



Pengembangan Kalorimeter Sederhana Berbasis Akuisisi Data *Real – Time* Menggunakan Arduino IDE

Krisyanti^{1*}, Cinta Nazwa Pratiwi², Popi Purwanti³

^{1,2,3}Universitas Indraprasta PGRI

* E-mail : krisyantianturi4@gmail.com

Abstract

The use of conventional tools in physics experiments, such as manual thermometers in calorimetry, often causes significant measurement errors (human error), affecting the accuracy and precision of data acquisition. This study aims to develop a simple calorimeter based on real-time data acquisition using the Arduino IDE as a practical and affordable solution for learning heat experiments in school and college laboratories. The calorimeter system is designed by utilizing a DS18B20 digital temperature sensor integrated with an Arduino Uno microcontroller to monitor temperature changes in real-time during the mixing or heat release process. The recorded temperature data is displayed through the Arduino IDE Serial Plotter interface, making it easier for users to analyze temperature change graphs. The development method includes hardware design, data acquisition system programming, and calorimeter performance testing using water samples at different temperatures. The test results show that the calorimeter is able to produce temperature data with a fast response and accuracy that is good enough for basic learning purposes, with an average deviation level of less than 2% compared to standard laboratory equipment. This system is also considered easy to use, economical, and replicable for physics practicum activities. Thus, this study concludes that this Arduino-based calorimeter has the potential to be an effective, interactive learning medium for heat experiments and supports a more comprehensive understanding of the concept of heat through real-time data monitoring.

Keywords: *Arduino IDE, Kalorimetri, Temperature Sensor*

Abstrak

Penggunaan alat konvensional dalam eksperimen fisika, seperti termometer manual pada kalorimetri, sering kali menimbulkan kesalahan pengukuran yang signifikan, memengaruhi akurasi dan presisi perolehan data. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kalorimeter sederhana berbasis akuisisi data real-time menggunakan Arduino IDE sebagai solusi praktis dan terjangkau untuk pembelajaran eksperimen kalor di laboratorium sekolah maupun perguruan tinggi. Sistem kalorimeter dirancang dengan memanfaatkan sensor suhu digital DS18B20 yang diintegrasikan dengan mikrokontroler Arduino Uno untuk memantau perubahan suhu secara real-time selama proses pencampuran atau pelepasan kalor. Data suhu yang terekam ditampilkan melalui antarmuka Arduino IDE Serial Plotter sehingga memudahkan pengguna dalam menganalisis grafik perubahan suhu. Metode pengembangan meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman sistem akuisisi data, serta pengujian performa kalorimeter menggunakan sampel air bersuhu berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kalorimeter mampu menghasilkan data suhu dengan respon cepat dan akurasi yang cukup baik untuk keperluan pembelajaran dasar, dengan tingkat deviasi rata-rata kurang dari 2% dibandingkan alat laboratorium standar. Sistem ini juga dinilai mudah digunakan, ekonomis, serta dapat direplikasi untuk kegiatan praktikum fisika. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa kalorimeter berbasis Arduino ini berpotensi menjadi media pembelajaran eksperimen kalor yang efektif, interaktif, dan mendukung pemahaman konsep kalor secara lebih komprehensif melalui pemantauan data real-time.

Kata kunci: Arduino IDE, Kalorimetri, Sensor Suhu

PENDAHULUAN

Ilmu Fisika Adalah pengetahuan yang paling penting untuk memahami fenomena alam dan memberikan pemahaman yang mendalam tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta. Ilmu fisika tidak hanya berfokus pada teori, tetapi juga pada aplikasinya dalam dunia nyata, yang keduanya memungkinkan kemajuan teknologi. Eksperimen laboratorium adalah komponen integral dalam pembelajaran fisika di sekolah (Fadhillah dkk, 2024). Kegiatan eksperimen dapat membantu siswa mengaitkan konsep teoretis dengan fenomena alam secara nyata. Melalui percobaan, siswa dapat melakukan observasi dan analisis langsung sehingga memperkuat pemahaman konsep secara aplikatif (Rohmantika N, 2022).

Perkembangan teknologi, di bidang pendidikan terutama di sekolah dipandang perlu untuk dikembangkan berupa alat bantu praktikum digital mikrokontroler yang dalam menggunakan mendukung pembelajaran berbasis eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital mikrokontroler dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan kualitas eksperimen, penguasaan kompetensi siswa, dan motivasi belajar (Detasari AT, 2022).

Kalorimeter adalah salah satu peralatan praktikum fisika yang digunakan untuk menghitung jumlah kalor yang diserap atau dilepaskan selama proses seperti reaksi kimia, perubahan fase, atau pencampuran zat dengan suhu yang berbeda. Pengukuran suhu yang tepat dan akurat sangat penting karena berpengaruh langsung pada hasil perhitungan kalor (Purwanti, 2023). Oleh karena itu, alat ukur suhu yang diperlukan adalah yang memiliki keakuratan tinggi dan dapat memberikan informasi yang akurat dan presisi. Revolusi industri berdampak pada peningkatan terhadap teknik dan instrumen baru dan bervariasi. Sistem pengukuran suhu yang efisien muncul sebagai hasil dari perkembangan teknologi industri ini melalui mikrokontroler.

Arduino Uno adalah salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk pembelajaran berupa praktikum menggunakan teknologi berbasis Arduino Uno (Potabuga, 2025). Arduino adalah platform mikrokontroler open-source berbasis ATmega328 yang dibuat untuk membuat elektronik mudah digunakan dalam berbagai konteks. Arduino Uno merupakan salah satu model yang paling populer karena memiliki 14 pin I/O (6 pin PWM), 6 input analog, kristal osilator 16 MHz, dan koneksi USB. Arduino dapat dengan mudah diprogram dengan bahasa C, memungkinkan pengembang membuat perangkat interaktif. Kombinasi Arduino Uno dengan sensor suhu digital DS18B20 memungkinkan perancangan sistem pengukuran suhu yang lebih akurat, responsif, dan mampu melakukan pencatatan data secara otomatis.

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur lingkungan lalu kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. Sensor suhu DS18B20 salah satu sensor suhu yang umum digunakan dalam pengukuran suhu air. Sensor ini merupakan sensor digital yang menggunakan 1 wire untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Selain itu, sensor DS18B20 memiliki rentang pengukuran suhu yang cukup luas, yaitu dari 55°C hingga 125°C dengan resolusi hingga 0,0625°C, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi kalorimeter (Salsabila N, 2023).

Dalam materi fisika, Asas Black menjadi dasar utama dalam analisis perpindahan kalor. Asas ini menyatakan bahwa kalor yang dilepas oleh zat yang bersuhu lebih tinggi sama dengan kalor yang diterima oleh zat yang bersuhu lebih rendah, asalkan tidak ada kalor yang hilang ke lingkungan (Syam SM). Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe kalorimeter digital berbasis Arduino Uno dengan sensor DS18B20 sebagai alat praktikum fisika. Dengan demikian, diharapkan alat yang dihasilkan dapat menjadi media praktikum digital yang inovatif dan mendukung pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen di sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tahapan dengan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development). Penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R & D) adalah metode penelitian yang umum digunakan dalam penelitian yang melibatkan perancangan dan pengujian efektifitas produk yang dibuat. Metode penelitian R&D dengan model pengembangan 4D yang terdiri dari empat tahap, yaitu pendefinisian (Define), Perancangan (Design), Pengembangan (Develop), dan Penyebaran (Diseminate). Rencana pengembangan penelitian ini telah disesuaikan dengan mengikuti proses 4D, yang meliputi tahapan Define, Design, Develop, dan Disseminate (Yusuf dkk, 2021). Namun, dalam adaptasinya, penelitian ini mengedepankan fokus pada tahapan utama, langkah-langkah dalam tahap 4D tidak semuanya diterapkan secara menyeluruh. Sebaliknya, langkah-langkah ini disesuaikan dengan kebutuhan dan konteks penelitian yang dilakukan.

2.1. Define (Pendefinisian)

Pada tahap ini, masalah utama yang dihadapi dalam pembelajaran praktikum suhu dan kalor diidentifikasi. Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan melalui kuesioner, wawancara dengan guru, dan observasi di laboratorium, ditemukan bahwa siswa kesulitan dalam mengumpulkan dan menganalisis data praktikum, serta kurangnya alat praktikum yang dapat memberikan visualisasi yang jelas mengenai fenomena fisika. Oleh karena itu, kebutuhan akan alat praktikum berbasis teknologi yang dapat mendukung proses pembelajaran secara lebih efektif menjadi fokus utama pada tahap ini. Kriteria dan tujuan pengembangan alat juga ditentukan, seperti alat yang dapat mempermudah pengumpulan data, meningkatkan pemahaman siswa, serta memberikan visualisasi yang jelas tentang suhu, kalor, dan transfer energi.

2.2. Design (Perancangan)

Pada tahap perancangan, desain awal alat praktikum dibuat dengan mempertimbangkan hasil dari tahap pendefinisian. Alat yang dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino dan dilengkapi dengan data logger untuk mencatat dan menyimpan data eksperimen secara otomatis. Desain alat ini juga mencakup pengembangan tampilan antarmuka (user interface) yang sederhana namun informatif, dengan fitur visualisasi grafik yang memudahkan siswa dalam memahami fenomena fisika yang diamati. Selain itu, instrumen validasi oleh ahli juga dibuat untuk memastikan desain alat praktikum yang dihasilkan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Desain instrumen uji coba pengguna juga dipersiapkan untuk memastikan bahwa alat praktikum yang dirancang dapat digunakan dengan baik oleh siswa.

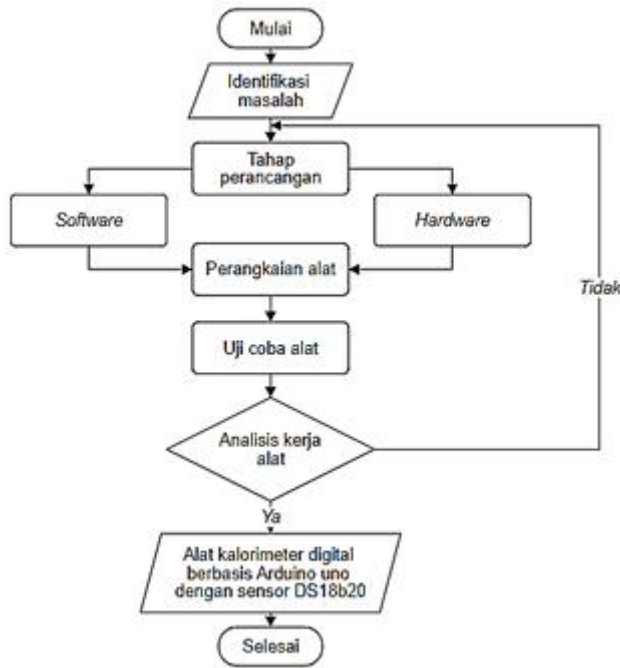
2.3. Develop (Pengembangan)

Pada tahap pengembangan, prototipe alat praktikum mulai dibuat berdasarkan desain yang telah direncanakan. Mikrokontroler Arduino diprogram untuk menghubungkan sensor suhu dengan data logger dan menampilkan hasil percobaan praktikum dalam bentuk data yang terstruktur. Alat ini diuji untuk memastikan semua fungsinya bekerja dengan baik, termasuk pengumpulan data, penyimpanan, dan visualisasi grafik. Selama tahap ini, dilakukan beberapa revisi terhadap prototipe berdasarkan uji coba untuk memperbaiki kekurangan atau masalah yang ditemukan selama pengujian. Setelah pengujian awal berhasil, alat praktikum yang sudah jadi diuji coba lebih lanjut dengan melibatkan siswa untuk mengetahui keefektifan alat dalam mendukung proses pembelajaran.

2.4. Disseminate (Penyebarluasan)

Pada tahap disseminate, hasil pengembangan alat praktikum ini disebarluaskan kepada pihak-pihak yang berkepentingan, seperti guru dan pihak sekolah. Proses penyebarluasan dilakukan dengan memberikan panduan penggunaan alat praktikum, serta melakukan pelatihan atau sosialisasi kepada guru agar alat ini dapat digunakan dengan optimal dalam proses pembelajaran. Selain itu, hasil penelitian ini juga dipublikasikan dalam bentuk laporan skripsi dan dipresentasikan untuk mendapatkan umpan balik dari pembimbing dan ahli. Evaluasi lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui apakah alat praktikum ini benar-benar efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi suhu dan kalor, serta apakah alat ini dapat digunakan secara berkelanjutan di sekolah.

Pendekatan ini menghasilkan produk melalui proses menemukan potensi masalah, lalu mendesain dan mengembangkan suatu produk sebagai bentuk solusi dari permasalahan tersebut (Warawu, 2024). Secara umum penelitian ini terbagi dalam tiga tahapan utama yakni perancangan, perangkaian, dan uji coba alat. Pada tahap perancangan dilakukan perancangan software dan hardware. Selanjutnya dilakukan perangkaian peralatan hingga menghasilkan alat dan tahap akhir dilakukan analisis kerja alat untuk mengevaluasi keberfungsian masing-masing bagian alat. Pada penelitian ini dibuat alur penelitian untuk mempermudah proses perancangan sesuai dengan rencana. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir perancangan alat kalorimeter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Alat

Tahapan pertama adalah perencanaan dan perancangan alat, tahapan ini mencakup perencanaan skema desain alat dan komponen komponen yang diperlukan oleh alat kalorimeter. Desain alat ini, di desain pada aplikasi Canva. Desain atau skema rangkaian yang dihasilkan dari alat ini ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Desain perancangan alat kalorimeter
 Sumber: priadi

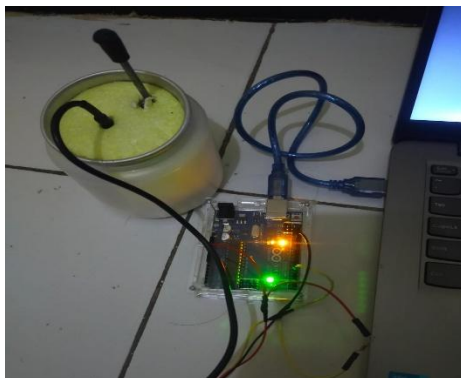
Sejumlah Komponen yang diperlukan dalam tahap perangkaian alat kalorimeter digital beserta dengan spesifikasinya ditunjukkan pada tabel 1.

No.	Nama Komponen	Spesifikasi
1.	Mikrokontroler	Arduino Uno
2.	Sensor Suhu	DS18B20 <i>Waterproof</i>
3.	Resistor	4,7 kΩ

4.

Kabel Jumper	<i>Male to Male & Male to Female</i>
--------------	--

Setelah merencanakan desain dan komponen-komponen yang diperlukan, selanjutnya dilakukan pemrogramannya pada aplikasi Arduino Uno IDE 2.3.4. Arduino Uno R3 merupakan board berbasis mikrokontroler. Pada penelitian ini digunakan untuk memberikan perintah di setiap komponen pada alat. Perangkaian Alat Tahapan selanjutnya adalah perangkaian alat dengan merangkai setiap komponen elektronika. Komponen elektronika yang digunakan antara lain sensor suhu DS18B20, potensiometer, dan resistor 4,7k ohm. Hasil dari perangkaian prototipe alat kalorimeter digital ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Hasil perangkaian prototipe alat kalorimeter digital berbasis arduino uno dengan sensor DS18B20

Uji Coba Alat

Selanjutnya, dilakukan pengujian alat untuk menguji efektifitas dan keandalan dari alat kalorimeter. Pada tahap pengujian alat dilakukan pengambilan data suhu dengan alat kalorimeter yang telah dibuat dan pengambilan data suhu dengan termometer digital. Data yang telah diambil kemudian dibandingkan dengan perhitungan teoritis dari konsep asas Black. Hasil data luaran alat dan perhitungan teoritis akan mengevaluasi bahwa alat bekerja dengan baik dan layak digunakan. Hasil data pengukuran pengujian alat kalorimeter dengan sensor DS18B20 merupakan perbandingan luaran suhu alat terhadap luaran suhu termometer dan perhitungan secara teoritis. Pengujian alat dilakukan dengan cara mengukur suhu awal dua benda dalam percobaan ini, air dan balok, dan suhu akhir kedua benda setelah digabungkan. Jika percobaan dilakukan dengan frekuensi pengukuran yang banyak, maka sensor DS18B20 akan memberikan hasil yang lebih baik dan konsisten. Pembacaan suhu yang dihasilkan bersifat cukup konsisten jika kondisi percobaan (misalnya volume dan lingkungan termal) dijaga konstan. Hal ini sesuai dengan laporan literatur bahwa sensor DS18B20 menghasilkan pengukuran relatif yang sangat konsisten bila ditempatkan dalam lingkungan yang sama (Fezari M, 2019). Pada percobaan berulang, variasi pembacaan kurang dari 0,1°C, menunjukkan tidak adanya penurunan yang signifikan. Sebagai sensor digital 1-wire, DS18B20 tidak mengalami pemanasan diri (self-heating) atau penurunan nilai dalam jangka panjang yang umumnya biasa terjadi pada termometer analog. Berikut salah satu tabel uji coba alat dilaksanakan oleh siswa di SMA Tunas Yapemri Depok dengan 25 siswa kelas XI yang mencoba alat tersebut;

Tabel 2. Uji coba alat Kalorimeter Sederhana Berbasis Akuisisi Data Real – Time Menggunakan Arduino IDE

Trial	Sampel	Massa (g)	Daya pemanas (W)	Durasi (s)	T awal (°C)	T akhir (°C)	ΔT (°C)	Energi input Q (J)	c _{exp} (J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹)
1	Air	200	10	300	25	33	8	3 000	1 875.0
2	Air	250	10	420	24.5	34.2	9.7	4 200	1 732.0
3	Air	300	10	360	24.8	32	7.2	3 600	1 666.7
4	Aluminium Kalorimeter	150	12	240	22.5	38	15.5	2 880	1 238.7
5	kosong (kalibrasi)	100	5	300	20	28	8		1 875.0

Keterangan singkat:

$$Q = P \times t(\text{J})$$

$$m = \text{massa (g)}/1000(\text{kg})$$
$$c_{\text{exp}} = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

```
makefile Copy code  
  
timestamp,trial_id,sample,mass_g,heater_set_W,voltage_V,current_A,temp_probe_C,temp_ambient_C  
2025-12-01T09:00:00,1,Air,200,10,22.2,0.45,25.0,24.5  
2025-12-01T09:01:00,1,Air,200,10,22.2,0.45,25.9,24.6  
2025-12-01T09:02:00,1,Air,200,10,22.2,0.45,26.8,24.6  
2025-12-01T09:03:00,1,Air,200,10,22.1,0.45,28.0,24.7  
2025-12-01T09:04:00,1,Air,200,10,22.2,0.45,30.0,24.8  
2025-12-01T09:05:00,1,Air,200,10,22.3,0.45,33.0,24.9
```

Gambar 4. Tampilan di PC alat kalorimeter digitas berbasis arduino uno dengan sensor DS18B20

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengembangan kalorimeter sederhana berbasis Arduino IDE, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

- **Keberhasilan Pengembangan Alat**
Prototipe kalorimeter digital telah berhasil dirancang dan dibangun dengan mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Uno, sensor suhu digital DS18B20 yang bersifat waterproof, dan antarmuka real-time melalui Serial Plotter Arduino IDE.
- **Performa dan Akurasi**
Pengujian alat menunjukkan bahwa kalorimeter ini mampu menghasilkan data suhu dengan respon cepat dan tingkat akurasi yang baik, dengan rata-rata deviasi kurang dari 2% dibandingkan dengan alat laboratorium standar.
- **Konsistensi Data**
Sensor DS18B20 terbukti memberikan hasil pengukuran yang konsisten dengan variasi pembacaan kurang dari 0,1°C pada percobaan berulang, serta tidak mengalami masalah self-heating sebagaimana termometer analog.
- **Efektivitas sebagai Media Pembelajaran**
Alat ini efektif dalam mempermudah siswa melakukan akuisisi data secara otomatis dan memberikan visualisasi grafik fenomena perpindahan kalor (Asas Black) secara langsung, sehingga dapat meminimalisir kesalahan pengukuran akibat faktor manusia (human error).
Efisiensi Biaya Dengan total biaya komponen sekitar Rp 140.000, alat ini merupakan solusi media praktikum yang ekonomis, inovatif, dan mudah direplikasi untuk kebutuhan laboratorium sekolah maupun perguruan tinggi.

Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk menambahkan fitur penyimpanan data eksternal seperti modul SD Card agar data dapat disimpan tanpa bergantung pada koneksi PC secara terus-menerus. Selain itu, penggunaan isolator kalor yang lebih kedap pada wadah kalorimeter dapat ditingkatkan untuk semakin meminimalisir pertukaran kalor dengan lingkungan sehingga hasil perhitungan kapasitas panas menjadi jauh lebih presisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program studi Pendidikan Fisika, Universitas Indraprasta PGRI, atas dukungan dan kesempatan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Ibu Popi Purwanti, M.Pd. Atas bimbingan saran serta motivasi yang sangat berharga selama proses penyusunan artikel ini. Tidak lupa penulis berterima

kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian mengenai kalorimeter digital berbasis akuisisi data dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, B., Triyono, T., & Suparman, S. (2019). Pengaruh teknologi pendidikan pada era revolusi industri 4, 0. *SEUNEUBOK LADA: Jurnal ilmu-ilmu Sejarah, Sosial, Budaya dan Pendidikan*, 6(2), 96-144.
- Detasari AT, H. S. (2022). Pengembangan Alat ukur Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Suhu dan Kalor. *Vidya Karya*, 69.
- Fadhillah, R. A. F. A., Arkansyah, Z., Nurmalita, D., & Purwanti, P. (2024, December). Pengembangan Alat Peraga Kincir Angin Berbasis Uap Panas Sebagai Media Pembelajaran Hukum II Termodinamika. In *SINASIS (Seminar Nasional Sains)* (Vol. 5, No. 1).
- Fezari M, A. D. (2019). Exploring One-Wire Temperature sensor "DS18B20" with Microcontroller.
- Purwanti, P. (2023, December). Analisis desain alat peraga fisika pada materi termodinamika. In *SINASIS (Seminar Nasional Sains)* (Vol. 4, No. 1).
- Potabuga, P. W., Amisan, T. I., Marianus, M., Tumangkeng, J. V., & Pawarangan, I. (2025). RANCANG BANGUN KALORIMETER DIGITAL BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN SENSOR DS18B20 UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 10(2), 33-39.
- Rohmantika N, P. U. (2022). Pengaruh Metode Eksperimen Dengan Model Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika. *Lontar Pycs*, 9.
- Salsabila N, C. R. (2023). Rancang Alat Praktikum Untuk Mengukur Suhu Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduiono Uno. *J. Sains Ris*, 409.
- Syam SM, H. R. (t.thn.). Pengaruh Suhu dalam Penentuan Kapasitas Panas Kalorimeter dan hubungann Konsentrasi NaOH dalam Penentuan Panas Pelarutan Juga Panas Netralisasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan*, 1-7.
- Waruwu, M. (2024). Metode penelitian dan pengembangan (R&D): konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220-1230.
- Yusuf, Y. M., Hastuti, K., & Purwanti, P. (2021). Pengembangan lembar kerja siswa praktikum berbasis POE (Predict Observe Explain) dengan phet simulasi pada pokok bahasan hukum faraday. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 2(1), 13-25.