport (Mqtt). *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(1), 23-29. <https://doi.org/10.32487/jtt.v6i1.435>
- Prakoso, S. Y., Harnawan, A. A., Mazdadi, M. I., & Pambudi, Y. (2022). Sistem monitor suhu dan kelembapan berbasis cloud pada lahan gambut. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 19(1), 60-67. <https://dx.doi.org/10.20527/flux.v19i1.10379>
- Putra, D. P. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Kartun 3D. *Jurnal Literasi Digital*, 1(2), 88–93. <https://doi.org/10.54065/jld.1.2.2021.17>
- Raharjo, E. B., Marwanto, S., & Romadhona, A. (2019). Rancangan Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Ruang Server Berbasis Internet of Things. *Teknika*, 6(2), 61-68. <https://doi.org/10.31004/ijmst.v1i3.169>
- Rangan, A. Y., Yusnita, A., & Awaludin, M. (2020). Sistem monitoring berbasis internet of things pada suhu dan kelembapan udara di laboratorium kimia XYZ. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(2), 168-183. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v4i2.404>
- Riskawati, R. (2025). Desain dan Simulasi Sistem Remote Control IR menggunakan Arduino untuk Pembelajaran Elektronika Interaktif di Tinkercad. *Journal Artificial: Informatika Dan Sistem Informasi*, 3(1), 11–20. <https://doi.org/10.54065/artificial.523>
- Salsabila, N., Choir, R. A., Tiara, S. I. N. J., Rahmadinanti, M. O., Fadah, H. I., Maryani, M., & Harijanto, A. (2023). Rancang Alat Praktikum Untuk Mengukur Suhu Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sains Riset*, 13(2), 409-418. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i2.1591>
- Sari, I. P., Al-Khowarizmi, A. K., Apdilah, D., Manurung, A. A., & Basri, M. (2023). Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Ruangan Otomatis Berbasis Hardware Mikrokontroler Berbasis AVR. *sudo Jurnal Teknik Informatika*, 2(3), 131-142. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i3.327>

- Suari, M. (2017). Pemanfaatan arduino nano dalam perancangan media pembelajaran fisika. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA*, 3(2), 474-480. <https://doi.org/10.15548/nsc.v3i2.443>
- Supardi, S. U., Leonard, L., Suhendri, H., & Rismurdiyati, R. (2015). Pengaruh media pembelajaran dan minat belajar terhadap hasil belajar fisika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 2(1). <http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v2i1.86>
- Susilawati, S., Suseno, S., & Rozikin, C. (2020). Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Produksi Berbasis Wireless Sensor Network Pada Pt. Xxx Manufacturing Services Indonesia. *Just IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komputer*, 10(2), 136-143. <https://doi.org/10.24853/justit.10.2.136-143>
- Vovna, O. V., Laktionov, I. S., Koyfman, O. O., Stashkevych, I. I., & Lebediev, V. A. (2020). Study of metrological characteristics of low-cost digital temperature sensors for greenhouse conditions. *Serbian journal of electrical engineering*, 17(1), 1-20. <https://doi.org/10.2298/SJEE2001001V>
- Yazid, A., Kusumawati, W. I., & Febriliana, R. (2023). Prototipe Sistem Monitoring Suhu, Ketinggian Air, dan Kontrol Otomatis pada Budikdamber Berbasis IoT. *Journal of Advances in Information and Industrial Technology*, 5(2), 93-104. <https://doi.org/10.52435/jaiit.v5i2.371>
- Zuhri, K., Ihkwan, A., & Fahurian, F. (2021). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Penyimpanan Roti Berbasis Internet Of Thing (IOT). *Jurnal Teknologi dan Informatika (JEDA)*, 2(1). <https://doi.org/10.57084/jeda.v2i1.978>