

DOI: doi.org/10.21009/03.1301.PF08

RANCANGAN SET PRAKTIKUM TRANSFER KALOR BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO DENGAN *DATA LOGGER*

Siti Maryam Ahlamy^{a)}, Hadi Nasbey, Upik Rahma Fitri

*Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Jakarta, Jl. Rawamangun muka Raya No. 11, Jakarta 13220, Indonesia.*

Email: ^{a)}mariamahlami@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang set praktikum transfer kalor berbasis mikrokontroler Arduino dengan *data logger*. Penelitian ini menggunakan metode Penelitian dan Pengembangan, dengan model penelitian 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*) yang terbatas pada tahap *Design*. pengumpulan data penelitian awal pada tahap *Define* melibatkan penyebaran kuesioner kepada siswa, wawancara dengan guru, pengamatan laboratorium sekolah, dan kajian literatur. Data yang diperoleh dianalisis dan digunakan sebagai panduan untuk menentukan konsep materi, tujuan pembelajaran, dan kegiatan pembelajaran. Berdasarkan analisis data, diperlukan serangkaian percobaan perpindahan panas yang dapat merekam data secara terus menerus. Pada tahap *Design*, peneliti memilih format dan jenis media pembelajaran, menyusun kerangka tes, dan merancang set praktikum yang dapat mengakomodasi kebutuhan pembelajaran. Hasilnya adalah rancangan set praktikum transfer kalor berbasis mikrokontroler Arduino dengan *data logger* sebagai solusi untuk kebutuhan pembelajaran yang ditemukan pada tahap *Define*. Desain tersebut terdiri dari alat praktikum fisik dan aplikasi komputer.

Kata-kata kunci: set praktikum, transfer kalor, data logger.

Abstract

This study aims to design a heat transfer experiment set based on an Arduino microcontroller with a data logger. This research employs the Research and Development method, utilizing a 4D research model (*Define, Design, Develop, and Disseminate*) that is limited to the *Design* stage. Initial data collection during the *Define* stage involved distributing questionnaires to students, interviewing teachers, observing school laboratories, and conducting a literature review. The data obtained were analyzed and used as a guide to determine the material concepts, learning objectives, and learning activities. Based on the data analysis, there is a need for an experiment set on heat transfer that can continuously record data. During the *Design* stage, the researchers selected the format and type of learning media, developed a test outline, and designed an experiment set that accommodates the identified learning needs. The result is a design for a heat transfer experiment set based on an Arduino microcontroller with a data logger, providing a solution to the learning needs identified in the *Define* stage. The design consists of a physical experiment tool and a computer application..

Keywords: experiment set, heat transfer, data logger.

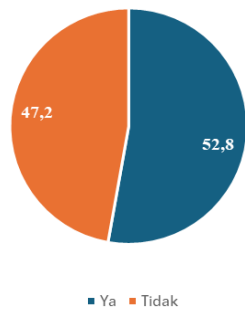
PENDAHULUAN

Pemahaman konsep Fisika merupakan salah satu fokus utama bagi para pengajar, karena melalui pemahaman yang benar dan mendalam terhadap konsep-konsep tersebut, siswa dapat menjelaskan fenomena fisika yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari [1]. Pemahaman konsep Fisika yang kurang baik menjadikan pelajaran Fisika terkesan sulit [2]. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusdiastuti, dkk., di dalam artikel [3], bahwa sifat-sifat beberapa konsep abstrak dalam fisika menimbulkan kesulitan dalam memvisualisasikan dan mengkomunikasikannya kepada siswa. Selain itu, pembelajaran fisika yang masih mengandalkan metode konvensional, seperti ceramah, menyebabkan kurangnya pemahaman mendalam dan pengalaman praktis bagi siswa [4]. Pembelajaran yang hanya mengandalkan ceramah dan visualisasi yang sederhana seringkali tidak dapat memberikan pemahaman yang mendalam dan pengalaman praktis kepada siswa [5]. Kemampuan belajar siswa dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kreativitas guru dalam menciptakan media pembelajaran yang inovatif. Selain itu, ketersediaan sumber belajar, dukungan teknologi, dan kolaborasi siswa juga memainkan peran penting dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep fisika.

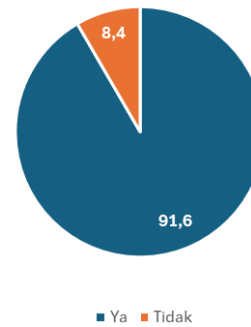
Kegiatan eksperimen dianggap menjadi metode yang lebih efektif, memungkinkan siswa untuk aktif menyimpulkan dan memahami materi pelajaran [6]. Meskipun tidak semua konsep fisika dapat dipahami sepenuhnya melalui kegiatan praktikum, namun praktikum sangat efektif untuk konsep yang dapat dibuktikan secara empiris seperti hukum-hukum mekanik termodinamika dan kalor, gelombang dan optik, listrik dan magnet, serta mekanika fluida. Kegiatan praktikum ini sangat membantu siswa untuk mengaitkan teori dengan fenomena nyata, sehingga konsep fisika lebih mudah dipahami [7]. Dengan melakukan eksperimen, siswa bisa mengembangkan kemampuan ilmiah dan meningkatkan sikap positif terhadap ilmu pengetahuan [8]. Selain itu, melalui kegiatan eksperimen siswa dapat memahami langkah-langkah dalam penyelidikan ilmiah [9]. Dengan demikian, pembelajaran fisika dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat secara langsung dalam proses belajar. Berdasarkan prinsip kerucut pengalaman Dale, menunjukkan bahwa peserta didik yang terlibat langsung dalam pembelajaran akan mengingat 90% dari apa yang mereka lakukan. Untuk mengikuti pendekatan saintifik dan konsep kerucut pengalaman Dale, pembelajaran fisika perlu dirancang dengan kegiatan yang mendorong peserta didik untuk menemukan konsep, materi, atau fenomena yang sedang mereka pelajari, khususnya dalam pembelajaran fisika [10].

Salah satu topik dalam fisika yang dianggap sulit tetapi memiliki kontribusi besar dalam memecahkan masalah lintas cabang ilmu adalah suhu dan panas [11]. Beberapa penelitian telah mengungkapkan kesulitan siswa dalam menguasai topik suhu dan panas [12],[13]. Kesulitan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kegagalan siswa untuk mengaktifkan konsep yang berkaitan dengan suhu dan panas. Selain itu, siswa juga kurang terampil dalam menggunakan persamaan matematika dan menghadapi kesulitan dalam menganalisis besaran fisik, menurut temuan dalam penelitian Ni'mah, dkk. Hal inilah yang menyebabkan siswa kesulitan menguasai konsep suhu dan panas secara keseluruhan [11].

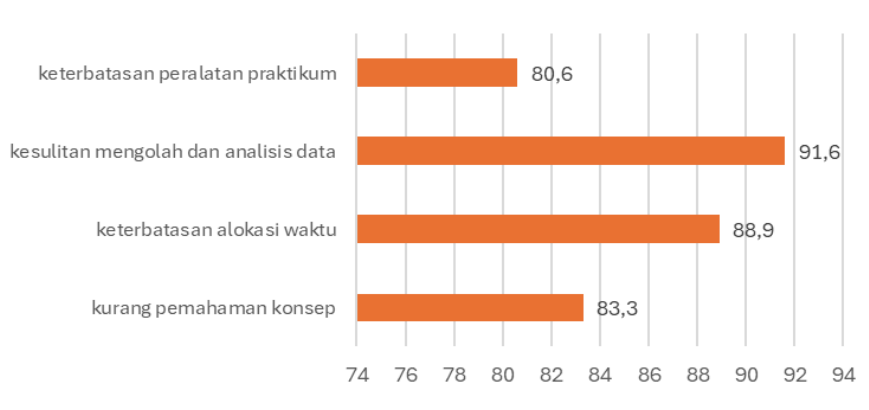
Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang dilakukan melalui penyebaran kuesioner dengan responden sebanyak 36 peserta didik dari SMA kelas XI, GAMBAR 1 menunjukkan bahwa 52,8% (19 siswa) yang menganggap bahwa materi suhu dan kalor sulit dipahami. Alasan yang mendasari kesulitan siswa dalam mempelajari materi didominasi dengan menggunakan media pembelajaran yang tidak memadai dan belum terfokus pada materi yang dipelajari. Hal ini diperkuat dengan hasil 91,6% (33 siswa) berpendapat bahwa pengembangan alat praktikum diperlukan sebagai alat pembelajaran seperti yang terlihat pada GAMBAR 2.



GAMBAR 1. Kesulitan Siswa pada Materi Suhu dan Kalor



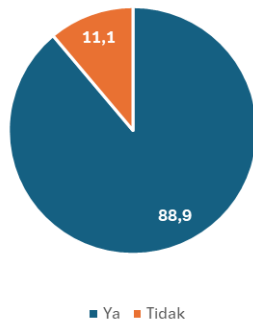
GAMBAR 2. Kebutuhan terhadap Alat Praktikum



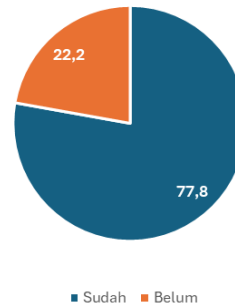
GAMBAR 3. Beberapa Masalah yang Dialami Mahasiswa selama Praktikum.

Berdasarkan GAMBAR 3 menunjukkan bahwa terdapat 83,3% (30 siswa) yang beranggapan mengalami kesulitan karena kurang pemahaman konsep, 88,9% (32 siswa) beranggapan memiliki alokasi waktu yang terbatas dan 91,6% (33 siswa) beranggapan kesulitan mengumpulkan dan menganalisis data, dan 80,6% (29 siswa) mengalami kesulitan karena keterbatasan peralatan praktikum. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan alat praktikum menggunakan data logger yang dapat menyimpan data secara real-time secara otomatis dan lebih cepat. Untuk lebih menarik minat mahasiswa dalam belajar, perangkat aplikasi adalah jika menyajikan fitur yang lengkap, seperti deskripsi materi yang disajikan dengan ilustrasi, Lembar Kerja Siswa, pengolahan data yang menampilkan visualisasi gambar dan grafik, serta soal latihan untuk menunjang kegiatan praktikum.

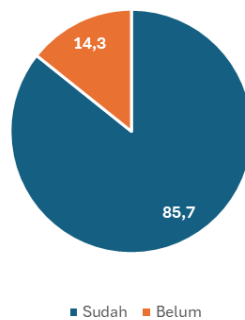
Perkembangan teknologi telah memberikan dampak signifikan pada berbagai sektor, termasuk pendidikan fisika [14]. Penggunaan simulasi komputer, perangkat lunak interaktif, peralatan eksperimen canggih, dan sumber daya internet telah meningkatkan kemampuan siswa untuk memahami dan menguji konsep fisika secara lebih interaktif [15]. Oleh karena itu, metode pengajaran di sekolah-sekolah perlu mengadopsi perangkat pengajaran modern [16]. Penggunaan teknologi data logger dalam pendidikan fisika dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep sains secara lebih efektif [17]. Sebagai solusi, guru dapat merancang sebuah kit eksperimen dengan data logger yang terjangkau dengan memanfaatkan Arduino Uno, yaitu mikrokontroler berbiaya rendah. Arduino Uno yang telah terintegrasi dengan sensor dapat berguna untuk proyek praktis dalam pelaksanaan praktikum [14]. Arduino memungkinkan transformasi data dan visualisasi hasil secara otomatis, yang dapat membantu siswa memahami hubungan antarvariabel dalam praktikum fisika. Namun, pemahaman konsep fisika secara mendalam tetap membutuhkan penjelasan teoritis dari guru dan keterlibatan aktif siswa dalam menganalisis hasil eksperimen.



GAMBAR 4. Ketertarikan Siswa terhadap Teknologi *Data Logger*



GAMBAR 5. Pengetahuan Siswa tentang Teknologi *Data Logger*



GAMBAR 6. Ketertarikan Siswa terhadap Alat Praktikum yang Dapat Menampilkan Visual (Gambar dan Grafik)

GAMBAR 4 menunjukkan bahwa sebanyak 88,9% (32 siswa) tertarik mempelajari materi fisika menggunakan teknologi data logger, meskipun 77,8% (28 siswa) masih asing atau belum mengetahui teknologi tersebut, seperti yang ditunjukkan dalam GAMBAR 5. Hasilnya, 85,7% (31 siswa) tertarik pada alat praktikum yang dapat mengolah data secara otomatis dan menampilkan visualisasi (gambar dan grafik) seperti yang terlihat pada GAMBAR 6. Melalui data logger, siswa dapat merasakan pembelajaran praktis dengan melihat penerapan konsep fisika dalam konteks nyata, visualisasi data secara real-time, memfasilitasi pemahaman konsep abstrak, sementara aplikasi menyediakan materi dan latihan yang mendorong keterlibatan aktif. Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam set praktikum ini juga meningkatkan kemampuan literasi digital siswa, menciptakan lingkungan belajar yang dinamis, dan memberikan motivasi kepada siswa.

Penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Woo, Hara, & Ohiyama, menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler Arduino Uno dalam eksperimen transfer kalor dapat memberikan kepuasan bagi peserta. Hal ini menegaskan bahwa teknologi, seperti data logger dan peralatan eksperimen yang canggih, dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam pembelajaran fisika yang lebih interaktif dan efektif [18]. Studi lain oleh Permana dan Mulyati menunjukkan bahwa data logger dapat diintegrasikan sebagai media pembelajaran praktikum fisika dalam bentuk tabel dan grafik, serta dapat memfasilitasi praktikum yang sebelumnya dilakukan secara manual [19]. TABEL 1 menunjukkan perbandingan antara praktikum konvensional dan menggunakan data logger.

TABEL 1. Perbandingan antara Praktikum Konvensional dan Menggunakan Data Logger

	Konvensional	Data Logger
Implementasi	<ul style="list-style-type: none"> Manual Butuh lebih banyak waktu 	<ul style="list-style-type: none"> Otomatis Lebih cepat

Akurasi Data	<ul style="list-style-type: none">• Cukup akurat• Pengamatan harus dilakukan secara menyeluruh	<ul style="list-style-type: none">• Sangat akurat• Data direkam secara otomatis dan <i>real time</i>
Hasil Data	<ul style="list-style-type: none">• Hasil berupa angka	<ul style="list-style-type: none">• Hasil berupa angka, grafik, diagram, atau tabel

Berdasarkan uraian-uraian sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa peserta didik membutuhkan media pembelajaran berupa alat praktikum berbasis teknologi data logger dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi suhu dan kalor. Dengan demikian, peneliti tertarik untuk merancang set praktikum transfer kalor berbasis mikrokontroler arduino dengan data logger.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau R&D (Research and Development) dengan model pengembangan 4D yang terdiri dari empat tahap, yaitu pendefinisian (*Define*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Develop*), dan Penyebaran (*Disemminate*). Rencana pengembangan penelitian ini telah disesuaikan dengan mengikuti proses 4D, yang meliputi tahapan *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. 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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap pendefinisian, peneliti melakukan analisis kebutuhan melalui penyebaran kuesioner kepada peserta didik dan wawancara dengan guru fisika untuk mengetahui permasalahan yang dialami siswa dalam mempelajari fisika, observasi laboratorium dilakukan untuk mengetahui ketersediaan dan kondisi peralatan praktikum, serta analisis literatur.

3.1 Analisis kebutuhan siswa

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang dilakukan melalui kuesioner terhadap siswa kelas XI di SMA Negeri 23 Jakarta, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari materi suhu dan kalor, terutama disebabkan oleh kurangnya media pembelajaran yang memadai dan kurang terfokus pada materi yang dipelajari. Selain itu, banyak siswa yang menghadapi kesulitan dalam memahami konsep, mengumpulkan dan menganalisis data, serta terbatasnya peralatan praktikum yang tersedia. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa siswa menunjukkan minat yang tinggi terhadap penggunaan teknologi data logger dalam pembelajaran Fisika, meskipun sebagian besar dari mereka belum familiar dengan teknologi tersebut. Siswa juga tertarik pada alat praktikum yang mampu mengolah data secara otomatis dan menampilkan visualisasi dalam bentuk gambar atau grafik, yang diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan minat mereka dalam belajar.

3.2 Wawancara dengan Guru

Berdasarkan wawancara yang dilakukan, Guru menyatakan bahwa kegiatan praktikum, termasuk praktikum suhu dan kalor, telah dilakukan beberapa kali di kelas. Respon siswa terhadap kegiatan praktikum umumnya positif, dengan siswa lebih bersemangat mengikuti praktikum dibandingkan pembelajaran ceramah. Praktikum membuat suasana belajar lebih aktif. Namun, terdapat beberapa hambatan yang dihadapi, seperti LKPD sederhana yang hanya disajikan dalam bentuk teks yang sulit dipahami siswa, keterbatasan alat praktikum yang masih sederhana, dan waktu yang terbatas untuk melakukan praktikum secara menyeluruh. Ketersediaan alat praktikum di laboratorium sekolah cukup terbatas, dengan beberapa alat yang hanya dapat digunakan untuk percobaan dasar, seperti termometer, set pemanas, gelas beaker, dan timbangan. Meskipun pernah menggunakan simulasi PhET untuk percobaan teori kinetik gas, sebagian besar praktikum masih mengandalkan alat tradisional. Terkait dengan pengembangan alat praktikum berbantuan teknologi, Guru menganggap penggunaan data logger sangat bermanfaat. Data logger memungkinkan siswa untuk mengamati perubahan suhu dan kalor secara real-time, serta menyajikan data dalam bentuk grafik yang lebih mudah dipahami. Dengan penggunaan teknologi ini, waktu praktikum dapat lebih efisien, dan siswa dapat lebih mudah memahami konsep suhu dan kalor. Guru berharap alat praktikum berbasis teknologi ini dapat meningkatkan interaktivitas pembelajaran, memberikan pengalaman baru yang menarik, dan membuat siswa lebih aktif dalam mengikuti praktikum.

3.3 Hasil Observasi di Laboratorium Sekolah

Berdasarkan hasil observasi di laboratorium sekolah, bahwa fasilitas dan peralatan praktikum yang ada masih terbatas dan kurang memadai untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif, khususnya pada materi yang membutuhkan alat praktikum yang lebih canggih.

Beberapa peralatan yang ada tidak berfungsi dengan optimal, dan ruang laboratorium tidak sepenuhnya mendukung kegiatan praktikum yang interaktif dan produktif.

3.4 Hasil Analisis Studi Literatur

Pengembangan alat yang menggunakan teknologi data logger telah dilakukan oleh beberapa penelitian sebelumnya yang relevan seperti yang terlihat pada TABEL 2.

TABEL 2. Daftar Temuan Penelitian Sebelumnya yang Relevan

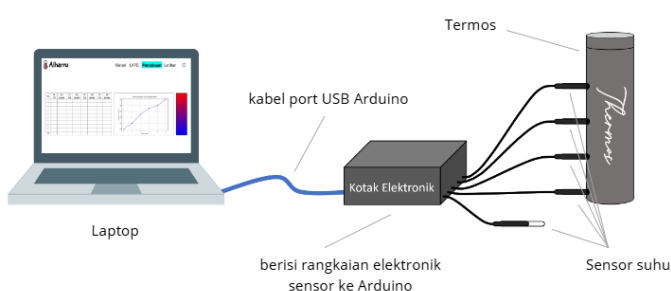
Nama	Judul penelitian	Sumber	Hasil penelitian
Moh. Nakkir, Masruhi, R Efendi	Suhu Air Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino	<i>Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi Vol 9 No. 1, April 2023. E-ISSN : 2502-0498IJ</i>	Hasil dari kajian ini menunjukkan bahwa data logger dapat mengukur suhu air secara kontinyu. Di mana pengukuran suhu air ini juga memberikan edukasi kepada mahasiswa mengenai pengenalan fenomena perubahan suhu dalam perkuliahan fisika dasar.
P Wibowo dan D A Prasetya	Rancang Bangun Data Logger Multi Kanal Terhubung IoT (<i>Internet Of Things</i>) Sebagai Pengukur Temperatur dengan Sensor <i>Thermocouple</i>	<i>Jurnal Teknik Elektro Vol.21 No. 02 September 2021. ISSN 2541-4518</i>	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa data logger dapat memudahkan user dalam memonitoring suhu yang ada pada suatu lokasi atau suhu pada suatu objek dengan tingkat selisih pengukuran kurang dari 1 °C.
S S Tandjung, Y F Riti, L P Purba	Implementasi Data Logger dan Analisis Data untuk Ruang Dingin	<i>Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan 2021. ISSN: 2807-999X</i>	Hasilnya menunjukkan bahwa data logger memudahkan pengguna dalam menganalisis hasil dari perubahan pengaturan kontrol elektronik melalui hasil data berupa gambar atau komputasi dan memudahkan pengamatan perubahan parameter kerja. Tanpa data logger ini, indikasi sebelum timbulnya masalah tidak dapat diketahui.
I Albanna, V Veronica, M Rahmah.	Sistem Data Logger Sensor Suhu dan Energi Listrik pada Rancangan Media Peraga Fisika Energi – Kalorimeter	<i>Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.</i>	Pemilihan data logger memudahkan pengguna ketika melakukan olah data pasca-percobaan atau eksperimen laboratorium. Poin kebaharuan dari inovasi rancang bangun kalorimeter terletak pada implementasi multi sensor, rekayasa sensor energi dan pencatatan dokumen dalam file digital. Point kebaharuan tersebut bertujuan untuk memudahkan kepada pengguna, khususnya praktisi pendidikan yang akan melakukan kegiatan praktikum atau simulasi fisika dasar – rekayasa dan konversi energi.
H Permana, B H Iswanto.	Development of Thermal Radiation Experiments Kit Based on Data Logger for Physics Learning Media	<i>IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 335 (2018) 012080 doi:10.1088/1757-899X/335/1/012080.</i>	Hasil Instrumen validasi berupa angket dengan lima kriteria. Item skala respon likert dengan cakupan aspek yang ditinjau: konten dan konsep yang sesuai, desain, dan ramah pengguna. Hasil penelitian menunjukkan TREK sangat baik (ahli 88,13%, guru IPA 95,68%, dan siswa 85,77%). Sehingga Kit Eksperimen Radiasi Termal yang dikembangkan layak dan valid untuk digunakan sebagai bahan pembelajaran media.
H Permana, D	Development of Thermal Experiment Kit for		Hasil penelitian ahli menunjukkan bahwa Thermal Experiment Kit yang dikembangkan layak dan valid untuk digunakan sebagai

Muliyati, D Nurachman	Senior High School.		media pembelajaran. Selain itu, hasil lain menunjukkan bahwa data logger dapat mengatasi kendala pada eksperimen laju pemanasan yang memerlukan pembacaan termometer secara berkala dimana datanya diperoleh bisa jadi tidak akurat karena sulit membaca termometer air raksa dalam gelas.
Karlina D. M. P., Desnita, H Nasbey.	Pengembangan Set Praktikum Berbasis Data Logger Pada Pembelajaran Fisika SMA Kelas XII Materi Rangkaian Arus Listrik Search.	<i>Prosiding Seminar Nasional Fisika (E- Journal) vol IV, E- ISSN: 2476-9398</i>	Berdasarkan hasil expert judgement didapatkan bahwa hasil validasi memperoleh nilai rata-rata 89,08% yang menunjukkan bahwa set praktikum berbasis data logger dinilai sangat baik. Selain itu berdasarkan uji coba lapangan operasional yang dilakukan kepada siswa di SMA didapat penilaian sebesar 84.05% yang dikatakan set praktikum sangat baik berdasarkan skala likert. Dan pada uji coba lapangan operasional menunjukkan bahwa produk mendapat respon positif dari siswa.

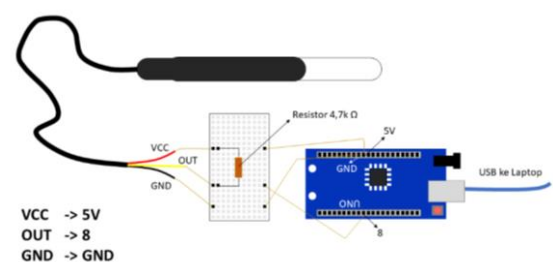
Berdasarkan penelitian sebelumnya yang relevan, pengembangan set praktikum berbasis mikrokontroler Arduino dengan data logger yang terintegrasi belum ada yang sama persis. Hingga saat ini, belum ada penelitian yang mengembangkan set praktikum lengkap, yang terdiri dari alat dan perangkat aplikasi, khususnya untuk materi suhu dan kalor pada submateri perpindahan kalor.

Setelah melalui tahap pendefinisian, pengembangan set praktikum dilanjutkan dengan tahap desain yang didasarkan pada hasil analisis literatur dan hasil analisis kebutuhan yang telah diperoleh. Tahap desain melibatkan perancangan alat praktikum yang dikembangkan. Rancangan ini berupa media alat praktikum yang terdiri dari alat praktikum dan rangkaian elektronik. Berikut ini gambar rancangan media pembelajaran alat praktikum yang ditunjukkan pada GAMBAR 7 dan GAMBAR 8.

Desain Media Pembelajaran Set Praktikum Transfer Kalor



GAMBAR 7. Desain Rancangan Set Praktikum Transfer Kalor Berbasis Arduino dengan *Data Logger*

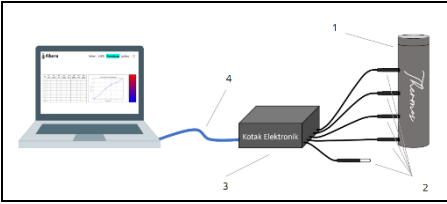
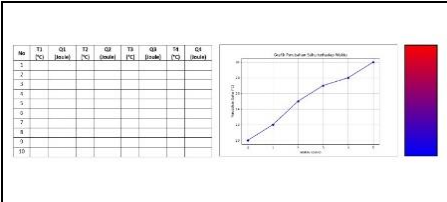
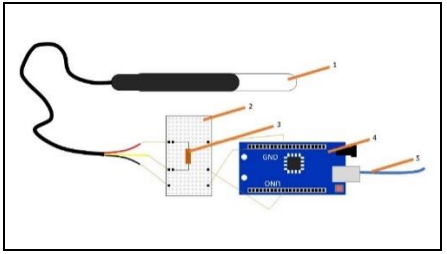


GAMBAR 8. Rangkaian Sensor Suhu DS18B20

Alat praktikum ini dilengkapi dengan lima buah sensor suhu DS18B20 yang ditempatkan pada berbagai titik di media yang akan di uji. Arduino berperan sebagai pengontrol utama yang mengumpulkan data suhu dari kelima sensor secara bersamaan. Data yang diambil oleh Arduino

mencakup suhu awal, suhu akhir, dan perubahan suhu pada interval waktu tertentu. Arduino menyimpan data yang dikumpulkan ke dalam data logger. Data logger memungkinkan pencatatan data secara otomatis dan kontinu, sehingga hasil eksperimen dapat di analisis lebih mendalam setelah percobaan selesai. Data dari Arduino dikirimkan ke laptop melalui kabel USB yang terhubung ke kotak elektronik. Sistem ini memastikan transmisi data yang cepat dan akurat. Data yang diterima oleh laptop ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta kalor. Tampilan ini memungkinkan pengguna untuk menganalisis pola perpindahan kalor secara langsung dan memahami hubungan antara variabel waktu, suhu, perubahan suhu, dan kalor. Pada TABEL 3 menunjukkan *storyboard* dari komponen alat praktikum yang dikembangkan.

TABEL 3. *Storyboard* Komponen Alat Praktikum

Gambar Rancangan	Keterangan
	<p>Gambar utama rancangan alat praktikum:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Termos, untuk menampung zat cair 2. Sensor suhu, dalam praktikum untuk mengukur suhu zat cair. 3. Kotak elektronik, untuk menyimpan komponen elektronik 4. Kabel USB yang terhubung ke laptop, untuk meneruskan data dari mikrokontroler ke komputer. 5. Laptop, untuk menampilkan data.
	<p>Gambar tampilan penyajian data pada laptop:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tabel data: Data dari sensor dihimpun dalam bentuk tabel, terdapat besaran waktu, suhu dari kelima sensor, perubahan suhu dan kalor. 2. Grafik data: Data dari tabel dibuat grafik hubungan antara: waktu terhadap suhu, waktu terhadap perubahan suhu, waktu terhadap kalor, dan perubahan suhu terhadap kalor. 3. Gambar termograf: Gambar sebaran kalor dalam zat cair.
	<p>Gambar rangkaian elektronik:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor suhu DS18B20, untuk mengukur suhu zat cair dan mengirimkan data ke mikrokontroler. 2. Mikrokontroler, berfungsi untuk menerima data dari sensor suhu, mengolah data, dan mengirimkan data ke komputer. 3. Papan rangkaian, untuk menghubungkan komponen elektronik. 4. Resistor, berfungsi sebagai pull-up resistor. 5. Kabel USB, untuk meneruskan data dari mikrokontroler ke komputer.

Tabel 3 menunjukkan komponen alat praktikum. Alat praktikum utama mengirimkan data hasil baca sensor dari mikrokontroler ke komputer melalui kabel USB. Cara kerja alat praktikum utama yaitu dengan menerima suhu dari zat cair yang diterima sensor berupa data secara realtime, sehingga sensor membaca data dan dikirimkan oleh mikrokontroler ke laptop.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa telah dirancang set praktikum berbasis mikrokontroler Arduino dengan data logger dimana desain alat praktikum ini terdiri rancangan alat praktikum dan rangkaian elektronik. Proses penelitian ini masih berlangsung untuk divalidasi oleh para ahli pada tahap Develop. Harapannya, ketika set praktikum memenuhi syarat kelayakan, alat praktikum yang telah layak dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika yang akan membantu siswa SMA dalam mengatasi kesulitan dalam memahami konsep materi suhu dan kalor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam kelancaran penulisan artikel jurnal penelitian ini. Terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan dukungan berharga selama proses penelitian. Selain itu, kami menghargai partisipasi semua responden yang telah menyediakan data yang diperlukan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

REFERENSI

- [1] Laili A, Sutopo, & Diantoro, M. Ragam Kesulitan Siswa SMA dalam Menguasai Suhu dan Kalor *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 6(1), 20-26. 2021. DOI: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jrpf/>
- [2] Khumaidi, A, & Sucahyo, I. Pengembangan mobile pocket book fisika sebagai media pembelajaran berbasis android pada materi momentum dan impuls. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 7(2). 2018.
- [3] Hidayat, R K, Sahidu, H, & Gunada, I W. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegritas dengan Karakter untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 285–291. 2022. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2.462>
- [4] Jafar, A F. Penerapan Metode Pembelajaran Konvensional terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik. *Al asma: Journal of Islamic Education*, 3(2), 190-199. 2021. DOI: <https://doi.org/10.24252/asma.v3i2.23748>.
- [5] Lombardi, D., & Shipley, T. The Curious Construct of Active Learning. *Sage Journals: Psychological Science in the Public Interest*, Volume 22, Issue 1, Pages 8-43. 2021. <https://doi.org/10.1177/1529100620973974>.
- [6] Rehman, N, Zhang, W, Mahmood, A, & Alam, F. Teaching Physics with Interactive Computer Simulation at Secondary Level. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society*, 14(1), 127-141. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v14.n1>.
- [7] Redish, E. F. (2013). Teaching Physics with the Physics Suite. *American Association of Physics Teachers*.
- [8] Musasia, A M., Abacha, O A, & Biyoyo, M E. Effect of Practical Work in Physics on Girls Performance, Attitude change and Skills acquisition in the form two-form three Secondary Schools transition in Kenya. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(23), 151-166. 2021. DOI: <https://www.ijhssnet.com/journal/index/1470>.
- [9] Moeed, A. Science investigation that best supports student learning: Teachers' understanding of science investigation. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(4), 537-559. 2013. DOI: <https://doi.org/10.12973/ijese.2013.218a>
- [10] Edgar D 1969 *Audio-Visual Methods in Teaching 3rd Edition*. New York: Dryden Press.
- [11] Ni'mah, S. M. Analisis Miskonsepsi dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Suhu dan Kalor Menggunakan Pembelajaran Modeling Instruction Disertai Web-Based Formative Assessment. 2019.
- [12] Alwan, A A. Misconception of heat and temperature among physics students. *Procedia-Soc.*

- Behav. Sci.*, vol. 12, pp. 600–614, 2019, doi:10.1016j.sbspro.2019.02.074.
- [13] Silung, S N W, S Kusairi, and S Zulaikah. Diagnosis Miskonsepsi Siswa SMA di Kota Malang pada Konsep Suhu dan Kalor Menggunakan Three Tier Test. *J. Pendidik Fisika dan Teknologi*, vol. 2, no. 3, p. 95. 2020. doi: 10.29303/jpft.v2i3.295.
- [14] Chaudry, A M. Using Arduino Uno microcontroller to create interest in physics. *The Physics Teacher*, 58(6), 418-421. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1119/10.0001841>.
- [15] Guven, G., Cakir, N K., Sulun, Y., Cetin, G., & Guven, E. Arduino-assisted Robotics Coding Applications Integrated into The 5E Learning Model in Science Teaching. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(1), 108-126. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1812136>.
- [16] Shaturaeu, J. A Comparative Analysis of Public Education System of Indonesia and Uzbekistan. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 14(5), 89-92. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.21786/bbrc/14.5/18>.
- [17] Önder, F., Önder, E B., & Oğur, M. Determination of diode characteristics by using Arduino. *The Physics Teacher*, 57(4), 244-245. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1119/1.5095382>.
- [18] Woo, J., Hara, M., & Ohiyama, Y. Development and Application of a Heat-Transfer Experimental System for the Mechanical Engineering Applied Experiment. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 27(4), 632-637. 2023. DOI: <https://doi.org/10.20965/jaciii.2023.p0632>.
- [19] Permana, H., D Mulyati, D Nurachman. Development of Thermal Experiment Kit for Senior High School. 2017.
- [20] Nakkir, M., Masruhi, Rustam E. Suhu Air Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino. *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi* Vol 9 No. 1. 2023. E-ISSN : 2502-0498IJ
- [21] Wibowo, P., Dedi A P. (2021). Rancang Bangun Data Logger Multi Kanal Terhubung IoT (Internet Of Things) Sebagai Pengukur Temperatur dengan Sensor Thermocouple. *Jurnal Teknik Elektro* Vol.21 No. 02. 2021. ISSN 2541-4518
- [22] Tandjung, S. S., Yosefina F. R., Lasman P. P. Implementasi Data Logger dan Analisis Data untuk Ruang Dingin. *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan*. 2021. ISSN: 2807-999X
- [23] Albanna I., Vera V., Miftahur R. Sistem Data Logger Sensor Suhu dan Energi Listrik pada Rancangan Media Peraga Fisika Energi – Kalorimeter. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*. 2019. ISSN (online): 2685-6875.
- [24] Permana, H., B H Iswanto. Development of Thermal Radiation Experiments Kit Based on Data Logger for Physics Learning Media. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineerin*. 2018. doi:10.1088/1757-899X/335/1/012080.
- [25] Permana, H., D Mulyati, D Nurachman. Development of Thermal Experiment Kit for Senior High School. *Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*. 2017.
- [26] Karlina D. M. P., Desnita, Hadi Nasbey. Pengembangan Set Praktikum Berbasis Data Logger pada Pembelajaran Fisika SMA Kelas XII Materi Rangkaian Arus Listrik Searah. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* vol IV. 2016. E-ISSN: 2476-9398