

Pengembangan Media Fisika Berbasis STEAM: Alat Peraga Kapal Otok-Otok untuk Pembelajaran Energi Kinetik di SMA

Afrah Ashimah, Matsun Matsun, dan Lia Angraeni

Program Studi S1 Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Pontianak,
Sungai Rengas, Jl. Pramuka, Jl. Berkat Usaha

Email : afrahashimah82@gmail.com

Abstract: *This study aims to develop and assess the feasibility of a STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics)-based otok-otok ship teaching aid as a physics learning medium for kinetic energy at the high school level. The development procedure refers to the ADDIE model, which is implemented up to the development stage. The series of stages carried out include needs analysis as a basis for design, development of a teaching aid prototype, and validation by material experts and media experts to comprehensively evaluate the feasibility of the content, appearance, and functionality of the media. The material expert validation assesses aspects of the suitability of the kinetic energy concept, scientific accuracy, and relevance to learning objectives. Meanwhile, the media expert validation covers aspects of visual appearance, ease of use, functionality, and integration of Arduino-based ultrasonic sensors. The validation results show that the teaching aid is classified as very feasible with an average score of 81% from material experts and 93% from media experts. A limited trial of eight students showed a very positive response with an average score of 91%, especially in aspects of conceptual clarity, interesting tool design, and interactive learning experience. These results demonstrate that the STEAM-based otok-otok boat demonstration tool can be an innovative learning tool that integrates elements of technology and local culture, and has the potential to enhance students' understanding of the concept of kinetic energy in a concrete and enjoyable way.*

Keywords: *teaching aids, kinetic energy, STEAM, media development, physics learning*

Abstrak: *Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menilai kelayakan alat peraga kapal otok-otok berbasis pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) sebagai media pembelajaran fisika pada materi energi kinetik di tingkat SMA. Prosedur pengembangan merujuk pada model ADDIE yang diimplementasikan hingga tahap pengembangan. Rangkaian tahapan yang dilakukan mencakup analisis kebutuhan sebagai dasar perancangan, pengembangan prototipe alat peraga, serta pelaksanaan validasi oleh ahli materi dan ahli media guna mengevaluasi kelayakan isi, tampilan, dan fungsionalitas media secara komprehensif. Validasi ahli materi menilai aspek kesesuaian konsep energi kinetik, akurasi ilmiah, dan keterkaitan dengan tujuan pembelajaran. Sementara itu, validasi ahli media mencakup aspek tampilan visual, kemudahan penggunaan, fungsionalitas, dan integrasi sensor ultrasonik berbasis Arduino. Hasil validasi menunjukkan bahwa alat peraga tergolong sangat layak dengan rata-rata skor 81% dari ahli materi dan 93% dari ahli media. Uji coba terbatas terhadap delapan siswa menunjukkan tanggapan sangat positif dengan skor rata-rata 91%, terutama pada aspek kejelasan konsep, ketertarikan desain alat, dan pengalaman belajar yang interaktif. Hasil ini menunjukkan bahwa alat peraga kapal otok-otok berbasis STEAM dapat menjadi media pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan unsur teknologi dan budaya lokal, serta berpotensi meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep energi kinetik secara konkret dan menyenangkan.*

Kata kunci: *alat peraga, energi kinetik, STEAM, pengembangan media, pembelajaran fisika.*

1. PENDAHULUAN

Pendahuluan Pendidikan di abad ke-21 menuntut adanya inovasi dalam proses pembelajaran agar mampu menghasilkan peserta didik yang kreatif, kritis, dan adaptif terhadap perkembangan zaman. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 pasal 1 ayat 20 menyebutkan bahwa pembelajaran adalah proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar dalam suatu lingkungan belajar. Dalam konteks ini, pembelajaran tidak hanya berfokus pada penyampaian materi secara teoritis, tetapi juga pada penyediaan sarana pendukung seperti media dan alat peraga untuk memfasilitasi pemahaman konsep secara nyata. Terlebih pada pembelajaran fisika, yang erat kaitannya dengan fenomena alam, diperlukan pendekatan yang memungkinkan peserta didik mengeksplorasi konsep-konsep abstrak melalui pengalaman langsung dan eksperimen (Ngubadillah & Kartadie, 2018 dalam jurnal Septy, dkk. 2021).

Pembelajaran fisika yang sangat erat hubungan dengan fenomena alam yang ada di sekitar kita maka pembelajaran bukan hanya penguasaan pengetahuan berupa fakta, konsep, ataupun fundamental tetapi berupa eksplorasi dengan tindakan penelitian dan eksperimen yang dilakukan (Dasriyani et al., 2025; Migdes & Wahyu, 2021). Namun, pembelajaran fisika masih kerap dianggap sulit dan kurang diminati oleh peserta didik, terutama ketika hanya disampaikan menggunakan alat peraga yang tergolong sederhana dan tidak mengikuti perkembangan saat ini. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di SMA Bina Utama Pontianak, diketahui bahwa pembelajaran fisika khususnya materi energi kinetik belum sepenuhnya menjangkau aspek pemahaman mendalam karena keterbatasan media pembelajaran yang digunakan. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan alat peraga yang tidak hanya mendukung pemahaman konsep fisika, tetapi juga menarik minat belajar siswa.

Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) menjadi solusi yang relevan untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika. Pendekatan ini mendorong integrasi pengetahuan lintas bidang dengan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Salah satu bentuk penerapan STEAM dalam pembelajaran adalah dengan memanfaatkan permainan tradisional seperti kapal otok-otok yang dimodifikasi menjadi alat peraga interaktif (Lestari, 2021 dalam nur dkk, 2023). Kapal mainan otok-otok merupakan permainan anak-anak yang trend pada tahun 90-an yang terbuat dari aluminium dari kaleng bekas, keunikannya berasal dari pembakaran yang menyebabkan kapal dapat bergerak (Maulani dkk, 2021; Ananda dkk, 2024). Kapal otok-otok berbasis STEAM tidak hanya menggambarkan konsep energi kinetik dan mekanik secara nyata, tetapi juga melibatkan teknologi sensor dan aplikasi digital sebagai bentuk inovasi.

Berkaitan dengan alat peraga yang dibuat akan berbasis STEAM yang merupakan suatu metode pembelajaran yang melibatkan IPA (sains), teknologi (technology), rekayasa (engineering), seni (art), dan matematika (mathematic) untuk membentuk karakter, sifat, keterampilan serta berpikir kritis dalam pemecahan masalah pada peserta didik. Menurut Tony Wagner yang termuat di dalam jurnal Utari dkk (2023) mengemukakan tujuh kemampuan hidup bagi peserta didik agar sukses di kehidupan, lingkungan kerja, dan tanggung jawab di masyarakat. Pada abad ke 21, terdapat tujuh kemampuan ini yaitu berpikir kritis dalam pemecahan masalah, kerja sama seluruh jaringan dan kepemimpinan yang berpengaruh, keterampilan belajar dan kemampuan beradaptasi, inisiatif dan berkewirausahaan, berkomunikasi efektif baik secara lisan maupun tulisan, kemampuan membuat jalan berpikir dan menganalisis informasi, mempunyai rasa ingin tahu dan visi. Maka alat peraga yang dimaksud agar memicu adanya motivasi, minat, pemahaman dan berpikir kritis di era globalisasi.

Pada penelitian terdahulu belum ada yang menggunakan materi energi kinetik dalam mengintegrasikan kapal otok-otok dalam pembelajaran di sekolah. Dengan demikian, sesuai dengan kurikulum merdeka pada materi energi dan perubahannya terdapat materi energi kinetik yang dapat dikonversikan dalam beberapa konversi energi kemudian dikaitkan dengan permainan tradisional dengan unsur kearifan lokal. Dalam pengembangan alat peraga ini berupa kapal otok-otok yang dimodifikasi sedemikian rupa agar mudah dipahami dan disosialisasikan secara fakta terhadap peserta didik Tingkat SMA kelas 10. Berdasarkan studi literatur yang peneliti lakukan, maka dapat disimpulkan bahwa permainan kapal otok-otok bergerak dengan prinsip mesin uap yang berasal dari ketel berbahan aluminium pada kaleng. Pada permainan tradisional kapal otok-otok terdapat konsep fisika yaitu suhu dan kalor, termodinamika, dan hukum III newton. Karena kerumitan dalam penjelasan materi tersebut peneliti berharap membuat media pembelajaran yang lebih mudah dan menarik yang diterapkan ke peserta didik sembari melestarikan kearifan lokal. Peneliti juga mengharapkan peserta didik dapat mengamati dan merasakan secara nyata konsep fisika yang dihasilkan pada permainan tradisional tersebut (Ananda dkk, 2024).

Pengembangan alat peraga ini diharapkan dapat menjadi alternatif pembelajaran yang menyenangkan dan kontekstual, sekaligus melestarikan kearifan lokal. Selain itu, penggunaan media tersebut mendukung kurikulum merdeka yang menekankan pada kreativitas, eksplorasi, dan pengalaman belajar yang bermakna. Berdasarkan urgensi dan potensi inovasi tersebut, maka penelitian ini difokuskan pada “Pengembangan Media Fisika Berbasis STEAM: Alat Peraga Kapal Otok-Otok untuk Pembelajaran Energi Kinetik di SMA”.

2. METODE PENELITIAN

Makalah Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) dengan pendekatan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Tujuan dari metode ini adalah mengembangkan atau memperbaiki produk pembelajaran, dalam hal ini alat peraga berbasis STEAM. Model ADDIE dipilih karena fleksibel dan sesuai untuk menjawab tantangan pembelajaran abad ke-21. Namun, dalam penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap Development karena keterbatasan waktu, biaya, dan tenaga. Tahap Implementasi dan Evaluasi tidak dilakukan (Sugiyono, 2017).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan alat peraga kapal otok-otok berbasis STEAM dengan sensor ultrasonik HCSR04 telah melalui tiga tahapan model ADDIE, yaitu Analysis, Design, dan Development. Pada tahap analisis diperoleh kebutuhan akan media pembelajaran yang inovatif dan kontekstual di SMA Bina Utama Pontianak berdasarkan hasil wawancara dan observasi, yang menunjukkan keterbatasan media dan rendahnya keterlibatan siswa dalam eksperimen. Tahap desain menghasilkan rancangan alat berbasis Arduino dan Bluetooth dengan perangkat sensor jarak serta lembar validasi untuk ahli dan siswa. Validasi oleh ahli materi menunjukkan rata-rata kelayakan sebesar 81% dan oleh ahli media sebesar 93%, keduanya termasuk dalam kategori “Sangat Layak”. Uji coba terhadap siswa kelas XB menunjukkan respon positif dengan rata-rata skor 91% dalam kategori “Sangat Setuju”. Hasil ini membuktikan bahwa alat peraga yang dikembangkan efektif, layak digunakan, dan dapat meningkatkan motivasi serta pemahaman konsep energi kinetik secara menarik dan kontekstual. Validasi dilakukan oleh dua ahli materi, yaitu satu dosen Pendidikan Fisika dan satu guru fisika SMA Bina Utama Pontianak. Dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Perolehan Angket Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Rata-Rata Presentase	Kriteria
1	Keterkaitan dengan bahan ajar	80%	Sangat Layak
2	Nilai Pendidikan	75%	Layak
3	Efisiensi alat	88%	Sangat Layak
Jumlah rata-rata presentase		81%	Sangat Layak

Selain validasi materi, penilaian validasi dilakukan oleh dua ahli materi, yaitu satu dosen Pendidikan Fisika dan satu guru fisika SMA Bina Utama Pontianak Dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perolehan Angket Validasi Ahli Media

No	Aspek	Rata-Rata Presentase	Kriteria
1	Ketahanan alat	88%	Sangat Layak
2	Keakuratan alat	94%	Sangat Layak
3	Kecepatan sistem alat dalam pembacaan hasil pengukuran	97%	Sangat Layak
4	Efisiensi alat	82%	Sangat Layak
5	Estetika	100%	Sangat Layak
6	Keamanan	93%	Sangat Layak
7	Keterkaitan alat peraga dengan STEAM	93%	Sangat Layak
Jumlah rata-rata presentase		93%	Sangat Layak

Setelah proses validasi oleh ahli materi dan ahli media serta dilakukan perbaikan sesuai dengan masukan yang diberikan, penelitian dilanjutkan ke tahap uji coba lapangan dengan melibatkan siswa sebagai pengguna langsung alat peraga. Uji coba alat peraga kapal otok-otok berbasis STEAM dilakukan pada 8 siswa kelas XB SMA Bina Utama Pontianak setelah melewati tahap validasi dan revisi. Siswa diberikan demonstrasi dan LKPD untuk melakukan percobaan, kemudian mengisi angket respon. Dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Perolehan Angket Respon Siswa

No	Aspek	Rata-rata presentase	Kriteria
1	Motivasi belajar dan pemahaman konsep	95%	Sangat setuju
2	Tampilan bahan ajar	90%	Sangat setuju
3	Bahasa dan pengoperasian alat peraga	88%	Sangat setuju
Jumlah rata-rata presentase		91%	Sangat Setuju

3.2. Pembahasan

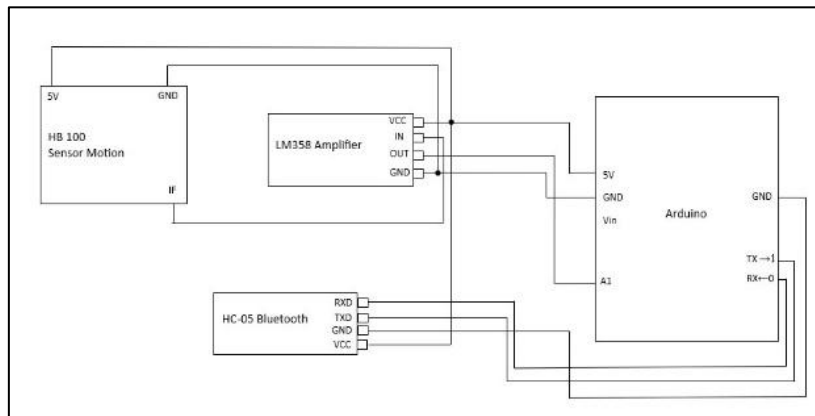
Penelitian ini menerapkan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan model ADDIE yang telah disederhanakan menjadi tiga tahap utama: analisis, desain, dan pengembangan. Penyederhanaan ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan fokus penelitian, yaitu mengembangkan alat peraga berbasis teknologi yang mendukung pembelajaran konsep energi kinetik. Adapun beberapa tahapan sebagai berikut:

3.2.1. Tahapan Analisis

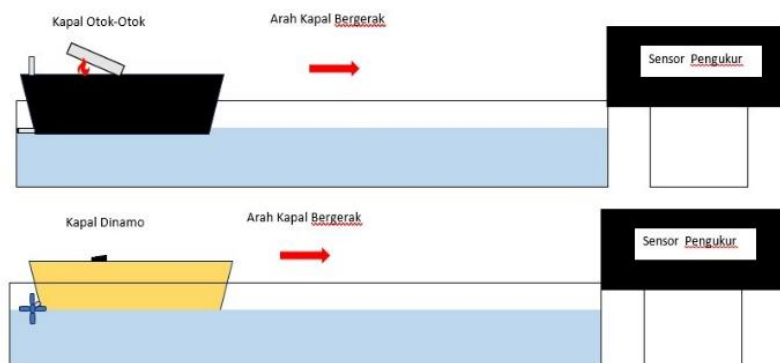
Pada tahap analisis, peneliti mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran di sekolah, khususnya pada materi energi kinetik yang masih sulit dipahami siswa akibat keterbatasan media konkret yang dapat memvisualisasikan konsep tersebut. Selain itu, harga alat peraga sejenis yang tersedia di pasaran relatif mahal, sehingga perlu dikembangkan media yang lebih terjangkau, efektif, dan kontekstual. Media pembelajaran berbasis STEAM dinilai dapat menjadi solusi, karena mampu mengintegrasikan teknologi dan pendekatan interdisipliner dalam pembelajaran fisika.

3.2.2. Tahapan Desain

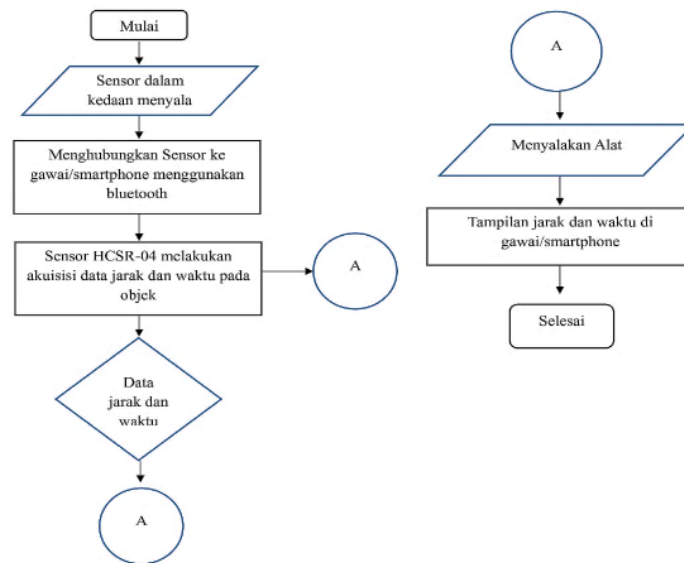
Tahapan kedua ini dilakukan setelah tahap analisis untuk mengetahui kebutuhan penelitian, sehingga dibuat desain alat peraga berupa rangkaian Arduino Uno ATmega, desain alat peraga, diagram alir alat peraga energi kinetik serta alat peraga yang dihasilkan. Adapun diantaranya sebagai berikut:



Gambar 1. Rangkaian Arduino Uno ATmega328
(Sumber: Pribadi, 2025)



Gambar 2. Desain Alat Peraga
(Sumber: Pribadi, 2025)



Gambar 3. Diagram Alir Alat Peraga Energi Kinetik
(Sumber: Pribadi, 2025)

3.2.3. Tahapan Pengembangan

Tahapan selanjutnya dilakukannya validasi dari produk yang telah dikembangkan terhadap ahli media dan ahli materi, dengan diharapkan dapat mencapai kelayakan dan keefektifan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada tahap desain. Selanjutnya alat yang telah melalui pengujian dan telah melalui revisi sesuai saran dan perbaikan dari validator ahli materi dan ahli media, maka dilanjutkan ke uji coba alat peraga terhadap siswa kelas XB SMA Bina Utama Pontianak dengan memberikan LKPD dan mengisi angket respon siswa.

3.2.3.1. Proses validasi oleh validator ahli materi

Aspek pertama yaitu Keterkaitan alat peraga dengan bahan ajar adalah aspek penting untuk menilai kelayakan ahli materi. Diperoleh skor validasi rata-rata sebesar 80%, yang terdiri dari skor validator pertama sebesar 67% dan validator kedua sebesar 92% dalam kategori sangat layak. Aspek ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Herliana dkk, 2023 yang menyatakan bahwa sebuah alat peraga dianggap valid apabila isi dan konsep yang dibawanya saling berkaitan, serta memiliki desain yang menarik dan nilai estetika. Kepraktisan alat peraga dilihat dari kemudahan penggunaannya dalam kegiatan pembelajaran. Sementara itu, efektivitas alat peraga dapat diukur melalui pencapaian hasil belajar siswa. Peneliti melakukan validasi ahli media yang memuat aspek keterkaitan alat peraga dengan bahan ajar mendapatkan skor 100% dengan kriteria sangat valid. Sehingga dapat dikatakan alat peraga sangat membutuhkan aspek ini agar alat peraga yang digunakan dapat lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan sekolah.

Aspek selanjutnya aspek nilai kependidikan pada alat peraga terhadap materi pembelajaran fisika yang dituju yaitu energi kinetik. Diperoleh skor validasi rata-rata sebesar 75%, yang terdiri dari skor validator pertama sebesar 58% dan validator kedua sebesar 92% dengan kategori sangat layak. Berdasarkan hasil penilaian tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat peraga energi kinetik berbasis STEAM memiliki tingkat kesesuaian dengan bahan ajar yang baik, sesuai dengan kategori yang ditetapkan dalam rubrik validasi oleh ahli materi, Hal ini sejalan dengan teori-teori seperti teori konstruktivisme menyatakan bahwa pembelajaran merupakan proses aktif di mana siswa membentuk pengetahuan baru berdasarkan pengalaman

mereka sendiri. Penggunaan alat peraga dapat memperkuat pemahaman konsep karena memberikan pengalaman belajar yang konkret dan visual (Julia & Antoli, 2019). Lalu juga berhubungan dengan teori motivasi self-determination menyoroti pentingnya elemen otonomi, rasa mampu, dan hubungan sosial dalam memotivasi peserta didik. Alat peraga yang dirancang secara interaktif dan menarik mampu mendorong motivasi belajar dengan menyediakan ruang eksplorasi mandiri dan penerapan konsep (Cuiping & Yanping, 2023). Teori Pembelajaran Kontekstual berpendapat bahwa pembelajaran akan lebih efektif jika siswa mampu menghubungkan materi pelajaran dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Alat peraga berperan dalam memberikan konteks yang sesuai untuk mengaplikasikan konsep fisika secara praktis (Julia & Antoli, 2019). Teori Pembelajaran Kolaboratif menggarisbawahi pentingnya kerja sama dalam proses belajar, yang dapat ditingkatkan melalui aktivitas kolaboratif antarpeserta didik. Alat peraga yang digunakan secara berkelompok mampu mendorong interaksi, komunikasi, serta kerja tim dalam menyelesaikan suatu masalah (Kyprianou et al., 2023).

Terakhir adalah aspek efisiensi alat pada alat peraga terhadap materi energi kinetik. diperoleh skor validasi rata-rata sebesar 88%, yang terdiri dari skor validator pertama sebesar 75% dan validator kedua sebesar 100% dalam kategori kriteria sangat layak. Hasil ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Suryani (2022) yang berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran berbasis Arduino Uno menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak pada materi gerak lurus di SMA Pesona Danau Lindung". Dalam penelitiannya, Suryani merancang media pembelajaran interaktif menggunakan Arduino Uno dan sensor ultrasonik untuk memfasilitasi pengajaran materi gerak lurus. Tujuan utama dari pengembangan ini adalah untuk mendukung guru dalam menyampaikan materi fisika dengan bantuan teknologi yang inovatif. Model pengembangan yang digunakan mengacu pada Borg and Gall, namun hanya mencakup 7 dari 10 tahap yang ada, seperti identifikasi masalah, desain produk, dan validasi. Evaluasi dilakukan oleh tiga ahli media dan dua ahli materi, dan hasilnya menunjukkan bahwa media tersebut sangat layak digunakan. Rata-rata penilaian dari ahli materi mencapai 90% dan masuk dalam kategori "Sangat Layak," yang mengindikasikan bahwa media ini memenuhi kriteria pembelajaran fisika kelas X.

2.3.2.2. Proses validasi oleh validator ahli media

Tahap validasi oleh ahli media dilakukan dengan menyebarkan angket kepada dua orang validator yang berkompeten di bidang media pembelajaran. Sebelum pengisian angket dilakukan, masing-masing validator diberikan satu lembar kerja siswa, satu rubrik penilaian, dan dilakukan sesi demonstrasi alat peraga untuk memperlihatkan cara kerja sistem secara menyeluruh.

Aspek pertama, yaitu Ketahanan Alat, diperoleh skor validasi rata-rata sebesar 88%, yang terdiri dari skor validator pertama sebesar 88% dan validator kedua sebesar 88%. Berdasarkan kriteria kelayakan, nilai ini termasuk dalam kategori sangat layak. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Nurul dkk, 2020 yang merancang alat peraga tumbukan dengan sensor HCSR04, peneliti melaksanakan penelitian dengan menggunakan aspek ketahanan alat untuk menentukan kelayakan alat dalam kegunaannya disekolah. Dalam penelitiannya aspek ini mendapatkan skor 3,33 dengan kriteria valid. Kevalidan terhadap aspek tersebut menyatakan bahwa ketahanan alat pada alat peraga sangat penting demi mengetahui kelayakan alat terhadap kegunaannya, alat dapat digunakan berulang kali, keefektifan dan efisien alat saat dijalankan. Hal ini sangat diperhatikan dan divalidasi oleh ahli media demi keoptimalan alat peraga.

Aspek kedua dalam instrumen validasi ahli media adalah Keakuratan Alat. Hasil penilaian menunjukkan bahwa aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 94%, dengan rincian skor 92% dari validator pertama dan 96% dari validator kedua. Nilai ini termasuk dalam kategori sangat layak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Herliana dkk, 2023 yang melakukan validasi oleh ahli media dengan memuat aspek keakuratan terhadap alat yang dirancangnya agar mengetahui kelayakan dari alat peraga tersebut. Setelah melakukan validasi didapatlah nilai presentase sebesar 79% dengan kriteria valid dan dilanjutkan dengan implementasi pada penelitian mendapatkan nilai peresentase 100% dengan kriteria sangat valid. Sehingga terbukti bahwa aspek keakuratan pada alat sangat penting sehingga pada tahapan validasi perlu dimuat demi keoptimalan dan keefektifan alat peraga yang dikembangkan.

Selanjutnya, aspek ketiga yang divalidasi adalah kecepatan sistem alat dalam pembacaan hasil pengukuran. Aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 97%, dengan validator pertama memberikan skor 94% dan validator kedua memberikan skor 100%, yang secara keseluruhan termasuk dalam kategori sangat layak. Penelitian oleh Ade dkk, 2022 yang memuat aspek kecepatan sistem dalam pembacaannya diperuntukkan kepada validator untuk menentukan kelayakan dari alat yang telah dikembangkannya sehingga dapat dikatakan sesuai. Hasil perolehan oleh alat peraga secara berulang-ulang mendapatkan nilai presentase sebesar 91,6% dengan kategori kriteria sangat layak. Sehingga dapat dikatakan aspek ini berperan penting dalam menentukan kelayakan dan keefektifan alat agar penggunaan alat peraga lebih optimal.

Aspek keempat yang divalidasi adalah efisiensi alat. Aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 97%, dengan validator pertama memberikan skor 94% dan validator kedua memberikan skor 100%, yang secara keseluruhan termasuk dalam kategori sangat layak. Sejalan dengan Masyruhan dk, 2020 yang menyatakan penggunaan alat peraga dianggap cukup efektif dan efisien dalam mendukung proses pembelajaran fisika, terutama pada sub bab hukum Hooke dalam materi elastisitas yang data peneliti didapat presentase sebesar 75% dengan kategori kriteria layak. Maka dapat dikatakan penggunaan aspek ini sangat penting dalam angket validasi agar penilaian alat peraga lebih optimal.

Aspek kelima estetika yang divalidasi adalah penampilan dari alat peraga. Aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 82%, dengan validator pertama memberikan skor 88% dan validator kedua memberikan skor 75%, yang secara keseluruhan termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil ini menunjukkan bahwa alat peraga energi kinetik berbasis STEAM menunjukkan penampilan yang menarik berdasarkan kearifan lokal maupun keindahan bentuk. Hasil ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Raka Panji Satria pada tahun 2023, berjudul "Pengembangan alat praktikum fisika berbasis sensor ultrasonik berbantuan aplikasi Delphi", berfokus pada pembuatan media praktikum fisika. Dalam penelitian tersebut, sensor ultrasonik dimanfaatkan untuk mengukur besaran fisika tertentu, dan data yang diperoleh diolah menggunakan aplikasi Delphi, sebuah perangkat lunak pemrograman visual. Tujuan utama penelitian ini adalah menciptakan alat praktikum yang mampu menyajikan data pengukuran secara interaktif dan akurat, sehingga dapat mempermudah siswa dalam memahami konsep-konsep fisika secara lebih nyata dan aplikatif.

Aspek keenam keamanan yang divalidasi adalah penampilan dari alat peraga. Aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 100%, dengan validator pertama dan validator kedua memberikan masing-masing skor 100%, yang secara keseluruhan termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil ini didukung dengan Penelitian yang dilakukan oleh Alam dan Maulana pada tahun 2020 mengembangkan sistem pengereman otomatis dengan memanfaatkan Arduino Uno dan sensor ultrasonik. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang purwarupa kendaraan mini yang dapat melakukan pengereman secara bertahap ketika mendeteksi objek, dimulai dari

jarak 50 cm hingga berhenti sepenuhnya pada jarak 30 cm. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dikombinasikan dengan motor driver L298 serta sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai alat deteksi hambatan di depan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa purwarupa kendaraan dapat berhenti dengan rata-rata jarak optimal sebesar 28,75 cm dari target 30 cm, dengan pengaturan jeda waktu selama 200 ms. Tingkat kesalahan sistem tercatat sebesar 4,17% dan akurasi mencapai 95,83%, yang menandakan bahwa sistem pengereman otomatis yang dikembangkan cukup andal dan layak digunakan.

Aspek ketujuh keterkaitan dengan STEAM yang divalidasi adalah hubungan alat peraga terhadap STEAM dalam pembelajaran fisika. Aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 93%, dengan validator pertama memberikan skor 90% dan validator kedua memberikan skor 95%, yang secara keseluruhan termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil sesuai dengan pandangan yang dikemukakan oleh KOFAC pada tahun 2017 (STEAM, 2017), yang menegaskan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis sains dan teknologi dapat memberikan dorongan signifikan terhadap kemampuan anak dalam menyelesaikan berbagai persoalan nyata yang mereka hadapi di lingkungan sehari-hari. Pendekatan ini tidak hanya membekali anak dengan pemahaman konsep, tetapi juga menanamkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Selain itu, mengingat rasa ingin tahu anak yang secara alami tinggi, metode STEAM menjadi sarana yang efektif dalam mendukung proses eksplorasi mereka. Melalui eksplorasi aktif ini, anak dapat membangun pengetahuan secara mandiri berdasarkan pengalaman langsung, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna, kontekstual, dan mendorong keterlibatan mereka secara maksimal (Aurelia & Yanda, 2023).

2.3.2.3 Proses Responden terhadap siswa

Responden terhadap siswa dilakukan di SMA Bina Utama Pontianak pada kelas X B, berjumlah 8 orang yang hadir pada saat uji coba alat peraga. Proses responden dilakukan dengan menjelaskan materi secara umum, penjelasan sistem kerja dan pengenalan alat secara singkat dan menjelaskan secara singkat persamaan yang akan digunakan. Kemudian dilakukan percobaan pada siswa dengan memberikan bantuan LKPD dan bimbingan dari peneliti, setelah itu siswa mengisi lembar LKPD untuk mengetahui energi kinetik yang diukur menggunakan sensor. Peneliti menyebarkan angket setelah siswa mengisi LKPD dengan tujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap alat peraga kapal otok-otok berbasis STEAM.

Aspek pertama dalam angket respon siswa adalah motivasi belajar dan pemahaman Aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 95%. Winkel (2014) menjelaskan bahwa motivasi belajar merupakan keseluruhan kekuatan yang bersifat psikis dan berada dalam diri siswa, yang berfungsi sebagai pendorong munculnya aktivitas belajar sekaligus memberikan arah yang jelas terhadap kegiatan belajar agar tujuan tertentu dapat tercapai. Artinya, motivasi belajar bukan hanya sekadar keinginan untuk belajar, tetapi juga menjadi energi penggerak yang membuat siswa berupaya dan berfokus mencapai hasil yang diinginkan. Sejalan dengan itu, Arifudin (2009) mengemukakan bahwa siswa yang memiliki motivasi belajar tinggi biasanya menunjukkan sikap penuh semangat dan antusiasme dalam mengikuti proses pembelajaran. Hal ini tercermin dalam kesungguhan mereka saat belajar, perhatian yang lebih besar terhadap materi yang disampaikan, serta keaktifan dalam berpartisipasi selama kegiatan belajar mengajar berlangsung, baik di dalam kelas maupun ketika mengikuti kegiatan pembelajaran di luar kelas. Dengan kata lain, motivasi belajar berperan penting dalam menentukan sejauh mana siswa terlibat aktif dan konsisten dalam proses belajar, serta menjadi salah satu faktor yang memengaruhi keberhasilan mereka dalam mencapai prestasi akademik yang optimal (Maria&Siti, 2022).

Aspek kedua tampilan dari bahan ajar. Aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 90%. Sejalan dengan jurnal Ina dkk, 2020 yang dalam temuan penelitian serta hasil pembahasan yang diperoleh mengenai bahan ajar, dapat dipahami bahwa bahan ajar merupakan salah satu komponen esensial dalam proses pembelajaran. Bahan ajar termasuk ke dalam kategori sumber belajar yang memuat pesan-pesan pembelajaran, baik yang bersifat khusus maupun umum, yang dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran. Penyusunan bahan ajar seyogianya dirancang dan ditulis sesuai dengan kaidah-kaidah instruksional, mengingat bahan ajar berfungsi sebagai sarana pendukung bagi guru dalam melaksanakan proses pembelajaran secara efektif dan efisien. Hakikatnya, bahan atau materi pembelajaran adalah isi dari kurikulum, yang mencakup mata pelajaran atau bidang studi beserta topik, subtopik, dan rincian materi di dalamnya (Rahmat, 2011:152). Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa peran guru dalam merancang dan mengembangkan bahan ajar sangat menentukan keberhasilan proses pembelajaran, karena melalui bahan ajar tersebut, pesan-pesan pembelajaran dapat tersampaikan dengan jelas, sistematis, dan terarah kepada peserta didik.

Aspek ketiga atau yang terakhir adalah bahasa dan pengoperasian alat peraga. Aspek ini memperoleh rata-rata skor sebesar 88%. Hal ini sejalan dengan jurnal penelitian ole Andi dkk, 2019 dengan judul Uji Validitas Pengembangan KIT Alat Peraga untuk Siswa SMA Pada Konsep Sistem Respirasi yang memperoleh skor 4,42 yang dinyatakan valid. Dari kesimpulannya dari hasil validasi yang dilakukan oleh para validator menunjukkan bahwa alat peraga model paru-paru dinyatakan valid. Demikian pula, alat peraga uji CO₂ juga dinilai valid setelah melalui proses penilaian yang sama. Alat peraga respirometer sederhana memperoleh kategori valid berdasarkan hasil validasi, begitu pula dengan alat peraga spirometer yang dinyatakan valid. Selain itu, alat peraga respirasi anaerob pun terverifikasi berada pada kategori valid. Secara keseluruhan, KIT alat peraga yang dikembangkan juga telah divalidasi dan dinyatakan valid oleh para validator, sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang layak. Setelah melakukan uji kelayakan dan revisi pada ahli media, ahli materi dan respon terhadap siswa sehingga alat peraga lebih baik. Alat peraga yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Alat Peraga yang Dihasilkan

4. KESIMPULAN

Penelitian Pengembangan Alat Peraga kapal otak-otok berbasis STEAM telah dilakukan proses validasi oleh validator ahli media dan ahli materi serta telah dilakukan uji coba terbatas pada siswa SMA Bina Utama Pontianak Kelas XB yang berjumlah 8 siswa yang hadir, mendapatkan skor perolehan sangat layak untuk diimplementasi saat proses pembelajaran di dalam kelas. Terdapat kesimpulan khusus yang menyatakan bahwa alat peraga Peraga kapal otak-otok berbasis STEAM dengan dinyatakan kelayakan alat peraga kapal otak-otok berbasis STEAM mendapati skor perolehan validasi ahli materi sebesar 81% dengan kriteria layak dan validasi ahli materi sebesar 93% dengan kriteria sangat layak. Selanjutnya, Respon siswa terhadap penggunaan alat peraga dalam pembelajaran mendapatkan skor perolehan sebesar 91% dengan kriteria sangat setuju.

5. SARAN

Penelitian yang telah dilakukan memuat beberapa hasil yang telah didapatkan dan peneliti mengajukan beberapa saran yang pertama pengembangan alat peraga kapal otak-otok hanya dilakukan hingga tahapan development atau pengembangan, sebaiknya untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan tahap selanjutnya dari tahapan ADDIE yakni tahapan implementation dan tahapan evaluation. Yang kedua Pengembangan alat peraga lainnya yang sejenis untuk penelitian selanjutnya menggunakan pembelajaran berbasis STEAM.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam Syah & Gusti Alga Maulana (2020). *Rancang Bangun Sistem Pengereman Otomatis Menggunakan Arduino Uno Dan Sensor Ultrasonik*. Jurnal Teknologi Terapan.
- Ariyanti, Herliana Ewar dkk. 2023. *Pengembangan Alat Peraga Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sebagai Media Pembelajaran Fisika Pada Materi Sumber Energi Terbarukan*. Universitas Flores
- Asyiah, Nur Bulqist Rahman, dkk. Desember 2023. *Pendekatan Steam Pada Pembelajaran Fisika Untuk Sekolah Inklusi*. PGMI FITK UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Cristianto, Migdes Kause; Lestari, Wahyu. Juni 2021. *Rancang Bangun Alat Ukur Energi Mekanik Pada Kasus Gerak Jatuh Bebas Bagi Siswa Berbasis Arduino*. Universitas Negeri Semarang.
- Cuiping Song & Yanping Song (2023). *Enhancing academic writing skills and motivation: assessing the efficacy of ChatGPT in AI-assisted language learning for EFL students*. Frontiers in Psychology.
- Dwi, Ananda Pratiwi; Alan, Utama Deta; Saregar, Antomi. 2024. *Etnofisika di Balik Permainan Tradisional Kapal Otok-Otok: Systematic Literature Review*. PROSIDING SINAPMASAGI.
- Finsensia, Maria Ansel; Arafat, Siti. 2022. *Hubungan Antara Dukungan Sosial Orang Tua dengan Motivasi Belajar Siswa SDK St. Ursula Ende*. Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar. Universitas Flores.
- Indonesia. (2003). *Undang-Undang tentang Sistem Pendidikan Nasional, UU No. 20 Tahun 2003*. Penerbit Deepublish.
- 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., et al. (2023). *Engaging learners in educational robotics: Uncovering students' expectations for an ideal robotic platform*. Electronics, 12(13), 2865.

- Magdalena, Ina dkk. 2020. *Analisis Bahan Ajar*. Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- Nurul Tri Rahayu dkk. 2021. *Perancangan Alat Peraga Tumbukan Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbasis Multirepresentasi*. Jawa Tengah: Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Raka Panji Satria,V.M (2023). *Pengembangan Alat Praktikum Fisika Berbasis Sensor Ultrasonik Berbantuan Aplikasi Delphi Orbita*. Jurnal hasil kajian, inovasi dan aplikasi pendidikan fisika, 112
- Septy, dkk. April 2021. *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SD Negeri Pinang 1*. Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- Sitti, Andi Marwah, Adnan, A.Muni'sa. 2019. *Uji Validitas Pengembangan KIT Alat Peraga untuk Siswa SMA Pada Konsep Sistem Respirasi*. Pendidikan Biologi, Program Pascasarjana Universitas Negeri Makassar
- Sugiyono. 2017. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Suryani Reza.(2022). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Jarak Pada Materi Gerak Lurus Di Sma Pesona Danau Lindung*.
- Tari, Aurelia Fortuna & Bara, Yanda Kusuma. 2023. *Pengembangan Metode Steam Sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Anak Usia 5-15 Tahun Di Tangerang Selatan*. "Veteran" Jawa Timur: FISIP, UPN,
- Utari N. V, Fakhrudin, Nasir. M, Khairiana. R, Elinda. R. 2023. *The Effect of Using Contextual STEAM-Based Electricity KIT in Improving Junior High School Students' Problem-Solving Ability on Dynamic Electricity Material*. Journal of Science Education Research.
- Tri, Ade Detasari dkk. 2022. *Pengembangan Alat Ukur Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Suhu Dan Kalor*. Pontianak: IKIP PGRI Pontianak
- Masyruhan, Muhammad dkk. 2020. *Perancangan Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Mikrokontroler Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fisika*. Universitas Muhammadiyah Purworejo.