

JURNAL RISET DAN INOVASI PENDIDIKAN SAINS (JRIPS)

Vol. 5 No. 2 (2026) pp. 187-199

<http://jurnal.umb.ac.id/index.php/JRIPS/>

p-ISSN: 2809-5200 e-ISSN: 2809-5219

Alat Peraga Kecepatan dan Percepatan Berbasis Arduino Uno dengan Sensor Ultrasonik Hcsr-04 pada Materi Gerak Lurus

Adi Pramuda^{1*}, Ahmad Suryadi², Septian Setiawan³, Soka Hadiati⁴

^{1*,2}Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia.

^{3,4}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Pontianak, Pontianak, Indonesia

*Corresponden Author : adipramuda@unm.ac.id

ABSTRAK

Keterbatasan peralatan laboratorium seringkali menghambat visualisasi konsep kinematika abstrak, sehingga pembelajaran fisika cenderung teoritis dan kurang interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran gerak linear melalui integrasi sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Penggunaan teknologi ini dimaksudkan untuk meningkatkan akurasi pengukuran kecepatan dan percepatan dibandingkan dengan alat bantu pengajaran konvensional. Metode penelitian yang digunakan adalah Penelitian dan Pengembangan (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi). Subjek penelitian melibatkan para ahli, dan siswa kelas 8 SMP PGRI 4 Pontianak sebagai pengguna. Data dikumpulkan melalui instrumen validasi dan kuesioner respons siswa. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi, dengan skor rata-rata dari ahli media sebesar 85% dan ahli materi sebesar 86,5% (kategori sangat layak). Uji coba kelompok menunjukkan respons siswa mencapai 89,16%, yang menunjukkan bahwa alat bantu pengajaran ini sangat layak dan menarik untuk digunakan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi sensor HC-SR04 dapat meningkatkan interaktivitas dan pemahaman konsep Gerak Linier Seragam (GLB) dan Gerak Linier dengan Percepatan Seragam (GLBB). Penelitian ini mengimplikasikan pentingnya digitalisasi alat bantu pengajaran sebagai solusi alternatif terhadap keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah menengah.

Kata Kunci: Arduino Uno, Alat Peraga Digital, Gerakan Lurus, Sensor Ultrasonik.

PENDAHULUAN

Di era transformasi digital pendidikan, penguasaan konsep fisika dasar menjadi fondasi krusial bagi pengembangan literasi teknologi siswa. Fisika merupakan ilmu yang menekankan proses observasi, eksperimen, dan interpretasi

data, sehingga pembelajaran yang mampu memvisualisasikan fenomena fisika secara konkret diperlukan untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak (Fitriah & Zawanis, 2024). Namun, tantangan besar muncul pada materi kinematika, khususnya Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), yang seringkali dianggap abstrak oleh siswa karena keterbatasan alat ukur yang presisi.

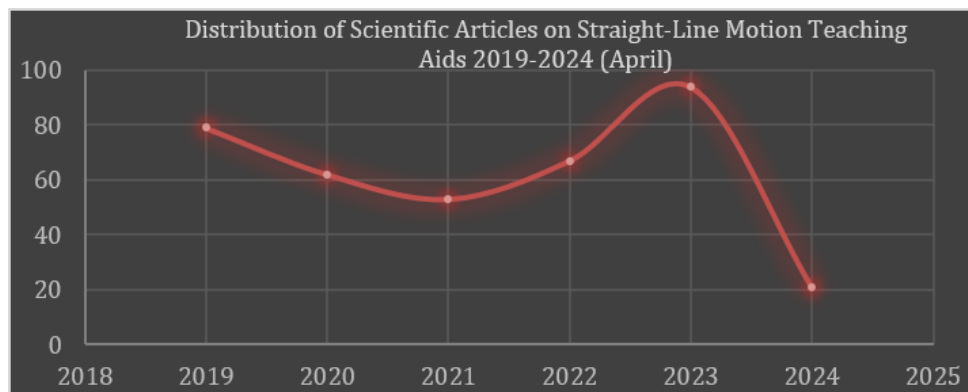
Kesenjangan antara teori dan praktik di lapangan masih sangat nyata. Ketiadaan fasilitas laboratorium IPA yang memadai menjadi permasalahan. Padahal, penggunaan media praktikum yang interaktif terbukti mampu meningkatkan retensi kognitif siswa secara signifikan dibandingkan pembelajaran searah (Muhdia & Mufit, 2025). Siswa membutuhkan pengalaman langsung dalam mengukur besaran fisis untuk membangun intuisi sains yang kuat.

Kelemahan utama praktikum kinematika konvensional yang menggunakan stopwatch manual adalah tingginya potensi kesalahan pengukuran akibat keterlambatan respons pengamat (*human reaction time*) sehingga mempengaruhi akurasi dan reliabilitas data eksperimen. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengukuran otomatis yang mampu meminimalkan kesalahan manusia dan meningkatkan ketelitian pengambilan data. Integrasi teknologi sensor dan mikrokontroler berbasis Arduino Uno menawarkan alternatif laboratorium digital yang relatif murah (*low-cost*) namun memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi. Sensor ultrasonik HC-SR04 banyak digunakan karena mampu mendeteksi posisi atau jarak objek secara kontinu tanpa kontak langsung, memiliki tingkat akurasi yang baik, serta dapat diintegrasikan dengan sistem visualisasi data secara real-time sehingga sangat sesuai untuk pengukuran gerak dan analisis kinematika (Arifuddin & Rafsyam, 2025; Frima Yudha & Sani, 2019; Muzayyanah et al., 2021).

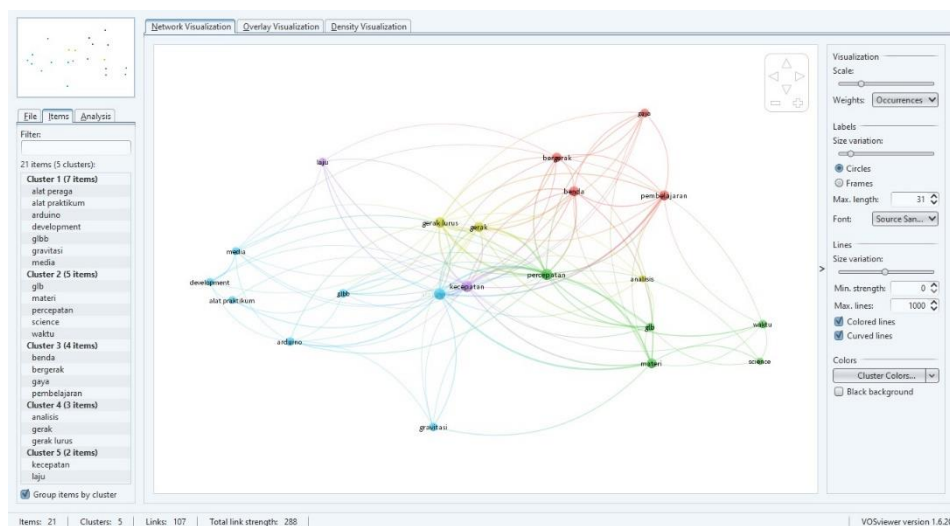
Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis sensor dan mikrokontroler dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika serta keterlibatan peserta didik dalam kegiatan praktikum. Penggunaan alat peraga berbasis Arduino memungkinkan peserta didik memperoleh data eksperimen secara langsung dan real-time, sehingga membantu mereka memahami hubungan antara fenomena fisika, representasi grafik, dan interpretasi data secara lebih baik (Taneo et al., 2021; Verawati et al., 2022). Selain itu, visualisasi data digital terbukti mendukung proses pembelajaran konseptual dan membantu peserta didik mengurangi miskonsepsi pada materi yang melibatkan interpretasi grafik dan hubungan antar variabel fisika (Kyprianou et al., 2023). Meskipun penelitian mengenai pemanfaatan Arduino dalam pembelajaran fisika telah banyak dilakukan, masih terdapat peluang pengembangan pada aspek aksesibilitas data dan kemudahan penggunaan media, terutama bagi sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium dan infrastruktur teknologi informasi.

Kebaruan penelitian ini didukung oleh hasil analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer terhadap publikasi alat peraga gerak lurus periode 2019–2024. Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah publikasi mengalami fluktuasi dengan puncak publikasi pada tahun 2023, yang mengindikasikan tingginya perhatian peneliti terhadap pengembangan alat peraga fisika. Sementara itu, hasil pemetaan

jaringan kata kunci pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa penelitian terdahulu didominasi oleh tema alat peraga, gerak lurus, media pembelajaran, praktikum, sensor, dan Arduino. Meskipun topik-topik tersebut memiliki keterkaitan yang kuat, aspek pengembangan alat peraga yang dilengkapi sistem tampilan data *real-time* yang *portabel* dan dapat beroperasi secara mandiri (*stand-alone*) masih belum tampak sebagai fokus utama penelitian. Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini mengembangkan alat peraga gerak lurus berbasis Arduino yang terintegrasi dengan LCD I2C sebagai media tampilan data secara langsung. Integrasi ini memungkinkan peserta didik mengamati hasil pengukuran secara real-time tanpa memerlukan perangkat tambahan, sekaligus menghadirkan alat yang lebih portable dan mudah diimplementasikan pada sekolah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium.



Gambar 1. Distribusi publikasi tahun 2019 – 2024



Gambar 2. Network Visualization

Integrasi sensor HC-SR04 dalam alat peraga ini dirancang untuk mengubah paradigma pembelajaran dari menghafal rumus menjadi menganalisis data. Sejalan dengan tren riset tahun 2025-2026 yang menekankan pembelajaran interaktif dan berpusat pada peserta didik, pengembangan media pembelajaran tidak hanya berfokus pada pencapaian hasil belajar, tetapi juga pada kualitas interaksi peserta

didik dengan teknologi yang digunakan selama proses pembelajaran (Kyprianou et al., 2023). Dengan demikian, tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan dan menguji kelayakan inovasi media pembelajaran gerak lurus berbasis Arduino Uno yang valid.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode Research and Development (R&D) yang berfokus pada proses perancangan dan pengembangan produk pembelajaran berupa alat peraga kecepatan dan percepatan yang memanfaatkan Arduino Uno dan sensor ultrasonik HC-SR04. Proses pengembangannya mengacu pada model ADDIE, yang mencakup lima tahapan utama, yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi) (Campbell, 2014).

Tahap *Analysis* dilaksanakan untuk mengkaji kebutuhan dalam proses pembelajaran serta menentukan materi yang akan menjadi fokus pengembangan. Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis terhadap kebutuhan inovasi dalam pembelajaran fisika, kemudian menetapkan materi Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) sebagai materi utama yang akan dikembangkan. Selain itu, dilakukan penyusunan instrumen penelitian sebagai dasar dalam pengembangan alat peraga. Tahap *Design* dilakukan dengan merancang alat peraga sesuai kebutuhan pembelajaran yang telah dianalisis. Perancangan meliputi penyusunan diagram perangkat keras yang terdiri atas Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, *push button*, dan *Liquid Crystal Display* (LCD) I2C. Selain itu, dibuat skema rangkaian alat dan *flowchart* sistem sebagai pedoman dalam proses pengembangan produk.

Tahap *Development* merupakan proses merealisasikan rancangan yang telah disusun menjadi sebuah alat peraga yang siap digunakan. Setelah produk selesai dibuat, dilakukan penilaian oleh validator yang terdiri atas ahli materi dan ahli media untuk mengevaluasi ketepatan isi, kualitas tampilan dan fungsi media, serta tingkat efektivitas dan efisiensinya dalam menunjang pembelajaran fisika. Masukan dan hasil penilaian dari para ahli digunakan sebagai bahan revisi guna meningkatkan kualitas produk sebelum diterapkan dan diuji coba kepada peserta didik pada tahap *Implementation*. Selanjutnya, pada tahap *Evaluation* dilakukan evaluasi secara menyeluruh terhadap proses pengembangan dan hasil implementasi produk.

Partisipan dalam penelitian ini melibatkan empat orang validator yang terdiri atas dua ahli materi dan dua ahli media. Tim ahli materi mencakup seorang dosen Pendidikan Fisika dan seorang guru IPA kelas VIII, sedangkan tim ahli media terdiri atas seorang dosen Pendidikan Fisika serta seorang guru IPA. Setelah proses validasi selesai, produk diuji coba kepada peserta didik kelas VIII SMP PGRI 4 Pontianak untuk memperoleh tanggapan mengenai penggunaan alat peraga yang telah dikembangkan untuk menilai tingkat kelayakan alat peraga dalam mendukung pembelajaran fisika. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk penyempurnaan produk sehingga diperoleh media pembelajaran yang lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

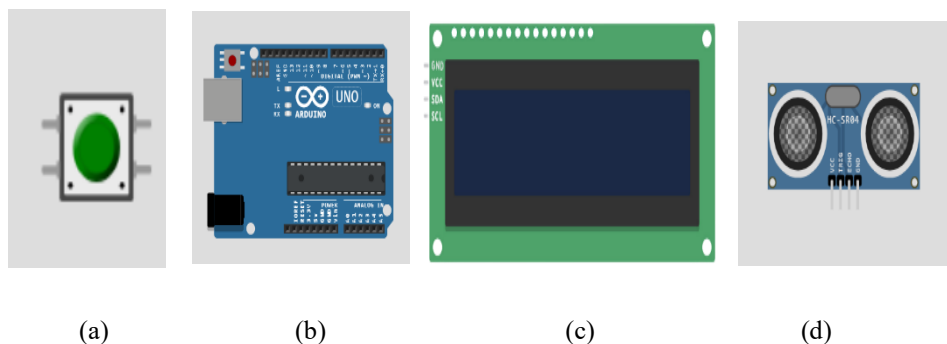
Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu wawancara, lembar validasi, dan angket respons siswa. Wawancara digunakan untuk menggali informasi terkait kebutuhan pembelajaran serta kondisi sekolah yang menjadi lokasi penelitian. Lembar validasi dimanfaatkan untuk menilai tingkat kelayakan produk dari segi materi dan media, sementara angket respons siswa digunakan untuk mengetahui pendapat dan pengalaman siswa setelah menggunakan alat peraga. Penerapan berbagai metode pengumpulan data memungkinkan peneliti memperoleh informasi yang lebih lengkap sehingga kualitas hasil penelitian dapat ditingkatkan (Sugiyono, 2017).

Instrumen penilaian bagi ahli materi meliputi aspek kesesuaian dengan bahan ajar, nilai edukatif, dan efisiensi penggunaan alat. Adapun instrumen untuk ahli media mencakup aspek daya tahan, ketepatan fungsi, kecepatan kerja sistem, efisiensi, tampilan visual, serta keamanan alat. Sementara itu, angket respons siswa dirancang untuk mengukur motivasi belajar, pemahaman konsep, kualitas tampilan alat, serta kemudahan bahasa dan pengoperasiannya.

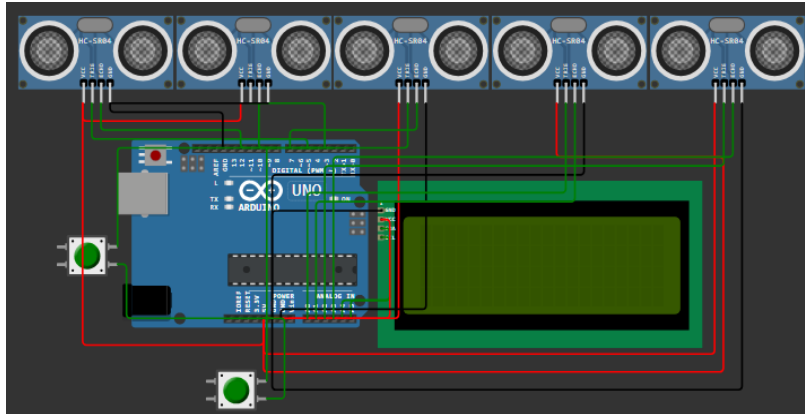
Data yang diperoleh dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan bantuan skala Likert empat tingkat. Tingkat kelayakan dihitung melalui perbandingan antara skor yang diperoleh dengan skor maksimum yang mungkin dicapai, kemudian hasilnya dikonversikan ke dalam kategori penilaian tertentu. Acuan kategori kelayakan dan respons siswa, yaitu rentang 76–100% dikategorikan sangat layak atau sangat setuju, 51–75% layak atau setuju, 26–50% tidak layak atau tidak setuju, dan 0–25% sangat tidak layak atau sangat tidak setuju (Sugiyono, 2017). Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan alat peraga sekaligus mengidentifikasi respons siswa terhadap produk yang telah dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat peraga kecepatan dan percepatan berbasis arduino uno dengan sensor ultrasonik HCSR-04 dirancang menggunakan perangkat keras seperti pada Gambar 1 dan skema rancangan alat melalui desain Wokwi dibuat seperti pada Gambar 2.

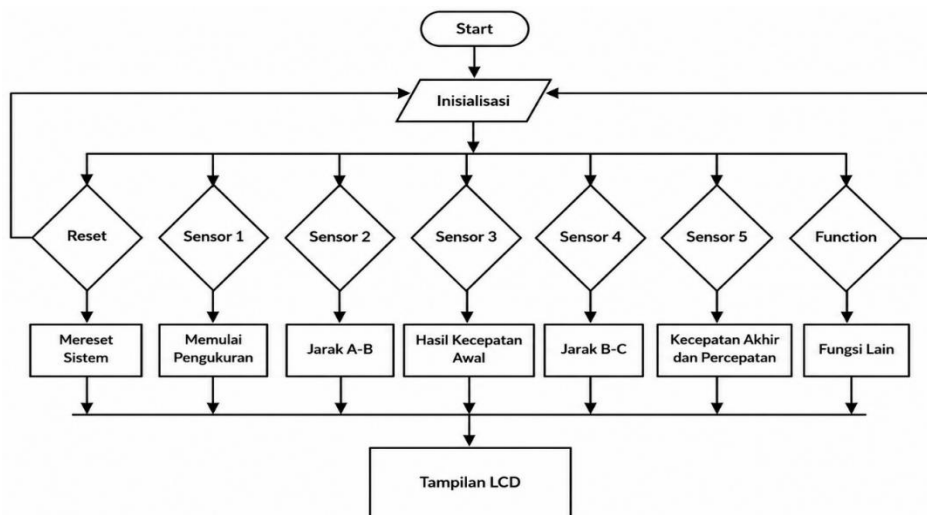


Gambar 3. (a) Pushbutton (b) Arduino Uno (c) LiquidCrystal_I2C (d) Sensor Ultrasonic HCSR-04



Gambar 4. Skema Rangkaian Alat menggunakan Wokwi (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Desain *Flowchart* Alat Kecepatan dan Percepatan Berbasis Arduino uno dengan Sensor Ultrasonik HCSR-04 dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan desain tersebut kemudian di rancang media pembelajaran seperti pada Gambar 4.



Gambar 5. Desain *Flowchart* Alat Kecepatan dan Percepatan Berbasis Arduino uno dengan Sensor Ultrasonik HCSR-04



Gambar 6. Alat peraga kecepatan dan percepatan berbasis arduino uno dengan sensor ultrasonik HCSR-04

Alat peraga selanjutnya di validasi oleh ahli materi dan ahli media pembelajaran seperti disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Penilaian ahli materi menunjukkan bahwa alat peraga memiliki keterkaitan yang tinggi dengan bahan ajar, nilai edukatif yang baik, serta efisiensi penggunaan yang memadai. Persentase rata-rata penilaian ahli materi mencapai 86,5% dan termasuk kategori sangat layak.

Tabel 1. Hasil validasi ahli materi

Aspek	Persentase
Keterkaitan dengan bahan ajar	92%
Nilai edukatif	79%
Efisiensi penggunaan alat	88%

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa alat peraga mampu mendukung pencapaian tujuan pembelajaran serta membantu peserta didik memahami konsep GLB dan GLBB secara lebih nyata. Alat peraga kecepatan dan percepatan berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik HCSR 04 dinyatakan sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Nilai-nilai yang tinggi pada aspek keterkaitan dengan bahan ajar, nilai edukatif, dan efisiensi penggunaan alat menunjukkan bahwa produk ini tidak hanya sesuai dengan kurikulum yang ada tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas VIII. Oleh karena itu, alat peraga ini dapat dianggap sebagai sarana yang efektif dan efisien untuk mengajarkan konsep GLB dan GLBB kepada siswa.

Hasil validasi ahli media disajikan pada Tabel 2. Validasi ahli media menghasilkan rata-rata penilaian sebesar 85% dengan kategori sangat layak. Aspek dengan nilai tertinggi adalah daya tahan sebesar 97%, sedangkan aspek ketepatan fungsi alat memperoleh nilai 77%.

Tabel 2. Hasil validasi ahli media

Aspek	Persentase
Daya tahan	97%
Ketepatan fungsi	77%
Kecepatan sistem kerja	78%
Efisiensi alat	84%
Tampilan visual	88%
Keamanan	88%

Data validasi yang disajikan dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa alat peraga kecepatan dan percepatan berbasis Arduino Uno dengan sensor ultrasonik HCSR 04 sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Nilai-nilai yang tinggi pada aspek daya tahan, ketepatan fungsi, kecepatan sistem, efisiensi, tampilan visual, dan keamanan menunjukkan bahwa produk ini tidak hanya sesuai dengan standar yang diharapkan tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan demikian, alat peraga ini dapat dianggap sebagai

sarana yang efektif, efisien, dan aman untuk mengajarkan konsep kecepatan dan percepatan kepada siswa.

Alat peraga yang telah divalidasi selanjutnya diterapkan dalam pembelajaran untuk mendapatkan respon siswa terhadap pengembangan alat peraga. Uji coba lapangan dilakukan kepada 20 siswa kelas VIII SMP. Hasil angket disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Respon siswa terhadap pengembangan alat peraga

Aspek	Persentase
Motivasi belajar dan pemahaman konsep	88,1%
Tampilan alat peraga	88,8%
Bahasa dan pengoperasian alat	90,6%

Siswa memberikan respons yang sangat positif terhadap penggunaan alat peraga. Persentase rata-rata respons siswa mencapai 89,16% dengan kategori sangat setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa alat peraga mampu meningkatkan motivasi belajar, mempermudah pemahaman konsep fisika, serta mudah digunakan oleh peserta didik.

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa alat peraga sangat layak. Nilai tersebut menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar, nilai edukatif, dan efisiensi alat. Pada aspek keterkaitan dengan bahan ajar diperoleh persentase sebesar 92%. Hasil ini menunjukkan bahwa alat peraga memiliki relevansi yang tinggi dengan tujuan pembelajaran dan kompetensi yang harus dicapai pada materi Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). Menurut Arsyad (2013), media pembelajaran yang baik harus mampu mendukung penyampaian materi dan mempermudah peserta didik dalam memahami konsep yang dipelajari. Tingginya skor pada aspek ini menunjukkan bahwa alat peraga mampu menghubungkan konsep teoritis dengan pengalaman belajar yang lebih konkret melalui kegiatan praktikum.

Alat peraga yang dikembangkan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengamati secara langsung keterkaitan antara jarak, waktu, kecepatan, dan percepatan. Temuan ini sesuai dengan pandangan konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan terbentuk melalui keterlibatan aktif peserta didik dalam pengalaman belajar secara langsung (Julià & Antolí, 2019). Dengan memanfaatkan alat peraga tersebut, siswa tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga dapat membangun pemahamannya sendiri melalui proses pengamatan, pengolahan, dan interpretasi data yang diperoleh selama kegiatan pembelajaran.

Pada aspek nilai pendidikan, alat peraga memperoleh persentase sebesar 79% yang termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan mampu mendukung peningkatan pemahaman konsep, kemampuan berpikir analitis, motivasi belajar, serta keterampilan siswa dalam menerapkan konsep-konsep fisika pada berbagai situasi yang relevan dengan

kehidupan sehari-hari. (Song & Song, 2023) menyatakan bahwa media pembelajaran yang mendorong eksplorasi serta memberikan pengalaman belajar secara mandiri dapat memperkuat motivasi intrinsik peserta didik. Dalam hal ini, penggunaan alat peraga berbasis Arduino memungkinkan siswa berinteraksi secara langsung dengan teknologi, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik, interaktif, dan bermakna.

Selain berkontribusi terhadap peningkatan motivasi belajar, alat peraga ini juga mendukung penerapan pembelajaran kontekstual. Melalui kegiatan pengamatan langsung, siswa dapat mengaitkan konsep kecepatan dan percepatan dengan fenomena yang terjadi di sekitarnya. Kondisi tersebut sejalan dengan teori pembelajaran kontekstual yang menjelaskan bahwa pemahaman konsep akan lebih optimal apabila materi pembelajaran dikaitkan dengan pengalaman nyata yang dialami peserta didik (Julià & Antolí, 2019). Di samping itu, kegiatan praktikum yang memanfaatkan alat peraga mendorong siswa untuk bekerja sama dalam kelompok. Aktivitas tersebut dapat membantu mengembangkan kemampuan komunikasi dan kolaborasi, sebagaimana dijelaskan dalam teori pembelajaran kolaboratif (Kyprianou et al., 2023).

Pada aspek efisiensi alat diperoleh persentase sebesar 88% dengan kategori sangat layak. Hasil ini menunjukkan bahwa alat peraga mudah digunakan, memiliki prosedur yang jelas, serta mampu menampilkan hasil pengukuran secara cepat dan konsisten. Media pembelajaran yang dirancang sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan peserta didik akan meningkatkan efektivitas proses belajar (Biggs & Tang, 2011). Keberadaan LKPD yang terintegrasi dengan alat peraga juga memudahkan siswa dalam melakukan praktikum secara mandiri dan sistematis.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Vrawati et al. (2022), yang mengembangkan media pembelajaran berbasis Arduino Uno dan sensor ultrasonik pada materi gerak lurus. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memperoleh nilai validasi ahli materi sebesar 90% dengan kategori sangat layak. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi Arduino dalam pembelajaran fisika mampu menjadi alternatif media yang efektif untuk menjelaskan konsep-konsep yang bersifat abstrak.

Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa alat peraga sangat layak. Penilaian tersebut meliputi aspek daya tahan, ketepatan fungsi, kecepatan sistem, efisiensi, tampilan visual, dan keamanan alat. Aspek daya tahan memperoleh persentase tertinggi yaitu 97%. Hasil ini menunjukkan bahwa alat peraga memiliki kualitas fisik yang baik dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Daya tahan alat menjadi salah satu faktor penting dalam pengembangan media pembelajaran karena dapat meningkatkan efisiensi penggunaan serta mengurangi biaya perawatan dan penggantian alat. Kualitas media yang baik akan meningkatkan kebermanfaatan media dalam penggunaan jangka panjang (Shrum & Lee, 2012).

Aspek ketepatan fungsi memperoleh nilai 77%, yang menunjukkan bahwa alat peraga telah mampu menghasilkan data pengukuran yang cukup mendekati nilai sebenarnya. Ketepatan fungsi merupakan aspek penting dalam pembelajaran

fisika karena data hasil pengukuran menjadi dasar bagi siswa dalam melakukan analisis dan menarik kesimpulan. Tingkat akurasi suatu media berpengaruh terhadap kepercayaan pengguna terhadap informasi yang dihasilkan (Metzger & Flanagin, 2013). Oleh karena itu, meskipun alat peraga telah memenuhi kategori layak, peningkatan akurasi masih dapat dilakukan melalui proses kalibrasi dan penyempurnaan sistem pengukuran.

Pada aspek kecepatan sistem diperoleh persentase sebesar 78%. Hasil ini menunjukkan bahwa alat mampu menampilkan hasil pengukuran dalam waktu yang relatif cepat sehingga mendukung kelancaran kegiatan praktikum. Hal ini sejalan dengan penelitian Anderson (2009), yang menjelaskan bahwa kecepatan pemrosesan informasi merupakan faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas pembelajaran karena peserta didik dapat segera memperoleh umpan balik dari aktivitas yang dilakukan.

Aspek efisiensi memperoleh nilai 84%, menunjukkan bahwa alat peraga dapat digunakan dengan sumber daya yang relatif sederhana namun tetap menghasilkan informasi yang dibutuhkan dalam pembelajaran. Menurut teori *Media Effects*, efektivitas media dipengaruhi oleh kemampuannya dalam menyampaikan informasi secara efisien dan mudah dipahami oleh pengguna. Dengan demikian, alat peraga yang dikembangkan telah memenuhi fungsi tersebut dengan baik.

Sementara itu, aspek tampilan visual dan keamanan masing-masing memperoleh nilai 88%. Desain alat yang menarik mampu meningkatkan minat siswa untuk menggunakannya, sedangkan tingkat keamanan yang baik memberikan rasa nyaman selama proses pembelajaran. Norman (2004) menjelaskan bahwa aspek tampilan visual suatu produk dapat mempengaruhi respons emosional pengguna sehingga meningkatkan pengalaman penggunaan. Selain itu, dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, aspek keamanan dan kemudahan penggunaan perlu diperhatikan agar peserta didik dapat berinteraksi dengan perangkat secara efektif tanpa menimbulkan risiko selama proses pembelajaran (Kyprianou et al., 2023).

Temuan penelitian ini didukung oleh penelitian Alam & Maulana (2020), yang mengembangkan sistem pengereman otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor ultrasonik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan tingkat akurasi sebesar 95,83%, yang membuktikan bahwa kombinasi Arduino Uno dan sensor ultrasonik memiliki kinerja yang baik dalam menghasilkan data pengukuran yang akurat. Penelitian Satria & Devi (2023), juga menunjukkan bahwa alat praktikum berbasis sensor ultrasonik sangat layak digunakan dalam pembelajaran GLBB karena mampu membantu peserta didik memahami hubungan antara jarak, waktu, dan kecepatan secara lebih konkret.

Hasil uji coba menunjukkan bahwa alat peraga memperoleh respons siswa sebesar 89,16% dengan kategori sangat setuju. Hasil ini menunjukkan bahwa alat peraga diterima dengan baik dan mampu mendukung proses pembelajaran fisika. Pada aspek motivasi belajar dan pemahaman konsep diperoleh persentase sebesar 88,1%. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa alat peraga yang digunakan

mampu menumbuhkan minat belajar siswa sekaligus memfasilitasi pemahaman konsep kecepatan dan percepatan secara lebih optimal. Hal ini sejalan dengan penelitian Pernyataan tersebut didukung oleh Arsyad (2013) yang mengemukakan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif dapat meningkatkan perhatian, keaktifan, dan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar, sehingga berdampak positif terhadap hasil belajar yang dicapai.

Aspek tampilan alat memperoleh persentase sebesar 88,8%. Siswa menilai bahwa desain alat menarik dan informasi yang ditampilkan mudah dipahami. Tampilan visual yang baik dapat meningkatkan fokus siswa selama proses pembelajaran dan membantu mereka memahami hasil pengukuran yang diperoleh. Sementara itu, aspek bahasa dan pengoperasian memperoleh persentase tertinggi yaitu 90,6%. Hasil ini menunjukkan bahwa instruksi penggunaan alat mudah dipahami dan alat dapat dioperasikan dengan baik oleh siswa. Kemudahan penggunaan media merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan implementasi media pembelajaran di kelas (Rusman & Riyana, 2013).

Tingginya tingkat respons siswa mengindikasikan bahwa pemanfaatan alat peraga yang mengintegrasikan Arduino Uno dan sensor ultrasonik mampu menghadirkan proses pembelajaran yang lebih aktif, menarik, serta memberikan pengalaman belajar yang bermakna. Hasil tersebut sejalan dengan temuan Alam & Maulana (2020), yang menyatakan bahwa kombinasi teknologi Arduino dan sensor ultrasonik dapat diterapkan secara efektif dalam menghasilkan sistem yang memiliki tingkat akurasi tinggi serta mudah digunakan. Dengan demikian, alat peraga yang dikembangkan memiliki potensi untuk dijadikan sebagai media pembelajaran fisika yang inovatif dalam membantu peserta didik memahami konsep Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) secara lebih nyata dan mudah dipahami.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, alat peraga kecepatan dan percepatan yang dikembangkan dengan memanfaatkan Arduino Uno dan sensor ultrasonik HC-SR04 pada materi Gerak Lurus Beraturan (GLB) serta Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) dinilai sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran fisika. Penilaian kelayakan tersebut didukung oleh hasil validasi ahli media yang mencapai 85% dan hasil validasi ahli materi sebesar 86,5%, yang keduanya termasuk dalam kategori sangat layak. Selain itu, implementasi produk kepada siswa kelas VIII SMP PGRI 4 Pontianak menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat baik dengan persentase respons sebesar 89,16%. Temuan ini mengindikasikan bahwa alat peraga yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek kualitas media dan kesesuaian materi, tetapi juga mampu memberikan pengalaman belajar yang positif bagi peserta didik. Dengan demikian, alat peraga ini berpotensi menjadi media pembelajaran yang efektif dalam membantu siswa memahami konsep kecepatan dan percepatan melalui pengalaman belajar yang lebih nyata dan interaktif. Penggunaan alat tersebut juga dapat meningkatkan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran fisika, menumbuhkan motivasi belajar, serta memperkuat pemahaman konsep pada materi gerak lurus.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S., & Maulana, G. A. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengereman Otomatis Menggunakan Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 6(1), 69. <https://doi.org/10.31884/jtt.v6i1.241>
- Anderson, J. R. (2009). *Cognitive psychology and its implications (7th ed.)*. . Worth Publishers.
- Arifuddin, F., & Rafsyam, Y. (2025). Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino dan LabVIEW untuk Pengukuran Level Air. *Spektral*, 6(1), 298–302. <https://doi.org/10.32722/spektral.v6i1.7521>
- Arsyad, A. (2013). *Media pembelajaran* . PT RajaGrafindo Persada.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university (4th ed.)*. . Open University Press.
- Campbell, P. C. (2014). Modifying ADDIE: Incorporating New Technologies in Library Instruction. *Public Services Quarterly*, 10(2), 138–149. <https://doi.org/10.1080/15228959.2014.904214>
- Frima Yudha, P. S., & Sani, R. A. (2019). Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *EINSTEIN E-JOURNAL*, 5(3). <https://doi.org/10.24114/einstein.v5i3.12002>
- Intan Fitriah, & Sari Fitra Zawanis. (2024). The Effectiveness of Virtual Laboratory Media in Physics Education: A Meta-Analysis on Students' Conceptual Understanding and Higher-Order Thinking Skills. *ISEJ: Indonesian Science Education Journal*, 5(2), 65–74. <https://doi.org/10.62159/isej.v5i2.1761>
- Julià, C., & Antolí, J. Ò. (2019). *Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation*. *International Journal of Technology and Design Education*. 29(2), 303–327.
- Kyprianou, G., Karousou, A., Makris, N., Sarafis, I., Amanatiadis, A., & Chatzichristofis, S. A. (2023). Engaging Learners in Educational Robotics: Uncovering Students' Expectations for an Ideal Robotic Platform. *Electronics*, 12(13), 2865. <https://doi.org/10.3390/electronics12132865>
- Metzger, M. J., & Flanagan, A. J. (2013). Credibility and trust of information in online environments: The use of cognitive heuristics. *Journal of Pragmatics*, 59, 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.pragma.2013.07.012>
- Muhdia, N., & Mufit, F. (2025). The Effect of Using Interactive Multimedia Based on Cognitive Conflict-Based Learning on Global Warming Material on Student Retention. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 01–12. <https://doi.org/10.24036/jppf.v11i1.7>
- Muzayyanah, E., Megananda, A., Darmayanti, H. P., & Priana, Z. I. (2021). Development of Digital Distance Measurement Instrument Based on Arduino

- Uno for Physics Practicum. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 1(2), 80–88. <https://doi.org/10.14421/impulse.2021.12-03>
- Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. . Basic Books.
- Rusman, K. D., & Riyana, C. (2013). *Pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi: Mengembangkan profesionalitas guru*. . PT RajaGrafindo Persada.
- Satria, R. P., & Devi, V. M. (2023). Pengembangan Alat Praktikum Fisika Berbasis Sensor Ultrasonik Berbantuan Aplikasi Delphi. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 9(1), 112. <https://doi.org/10.31764/orbita.v9i1.14621>
- Shrum, L. J., & Lee, J. H. (2012). The role of social media in cultivation: A longitudinal analysis of the relationship between television viewing and fear of crime. *Communication Research*, 39(7), 737–759.
- Song, C., & Song, Y. (2023). Enhancing academic writing skills and motivation: assessing the efficacy of ChatGPT in AI-assisted language learning for EFL students. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1260843>
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kombinasi (mixed methods)*. Alfabeta.
- Taneo, M., Boimau, I., & Mataubenu, K. D. F. (2021). Rancang Bangun Alat Peraga Gerak Harmonik Sederhana Berbasis Arduino Pada Sistem Pegas. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 239. <https://doi.org/10.24127/jpf.v9i2.3739>
- Verawati, Y., Hamdani, D., & Setiawan, I. (2022). Pengembangan Alat Peraga Pada Materi Energi Dengan Menggunakan Solar Cell, Sensor Ultrasonik Dan Light Dependent Resistor Berbasis Arduino Uno. *Amplitudo : Jurnal Ilmu Dan Pembelajaran Fisika*, 1(2), 166–173. <https://doi.org/10.33369/ajipf.1.2.166-173>