

## PENGEMBANGAN ALAT PERAGA INDUKSI MAGNET BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN *KY-024 LINIER MAGNETIC HALL EFFECT SENSOR* DI SMA

### *DEVELOPMENT OF MAGNETIC INDUCTION TEACHING AIDS ON ARDUINO UNO WITH KY-024 LINEAR MAGNETIC HALL EFFECT SENSOR IN HIGH SCHOOL*

Dwi Novriensi\*, Dedy Hamdani, Desy Hanisa Putri

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Bengkulu  
Jl. WR. Supratman, Bengkulu, Bengkulu, 38213, Indonesia  
\*e-mail: dwinovriensii@gmail.com

Disubmit: 16 Desember 2023, Direvisi: 03 Mei 2024, Diterima: 10 Juni 2024

**Abstrak.** Pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran dapat memudahkan akses dalam menganalisis fenomena induksi magnet yang bersifat abstrak. Kemajuan pesat dalam teknologi perangkat lunak telah mendorong perkembangan media pembelajaran, termasuk alat peraga. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kelayakan penggunaan sensor efek hall magnetik linier KY-024 berbasis Arduino Uno untuk alat peraga induksi magnetik, serta respon siswa terhadap penggunaan alat peraga induksi magnet menggunakan sensor efek hall magnetik linier KY-024. Penelitian dan Pengembangan (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Metodologi pengembangan yang digunakan adalah metode ADDIE yang merupakan singkatan dari *Analysis, Desain, Development, Implementation, dan Evaluation*. Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar angket analisis kebutuhan, lembar validasi ahli materi dan ahli media serta angket respon siswa. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif dan kualitatif. Hasil data penggunaan alat peraga yang dikembangkan diperoleh dengan rata-rata validator oleh ahli media untuk alat peraga sebesar 86,5% dengan kategori sangat layak, validator materi dengan persentase 84,5% dengan kategori sangat layak, dan respon siswa terhadap alat peraga sebesar 81% dengan kategori sangat baik, maka data penggunaan alat peraga induksi magnetik sebagai media pembelajaran yang dikembangkan memenuhi syarat valid yang berlaku. Disimpulkan bahwa alat peraga tambahan dalam bentuk alat peraga berbasis Arduino Uno yang dilengkapi dengan sensor efek hall magnetik linier KY-024 dapat digunakan oleh guru Sekolah Menengah Atas untuk membantu siswa dalam memahami topik induksi magnet. Hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu sumber yang berkaitan dengan media pembelajaran. Penelitian ini dapat digunakan sebagai media bantu dalam praktikum.

**Kata Kunci:** *Alat Peraga, Arduino Uno, Induksi Magnet, Sensor KY-024, Sensor ACS712*

**Abstract.** The use of digital technology in learning can facilitate access in analyzing the abstract phenomenon of magnetic induction. Rapid advances in software technology have encouraged the development of learning media, including teaching aids. One form is software that facilitates physics experiments. This research aims to describe the feasibility of using the KY-024 linear magnetic hall effect sensor based on Arduino Uno for magnetic induction teaching aids, as well as students' responses to the use of magnetic induction teaching aids using the KY-024 linear magnetic hall effect sensor. Research and Development (R&D) is the research method used in this research. The development methodology used is the ADDIE method which stands for Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation. The research instruments used were a needs analysis questionnaire sheet, material expert and media

expert validation sheets and student response questionnaires. The data analysis techniques used in this research are quantitative and qualitative. The results of the data on the use of the teaching aids developed were obtained with an average validator by media experts for props of 86.5% with a very feasible category, material validators with a percentage of 84.5% with a very feasible category, and student responses to props of 81 % in the very good category, then the data on the use of magnetic induction teaching aids as a learning medium that is developed meets the applicable valid requirements. It was concluded that additional teaching aids in the form of Arduino Uno-based props equipped with a KY-024 linear magnetic hall effect sensor could be used by high school teachers to help students understand the topic of magnetic induction. The results of this research can be a source related to learning media. This research can be used as auxiliary media in practicum.

**Keywords:** *Props, Arduino Uno, Mangnet Induction, KY-024 Sensor, ACS712 Sensor*

## PENDAHULUAN

Inovasi dalam Fisika, Teknologi, dan Pendidikan (IPTEK) telah mengubah dunia pendidikan secara signifikan. Penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran telah memudahkan akses informasi serta menawarkan berbagai alat dan aplikasi yang mendukung proses belajar-mengajar (Mulyani & Haliza, 2021). Pendidikan adalah strategi yang dirancang untuk mendorong pertumbuhan potensi siswa di berbagai bidang, termasuk spiritualitas, pengaturan diri, sifat pribadi, tingkat kecerdasan, moralitas, dan keterampilan yang dapat ditransfer yang bermanfaat bagi masyarakat secara keseluruhan. Pendidikan di sisi lain merujuk pada upaya mengubah etika dan perilaku individu atau sosial guna mencapai kemandirian dan kedewasaan melalui pendidikan, pembelajaran, bimbingan, dan pembinaan (Pristiwanti et al., 2022).

Salah satu bidang ilmu alam yang memiliki karakteristik mendasar dengan sains pada umumnya adalah fisika (Harefa, 2019). Materi fisika sebagian besar membahas konsep materi yang masih abstrak dan Terkadang siswa merasa kesulitan untuk memahaminya. Hal ini diperumit oleh rumus dan teori yang harus diingat dan dianalisis oleh siswa. Penyampaian materi yang kurang menarik dan monoton akibat keterbatasan sarana dan prasarana juga dapat menyulitkan siswa dalam memahami makna atau konsep dasar dari fisika itu sendiri (Syefrinando et al., 2020). Proses belajar yang menggunakan metode ceramah dan praktikum dengan memanfaatkan peralatan tradisional seringkali menimbulkan kurangnya minat dan rasa bosan pada peserta didik. Situasi ini dapat berdampak negatif terhadap kemampuan berpikir peserta didik (Romadhon et al., 2019).

Kurangnya keterlibatan siswa secara aktif dalam pembelajaran dapat mengakibatkan ketidakseimbangan dalam Kemampuan intelektual, emosional, dan motorik siswa. (Latifah et al., 2020). Mengajar dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran memberikan manfaat yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh keterlibatan langsung peserta didik dalam pembelajaran, yang dapat mengurangi risiko terjadinya kesalahan pemahaman atau miskonsepsi (Fajrin et al., 2021). Bidang fisika melibatkan beragam konsep, beberapa di antaranya dapat diamati secara langsung. Namun, terdapat juga konsep fisika yang bersifat abstrak. Untuk memahami konsep-konsep ini, seringkali diperlukan penggunaan alat bantu. Sebagai contoh, pada peristiwa

medan magnet yang tidak dapat disaksikan secara langsung (Mardiawan et al., 2023).

Visualisasi yang jelas diperlukan dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi induksi magnet pada solenoida. Meskipun alat peraga solenoida umumnya hanya menampilkan bentuk fisiknya, pengukuran besar induksi magnet yang dihasilkan bisa dilakukan dengan alat tambahan yang menggunakan sensor efek hall dan Arduino (Pambuka & Rahardjo, 2018). Pada dasarnya, terdapat dua kategori alat untuk mengukur medan magnet, yakni alat pengukur tipe analog (manual) dan alat pengukur tipe digital (Dwicahyaning et al., 2018). Siswa dapat Menunjukkan keberadaan medan magnet yang dihasilkan di sekitar kawat yang mengalirkan arus listrik. dan mendapatkan pemahaman dasar tentang medan magnet dengan menggunakan alat peraga medan magnet (Amalia Yunia Rahmawati, 2020).

Alat peraga merupakan suatu instrumen yang memegang peranan krusial dalam membantu siswa memahami konsep yang pada awalnya bersifat abstrak, dengan menyajikannya dalam bentuk yang lebih konkret. Penggunaan alat peraga bertujuan untuk menjadikan pembelajaran lebih dinamis dan kreatif, sehingga siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi pelajaran (Sidiq & Rif, 2022). Siswa dapat mengakses pembelajaran secara langsung dan memperdalam pemahaman mereka sendiri ketika alat peraga digunakan dalam proses pembelajaran (Verawati et al., n.d.).

Alat peraga otomatis dengan menggunakan perangkat mikrokontroler seperti Arduino dapat membantu mengurangi masalah yang sering terjadi pada alat peraga manual. Alat peraga otomatis mengukur sesuatu dengan lebih tepat dan akurat karena mengurangi kesalahan yang mungkin dilakukan oleh manusia dalam melakukan pengukuran. Selain itu, alat peraga berbasis Arduino juga lebih mudah digunakan dan menarik bagi siswa untuk belajar (Rahmani et al., 2022).

Arduino adalah platform mikrokontroler yang menampilkan Hardware dan software yang sederhana untuk digunakan. Arduino merupakan opsi yang cocok untuk media pembelajaran fisika karena Arduino ekonomis, serba guna, user-friendly, dan mendukung pengumpulan data yang cepat. Salah satu keunggulan Arduino adalah sifatnya yang *open source*, memiliki bahasa pemrograman sendiri, dan juga tersedia *loader* USB di dalam *boardnya*, yang

mempermudah proses pemrograman mikrokontroler pada Arduino (Sya'roni et al., 2021).

Pada penelitian sebelumnya oleh (Pambuka & Rahardjo, 2018) yang berjudul "Pembuatan Alat Eksperimen Induksi Magnet Pada Toroida Menggunakan Arduino dan Hall Effect Sensor" berhasil dibuat alat untuk mengukur besar induksi magnet pada Toroida dengan sensor efek hall. Meski demikian, terdapat beberapa kekurangan yang teridentifikasi. Salah satunya adalah risiko potensio yang berpotensi terbakar, sehingga perlu adanya pengaturan tegangan yang baik pada Toroida. Selain itu, mendeteksi besar induksi magnet menjadi sulit saat menggunakan arus yang rendah, sementara arus yang tinggi dapat meningkatkan risiko potensio terbakar. Penelitian ini juga masih bergantung pada penggunaan voltmeter dan amperemeter dalam mengukur kuat arus.

Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan yang telah disebar di SMAN 06 Kota Bengkulu diketahui bahwa pemahaman peserta didik pada konsep induksi magnet masih kurang serta alat peraga yang digunakan masih sederhana khususnya pada materi induksi magnet sehingga peserta didik kesulitan memahami pembelajaran fisika secara nyata khususnya pada materi induksi magnet. Dari hasil angket analisis kebutuhan yang disebar di SMAN 6 Kota Bengkulu didapatkan bahwa 77,04% peserta didik sangat setuju bahwa alat peraga induksi magnet berbasis arduino dengan *KY-024 linier magnetic hall effect sensor* perlu dibuat dan dikembangkan agar dapat menolong peserta didik memahami materi pembelajaran fisika khususnya pada materi induksi magnet.

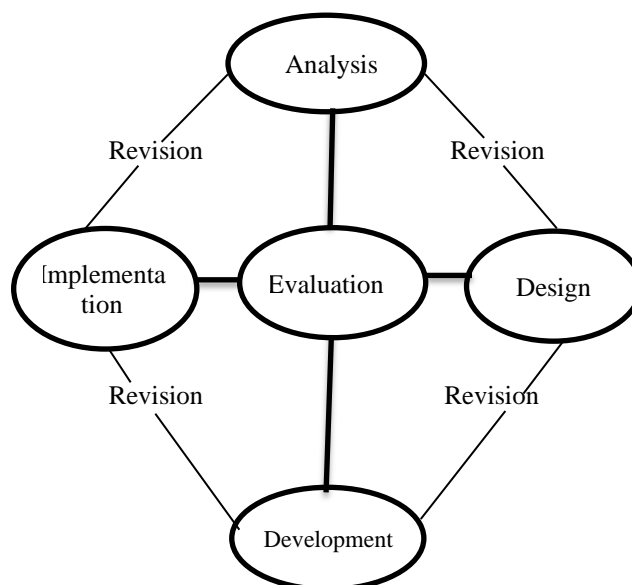
Dikarenakan adanya masalah yang muncul, penelitian diperlukan untuk merancang sebuah perangkat demonstrasi induksi magnet yang menarik, presisi, dan dapat digunakan dengan efisiensi waktu tanpa memerlukan proses yang panjang. Alat peraga ini terdiri dari Arduino uno, sensor KY-024, dan sensor arus ACS712 sehingga siswa dapat menghitung induksi magnet lebih efisien. Berdasarkan konteks di atas, peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul "Pengembangan Alat Peraga Induksi Magnetik pada solenoida Berbasis Arduino Uno Dengan *KY-024 Linier Magnetic Hall Effect Sensor di SMA*".

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelayakan alat peraga induksi magnet menggunakan *KY-024 Linier Magnetic Hall Effect Sensor* berbasis Arduino Uno dan untuk mengetahui respon siswa terhadap penggunaan alat peraga induksi magnet menggunakan *KY-024 Linier Magnetic Hall Effect Sensor* berbasis Arduino Uno. Hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu sumber yang berkaitan dengan media pembelajaran. Penelitian ini dapat digunakan sebagai media bantu dalam praktikum induksi magnet.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah Research and Development (RnD). Sugiyono menyatakan bahwa penelitian dan pengembangan adalah jenis penelitian yang bertujuan untuk menciptakan produk khusus dan menguji kelayakan produk tersebut. Dalam penelitian ini, digunakan Model pengembangan ADDIE yang terdiri dari tahap Analisis, Desain, Pengembangan,

Implementasi, dan Evaluasi. Ilustrasi model pengembangan ADDIE dapat ditemukan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahap model ADDIE  
(Sugiyono, 2019).

Tahap analisis merupakan tahap awal perencanaan pengembangan produk. Peneliti menganalisis masalah atau kebutuhan. Tahap *design* adalah tahap rancangan produk yang akan dikembangkan. Tahap *develop* adalah proses pembuatan produk sesuai dengan desain yang telah dirancang kemudian dilakukan uji kelayakan sebelum diuji cobakan. Setelah suatu produk terbukti layak, kemudian diimplementasikan kepada siswa untuk melihat bagaimana respon terhadap alat produk yang telah dibuat. Evaluasi yang dilakukan secara formatif dan sumatif adalah langkah terakhir. Evaluasi formatif diperlukan pada setiap langkah pengembangan untuk kebutuhan revisi sedangkan evaluasi sumatif dilakukan di bagian paling akhir untuk menentukan hasil dari produk yang dibuat.

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 6 Kota Bengkulu yang beralamat di Jl. Pratu Aidit No.23, Bajak, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu. Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024. Subjek penelitian ini terdiri dari 63 siswa XII MIPA SMA Negeri 6 Kota Bengkulu, 2 orang dosen pendidikan fisika sebagai validator ahli media dan guru SMA Negeri 6 Kota Bengkulu sebagai validator materi.

Pengembangan dalam penelitian ini mencakup penyusunan alat peraga induksi magnet dengan memanfaatkan sensor Ky-024 dan sensor ACS712 berbasis Arduino Uno. Alat peraga yang telah dikembangkan akan mengalami tahap validasi awal oleh dosen ahli dan guru sebagai evaluasi terhadap tingkat kelayakan. Instrumen penelitian yang digunakan mencakup lembar kuesioner analisis kebutuhan, lembar validasi dari ahli materi dan ahli media, serta kuesioner respon siswa. Analisis angket kebutuhan diperoleh dengan menggunakan Skala likert. Persentase yang didapat dihitung dengan menggunakan skala modifikasi Likert 4 pilihan, karena skala ini

memungkinkan hasil yang lebih tegas dan memaksa responden untuk membuat pilihan yang jelas. Dengan demikian, hal ini dapat memudahkan dalam membuat kesimpulan yang lebih akurat tanpa adanya opsi jawaban yang netral atau ragu-ragu. Setiap jawaban untuk setiap pertanyaan akan diberi nilai berdasarkan jenis pertanyaannya (Handayani, 2015). Indikator dalam analisis angket kebutuhan yang digunakan dalam penelitian yaitu tanggapan praktikan, pengalaman eksperimen induksi magnet, serta kebutuhan alat peraga dalam kegiatan praktikum. Alat peraga yang telah selesai, akan divalidasi oleh ahli materi dan media untuk memvalidasi alat peraga yang dikembangkan dan dilakukan revisi jika ada saran perbaikan sampai alat peraga induksi magnet layak digunakan. Tabel 1 merupakan aspek dan indikator yang dinilai oleh ahli media.

Tabel 1. Aspek dan Indikator Validasi Ahli Media

No	Aspek	Indikator
1.	Effisiensi alat	1. Alat peraga mudah digunakan
		2. Alat peraga mudah dirangkai
		3. Alat peraga mudah dijalankan
2.	Ketahanan alat	4. Alat peraga yang dikembangkan mudah dalam perawatan
		5. Alat peraga yang dikembangkan memiliki ketahanan terhadap cuaca
3.	Estetika alat	6. Alat peraga yang dikembangkan menarik
		7. Komponen penyusun alat peraga terpasang dengan rapi
		8. Alat memiliki ketepatan yang akurat dalam pengukuran
		9. Sensor KY-024 berfungsi dengan baik untuk mengukur medan magnet
4.	Nilai presisi	10. Sensor ACS712 berfungsi dengan baik untuk mengukur kuat arus
		11. LCD telah berfungsi dengan baik
		12. Arduino telah berfungsi dengan baik sebagai mikrokontroler
5.	Keamanan bagi pengguna	13. Kontruksi alat tidak membahayakan
		14. Resiko kecelakaan kerja menggunakan alat minim

No	Aspek	Indikator
6.	Keterkaitan alat dengan materi	15. Alat peraga diperlukan dalam perjalanan
		16. Alat peraga sesuai dengan konsep induksi magnet
		17. Alat peraga diperlukan dalam memahami fenomena induksi magnet
7.	Mengandung nilai pendidikan	18. Alat peraga mudah dipahami

Aspek dan indikator pada tabel 1 ini akan menjadi pedoman dalam memvalidasi alat peraga oleh ahli media yaitu dosen penguji untuk mengetahui persentase kelakayakan alat peraga. Aspek dan indikator yang dinilai oleh ahli materi dapat kita lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Aspek dan Indikator Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Indikator
1.	Alat peraga terkait dengan materi pembelajaran	1. Alat peraga diperlukan dalam pembelajaran
		2. Alat peraga sesuai dengan konsep induksi magnet
		3. Alat peraga diperlukan dalam memahami fenomena induksi magnet
		4. Alat peraga mudah dipahami
2.	Mengandung nilai pendidikan	

Aspek dan indikator pada tabel 2 ini akan menjadi pedoman dalam memvalidasi alat peraga oleh ahli materi yaitu guru SMAN 6 Bengkulu untuk mengetahui persentase kelakayakan alat peraga. Skala Likert yang digunakan dalam penelitian ini mencakup empat opsi respons. Jika responden merasa sangat setuju dengan pernyataan, mereka diminta memberikan skor 4. Jika merasa setuju, skor 3 dapat diberikan. Sebaliknya, jika tidak setuju, mereka diminta memberikan skor 2, dan untuk tingkat ketidaksetujuan yang tinggi, skor 1 dapat diberikan. Variabel yang diukur didefinisikan melalui beberapa indikator yang selanjutnya dijabarkan sebagai panduan dalam merancang elemen-elemen berupa pertanyaan atau pernyataan dalam instrumen ini dinilai secara kuantitatif. Dalam menghitung skala Likert pada angket analisis kebutuhan, setiap pertanyaan atau pernyataan dinilai dengan skor numerik, di mana nilai tinggi mencerminkan tingkat persetujuan atau kebutuhan yang tinggi, dan nilai rendah mencerminkan tingkat ketidaksetujuan atau kebutuhan yang rendah. Skala likert dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Skala Likert Penilaian

Kategori	skor
----------	------

Sangat setuju	4
Setuju	3
Tidak setuju	2
Sangat tidak setuju	1

Berikutnya, melakukan perhitungan persentase untuk setiap pernyataan dengan menggunakan persamaan:

$$P = \frac{\Sigma S}{S_{maks}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P : Persentase Kelayakan

$\Sigma S$  : Total skor yang diperoleh

$S_{maks}$  : Skor maksimal

(Rizki et al., 2020)

Angka persentase dari hasil penilaian kuesioner kebutuhan dapat disesuaikan dengan standar yang tertera dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Penilaian Angket Analisis Kebutuhan

Interval	Kriteria
75% - 100%	Sangat setuju
50% - 74%	Setuju
25% - 49%	Tidak Setuju
0% - 24%	Sangat Tidak Setuju

(Sari, Risdianto, & Sutaro, 2020)

Pengembangan alat peraga induksi magnet menggunakan sensor Ky-024 berbasis Arduino uno termasuk sangat layak dengan memperoleh persentase 75%-100%. Kriteria untuk uji kelayakan alat peraga yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Penilaian Angket Validasi

Interval	Kriteria
75% - 100%	Sangat Layak
50% - 74%	Layak
25% - 49%	Tidak Layak
0% - 24%	Sangat Tidak Layak

Penilaian respon siswa terhadap alat peraga induksi magnet berbasis Arduino Uno termasuk sangat baik dengan memperoleh persentase 75%-100%. Kriteria untuk respon siswa terhadap alat peraga yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Penilaian Angket Respon

Interval	Kriteria
75% - 100%	Sangat Baik
50% - 74%	Baik
25% - 49%	Tidak Baik
0% - 24%	Sangat Tidak Baik

(Siahaan, Medriati, & Risdianto, 2019).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Uraian tahapan penelitian pengembangan alat peraga induksi magnet adalah sebagai berikut:

### Analysis

Tahap ini adalah tahap pengumpulan informasi guna menilai tingkat kebutuhan dalam pengembangan alat peraga. Pengumpulan informasi dilakukan melalui angket analisis kebutuhan siswa yang diperlukan untuk membuat produk (Rahayu et al., 2019).

Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan yang telah disebar di SMAN 06 Kota Bengkulu diketahui bahwa pemahaman peserta didik pada konsep induksi magnet masih kurang serta alat peraga praktikum yang digunakan masih sederhana khususnya pada materi induksi magnet sehingga siswa mengalami kesulitan memahami pembelajaran fisika secara nyata khususnya pada materi induksi magnet. Dari hasil angket analisis kebutuhan yang disebar di SMAN 6 Kota Bengkulu didapatkan bahwa 77,04% siswa sangat setuju perlunya pengembangan alat peraga induksi magnet berbasis Arduino.

Analisis alat peraga dilakukan dengan menganalisis kekurangan-kekurangan pada penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang dilakukan peneliti. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Pambuka & Rahardjo, 2018) yang berjudul "Pembuatan Alat Eksperimen Induksi Magnet Pada Toroida Menggunakan Arduino dan Hall Effect Sensor" terdapat beberapa kekurangan yang teridentifikasi. Salah satunya adalah risiko potensio yang berpotensi terbakar, sehingga perlu adanya pengaturan tegangan yang baik pada Toroida. Selain itu, mendeteksi besar induksi magnet menjadi sulit saat menggunakan arus yang rendah, sementara arus yang tinggi dapat meningkatkan risiko potensio terbakar. Penelitian ini juga masih bergantung pada penggunaan voltmeter dan amperemeter dalam mengukur kuat arus. Sensor yang digunakan juga kurang sensitivitas dalam pengukuran medan magnet.

Berdasarkan analisis yang telah peneliti lakukan, penelitian ini mengembangkan alat peraga induksi magnet yang bekerja secara otomatis dengan mendeteksi besar medan magnet dan kuat arus dengan menggunakan sensor KY-024 dan sensor ACS712. Arduino Uno digunakan untuk mengolah hasil keluaran dari sensor yang disebut ADC. Setelah sensor diolah oleh Arduino, hasil pembacaannya akan ditampilkan pada layar LCD. (Fitria Rahmawati et al., 2023).

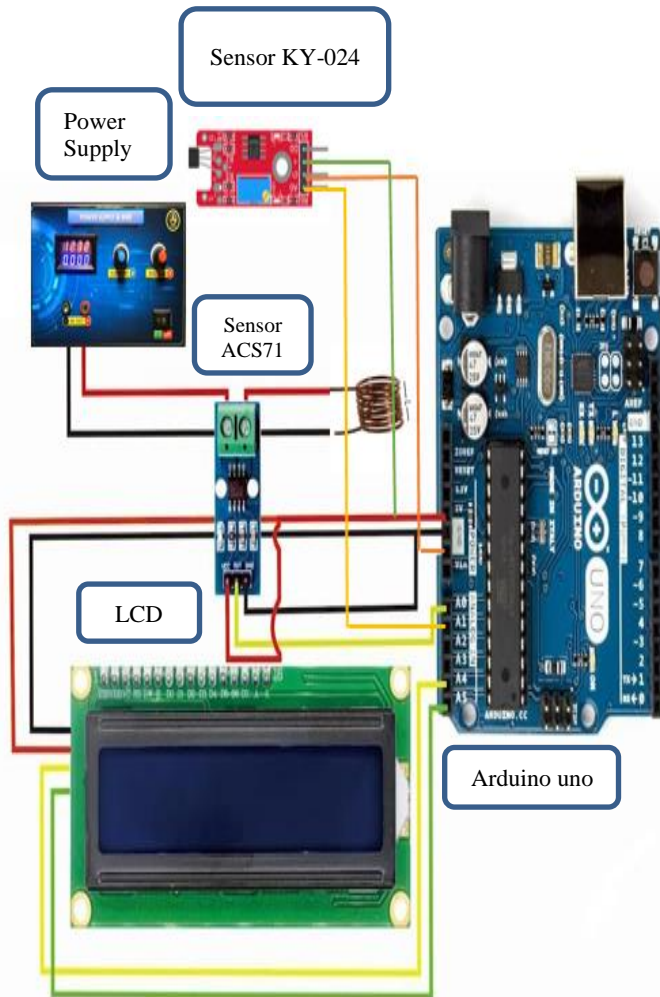
### Design

Dalam tahap ini, dilakukan alat peraga yang akan dikembangkan, disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan pembelajaran yang akan diterapkan pada siswa (Ewar et al., 2023). Hasil dari proses perancangan ini menghasilkan alat peraga induksi magnet menggunakan sensor KY-024 dan sensor ACS712 berbasis Arduino Uno yang dikembangkan dengan mengukur besar medan magnet dan kuat arus yang mengalir pada solenoida yang ditampilkan pada LCD dalam bentuk data digital.

Sensor KY-024 adalah sensor yang dapat mengukur besar medan magnet. Sensor ini memiliki potensiometer untuk menyesuaikan sensitivitas sensor dan menyediakan output analog dan digital. Output digital bekerja sebagai saklar yang hidup/mati ketika magnet berada didekatnya (Valayil et al., 2020). Sensor ACS712 adalah sensor arus berbasis efek hall yang sangat tepat untuk membaca arus AC atau DC di berbagai industri, otomotif, komersial, dan sistem komunikasi. Sensor ini umumnya digunakan untuk mengatur motor, mendeteksi beban listrik, sumber daya mode-switched, dan melindungi beban dari kelebihan arus (WIDIARTO, 2023).

Proses pengembangan alat peraga dalam penelitian ini melibatkan dua tahap utama, yakni desain perangkat

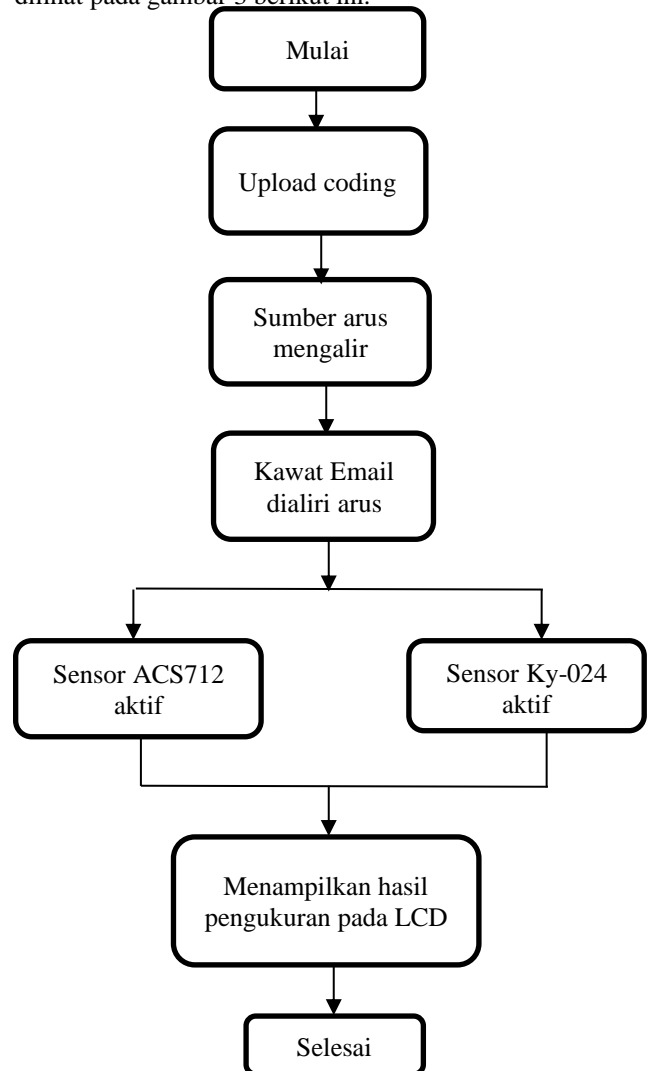
keras dan desain perangkat lunak. Rincian terkait desain perangkat keras dari alat peraga yang dikembangkan dapat ditemukan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Pengembangan Alat Peraga

Pada gambar 2 perangkat keras meliputi (1) Arduino Uno berfungsi sebagai sistem kontrol semua rangkaian. (2) Sensor KY-024 berfungsi sebagai sensor pendeteksi adanya medan magnet dalam satuan Gauss pada kawat yang dialiri arus listrik. (3) LCD berfungsi untuk mengetahui dan menampilkan besar induksi magnet. (4) Sensor ACS712 berfungsi sebagai sensor pendeteksi adanya arus listrik yang mengalir serta mengukur besar arusnya dalam satuan ampere. (5) Sumber arus listrik berfungsi untuk memberikan arus pada kawat email sehingga menghasilkan induksi magnet. Perancangan perangkat lunak berfokus pada pemrograman pengukur induksi magnet. Pembuatan desain perangkat lunak untuk alat peraga ini dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE. Sistem keseluruhan, baik perangkat lunak maupun perangkat keras untuk mengakses komponen-komponen dari sistem tersebut, diatur di dalam ATmega 328.

Flowchart memiliki peran penting dalam mengorganisir urutan pembuatan alat peraga saat sedang berlangsung (Jhoni et al., 2022). Flowchart pada alat peraga induksi magnet ini menjelaskan Arduino menginisialisasi untuk memulai. Jika tombol power supply dinyalakan maka arus listrik akan mengalir pada solenoida dan sensor akan memulai membaca kuat arus dan medan magnet pada lilitan solenoida. Semua variabel yang diproses pada sistem Arduino akan ditampilkan pada LCD. Flowchart dari perangkat lunak pada pengembangan alat peraga dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Flowchart Alat Peraga Induksi Magnet

### Development

Dalam tahap pengembangan ini peneliti menciptakan alat peraga sesuai dengan perencanaan dan desain yang sudah disusun sebelumnya (Andi Rustandi & Rismayanti, 2021). Tahap ini dilakukan pembuatan program dan perakitan seluruh komponen yang diperlukan dalam proses pembuatan alat peraga. Tahap yang berkaitan dengan fase pengembangan adalah menghasilkan produk. Dalam tahap pengembangan, alat diuji untuk mengumpulkan data dari percobaan alat (Safari et al., 2019). Alat peraga yang dikembangkan menghasilkan output berupa kuat arus dalam satuan ampere dan besar medan magnet dalam satuan gauss yang

ditampilkan pada LCD. Alat peraga yang sudah dikembangkan dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Alat peraga yang dikembangkan

Alat peraga yang dikembangkan menunjukkan konsep induksi magnet pada solenoida. Alat peraga yang telah dikembangkan digunakan untuk melihat ada atau tidaknya medan magnet dengan melihat pengaruh jumlah lilitan pada medan magnet dan pengaruh kuat arus pada medan magnet. Variasi jumlah lilitan yang digunakan pada percobaan ini adalah 60 lilitan, 70 lilitan, 80 lilitan, 90 lilitan, dan 100 lilitan. Variasi arus yang digunakan pada percobaan ini adalah 0,8A, 1A, 1,2A, 1,4A, dan 1,6A. Data yang diperoleh pada alat peraga induksi magnet ini yaitu hubungan antara jumlah lilitan pada medan magnet dan hubungan kuat arus pada medan magnet.

Untuk percobaan pengaruh jumlah lilitan terhadap medan magnet dapat dilihat pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Pengaruh Jumlah Lilitan Terhadap Medan Magnet

Jumlah lilitan	Medan magnet(G)
60	6,23
70	7,45
80	8,47
90	9,91
100	10,71

Berdasarkan hasil percobaan diketahui bahwa medan magnet solenoida dengan jumlah lilitan 60 menghasilkan 6.23 Gauss ( $6,23 \times 10^{-4}$  T), Pada lilitan 70 menghasilkan 7,45 Gauss ( $7,45 \times 10^{-4}$  T), Pada lilitan 80 menghasilkan 8,47 Gauss ( $8,47 \times 10^{-4}$  T), Pada lilitan 90 menghasilkan 9,91 Gauss ( $9,91 \times 10^{-4}$  T), dan pada lilitan 100 menghasilkan medan magnet sebesar 10,71 Gauss ( $10,71 \times 10^{-4}$  T). Banyaknya jumlah lilitan berbanding lurus dengan kekuatan medan magnet. Semakin banyak lilitan, maka medan magnetnya akan semakin besar. Sebaliknya, semakin sedikit lilitan, medan magnetnya akan semakin kecil (Mardiawan et al., 2023).

Pengaruh kuat arus terhadap medan magnet diketahui dengan percobaan menggunakan variasi arus yang berbeda yaitu 0,8A, 1A, 1,2A, dan 1,4A, 1,6A dengan menggunakan solenoida 100 lilitan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Pengaruh Kuat Arus Terhadap Medan Magnet

Kuat Arus (A)	Jumlah Lilitan	Medan Magnet (G)
0,8	100	8,47
1		10,64
1,2		12,35
1,4		14,29
1,6		16,41

Berdasarkan hasil percobaan solenoida 100 lilitan dengan kuat arus yang berbeda didapatkan besar medan magnet pada kuat arus 0,8A yaitu 8,47 Gauss ( $8,47 \times 10^{-4}$  T), pada kuat arus 1A yaitu 9,97 Gauss ( $9,97 \times 10^{-4}$  T), pada kuat arus 1,2A sebesar 12,35 Gauss ( $12,35 \times 10^{-4}$  T) dan pada kuat arus 1,4A didapatkan medan magnet sebesar 14,29 Gauss ( $14,29 \times 10^{-4}$  T), pada kuat arus 1,6A didapatkan medan magnet sebesar 16,41 Gauss ( $16,41 \times 10^{-4}$  T). Kuat arus memiliki keterkaitan proporsional dengan medan magnet, di mana semakin tinggi kekuatan arusnya, maka semakin besar juga medan magnetnya. Sebaliknya, jika kekuatan arus berkurang, medan magnetnya juga akan mengalami penurunan.

Setelah melakukan uji coba alat peraga berikutnya dilakukan uji kelayakan. Uji ini dilaksanakan untuk mengevaluasi tingkat kelayakan alat peraga induksi magnet berbasis Arduino yang telah dikembangkan. Evaluasi mencakup penilaian terhadap aspek materi dan penilaian media pada alat peraga induksi magnet berbasis Arduino, yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media (Masyruhan et al., 2020). Hasil validasi ahli alat peraga induksi magnet berbasis Arduino Uno yang terdiri dari aspek efisiensi alat, ketahanan alat, estetika, nilai presisi, keamanan, Keterkaitan materi, dan mengandung nilai pendidikan. Hasil uji validasi oleh validator dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

Tabel 10. Hasil Uji Kelayakan Media Alat Peraga

Aspek	Persentase (%)	Keterangan
Efisiensi Alat	87,5	Sangat Layak
Ketahanan Alat	75	Layak
Estetika	87,5	Sangat Layak
Nilai Presisi	85	Sangat Layak
Keamanan	87,5	Sangat Layak
Keterkaitan Materi	95,8	Sangat Layak
Mengandung Nilai Pendidikan	87,5	Sangat Layak
Total	86,5	Sangat Layak

Saran dari validator terhadap alat peraga yang dikembangkan adalah mengkalibrasikan sensor agar output yang dihasilkan lebih stabil, selain itu disarankan juga agar kabel yang digunakan bisa lebih rapi lagi. Pengujian kelayakan materi melibatkan dua aspek utama, yaitu keterkaitan dengan materi pembelajaran dan relevansi dengan nilai-nilai pendidikan. Hasil uji oleh validator dapat ditemukan dalam Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Hasil Uji Kelayakan Materi Alat Peraga

Aspek	Presentase (%)	Keterangan
Keterkaitan Dengan Materi Pembelajaran	94	Sangat Layak
Kandungan Dalam Nilai Pendidikan	75	Sangat Layak
Total	84,5	Sangat Layak

Berdasarkan nilai rata-rata dari uji validasi ahli media, diperoleh persentase sebesar 86,5% dengan kategori "sangat layak", sementara validasi ahli materi mencapai persentase 84,5% dengan kategori "sangat layak" pula. Sehingga, berdasarkan penafsiran skala Likert yang tercantum di Tabel 3, evaluasi akhir dari validator menyatakan bahwa alat peraga induksi magnet dengan sensor efek hall KY-024 berbasis Arduino Uno yang telah dibuat, memenuhi syarat untuk di implementasikan.

#### Implementation

Dalam tahap implementasi, peneliti menerapkan penggunaan alat peraga induksi magnet dan menerapkan rancangan alat peraga di dalam kelas (Siagian et al., 2022). Alat peraga yang telah dikategorikan layak untuk di implementasikan untuk menggambarkan respon siswa di SMAN 6 Kota Bengkulu pada kelas XII MIPA. Secara keseluruhan, hasil respons siswa mencapai angka 81%, dengan kategori "sangat baik" terhadap alat peraga yang telah dikembangkan. Hasil uji respon siswa dapat dilihat pada tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Hasil Uji Respon Alat Peraga

Aspek	Persentase (%)	Keterangan
Kemudahan Alat	80	Sangat Baik
Keterkaitan Materi	84	Sangat Baik
Ketahanan Alat	77	Sangat Baik
Estetika	83	Sangat Baik
Komponen	79	Sangat Baik
Teknisi	82	Sangat Baik
Keamanan Bagi Siswa		Sangat Baik
Total	81	Sangat Baik

Data ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, alat peraga yang telah dikembangkan layak untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Kelebihan alat peraga induksi magnet yang dikembangkan dibandingkan penelitian sebelumnya adalah pengolahan data dilakukan secara digital yang kemudian ditampilkan pada LCD berupa kuat arus dan medan magnet pada lilitan. Komponen yang digunakan juga lebih aman daripada penelitian sebelumnya. Kekurangan dari alat peraga ini adalah hasil kurang akurat sehingga perlu pengecekan ulang keakuratan alat peraga sebelum digunakan.

#### Evaluation

Pada tahap ini alat peraga induksi magnet menggunakan sensor KY-024 berbasis Arduino uno dilakukan evaluasi kekurangan dan kelebihannya. Namun, evaluasi ini dilaksanakan pada tiap tahap ADDIE, evaluasi

formatif pada setiap tahap bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan perbaikan. Pada tahap tersebut, evaluasi sumatif juga diperlukan untuk mengevaluasi dampak dan efektivitas alat peraga yang telah dibuat, memastikan bahwa alat tersebut sesuai dan bermanfaat dalam konteks proses pembelajaran. Pada tahap *analyze*, dilakukan evaluasi dan perbaikan pada analisis masalah dan kebutuhan. Pada tahap *Design* yaitu membuat rancangan awal produk kemudian dievaluasi dan perbaikan. Dalam tahap *Development*, yang mencakup pembuatan dan pengembangan produk, dilakukan validasi oleh ahli serta dilakukan evaluasi dan perbaikan berdasarkan saran dan masukan dari validator. Pada tahap *Implementation*, yaitu mendemonstrasikan alat peraga dan uji respon lalu melakukan evaluasi terhadap hasil yang didapat. Setelah semua tahapan di evaluasi, diakhir proses evaluasi kembali.

Pada penelitian ini peneliti berusaha menyempurnakan dan meneruskan penelitian sebelumnya dengan hasil perbedaan penelitian-penelitian relavan sebelumnya adalah alat peraga ini berbasis Arduino yang sudah dilengkapi sensor arus ACS dan sensor KY-024, kemudian alat peraga ini didesain lebih sederhana dengan kerangka alat yang kuat serta *portable*. Alat peraga ini tidak hanya mengukur medan magnet, tetapi juga mengukur kuat arus yang mengalir pada lilitan. Penelitian ini berfokus pada induksi magnet pada lilitan solenoida dengan menunjukkan pengaruh jumlah lilitan pada medan magnet dan pengaruh kuat arus pada medan magnet. Prinsip kerja dari alat peraga induksi magnet menggunakan sensor efek hall KY-024 sesuai dengan hukum Biot-Savart. Berdasarkan hukum Biot-Savart, kawat yang dialiri arus listrik kemudian menghasilkan medan magnet. Kuat medan magnet akan terdeteksi oleh sensor KY-024 dan sensor ASC712 yang melewati lilitan kawat akan terukur oleh sensor arus yang hasilnya akan ditampilkan di LCD.

Alat peraga yang dikembangkan peneliti menunjukkan kriteria persentase yang sangat baik. Hasil percobaan menunjukkan nilai induksi magnet yang dihasilkan pada alat peraga telah sesuai dalam perhitungan manual dalam batas ralat, namun perlu dikembangkan lebih lanjut lagi terkait keakuratan sensor magnet. Walaupun prosedur pelaksanaan kegiatan percobaan telah sesuai dengan kajian (Amalia Yunia Rahmawati, 2020). Namun demikian, terdapat beberapa masukan dari peserta didik pengguna alat peraga mengenai aspek keamanan alat peraga. Mengingat alat peraga ini menggunakan listrik, jika tidak hati hati dapat membahayakan praktikan. Oleh karena itu, perlu diberikan pengamanan pada komponen kabel penghubung, capitan buaya, dengan bahan isolator sebagaiantisipasi dan keamanan dalam kegiatan praktikum.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dihasilkan produk berupa alat peraga induksi magnet berbasis Arduino Uno dengan sensor efek hall magnetik linier KY-024. Data penggunaan alat peraga yang telah dikembangkan menunjukkan rata-rata validasi oleh ahli media sebesar 86,5% dengan kategori sangat layak, oleh ahli materi sebesar 84,5% dengan kategori sangat layak, dan respons siswa terhadap alat peraga mencapai 81% dengan kategori sangat baik. Oleh karena itu, data penggunaan alat peraga induksi magnetik sebagai media pembelajaran yang



telah dikembangkan memenuhi standar validitas yang berlaku. Dapat disimpulkan bahwa alat peraga tambahan berbasis Arduino Uno dengan sensor efek hall magnetik linier KY-024 dapat efektif digunakan oleh guru sekolah menengah atas untuk membantu siswa memahami konsep induksi magnet. Adapun saran untuk pengembangan penelitian berikutnya yaitu untuk mengembangkan alat peraga dengan alat yang lebih baik lagi serta perlu dilakukan pengecekan ulang ke akuratan sensor yang digunakan pada alat peraga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia Yunia Rahmawati. (2020). *Perancangan Alat Peraga Medan Magnet Disekitar Kawat Berarus dengan Hall Magnetik Sensor Bipolar Analog sebagai Demonstrasi dalam Pembelajaran Fisika*. 9(July), 1–23.
- Andi Rustandi, & Rismayanti. (2021). Penerapan Model ADDIE dalam Pengembangan Media Pembelajaran di SMPN 22 Kota Samarinda. *Jurnal Fasilkom*, 11(2), 57–60. <https://doi.org/10.37859/jf.v11i2.2546>
- Dwicahyaning, E., Harijanto, A., Rohma, S. A., Alivia, H., Fisika, P., & Jember, U. (2018). *RANCANG BANGUN ALAT PRATIKUM FISIKA UNTUK*.
- Fajrin, V. P., Ruhayat, Y., & Darman, D. R. (2021). Pengembangan Alat Peraga Fisika Crane Magnetic Pokok Bahasan Medan Magnet Pada Selenoida. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.31851/luminous.v2i1.5134>
- Fitria Rahmawati, D., Hamdani, D., & Putri, D. H. (2023). Development of Water Distribution and Water Volume Practicum Tools Using the Yf-S401 Flow Sensor on Dynamic Fluid Materials in Senior High School. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 14(2), 162. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v14i2.65291>
- Handayani, F. S. (2015). Perancangan Alat Ukur Kualitas Perangkat Lunak Menggunakan Komponen ISO/IEC 9126. *Jurnal Sistem Informasidan Teknologi Informatika*, 4(2), 102–115.
- Harefa, A. R. (2019). Peran ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari. *Jurnal Warta*, 60(April), 1–10.
- Jhoni, M., Afiah, N., Alparesa, I., Sugiarni, A., & Putri, S. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Arduino Uno R3 Pada Materi Gerak Jatuh Bebas. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 160. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8419>
- Latifah, N., Setyadi Kurniawan, E., kunci, K., Flipbook Maker, K., & Berpikir Kritis, K. (2020). Pengembangan e-Modul Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Development of Physics E-Modules to Improve Critical Thinking Ability of Students. *Jips: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 01, 1–7. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jips>
- Mardiawan, J. T., Fitriyanti, N., Salam, R. A., & Uno, A. (2023). *Rancang Bangun Alat Ukur Medan Magnet Dengan Metode Hukum Biot- Savart Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sumber Arus Terkontrol*. 10(1), 133–141.
- Masyruhan, M., Pratiwi, U., & Al Hakim, Y. (2020). Perancangan Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Mikrokontroler Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 6(2), 134. <https://doi.org/10.32699/spektra.v6i2.145>
- Mulyani, F., & Haliza, N. (2021). Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 3(1), 101–109. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v3i1.1432>
- Pambuka, R. N., & Rahardjo, D. T. (2018). Pembuatan Alat Eksperimen Induksi Magnet Pada Toroida Menggunakan Arduino dan Hall Effect Sensor. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(8), 33–38.
- Pristiwanti, D., Badariah, B., Hidayat, S., & Dewi, R. S. (2022). Pengertian Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4(6), 1707–1715.
- Rahayu, T., Mayasari, T., & Huriawati, F. (2019). Pengembangan Media Website Hybrid Learning berbasis Kemampuan Literasi Digital dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 130. <https://doi.org/10.24127/jpf.v7i1.1567>
- Rahmani, Y., Hamdani, D., & Risdianto, E. (2022). Pengembangan alat peraga eksperimen fisika dasar 1 pada materi viskositas fluida. *Amplitudo: Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika*, 1(2), 128–137.
- Rizki, F., Gunawan, I., & Amirudin, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Problem Solving Menggunakan Lectora Inspire. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 79–86. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i1.5059>
- Romadhon, N., Pratiwi, U., & Al Hakim, Y. (2019). Keefektifan Alat Peraga Viskositas Dengan Sensor Mini Reed Switch Magnetik Berbasis Arduino Untuk Meningkatkan Kemampuan Analyzepeserta Didik. *Muslim Heritage*, 4(2). <https://doi.org/10.21154/muslimheritage.v4i2.1765>
- Safari, I., Putr, I. A., Purbosari, R., Huljannah, R. A., Sugihartono, I., & Marpaung, M. A. (2019). *Rancang Bangun Eksperimen Sederhana Kuat Medan Magnet Menggunakan Sensor Kecepatan Arduino*. VIII, SNF2019-PE-247–254. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.31>
- Sari, O. B. mila, Risdianto, E., & Sutarno, S. (2020). Analisis Kebutuhan Pengembangan LKPD Berbasis Poe Berbantuan Augmented Reality untuk Melatihkan Keterampilan Proses Dasar pada Konsep Fluida Statis. *PENDIPA Journal of Science Education*, 4(2), 85–93. <https://doi.org/10.33369/pendipa.4.2.85-93>
- Siagian, H. D. R., Sirait, M., & Juliani, R. (2022). Pengembangan Alat Peraga Indeks Bias Di Sma. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 6. <https://doi.org/10.24114/jpf.v11i1.30346>
- Siahaan, A. D., Medriati, R., & Risdianto, E. (2019). Menggunakan Teknologi Augmented Reality Pada Materi. *Jurnal Kumparan Fisika*, 2(2), 91–98.
- Sidiq, E. I., & Rif, C. (2022). Sumber Belajar dan Alat Peraga Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Edukasi Nonformal*, 2(2), 596.
- Sya'roni, I., Putri, M. A. N., & Devianti, W. (2021).

Analisis Respon Siswa Terhadap Pembelajaran Fisika Materi Gerak Melingkar Menggunakan Alat Peraga Rotating Wheels Berbasis Arduino. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 5, 1–7.

- Syefrinando, B., Suraida, S., & Parman, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika berbasis Adobe Flash Professional CS6 Untuk Mata Kuliah Fisika Dasar I. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 39–44.  
<https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1522>
- Valayil, T. P., Boopathi, P., Raghul, M., Balaji, V., & Eniyan, D. (2020). *Prediction of Clapper Position and Chattering Verification in a Swing Check Valve using Hall Effect Sensor*. 3(1), 1–6.
- Verawati, Y., Hamdani, D., & Setiawan, I. (n.d.). *Pengembangan Alat Peraga Pada Materi Energi Dengan Menggunakan Solar Cell , Sensor Ultrasonik Dan Light*. 166–173.
- WIDIARTO, H. (2023). Rancangan Mock Up Sistem Monitoring Panel Tegangan Rendah Berbasis Transmission Control Protocol / Internet Protocol (Tcp/Ip). *KNOWLEDGE: Jurnal Inovasi Hasil Penelitian Dan Pengembangan*, 3(1), 42–50.  
<https://doi.org/10.51878/knowledge.v3i1.2136>