

RANCANG BANGUN KALORIMETER DIGITAL BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN SENSOR DS18B20 UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA

***Putri Wulandari Potabuga, Trianita Imannuela Amisan, Marianus, Jeane Verra
Tumangkeng dan Ishak Pawarangan***

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumian, Universitas Negeri
Manado, Jl. Kampus Unima Tondano, Kabupaten Minahasa, 95618, Indonesia
E-mail: 22505002@unima.ac.id*

Abstrak

Praktikum merupakan komponen penting dalam pembelajaran fisika untuk membantu siswa memahami konsep secara konkret, salah satunya adalah konsep kalor dan asas Black. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe kalorimeter digital berbasis Arduino Uno dengan sensor suhu DS18B20 sebagai media praktikum yang dapat mengukur suhu secara digital dan real-time. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan tahapan perencanaan dan perancangan alat, perakitan komponen, serta pengujian kinerja alat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mengukur suhu dengan galat relatif berkisar antara 0,35% hingga 4,29% terhadap nilai teoritis berdasarkan Asas Black. Regresi linier antara hasil pengukuran sensor dan nilai teoritis menunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar $R^2=0,9789$, yang menandakan tingkat akurasi dan kesesuaian data yang sangat tinggi. Alat ini tidak hanya memodernisasi eksperimen termal, tetapi juga selaras dengan tujuan pendidikan STEM melalui integrasi teknologi dalam kurikulum fisika. Inovasi perangkat ini menjadi solusi praktis bagi sekolah dengan sumber daya terbatas dan membuka peluang adaptasi untuk aplikasi pendidikan yang lebih luas.

Kata kunci: Kalorimeter digital; Arduino uno; Kalor; Asas Black; Pembelajaran fisika

Abstract

[Design and Development of a Digital Calorimeter based on Arduino Uno using DS18B20 Sensor for Physics Learning] Practicum is an important component in physics learning to help students understand concepts concretely, one of which is the concept of heat and Black's principle. This research aims to design and build an Arduino Uno-based digital calorimeter prototype with a DS18B20 temperature sensor as a practicum medium that can measure temperature digitally and in real-time. The method used is Research and Development (R&D) with the stages of planning and designing tools, assembling components, and testing tool performance. The test results show that the device can measure temperature with a relative error ranging from 0.35% to 4.29% against the theoretical value based on Black's principle. The linear regression between the sensor measurement results and the theoretical value shows a coefficient of determination of $R^2=0.9789$, which indicates a very high level of accuracy and data conformity. This tool not only modernises thermal experiments, but also aligns with STEM education goals through the integration of technology in the physics curriculum. This innovative device provides a practical solution for schools with limited resources and opens up opportunities for adaptation for wider educational applications.

Keywords: Digital calorimeter; Arduino uno; Heat; Black's Principle; Physics education

PENDAHULUAN

Ilmu fisika adalah salah satu cabang ilmu 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 [1–3].

Eksperimen laboratorium adalah komponen integral dalam pembelajaran fisika di sekolah. 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 [2,4].

Perkembangan teknologi, di bidang pendidikan terutama di sekolah dipandang perlu untuk dikembangkan berupa alat bantu praktikum digital yang menggunakan mikrokontroler dalam mendukung pembelajaran berbasis eksperimen [5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital mikrokontroler dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan kualitas eksperimen, penguasaan kompetensi siswa, dan motivasi belajar [6–9].

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. Oleh karena itu, alat ukur suhu yang diperlukan adalah yang memiliki keakuratan tinggi dan dapat memberikan informasi yang akurat dan presisi [1,10].

Revolusi industri berdampak pada peningkatan terhadap teknik dan instrumen baru dan bervariasi [11]. 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 [12]. 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 [13]. Kombinasi Arduino Uno dengan sensor suhu digital DS18B20 memungkinkan perancangan sistem pengukuran suhu yang lebih akurat, responsif, dan mampu melakukan pencatatan data secara otomatis [14].

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 [14]. 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 [15].

Dalam materi fisika, Asas Black menjadi dasar utama dalam analisis perpindahan kalor [16]. 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 [17].

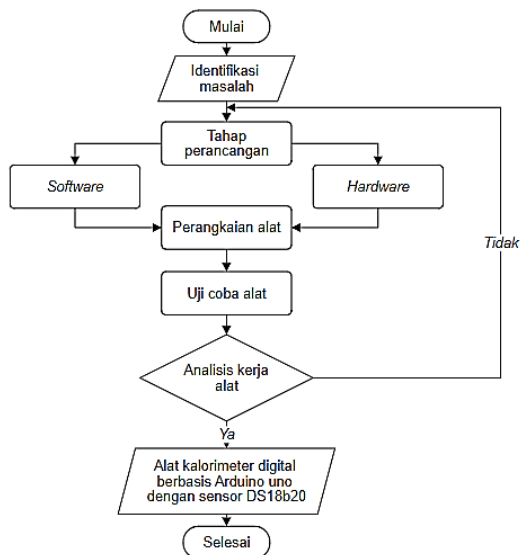
Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe kalorimeter digital berbasis Arduino Uno dengan sensor DS18B20 sebagai alat praktikum fisika. Dengan demikian, diharapkan alat yang dihasilkan dapat menjadi media praktikum digital yang inovatif dan mendukung pendekatan pembelajaran berbasis eksperimen di sekolah.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika Lanjut, Fisika Unima pada bulan Februari-April 2025 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 efektivitas produk yang dibuat [18,19].

Pendekatan ini menghasilkan produk melalui proses menemukan potensi masalah, lalu mendesain dan mengembangkan suatu produk sebagai bentuk solusi dari permasalahan tersebut [20,21].

Secara umum penelitian ini terbagi dalam tiga tahapan utama yakni perancangan, perangkaan, dan uji coba alat. Pada tahap perancangan dilakukan perancangan *software* dan *hardware*. Selanjutnya dilakukan perangkaan 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.

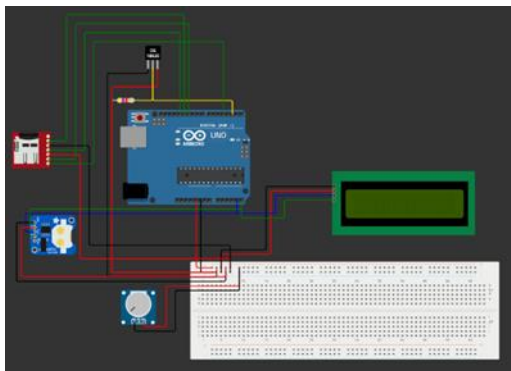


Gambar 1. Diagram alir perancangan alat kalorimeter

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 Wokwi. Wokwi adalah simulator elektronik online. Simulasi menggunakan Arduino Uno, ESP32, MicroPython, *board*, dan sensor lainnya [22]. Desain atau skema rangkaian yang dihasilkan pada aplikasi Wokwi dari alat ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain alat kalorimeter menggunakan aplikasi Wokwi

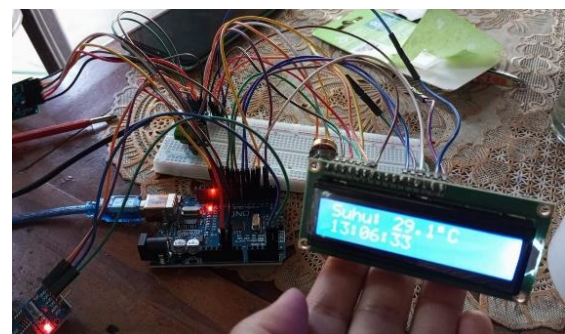
Sejumlah komponen yang diperlukan dalam tahap perangkaian alat kalorimeter digital beserta dengan spesifikasinya ditunjukkan pada Tabel 1.

No.	Nama Komponen	Spesifikasi
1.	Mikrokontroler	Arduino Uno
2.	Sensor suhu	DS18B20 Waterproof
3.	Liquid Crystal 1602	LCD Display 16x2
4.	RTC (Real Time Clock)	DS3231
5.	Resistor	4,7 kΩ
6.	Potensiometer	B10K
7.	Kabel jumper	Male to Male & Female to Male
8.	Breadboard	MB-102 830 point
9.	Saklar	On/Off 2 kaki
10.	Baterai	9V

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 ATmega328 [23] dimana pada penelitian ini digunakan untuk memberikan perintah di setiap komponen pada alat.

Perangkaian Alat

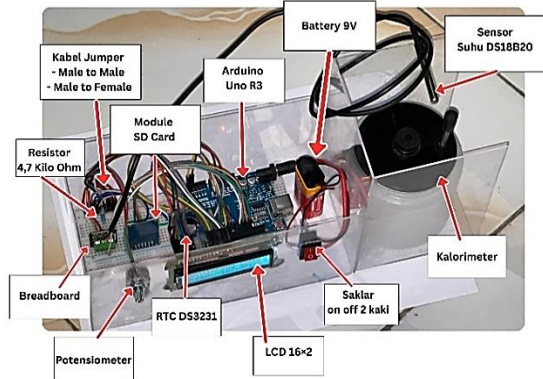
Tahapan selanjutnya adalah perangkaian alat dengan merangkai setiap komponen elektronika. Komponen elektronika yang digunakan antara lain sensor suhu DS18B20, potensiometer, dan resistor 4,7k ohm. Sementara itu, mikrokontroler yang digunakan meliputi Arduino Uno, RTC (*real time clock*), serta kartu SD. Hasil dari perangkaian prototipe alat kalorimeter digital ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Hasil perangkaian prototipe alat kalorimeter digital berbasis Arduino Uno dengan sensor DS18B20

Kemudian prototipe alat kalorimeter yang telah diuji awal, disusun dan dirakit ke

dalam sebuah pelindung untuk melindungi dan merapikan rangkaian alat kalorimeter ini. Kotak pelindung yang digunakan berbahan akrilik untuk menjaga agar komponen seperti Arduino Uno dan sensor DS18B20 tetap aman, stabil, dan mudah diakses saat digunakan dalam eksperimen kalorimeter. Hasil akhir alat dan bagian-bagiannya ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat kalorimeter digital berbasis Arduino Uno dan 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. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali dengan variasi suhu yang berbeda beda. Hasil data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil data pengukuran suhu bekerja menunjukkan bahwa alat kalorimeter berfungsi dengan cukup baik. Galat alat berkisar antara 0,35 – 4,29 % yang menandakan bahwa luaran suhu alat mendekati perhitungan suhu secara teoritis.

Pada percobaan 1 hingga 5, pengukuran menunjukkan galat yang cukup tinggi pada kisaran 3,19 – 4,29. Hal ini disebabkan oleh akurasi sensor DS18B20 secara spesifikasi pada rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$ adalah sebesar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dari suhu sebenarnya [24,25]. Namun laporan serupa didapatkan bahwa di rentang nilai -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$, galat sensor ini adalah sebesar $\pm 5\%$ [26].

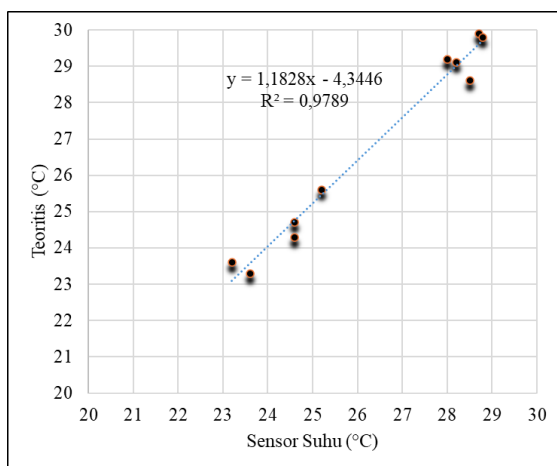
Jika percobaan dilakukan dengan frekuensi pengukuran yang banyak, maka sensor DS18B20 akan memberikan hasil yang lebih baik dan konsisten. Pembacaan suhu yang dihasilkan bersifat cukup konsisten jika kondisi percobaan (misalnya volume dan lingkungan termal) dijaga konstan. Hal ini sesuai dengan laporan literatur bahwa sensor DS18B20 menghasilkan pengukuran relatif yang sangat konsisten bila ditempatkan dalam lingkungan yang sama [25–27]. Pada percobaan berulang, variasi pembacaan kurang dari $0,1^{\circ}\text{C}$, 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.

Tabel 2. Data pengukuran pengujian alat kalorimeter

Percobaan ke-	Suhu Awal Air ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu Balok ($^{\circ}\text{C}$)	Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Sensor Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Asas Black ($^{\circ}\text{C}$)	Galat (%)
1	24,5	79,9	29,2	29,2	28,0	4,29
2	24,9	77,3	29,1	29,1	28,2	3,19
3	25,5	75,8	29,9	29,9	28,7	4,18
4	25,5	72,4	28,6	28,6	28,5	0,35
5	27,9	42,5	29,8	29,8	28,8	3,47
6	24,6	34,3	25,6	25,6	25,2	1,59
7	26,2	2,5	24,8	24,7	24,6	0,41
8	26,2	1,7	24,3	24,3	24,6	1,22
9	26,2	1,5	23,3	23,3	23,6	1,27
10	24,8	0,6	23,5	23,6	23,2	1,72

Meski demikian, waktu respon sensor yang sekitar 0,75 detik (pada resolusi penuh) berarti perubahan suhu yang sangat cepat kemungkinan belum terdeteksi secara *real-time* [24]. Namun dalam kondisi campuran yang dibiarkan mencapai kesetimbangan sebelum diukur, karakteristik respon sensor DS18B20 tidak menjadi penghambat berarti [10,26,27]. Secara umum, stabilitas elektronik dan digital DS18B20 memastikan bahwa pembacaan berulang dapat diandalkan untuk analisis kalorimeter.

Hubungan regresi linear antara pengukuran sensor suhu terhadap perhitungan secara teoritis didapatkan grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengujian alat dengan membandingkan nilai teoritis terhadap luaran suhu alat

Nilai $R^2 = 0,9789$ menunjukkan koefisien determinasi sangat dekat dengan nilai 1, artinya 97,89% variasi suhu teoritis dapat dijelaskan oleh variasi pembacaan sensor melalui model linier. Dengan kata lain, sebagian besar fluktuasi data teoritis dikorelasikan linier dengan data sensor, menandakan kecocokan (*fit*) regresi yang sangat baik [18,19] Intersep yang relatif kecil ($-4,3446$) menunjukkan bias sistematis hanya sedikit dan dapat dikoreksi dengan kalibrasi. Kalibrasi dilakukan dengan mengubah persamaan sehingga dapat memperoleh sifat memadai atau sesuai dengan nilai teoritis [28,29]. Dalam hal ini artinya alat kalorimeter dapat menghasilkan pengukuran suhu yang akurat terhadap teori asas Black setelah dilakukan kalibrasi.

Hasil regresi linier dan pembahasan diatas mengindikasikan alat kalorimeter dengan menggunakan sensor DS18B20 berfungsi dengan baik. Sehingga alat kalorimeter yang telah dikembangkan dapat dimanfaatkan dalam menunjang praktikum fisika.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat kalorimeter digital berbasis Arduino Uno dengan sensor DS18B20 telah berhasil dikembangkan dan menunjukkan kinerja yang baik dalam mengukur suhu pada proses pencampuran zat. Sensor DS18B20 mampu memberikan pembacaan suhu yang akurat dengan tingkat galat relatif rendah (0,35%–4,29%) dibandingkan dengan perhitungan teoritis menggunakan Asas Black. Koefisien determinasi regresi linier antara data sensor dan suhu teoritis sebesar 0,9789 memperkuat kesimpulan bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi dan konsistensi yang tinggi.

Dengan demikian, alat yang telah dikembangkan ini dapat dimanfaatkan sebagai media praktikum fisika untuk mendukung pemahaman siswa terhadap konsep kalor dan asas Black melalui pendekatan eksperimen berbasis data digital.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan kepada guru fisika di tingkat Sekolah Menengah Atas untuk mempertimbangkan penggunaan alat ini sebagai alternatif atau pelengkap dari kalorimeter konvensional dalam kegiatan praktikum. Alat ini memberikan pembacaan suhu secara *real-time*, memungkinkan siswa mengamati dan menganalisis data secara langsung, serta meningkatkan keterlibatan mereka dalam pembelajaran berbasis eksperimen. Selain itu, bagi pengembang teknologi pendidikan, penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut terhadap perangkat serupa yang dilengkapi fitur tambahan seperti pencatatan data otomatis atau konektivitas nirkabel. Bagi sekolah atau institusi pendidikan, adopsi alat ini dapat menjadi bagian dari strategi digitalisasi laboratorium dan peningkatan kualitas pembelajaran Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) yang terintegrasi dengan teknologi mikrokontroler.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Hafiz KM, Sundari E, Annas AA. 2025. Desain dan Implementasi Alat Praktikum Kalorimeter Berbasis IOT (Internet of Things) Modul Esp8266 dengan Menggunakan Aplikasi Blynk. *Innov. J. Soc. Sci. Res.* **5**(2): 42.
- 2 Rohmantika N, Pratiwi U. 2022. Pengaruh Metode Eksperimen Dengan Model Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Fisika. *Lontar Phys. Today.* **1**(1): 9.
- 3 Halliday D, Resnick R, Walker J. *Fundamentals of Physics.* Cleveland State University, United States of America. 2014.
- 4 Boisandi B, Matsun M. 2025. Implementasi Alat Ukur Kemagnetan Berbasis Microcontroller Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Saintifik Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains. *INKUIRI J. Pendidik. IPA.* **14**(1): 1.
- 5 Detasari AT, Hadiati S, Sukadi E. 2022. Pengembangan Alat Ukur Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Suhu Dan Kalor. *Vidya Karya.* **37**(2): 68.
- 6 Lahme SZ, Klein P, Lehtinen A, Müller A, Pirinen P, Rončević L, Sušac A. 2023. Physics lab courses under digital transformation: A trinational survey among university lab instructors about the role of new digital technologies and learning objectives. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* **19**(2): 1.
- 7 Fauziah AN, Sulisworo D. 2022. Pembelajaran Fisika dengan Memanfaatkan Teknologi Guna Meningkatkan Minat Belajar. *J. Genes. Indones.* **1**(02): 79.
- 8 Qomariyah N, Wirawan R, Minardi S, Alaa' S, Yudi Handayana IGN. 2020. Pendalaman Konsep Fisika Menggunakan Alat Peraga Berbasis Mikrokontroler Pada Siswa Sma. *SELAPARANG J. Pengabdi. Masy. Berkemajuan.* **4**(1): 486.
- 9 Nurul Qomariyah, Rahadi Wirawan, Hiden, Suhayat Minardi, Lalu Sahrul Hudha. 2022. Pelatihan Pembuatan Alat Peraga Fisika Untuk Madrasah Aliyah (MA). *J. Pengabdi. Magister Pendidik. IPA.* **5**(1): 103.
- 10 Huda MBR, Kurniawan WD. 2022. Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *J. Rekayasa Mesin.* **7**(2): 18.
- 11 Majdi LM, Kumendong I, Huwaidah I, Aziz MFA. 2024. Pemanfaatan Termokopel sebagai Sensor Suhu untuk Analisis Kelarutan Zat Terlarut. *J. FisTa Fis. dan Ter.* **5**(2): 85.
- 12 Salsabila N, Choir RA, Tiara SINJ, Rahmadinanti MO, Fadah HI, Maryani M, Harijanto A. 2023. Rancang Alat Praktikum Untuk Mengukur Suhu Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno. *J. Sains Ris.* **13**(2): 409.
- 13 Ardiyanto A, Ariman A, Supriyadi E. 2021. ALAT PENGUKUR SUHU BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR INFRAMERAH DAN ALARM PENDETEKSI SUHU TUBUH DIATAS NORMAL. *SINUSOIDA.* **23**(1): 11.
- 14 Ramli, N; Mohd Sobani SS. 2013. Investigasi Pengaruh Flow Terhadap Pembacaan Suhu Air Sensor DS18B20 Pada Shower Therapy. *J. Teknol.* **2**(2): 19.
- 15 Mudofar Baehaqi, Abdul Rosyid, Agus Siswanto ES. 2023. 5-Pengujian Performa Sensor DHT11 dan DS18B20 Sebagai Sensor Suhu Ruang Server. *Mestro J. Ilm.* **2**(02): 6.
- 16 Siregar E, Fadilah R, Kasmawati. 2023. Sosialisasi Praktikum Fisika Materi Suhu dan Kalor di MAS. Kalandra J. Pengabdi. Kpd. Masy. **02**(04): 161.
- 17 Syam SM, Hapeni RS, Muliawati EC. Pengaruh Suhu dalam Penentuan Kapasitas Panas Kalorimeter dan Hubungan Konsentrasi NaOH dalam Penentuan Panas Pelarutan juga Panas Netralisasi Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III. pp 1–7.
- 18 Sugiyono. 2019. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R &D. Bandung Alf. .
- 19 Ali Khan J, Raman AM,

- Sambamoorthy N, Prashanth K. Research Methodology (Methods, Approaches And Techniques).2023.
- 20 Waruwu M. 2024. Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *J. Ilm. Profesi Pendidik.* **9**(2): 1220.
- 21 Okpatrioka. 2023. Innovative Research And Development (R&D) in Education. *J. Pendidikan, Bhs. dan Budaya.* **1**(1): 86.
- 22 Wahyudi W, Sabara E. 2022. Desain Dan Implementasi Media Pembelajaran Mikrokontroler Berbasis Hybrid Learning Menggunakan Wokwi Simulation. *J. Media Elektr.* **19**(3): 186.
- 23 Samsugi S, Mardiyansyah Z, Nurkholis A. SISTEM PENGONTROL IRIGASI OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO.
- 24 Maxim Integrated Inc. 2019. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Maxim Integr. Prod. .
- 25 Prabowo NK, Paristiowati M, Irwanto, Afrizal, Yusmaniar. 2023. ChemDuino-Calorimetry to determine the enthalpy change of neutralization of an acid-base reaction: Making a familiar experiment “greener.” *AIP Conf. Proc.* **2958**(1): .
- 26 Fezari M, Al Dahoud A. Exploring One-wire Temperature sensor “DS18B20” with Microcontrollers.2019.
- 27 Elyounsi A, Kalashnikov AN. 2021. Evaluating Suitability of a DS18B20 Temperature Sensor for Use in an Accurate Air Temperature Distribution Measurement Network †. *Eng. Proc.* **10**(1): .
- 28 Chen HY, Chen C. 2022. Evaluation of Calibration Equations by Using Regression Analysis: An Example of Chemical Analysis. *Sensors.* **22**(2): .
- 29 Meija J, McRae G, Pagliano E. 2020. Application of regression methods to solve general isotope dilution measurement equations. *Metrologia.* **57**(2): 25016.