

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.PF42

# PENGEMBANGAN ALAT PERAGA PEMUAIAN PANJANG BERBANTUAN ARDUINO UNTUK PESERTA DIDIK KELAS XI

Mochamad Rizky Fradyatama<sup>a)</sup>, Agus Setyo Budi<sup>b)</sup>, Esmar Budi<sup>c)</sup>

*Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur, 13220, Indonesia.*

Email: <sup>a)</sup>mr.fradyatama@gmail.com, <sup>b)</sup>agussb@unj.ac.id, <sup>c)</sup>esmarbudi@unj.ac.id

## Abstrak

Alat peraga adalah sarana yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk merangsang pikiran, emosi, dan motivasi peserta didik sehingga mereka dapat belajar dengan lebih efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga pemuaian panjang berbantuan Arduino pada materi suhu dan kalor. Alat peraga yang dikembangkan terdiri dari elemen pemanas, sensor LM35, Sensor GY-521 MPU6050, batang uji, kotak elektronika dan LCD. Batang uji yang digunakan adalah logam aluminium, tembaga dan besi. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development atau RnD). Model pengembangan mengacu pada model ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Hasil dari penelitian ini yaitu alat peraga pemuaian panjang berbantuan Arduino pada materi suhu dan kalor yang dilengkapi dengan lembar kerja peserta didik (LKPD). Berdasarkan hasil validasi kelayakan oleh ahli media diperoleh rata-rata persentase capaian sebesar 89,36% dan oleh ahli materi diperoleh rata-rata persentase capaian sebesar 87,91%. Hasil uji coba pengguna oleh pendidik diperoleh rata-rata persentase sebesar 95,07% dan uji coba pengguna oleh peserta didik diperoleh rata-rata persentase sebesar 91,55%. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat peraga yang dikembangkan sangat layak menjadi media pendamping pembelajaran fisika.

**Kata-kata kunci:** alat peraga, pemuaian panjang, Arduino, sensor.

## Abstract

In the learning process, one of the means used to stimulate the mind, emotions, and motivation of students for more effective learning is teaching aids. This study aims to develop a long-expansion teaching aid assisted by Arduino for temperature and heat subjects. The developed teaching aid consists of a heating element, LM35 sensor, GY-521 MPU6050 sensor, test rods, electronic box, and LCD. The test rods used are made of aluminum, copper, and iron. This study employs the research and development method (R&D). The development model refers to the ADDIE model (Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation). This research has produced a long-expansion demonstration tool assisted by Arduino for temperature and heat subjects, equipped with a student worksheet (LKPD). Based on the feasibility validation results by media experts achieved a percentage of 89.36% and content experts achieved a percentage of 87.91%. The test results conducted by teachers obtained a percentage of 95.07%, while the limited test conducted by students obtained a percentage of 91.55%. Based on the results of this study, the developed teaching tool is highly suitable as a supporting medium for physics learning.

**Keywords:** teaching aids, long-expansion, Arduino, sensor.

## PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi telah berkembang pesat pada era globalisasi seperti sekarang ini. Adanya perkembangan tersebut, sumber daya manusia yang berkualitas sangat dibutuhkan Indonesia sehingga menuntut Indonesia untuk menyiapkan generasi seperti itu [1]. Akan tetapi dunia pendidikan saat ini menghadapi masalah berupa lemahnya pelaksanaan proses pembelajaran yang diterapkan guru di sekolah. Selama ini proses pembelajaran yang terjadi kurang mampu mengembangkan kemampuan berpikir peserta didik [2]. Dalam pembelajaran abad 21, bukan hanya pengetahuan yang diperoleh tetapi juga harus diperoleh suatu keterampilan [3]. Keterampilan yang harus dikuasai oleh peserta didik dalam pembelajaran abad 21 yaitu 4C meliputi *Creative, Critical Thinking, Communicative, dan Collaborative* [4].

Salah satunya adalah pelajaran fisika. Fisika dianggap sulit dan membosankan oleh peserta didik dan media pembelajaran yang seadanya membuat peserta didik mudah bosan ketika belajar fisika [5]. Peserta didik umumnya menghadapi kesulitan dalam memahami mata pelajaran fisika sebagai salah satu mata pelajaran sains yang dianggap sulit [6]. Salah satu media mengajar yang dapat digunakan adalah alat peraga dikarenakan fisika merupakan pelajaran yang didasarkan pada pengamatan eksperimen, sehingga dalam eksperimen dibutuhkan suatu alat peraga guna menunjang proses pembelajaran fisika tersebut [7]. Dengan pemanfaatan teknologi, penelitian ini menggunakan Arduino UNO untuk alat peraga yang lebih teliti dan efisien [8]. Mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengolah data analog menjadi data digital [9]. Dengan berbasis mikrokontroler Arduino UNO dapat mengembangkan alat ukur suhu digital dengan sensor LM35 [10]. Penggunaan sensor LM35 dalam alat peraga menghasilkan ketelitian sebesar 96,35% [11].

Berdasarkan survei yang dilakukan peneliti kepada 40 peserta didik, 90% peserta didik lebih menyukai praktikum langsung, karena dianggap lebih mudah dipahami dan seluruh responden tertarik untuk melakukan praktikum secara langsung menggunakan alat peraga yang akan dibuat dengan lebih menarik, mudah dipahami, menyenangkan dan akurat. Alat peraga yang dapat digunakan pada materi suhu dan kalor, khususnya pada konsep pemuai panjang yaitu *Musschenbroek* [12]. Berdasarkan uraian di atas maka dikembangkan alat peraga pemuai panjang berbantuan Arduino sebagai media pendamping pembelajaran fisika.

## METODOLOGI

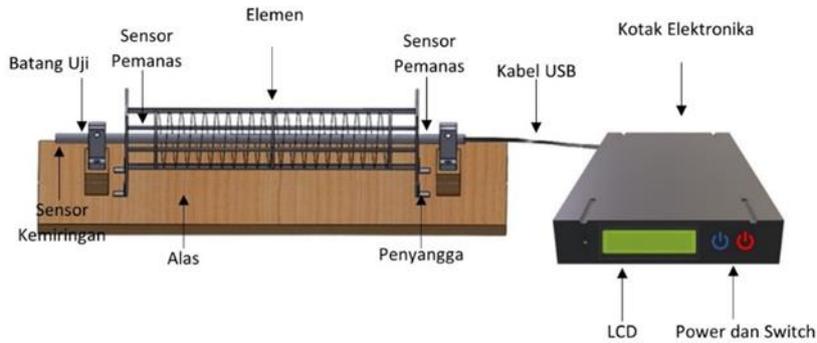
Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R&D). Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Model ADDIE merupakan salah satu model yang paling efektif saat ini untuk pengembangan produk [13].

### Tahap Analisis (*Analyze*)

Pada tahap analisis dilakukan identifikasi masalah dan analisis kebutuhan pengembangan produk untuk mencari solusi dalam menjawab permasalahan tersebut. Hasil analisis kebutuhan tersebut didapatkan 90% peserta didik memilih alat peraga secara langsung sebagai media pendamping pembelajaran pada materi suhu dan kalor untuk membantu membangkitkan ingatan jangka panjang, dan visualisasi untuk materi yang abstrak..

### Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain dilakukan perancangan komponen produk yang akan dikembangkan, selanjutnya dilakukan penyusunan produk untuk dikembangkan secara sistematis. Alat peraga yang dikembangkan tersusun atas kotak elektronika, elemen pemanas, sensor suhu, sensor sudut, batang uji logam, kerangka alat peraga, lembar kerja peserta didik.



GAMBAR 1. Desain Alat Peraga yang dikembangkan

**Tahap Pengembangan (Development)**

Pada tahap *Development* dilakukan realisasi pengembangan produk. Dari desain yang telah disusun sebelumnya kemudian dilakukan proses pengembangan produk. Hasil pengembangan akan dilakukan uji kelayakan oleh ahli media dan ahli materi dengan memberikan penilaian terhadap produk menggunakan instrumen kuesioner untuk mengetahui kelayakan alat peraga yang telah dikembangkan. Produk dinyatakan layak berdasarkan interpretasi skor yang didapatkan menggunakan skala likert dengan rentang nilai terendah adalah 1 dan nilai tertinggi adalah 5.

Hasil validasi kelayakan oleh ahli media dan ahli materi dan hasil uji coba pendidik dan peserta didik di presentasikan menggunakan rumus:

$$Interpretasi\ Skor = \frac{\sum Skor\ perolehan}{\sum Skor\ maksimum} \times 100\% \tag{1}$$

Hasil interpretasi skor yang telah dihasilkan kemudian diinterpretasikan dalam lima kelas interval dengan tabel penilaian sebagai berikut [14]:

**TABEL 1.** Interpretasi Skor Skala Likert

Interpretasi Skor	Keterangan
$n < 20\%$	Sangat Tidak layak
$20\% \leq n < 40\%$	Tidak layak
$40\% \leq n < 60\%$	Cukup layak
$60\% \leq n < 80\%$	Layak
$80\% \leq n \leq 100\%$	Sangat layak

**Tahap Implementasi (Implementation)**

Pada tahap *Implementation* dilakukan uji coba kepada pendidik dan uji coba terbatas kepada peserta didik di SMA kelas XI. Dengan demonstrasi dari peneliti, peserta didik menggunakan alat peraga yang telah dinyatakan layak oleh ahli media dan ahli materi pada situasi yang nyata di kelas. Selama implementasi, alat peraga yang telah dikembangkan disampaikan sesuai dengan pembelajaran. Setelah diterapkan dalam bentuk kegiatan pembelajaran kemudian dilakukan pemberian kuesioner kepada peserta didik dan pendidik untuk pengembangan alat peraga selanjutnya.

**Tahap Evaluasi (Evaluation)**

Pada tahap *Evaluation* dilakukan pada setiap tahapan lainnya. Saran dan masukan yang diterima akan diproses untuk penyempurnaan dan perbaikan produk. Tujuan akhir evaluasi adalah untuk mengukur ketercapaian tujuan pengembangan produk alat peraga pemuai panjang yang layak sebagai media pendamping pembelajaran bagi peserta didik pada materi suhu dan kalor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat peraga pemuai panjang dibuat dengan mempertimbangkan kompetensi dasar 3.5 dan 4.5 Kurikulum 2013 revisi 2016. Pada penelitian ini alat peraga yang dikembangkan terlihat pada GAMBAR 2. alat peraga yang dikembangkan terdiri dari kit alat peraga, kotak elektronika, elemen pemanas, sensor suhu, sensor sudut, batang uji logam, kerangka alat peraga, lembar kerja peserta didik, jangka sorong, penggaris, sarung tangan pelindung, dan kacamata pelindung.



**GAMBAR 2.** Alat Peraga yang telah dikembangkan

Untuk menunjang penggunaan alat peraga sebagai penunjang pembelajaran maka dilengkapi sebuah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Dalam LKPD terdapat kompetensi dasar, kegiatan pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, pertanyaan awal, alat dan bahan, desain alat peraga, langkah percobaan, hasil pengamatan, analisis data dan kesimpulan.



**GAMBAR 3.** Tampilan Sampul LKPD

Alat peraga dan LKPD yang telah dikembangkan divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Validasi ahli materi dan ahli media dilakukan dengan menggunakan lembar kuesioner yang mengikuti skala likert 1 hingga 5. Berikut ini adalah hasil validasi dari ahli materi dan ahli media dalam bentuk tabel.

**TABEL 2.** Hasil Validasi oleh Ahli Media

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata	Interpretasi skor	Interpretasi
1	Penyajian	93,33%		Sangat Layak
2	Interaksi dalam pembelajaran	93,33%		Sangat Layak
3	Konsep	88,00%		Sangat Layak
4	Desain	87,14%		Sangat Layak
5	Efektivitas dan efisiensi	85,00%		Sangat Layak
Rata-rata		89,36%		Sangat Layak

**TABEL 3.** Hasil Validasi oleh Ahli Materi

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata Interpretasi skor	Interpretasi
1	Penyajian	91,66%	Sangat Layak
2	Konsep	90,00%	Sangat Layak
3	Nilai Pendidikan	90,00%	Sangat Layak
4	Efektivitas dan efisiensi	80,00%	Sangat Layak
Rata-rata		87,91%	Sangat Layak

**TABEL 4.** Hasil Uji Coba oleh Pendidik

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata Interpretasi skor	Interpretasi
1	Penyajian	96,00%	Sangat Layak
2	Interaksi dalam Pembelajaran	93,33%	Sangat Layak
3	Konsep	96,00%	Sangat Layak
4	Desain	90,00%	Sangat Layak
5	Efektivitas dan efisiensi	100%	Sangat Layak
Rata-rata		95,07%	Sangat Layak

**TABEL 5.** Hasil Uji Coba Terbatas oleh Peserta Didik

No	Aspek yang dinilai	Rata-rata Interpretasi skor	Interpretasi
1	Penyajian dan Interaksi dalam Pembelajaran	92,23%	Sangat Layak
2	Efektivitas dan efisiensi	90,86%	Sangat Layak
Rata-rata		91,55%	Sangat Layak

**TABEL 6.** Hasil Percobaan oleh Peserta Didik

No	Batang Uji Logam	Koefisien Muai Logam Percobaan ( $^{\circ}\text{C}$ )	Koefisien Muai Logam Literatur [15] ( $^{\circ}\text{C}$ )
1	Aluminium	$2,56 \times 10^{-5}$	$2,3 \times 10^{-5}$
2	Tembaga	$1,57 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-5}$
3	Besi	$1,32 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-5}$

Penelitian ini menghasilkan alat peraga pemuai panjang berbantuan Arduino untuk peserta didik kelas XI. Pada TABEL 2. menunjukkan rata-rata persentase validasi kelayakan oleh ahli media sebesar 89,36%, yang menunjukkan interpretasi bahwa alat peraga tersebut sangat layak. Sementara itu, pada TABEL 3. hasil validasi kelayakan oleh ahli materi sebesar 87,91%, juga dengan interpretasi bahwa alat peraga tersebut sangat layak. Pada TABEL 4. menunjukkan persentase uji coba oleh pendidik sebesar 95,07%. Pada TABEL 5. uji coba terbatas oleh peserta didik memperoleh persentase sebesar 91,55%. Sehingga alat peraga pemuai panjang berbantuan Ardiono ini dapat dikatakan sangat layak sebagai media pendamping pembelajaran fisika untuk peserta didik kelas XI.

Terdapat beberapa perbedaan antara koefisien muai logam pada percobaan dengan literatur. Pada TABEL 6. peserta melakukan percobaan alat peraga terhadap 3 batang uji logam, yaitu aluminium, tembaga dan besi. Percobaan pertama menggunakan batang uji logam aluminium, didapatkan koefisien muai logam aluminium percobaan sebesar  $2,56 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  sedangkan koefisien muai logam aluminium literatur [15] sebesar  $2,3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  dan dari penelitian terdahulu [16] sebesar  $2,35 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ . Kemudian percobaan selanjutnya menggunakan batang uji logam tembaga, didapatkan koefisien muai logam tembaga percobaan sebesar  $1,57 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  sedangkan koefisien muai logam tembaga literatur [15] sebesar  $1,7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  dan penelitian terdahulu [16] sebesar  $1,83 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ . Percobaan terakhir dengan menggunakan batang uji logam besi, didapatkan koefisien muai logam besi percobaan sebesar  $1,32 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  sedangkan koefisien muai logam besi literatur [15] sebesar  $1,1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  dan penelitian terdahulu sebesar [17]  $1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ .

Secara prinsip, perbedaan rentang koefisien muai logam percobaan dengan koefisien muai logam yang tercatat dalam literatur masih dalam kisaran yang dapat diterima. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk tampilan hasil pemuai panjang pada layar yang kurang bervariasi nilainya dan variasi komposisi bahan yang dapat mempengaruhi koefisien muai logamnya. Selain itu,

terdapat beberapa perbaikan yang perlu dilakukan terkait konsep alat peraga dan definisi-definisi dalam LKPD, khususnya dalam sumber rujukan yang digunakan.

### SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini adalah pengembangan produk berupa alat peraga pemuaian panjang berbantuan Arduino yang dilengkapi dengan LKPD untuk peserta didik kelas XI. Alat peraga pemuaian panjang telah melewati uji validasi kelayakan oleh ahli materi dan ahli media, dan dinilai sangat layak sebagai media pendamping pembelajaran fisika yang inovatif, menarik, mudah dipahami, menyenangkan di bidang pendidikan fisika, serta bermanfaat bagi pendidik dan peserta didik. Meskipun demikian, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi kelayakan dan efektivitas produk yang telah dikembangkan

### UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengungkapkan rasa terima kasih kepada Prof. Dr. Agus Setyo Budi, M.Sc. dan Dr. Esmar Budi, M.T. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan kontribusi berharga dalam penelitian ini dengan memberikan banyak masukan. Peneliti juga ingin berterima kasih kepada pihak-pihak lain yang turut membantu dalam menyelesaikan pengembangan alat peraga ini.

### REFERENSI

- [1] P. K. Dewi, M. S. Hayat, "Analisis Keterampilan Proses Sains (KPS) Siswa Kelas XI IPA Se-Kota Tegal," *Prosiding Seminar Nasional Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, Universitas PGRI Semarang, pp. 395-404, 2016.
- [2] A. Susanto, "Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah Dasar," Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2013.
- [3] Sajidan, Afandi, "Pengembangan Model Pembelajaran IPA untuk Memberdayakan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains*, pp. 15-27, 2017.
- [4] P. A. Perta, I. Ansori, B. Karyadi, "Peningkatan aktivitas dan kemampuan menalar siswa melalui model pembelajaran siklus belajar 5E," *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, vol. 1, pp. 72-81, 2017.
- [5] M. Amaliyah, I. N. Suardana, K. Selamat, "Analisis Kesulitan Belajar Dan Faktor-Faktor Penyebab Kesulitan Belajar IPA Siswa SMP Negeri 4 Singaraja," *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, vol. 4, no. 1, pp. 90-101, 2021.
- [6] J. DeWitt, L. Archer, J. Moote, "15/16-year-old Students' Reasons For Choosing and Not Choosing Physics at a Level," *International Journal of Science and Mathematics Education*, vol. 17, no. 6, pp. 1071-1087, 2019.
- [7] U. Salamah, M. Mursal, "Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Menggunakan Metode Eksperimen Berbasis Inkuiri Pada Materi Kalor," *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, vol. 5, no. 1, pp. 59-65, 2017.
- [8] N. Meiza, Y. Yulkifli, Z. Kamus, "Pembuatan Set Eksperimen Muai Panjang Digital Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328," *PILLAR OF PHYSICS*, vol. 10, pp. 71-77, 2017.
- [9] L. R. Prastika, H. Hamzah, "Detektor Ketebalan Kabut/Asap Berbasis Arduino Uno sebagai Antisipasi Terjadi Kecelakaan di Jalan Raya," *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains*, pp. 97-100, 2015.
- [10] H. Hamzah, M. Musdar, H. Hasrul, "Pengembangan Alat Ukur Suhu Menggunakan Sensor LM35 Berbasis Arduino UNO Sebagai Media Pembelajaran Fisika," *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, vol. 4, no. 1, pp. 6-15, 2021.

- [11] E. Irawati, C. Huda, W. Kurniawan, “Pengembangan Alat Peraga Perpindahan Kalor secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi dalam Satu Set Alat berbasis Digital,” *Seminar Nasional Lontar Physics Forum*, pp. 86-91, 2019.
- [12] F. I. Diatr, A. Suyatna, Abdurrahman, “Pengembangan Alat Musschenbroek dan Panduan Praktikumnya untuk Membangun Inkuiri Siswa,” *Jurnal Eksakta Pendidikan*, vol. 4, no. 2, pp. 203-211, 2020.
- [13] R. M. Branch, “Instructional design: The ADDIE approach,” *Springer Science & Business Media*, 2009.
- [14] Sugiyono, “Metode Penelitian Pendidikan,” Bandung: ALFABETA, 2019.
- [15] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, “Fundamentals of Physics,” New Jersey: Wiley, 2018.
- [16] A. A. Usman, E. Rahmawati, “Menentukan koefisien muai termal logam menggunakan sistem pengukuran digital,” *Inovasi Fisika Indonesia*, vol. 5, no. 3, pp. 6-8, 2016.
- [17] H. D. Young, R. A. Freedman, “University Physics with Modern Physics Fifteenth Edition in SI Units,” London: Pearson Education, 2019.

