



Implementasi Alat Praktikum Viskositas Berbasis Sensor *Infrared Obstacle* untuk Meningkatkan Pembelajaran Fluida Dinamis di SMA

Rifda Arifa Hanifah^{1*}, Salwa Mulya Insani², Muhammad Agum Heryawan³, Adam Malik^{4*}

^{1,2,3,4}Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung, Indonesia

E-mail: ^{1*}arifarifda24@gmail.com, ^{4*}adammalik@uinsgd.ac.id

Abstrak

Keterbatasan fasilitas laboratorium menjadi kendala dalam pelaksanaan praktikum fisika, khususnya pada materi fluida dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan alat praktikum viskositas berbasis sensor inframerah serta mengevaluasi kelayakan dan efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran fisika di SMA. Metode yang digunakan adalah deskriptif implementatif dengan tahapan perancangan alat, pengembangan modul berbasis inkuiri, uji kelayakan terbatas, dan implementasi di kelas. Data dikumpulkan melalui observasi, lembar kerja peserta didik, dan dokumentasi, kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil eksperimen dengan teori viskositas. Hasil menunjukkan bahwa alat mampu menghasilkan data yang konsisten dan sesuai dengan konsep teoretis serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam praktikum. Kendala utama terletak pada sensitivitas sensor terhadap cahaya lingkungan. Secara keseluruhan, alat ini layak digunakan sebagai media pembelajaran berbasis teknologi dengan potensi pengembangan lebih lanjut.

Kata Kunci: Viskositas, Sensor infrared, Fluida dinamis.

Abstract

Limited laboratory equipment remains a major obstacle to conducting physics experiments in secondary schools, especially in fluid dynamics. This study aims to apply a viscosity experiment tool that uses an infrared sensor as a physics teaching material for grade XII at Madrasah Aliyah Serba Bakti, and to evaluate its suitability for practical activities. The research method employed a descriptive qualitative approach, comprising steps such as equipment preparation, development of investigation-based practicum modules, limited feasibility testing by an external group, and classroom implementation. The results of the implementation showed that students were able to collect data on a ball's travel time through various fluids in a stable manner, consistent with viscosity theory. However, there were technical challenges related to the sensitivity of infrared sensors to light and the location of objects. Overall, this practical tool proved effective in helping students understand the concept of viscosity in a more concrete and relevant way, and it has the potential to be further developed as a technology-based physics practical tool.

Keywords: Viscosity, Infrared sensor, Dynamic fluid.

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika memerlukan partisipasi aktif dari siswa melalui kegiatan praktis agar konsep-konsep abstrak dapat dipahami secara lebih konkret. Kegiatan praktis memainkan peran penting dalam membantu siswa mengembangkan pemahaman konseptual melalui pengalaman langsung, pengamatan, dan analisis data (Hake, 1998). Tanpa kegiatan praktis yang memadai, pembelajaran fisika sering kali terbatas pada aspek teoretis dan menjadi sulit dipahami oleh siswa (Wieman & Holmes, 2015).

Salah satu topik dalam fisika yang memerlukan eksperimen adalah viskositas fluida, yang merupakan ukuran resistansi fluida terhadap aliran. Konsep ini erat kaitannya dengan dinamika fluida dan sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, misalnya pada aliran oli mesin, madu, dan cairan industri. Namun, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan memahami konsep viskositas karena sifatnya yang abstrak dan kurangnya dukungan melalui aktivitas praktis (Sutanto & Wulandari, 2020; Serway & Jewett, 2018).

Pengukuran viskositas di sekolah biasanya masih dilakukan secara manual, misalnya dengan mengukur waktu yang dibutuhkan bola untuk jatuh menggunakan stopwatch. Pendekatan ini memiliki kelemahan karena bergantung pada ketepatan pengamat dan respons manusia, yang dapat menyebabkan kesalahan pengukuran yang signifikan (Halliday, Resnick, & Walker, 2014). Kesalahan ini berpotensi menurunkan kualitas data praktis dan mengurangi efektivitas pemahaman siswa tentang hubungan antara variabel fisik yang relevan.

Meskipun berbagai penelitian telah mengembangkan alat praktikum berbasis sensor dan mikrokontroler, sebagian besar masih berfokus pada aspek teknis pengembangan alat tersebut saja dan belum mengkaji implementasinya secara mendalam dalam pembelajaran di kelas. Selain itu, integrasi

antara alat praktikum berbasis teknologi dan modul pembelajaran berbasis inkuiri masih terbatas, terutama dalam konteks sekolah dengan keterbatasan fasilitas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang tidak hanya mengembangkan alat, tetapi juga mengimplementasikannya serta mengevaluasi penggunaannya dalam proses pembelajaran secara langsung.

Penggunaan teknologi berbasis sensor dalam kegiatan praktis merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan akurasi dan efektivitas pembelajaran fisika. Sensor inframerah dapat secara otomatis mengidentifikasi peristiwa melalui gangguan cahaya, sehingga memungkinkan pengukuran interval waktu dengan presisi tinggi (Pratama, 2021). Penerapan sensor dan mikrokontroler seperti Arduino pada peralatan praktis juga sejalan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21, yang menekankan literasi teknologi dan kemampuan ilmiah siswa (OECD, 2019; Nugraha & Setiawan, 2019).

Madrasah Aliyah Serba Bakti merupakan salah satu sekolah yang masih menghadapi keterbatasan fasilitas laboratorium fisika. Kondisi ini telah menghambat pelaksanaan eksperimen secara optimal, terutama pada topik dinamika fluida. Oleh karena itu, penerapan peralatan laboratorium viskositas berbasis sensor inframerah di sekolah ini diharapkan menjadi alternatif untuk menyediakan aktivitas laboratorium yang lebih akurat, bermakna, dan canggih secara teknologi, sekaligus mendorong peningkatan minat dan pemahaman siswa terhadap pembelajaran fisika.

Subjek penelitian meliputi siswa kelas XII di Madrasah Aliyah Serba Bakti. Data dikumpulkan melalui hasil observasi laboratorium, lembar kerja siswa, dan dokumentasi kegiatan. Analisis data dilakukan dengan mendeskripsikan kesesuaian hasil pengukuran dengan teori viskositas serta mengidentifikasi hambatan yang muncul selama implementasi.

Penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan alat praktikum sederhana, tetapi juga pada integrasi alat berbasis sensor inframerah dengan modul praktikum berbasis inkuiri dalam konteks pembelajaran nyata di sekolah dengan keterbatasan fasilitas. Kebaruan penelitian ini terletak pada: (1) penerapan alat berbasis sensor dalam praktikum viskositas secara langsung di kelas; (2) integrasi dengan pendekatan pembelajaran berbasis penyelidikan; dan (3) evaluasi keterlaksanaan serta kesesuaian hasil eksperimen dengan konsep teoretis.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada pengembangan alat praktikum berbasis sensor secara teknis, penelitian ini menekankan implementasi langsung dalam pembelajaran berbasis inkuiri di kelas nyata dengan keterbatasan fasilitas laboratorium. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan penggunaan alat dengan modul praktikum yang dirancang untuk mendukung aktivitas ilmiah siswa secara sistematis. Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada kombinasi inovasi alat sederhana berbasis sensor inframerah, pendekatan pembelajaran inkuiri, serta evaluasi keterlaksanaan dalam konteks sekolah dengan fasilitas terbatas.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Madrasah Aliyah Serba Bakti pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Subjek penelitian adalah siswa kelas XII yang mengikuti pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis, khususnya topik viskositas. Jumlah peserta didik sebanyak ± 30 siswa dibagi ke dalam dua kelompok praktikum untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan eksperimen viskositas.

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif implementatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan secara sistematis proses penerapan alat praktikum viskositas berbasis sensor inframerah dalam pembelajaran fisika. Fokus penelitian meliputi keterlaksanaan praktikum, kelayakan

penggunaan alat, serta kesesuaian hasil eksperimen dengan konsep teori viskositas.

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini merupakan alat praktikum viskositas berbasis sensor inframerah tipe obstacle avoidance yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini dilengkapi dengan dua sensor inframerah yang dipasang pada ketinggian berbeda untuk mendeteksi waktu tempuh bola secara otomatis.

Berikut ini merupakan rincian alat utama yang digunakan dalam penelitian: (1) Sensor inframerah (4 unit, tipe obstacle avoidance); (2) Mikrokontroler Arduino Uno; (3) Modul display/serial monitor (LCD 1602, 16x2) untuk pembacaan waktu; (4) Tabung transparan sebagai media fluida (500 ml); dan (5) Breadboard dan kabel jumper (*female to female*, *male to male* dan *male to female*). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bola uji (100 gr, diameter 2,3 cm) dan fluida uji (air murni, air sabun, dan minyak)

Instrumen penelitian meliputi lembar observasi untuk mencatat keterlaksanaan praktikum dan kendala teknis, lembar kerja peserta didik (LKPD) untuk mengumpulkan data hasil pengukuran dan analisis siswa, serta dokumentasi berupa foto kegiatan praktikum. Selain itu, data utama diperoleh dari hasil pembacaan sensor inframerah berupa waktu tempuh bola pada masing-masing fluida.

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah perancangan alat dengan merakit sensor inframerah yang terhubung dengan Arduino Uno serta mengatur posisi sensor untuk mendeteksi awal dan akhir lintasan bola. Tahap kedua adalah pembuatan modul praktikum berbasis inkuiri yang mencakup tujuan, rumusan masalah, hipotesis, langkah kerja, tabel pengamatan, dan analisis data untuk memudahkan arahan serta pencatatan hasil praktikum peserta didik nantinya. Tahap ketiga adalah uji kelayakan terbatas oleh kelompok eksternal untuk mengevaluasi kejelasan penggunaan alat serta kestabilan pembacaan data. Tahap keempat adalah implementasi di

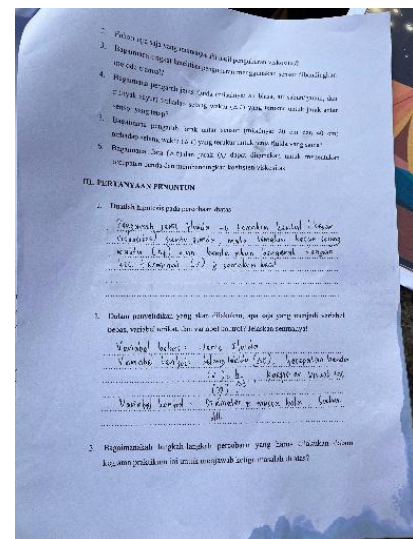
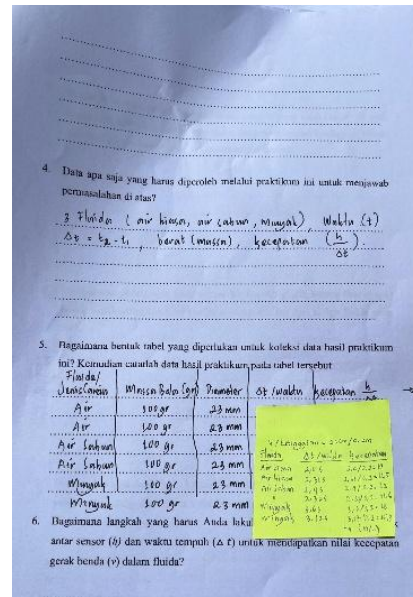
kelas yang diawali dengan penjelasan konsep, demonstrasi alat, pelaksanaan praktikum oleh siswa dalam kelompok secara bergantian, serta pengolahan data pada LKPD yang telah disediakan. Tahap terakhir adalah evaluasi untuk mengidentifikasi kendala teknis dan menilai keterlaksanaan pembelajaran menggunakan alat terbaru ini.

Data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung dan membandingkan waktu tempuh bola pada setiap fluida untuk melihat kecenderungan viskositas. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan teori viskositas, di mana fluida dengan viskositas lebih tinggi menghasilkan waktu tempuh yang lebih lama. Analisis kualitatif dilakukan untuk mengevaluasi hasil keterlaksanaan praktikum, mengidentifikasi kendala teknis seperti sensitivitas sensor terhadap cahaya, serta menganalisis keterlibatan, pemahaman, dan motivasi belajar siswa selama kegiatan praktikum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan data berupa waktu tempuh bola pada tiga jenis fluida, yaitu air, air sabun, dan minyak, yang diukur menggunakan alat praktikum viskositas berbasis sensor inframerah. Data yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan waktu tempuh yang konsisten antarfluida.

Secara umum, hasil pengukuran menunjukkan bahwa bola memiliki waktu tempuh paling cepat pada air, diikuti oleh air sabun, dan paling lambat pada minyak. Pola ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan waktu tempuh seiring dengan meningkatnya viskositas fluida. Hasil pengerjaan modul yang diisi oleh siswa disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Modul Hasil Pengerjaan Siswa

Hubungan antara jenis fluida dan waktu tempuh dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik yang menunjukkan tren peningkatan waktu tempuh seiring dengan meningkatnya viskositas fluida. Secara kuantitatif, perbedaan waktu tempuh antarfluida menunjukkan pola yang konsisten dan sesuai dengan teori viskositas, yaitu semakin besar viskositas fluida, semakin besar hambatan yang dialami benda sehingga waktu tempuhnya semakin lama.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa data yang diperoleh relatif stabil dengan variasi yang kecil antarpencobaan. Hal ini menunjukkan bahwa alat praktikum mampu memberikan pengukuran yang konsisten.

Secara konseptual, hasil ini sesuai dengan teori viskositas, di mana fluida dengan viskositas lebih tinggi memberikan gaya hambat yang lebih besar terhadap gerak bola, sehingga waktu tempuh menjadi lebih lama. Dengan demikian, hasil penelitian ini menjawab tujuan penelitian terkait kesesuaian hasil eksperimen dengan teori viskositas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat praktikum viskositas berbasis sensor inframerah mampu menghasilkan data yang konsisten dan sesuai dengan konsep teoretis. Pola peningkatan waktu tempuh dari air ke minyak mengindikasikan bahwa alat ini mampu merepresentasikan hubungan antara viskositas fluida dan hambatan gerak secara empiris.

Dari aspek pengukuran, penggunaan sensor inframerah lebih unggul dibandingkan metode manual. Pengukuran waktu dilakukan secara otomatis sehingga mengurangi kesalahan akibat keterlambatan respons manusia. Hal ini mendukung temuan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunaan sensor digital dalam praktikum fisika dapat meningkatkan akurasi dan reliabilitas data eksperimen.

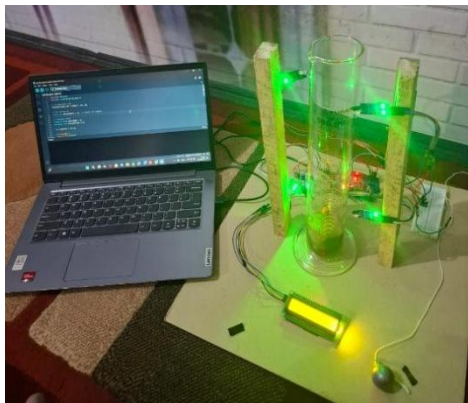
Selain itu, penggunaan alat ini dalam pembelajaran juga berdampak pada keterlibatan siswa. Siswa tidak hanya melakukan pengukuran, tetapi juga mengolah dan membandingkan data antarfluida. Aktivitas ini menunjukkan adanya proses berpikir ilmiah, seperti observasi, analisis, dan penarikan kesimpulan. Temuan ini sejalan dengan

penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir kritis.

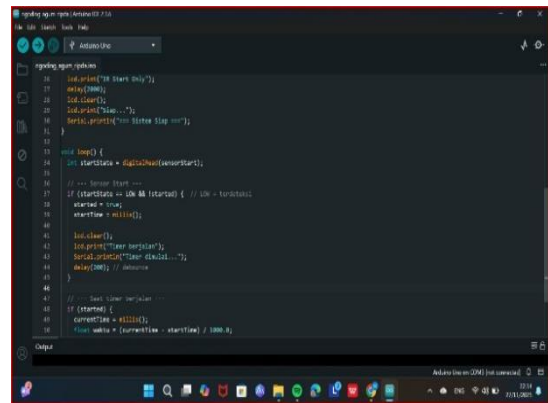
Namun demikian, penelitian ini juga menemukan beberapa keterbatasan. Sensor inframerah yang digunakan sensitif terhadap cahaya lingkungan dan posisi objek, sehingga dalam beberapa kondisi terjadi gangguan pembacaan yang menyebabkan data harus diulang. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun alat tersebut sudah cukup efektif, stabilitasnya masih perlu ditingkatkan. Temuan ini konsisten dengan penelitian lain yang menyatakan bahwa sensor inframerah rentan terhadap gangguan dari luar.

Selain keterbatasan teknis, penelitian ini juga terbatas pada analisis deskriptif tanpa menggunakan uji statistik inferensial, sehingga belum dapat menunjukkan tingkat signifikansi perbedaan data secara kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan analisis statistik yang lebih mendalam serta menguji pengaruh penggunaan alat terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alat praktikum berbasis sensor inframerah tidak hanya mampu menghasilkan data yang sesuai dengan teori, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran fisika, khususnya di sekolah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium.



Gambar 2. Rangkaian Alat



Gambar 3. Input coding mikrokontroler



Gambar 4. Uji kelayakan oleh kelompok eksternal



Gambar 5. Demonstrasi



Gambar 6. Praktikan mencoba alat

SIMPULAN

Implementasi alat praktikum viskositas berbasis sensor inframerah di kelas XII MA Serba Bakti menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan mampu digunakan secara efektif dalam kegiatan praktikum. Siswa berhasil memperoleh data waktu tempuh bola pada berbagai fluida secara konsisten dan menunjukkan pola yang sesuai dengan teori viskositas, yaitu semakin tinggi viskositas fluida, semakin lama waktu tempuh bola. Dengan demikian, penelitian ini menjawab tujuan utama, yaitu mengevaluasi kelayakan dan kesesuaian alat dalam mendukung pembelajaran konsep viskositas.

Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkuat bahwa integrasi teknologi berbasis sensor dalam praktikum fisika dapat membantu mengkonkretkan konsep abstrak melalui pengalaman empiris yang lebih akurat. Secara praktis, alat ini dapat menjadi solusi alternatif

bagi sekolah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium karena mampu menyediakan kegiatan eksperimen yang lebih modern, efisien, dan mendukung pembelajaran berbasis inkuiri.

Namun demikian, masih terdapat keterbatasan pada aspek teknis, khususnya sensitivitas sensor inframerah terhadap cahaya lingkungan serta posisi objek yang memengaruhi kestabilan data. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan alat dengan menggunakan sensor yang lebih stabil, seperti sensor laser, serta melakukan pengujian yang lebih luas dengan analisis statistik yang lebih mendalam. Selain itu, perlu dilakukan kajian lanjutan untuk mengukur pengaruh penggunaan alat terhadap peningkatan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa secara kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of Physics* (10th ed.). Wiley.
- Nugraha, M. G., & Setiawan, A. (2019). Pemanfaatan mikrokontroler Arduino sebagai media pembelajaran fisika berbasis eksperimen. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 15(2), 95–102.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing.
- Pratama, R. (2021). Pengembangan alat praktikum berbasis sensor infrared untuk meningkatkan akurasi pengukuran. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 5(1), 22–30.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers* (9th ed.). Cengage Learning.
- Sutanto, A., & Wulandari, D. (2020). Analisis kesalahan pengukuran dalam praktikum fisika di sekolah menengah. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(3), 157–165.
- Wieman, C. E., & Holmes, N. G. (2015). Measuring the impact of an instructional laboratory on the learning of introductory physics. *American Journal of Physics*, 83(11), 972–978.
- Wieman, C. E., & Holmes, N. G. (2015). Measuring the impact of an instructional laboratory on the learning of introductory physics. *American Journal of Physics*, 83(11), 972–978.
- Saputra, H., & Wahyuni, S. (2023). Analisis kesalahan pengukuran pada praktikum fisika manual dan digital. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(2), 145–154.
- Rahmawati, Y., Nurhayati, S., & Lestari, D. (2022). Penerapan pembelajaran berbasis inkuiri dalam praktikum fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(3), 345–356.
- Suryani, E., & Putri, A. (2022). Pengembangan modul praktikum berbasis inkuiri pada pembelajaran fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1), 25–33.
- Hamdani, M. K., & Supardiyono, S. (2020). Rancang bangun alat praktikum digital berbasis sensor inframerah pada pembelajaran fisika. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(3), 410–416.
- Rudianto, R., Yuliani, H., & Annovasho, J. (2024). Pengembangan alat praktikum fisika berbasis sensor infrared untuk meningkatkan ketelitian pengukuran. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(3), 1–10.
- Sagita, E., & Hartini, T. I. (2024). Pengembangan alat praktikum berbasis Arduino dalam pembelajaran fisika di sekolah menengah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(2), 101–110.
- Putri, A., & Suryani, E. (2023). Pengembangan modul praktikum fisika berbasis inkuiri terbimbing. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 11(2), 134–142.
- Rahman, A., & Fauzi, A. (2021). Analisis kesalahan pengukuran dalam eksperimen fisika menggunakan alat manual dan digital. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 145–153.
- Setyawan, B., & Nugroho, S. (2024). Integrasi teknologi Arduino dalam pembelajaran fisika berbasis eksperimen. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 20(1), 12–20.
- Wahyuni, S., & Prabowo, P. (2022). Pengaruh penggunaan laboratorium berbasis digital terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(4), 512–520.
- Yuliana, Y., & Hidayat, S. (2023). Pengembangan alat eksperimen berbasis sensor untuk meningkatkan akurasi data praktikum fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(2), 88–96.