

## Pengembangan Media Pembelajaran FPM (*Fluid Pressure Meter*) Berbasis Arduino Uno Materi Tekanan Hidrostatik Kelas XI Di SMAN 3 Sungai Kakap

Sonia, Matsun, Eti Sukadi

IKIP PGRI Pontianak  
sonia.td32@gmail.com

---

### Article History

accepted 25/6/2024

approved 25/7/2024

published 31/7/2024

---

### Abstract

This study was conducted to assess the feasibility of Arduino Uno-based learning media in enhancing physics learning, particularly on the concept of hydrostatic pressure. The aim of this research is to evaluate the feasibility of material and media experts as well as to test the accuracy of the device. This research uses the Research & Development (R&D) method with a modified ADDIE model into ADD (Analysis, Design & Development). The sample of this research is the 11th-grade students at SMAN 3 Sungai Kakap, with purposive sampling technique. Data collection techniques include observation, interviews, and expert validation. Data analysis technique uses descriptive quantitative analysis. The results show that the average rating by material experts reached 95% with a very feasible category, and media experts gave an average rating of 93.75%, also with a very feasible category. The accuracy of the FPM device reached an average of 87.13%, indicating a very high level of precision. The conclusion of this study is that the Arduino Uno-based learning media is very feasible to use and can increase students' interest and motivation in learning physics.

**Keywords:** *Hydrostatic pressure, Arduino uno, R&D*

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menilai kelayakan media pembelajaran berbasis Arduino Uno dalam meningkatkan pembelajaran fisika, terutama pada konsep tekanan hidrostatik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai kelayakan ahli materi dan media serta menguji akurasi alat. Penelitian ini menggunakan metode Research & Development (R&D) dengan model ADDIE yang dimodifikasi menjadi ADD (Analysis, Design & Development). Sampel penelitian ini adalah siswa kelas XI di SMAN 3 Sungai Kakap, dengan teknik pengambilan sampel purposive sampling. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, dan validasi ahli. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata penilaian ahli materi mencapai 95% dengan kategori sangat layak, dan ahli media memberikan penilaian rata-rata 93,75% juga dengan kategori sangat layak. Akurasi alat FPM mencapai rata-rata 87,13%, menunjukkan tingkat ketepatan yang sangat baik. Simpulan penelitian ini adalah media pembelajaran berbasis Arduino Uno sangat layak digunakan dan dapat meningkatkan minat serta motivasi siswa dalam belajar fisika.

**Kata kunci:** *Tekanan Hidrostatik, Arduino Uno, R&D.*

---



## PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu aspek terpenting dalam kehidupan seseorang dan pembangun suatu bangsa. Menyadari pentingnya pendidikan, pemerintah negara ini telah melakukan banyak upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Pendidikan yang bermutu dapat tercapai jika pemerintah berupaya meningkatkan mutu guru, terutama melalui perbaikan atau MGMP, penyempurnaan kurikulum, penyediaan sarana dan prasarana pendukung, peningkatan mutu pengajaran dan efektivitas metode pengajaran (Asda, 2022). Fisika merupakan ilmu yang penerapannya dapat mengembangkan pemikiran analitis anak. Kemampuan berpikir analitis ini dapat dikembangkan dengan menggunakan berbagai fenomena alam sebagai bentuk penerapan ilmu fisika. Selain itu, kelas fisika merupakan kelas yang memberikan informasi tentang alam semesta untuk melatih pemikiran dan penalaran melalui penalaran manusia, yang selanjutnya dilatih agar berkembang lebih jauh sehingga menambah pemikiran dan pengetahuan manusia (Harefa, dkk. 2022).

Media pembelajaran sangat penting dalam proses pembelajaran, agar siswa lebih mudah menerima dan memahami informasi dan materi pembelajaran yang disampaikan oleh guru, siswa lebih berperan aktif dan dapat menghilangkan rasa bosan setiap siswa saat melakukan pembelajaran. Media pembelajaran yang digunakan oleh guru diharapkan menarik dan mampu memotivasi serta menarik perhatian anak dalam belajar. Perkembangan teknologi dan informasi semakin pesat dan berdampak pula pada dunia pendidikan. Pendidikan dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran, fungsi teknologi dalam pembelajaran sebagai bahan dan sumber untuk memperoleh keahlian dengan bantuan alat-alat teknis, seperti komputer, media pembelajaran, dan lain-lain. Media pembelajaran atau sumber pembelajaran adalah penyajian materi oleh guru, sedangkan media pembelajaran adalah alat yang memudahkan penyampaian materi oleh guru (Abdul dkk, 2023).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti pada tanggal 16 november 2023 di SMAN 3 Sungai Kakap ditemukan bahwa siswa belum pernah melakukan praktikum karena ruang laboratorium digunakan sebagai ruang kelas dan di dalam proses pembelajaran siswa belum pernah menggunakan alat-alat yang berbasis mikrokontroler dan alat pengukur tekanan hidrostatis masih belum tersedia di sekolah. Hal ini didukung dengan hasil wawancara kepada salah satu guru mata pelajaran fisika dan siswa di SMAN 3 Sungai Kakap yang dilakukan di sekolah. Guru menyatakan bahwa hasil nilai belajar siswa pada mata pelajaran fisika masih dibawah 50%, padahal metode yang digunakan guru cukup baik karena mencakup berbagai macam metode seperti discovery learning, inkuiri, diskusi dan lain sebagainya. Media pembelajaran yang digunakan berupa barang bekas, multimedia video dan buku. Akan tetapi hal ini tetap tidak menarik motivasi siswa untuk belajar karena tergolong susah dan banyak memuat rumus dan perhitungan sehingga membuat siswa merasa bosan dan jenuh. Siswa mengatakan bahwa mempelajari materi fisika sangat sulit, menguras otak dan logika dan media yang digunakan juga kurang menarik ditambah lagi siswa belum pernah melakukan praktikum dengan alat-alat laboratorium. Menggunakan media menarik saat praktikum bisa menjadi alternatif bagi guru untuk menarik minat dan motivasi siswa dalam belajar fisika yang terhitung rumit dengan rumus dan perhitungan. Pada pelajaran fisika untuk kelas XI semester 1, materi tentang tekanan hidrostatis seringkali menjadi tantangan bagi guru dalam mengajar. Kesulitan ini disebabkan oleh kurangnya media pembelajaran dan alat praktikum yang tersedia untuk membantu siswa memahami konsep serta penerapan tekanan hidrostatis dalam kehidupan sehari-hari.

Pengembangan alat peraga Density Meter berbasis mikrokontroler Arduino yang dapat mengukur massa jenis zat padat dan cair secara otomatis dimana hasil penelitian ini dinyatakan sangat layak dengan penilaian dari ahli media adalah 93%, ahli materi memberikan penilaian sebesar 93% dan siswa memberikan penilaian sebesar 94% dan

sangat efektif berdasarkan penilaian guru (Abdurrahman Naufal Firdaus, 2022). Pengembangan Trainer Arduino Uno Untuk meningkatkan hasil belajar di SMKN 1 Sidoarjo dengan kategori sangat layak dengan kualitas validitas Trainer 86% (Valid) dan jobsheet 88% (Valid), dengan respon siswa rata rata 83% dan hasil evaluasi siswa melampaui batas KKM 75, dari hal ini dapat disimpulkan bahwa media yang dikembangkan mampu meningkatkan motivasi belajar siswa. Selain itu, juga dilakukan pengembangan alat praktikum kalor berbasis IoT (Internet of Things) untuk materi pendingin air yang ditujukan bagi siswa SMA/MA kelas XI (Putra dkk, 2023), Penelitian ini mendapatkan hasil presentasi kelayakan 82,3% pada uji media dan materi dengan 4 validator yaitu 2 guru dan 2 dosen fisika. Uji lapangan dilakukan oleh kelas XI dengan 41 siswa. Hasil persentase kelayakan dari uji media, uji materi dan uji lapangan masing-masing adalah 82,3%, 89,0% dan 87,8%. Alat praktikum kalor untuk materi pendinginan air dinilai sangat layak digunakan dalam praktikum kalor. Dari hasil validasi dari ahli materi dan media serta respon para siswa yang sangat baik, menunjukkan antusiasme tinggi, perhatian yang baik, serta sikap kritis (Hadi Shofyan, 2022). Berdasarkan ulasan-ulasan menggunakan mikrokontroler sebagai media dalam proses pembelajaran efektif dan berkualitas, peneliti mencoba memberikan alternatif pengembangan media pembelajaran untuk materi tekanan hidrostatis dengan harapan media pembelajaran yang akan dikembangkan dapat meningkatkan pemahaman konsep bagi siswa serta menarik minat dan motivasi siswa dalam belajar. Penelitian ini mengangkat topik tekanan hidrostatis karena siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep materi tersebut. Materi tekanan hidrostatis merupakan materi yang bersifat konkrit tidak bisa diamati secara langsung sehingga diperlukan alat yang bisa menjelaskan konsep tekanan hidrostatis kepada siswa.

Media yang dikembangkan berbasis Arduni uno tergolong mudah untuk dioperasikan dan suatu alat yang bisa dibawa kemana-mana dengan mudah tanpa memerlukan ruangan yang besar hal ini sesuai dengan kondisi dan kebutuhan sekolah yang masih kekurangan alat dan ruang laboratorium yang belum dioperasikan karena kekurangan ruang kelas. Komponen yang digunakan seperti Arduino Uno sebagai prosesor dari alat. Sensor yang digunakan seperti sensor ultrasonic HC-SR04 sebagai sensor jarak, sensor Load Cell sebagai sensor massa dan HX711 sebagai pengkondisi sinyal analog dari sensor load cell sekaligus mengkonversikannya menjadi sinyal digital, Keypad sebagai alat input kode, LCD I2C. Penggunaan alat ini sangat mudah digunakan dengan waktu yang cukup cepat untuk dibaca oleh sensor. Berdasarkan informasi yang diperoleh dan latar belakang masalah, penulis merasa penting dan tertarik untuk mengembangkan media pembelajaran terkait materi fisika yang dianggap sulit dengan menghubungkan konsep fisika dengan judul penelitian: "Pengembangan Media Pembelajaran FPM (*Fluid Pressure Meter*) Berbasis Arduino Uno Materi Tekanan Hidrostatis Kelas XI Di SMAN 3 Sungai Kakap".

## METODE

Metode Penelitian dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan atau R&D (Research & Development) yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tertentu (Sugiyono, 2017). Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model ADDIE yang dimodifikasi menjadi ADD (Analysis, Design & Development). Subjek penelitian terdiri dari 2 orang dosen fisika sebagai validator ahli media, 2 orang dosen fisika sebagai validator ahli materi dan perhitungan hasil pengukuran akurasi dilakukan oleh peneliti. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu teknik wawancara, kuesioner, dan teknik pengukuran dengan alat pengumpul data berupa lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media dan lembar hasil perhitungan dan pengukuran akurasi. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data kuantitatif yakni menganalisis hasil dari penilaian skor ahli materi dan, ahli

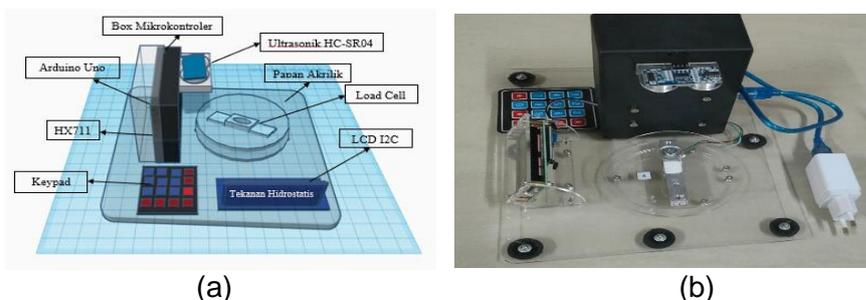
media menggunakan rumus  $P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$  serta perhitungan akurasi dari peneliti menggunakan rumus  $Accuracy = \frac{\alpha_i}{\alpha_f} \times 100\%$  dan analisis data kualitatif diperoleh dari saran dan masukan dari validator ahli materi dan ahli media.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengembangan media pembelajaran FPM (Fluid Pressure Meter) berbasis arduino uno materi tekanan hidrostatik kelas XI di SMAN 3 sungai kakap yang telah dilaksanakan oleh mahasiswa bahwa penelitian ini merupakan penelitian research & development (r&d) dengan model ADDIE yang dimodifikasi menjadi ADD. Berdasarkan observasi dan wawancara ditemukan bahwa siswa belum pernah melakukan praktikum, kurangnya motivasi dan minat belajar siswa, keterbatasan penggunaan media pembelajaran oleh guru, keterbatasan ruang dan alat laboratorium dan siswa belum pernah melakukan percobaan pada materi tekanan hidrostatik. Penelitian pengembangan media pembelajaran FPM berbasis arduino uno untuk materi tekanan hidrostatik kelas XI di SMAN 3 Sungai Kakap menunjukkan pentingnya inovasi dalam media pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pendidikan.

Berdasarkan teori konstruktivisme, pembelajaran yang melibatkan interaksi langsung dengan alat peraga dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa (Wendi, 2022). Dalam penelitian ini, pengembangan FPM tidak hanya bertujuan untuk menyediakan alat praktikum, tetapi juga untuk mengatasi masalah motivasi dan minat belajar siswa yang rendah serta keterbatasan fasilitas laboratorium. Hal ini sejalan dengan hasil observasi dan wawancara yang menunjukkan bahwa siswa belum pernah melakukan praktikum dan mengalami keterbatasan dalam penggunaan media pembelajaran. Dengan demikian, penggunaan FPM berbasis Arduino Uno dapat menjadi solusi untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual.

Pada tahap desain terdapat beberapa tahapan yang dilakukan yakni membuat desain alat, pemilihan komponen, melakukan prosedur pembuatan alat dan penyusunan standar tes. Berikut gambar desain dan hasil desain alat dibawah ini.



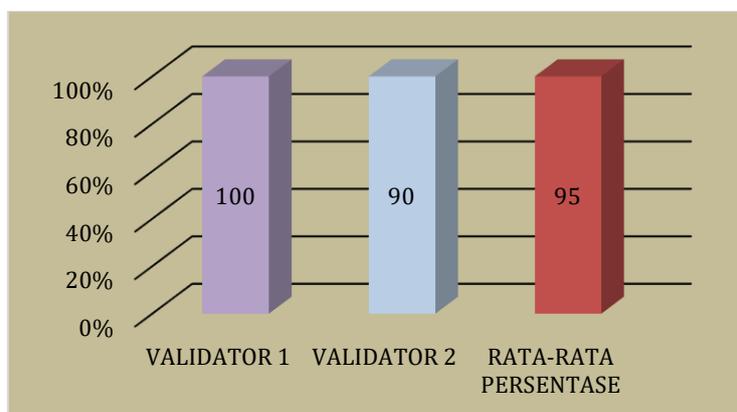
**Gambar (a) dan (b). Desain dan Hasil Desain Alat FPM**

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh 2 orang ahli materi dan 2 orang ahli media diketahui bahwa media pembelajaran berbasis arduino uno ini sangat layak untuk digunakan. Kelayakan ahli materi terhadap media pembelajaran divalidasi oleh 2 orang validator dosen fisika, menurut (Hamzah, dkk. 2022) berdasarkan penelitian media pembelajaran pada kelayakan oleh ahli materi bahwa proses validasi oleh lebih dari satu validator adalah praktik yang umum untuk menilai kualitas dan keterkaitan bahan ajar dengan tujuan pembelajaran. Validasi kelayakan materi dari validator memberikan penilaian dari aspek pada instrumen penelitian yakni pada aspek isi meliputi keterkaitan dengan bahan ajar. Hal ini sesuai dengan penelitian (Detasari, dkk. 2022) yang menguji kelayakan ahli materi dengan aspek keterkaitan dengan bahan ajar. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa media pembelajaran berbasis Arduino uno ini sangat layak untuk menilai kualitas dan keterkaitan dengan tujuan pembelajaran. Nilai persentase rata-

rata dari 2 validator memperoleh nilai persentase 95% dengan kategori sangat layak sehingga dapat dinyatakan bahwa media pembelajaran berupa alat FPM (Fluid Pressure Meter) berbasis Arduino Uno sebagai pengukur tekanan hidrostatik ini sangat layak untuk dilanjutkan karena penggunaan alat yang mudah, keterkaitan antara konsep dengan materi yang disajikan jelas dan sangat membantu dalam proses pembelajaran, penelitian serupa juga mengembangkan alat praktikum kalor berbasis IoT mengukur validasi ahli materi dengan persentase sangat layak (Putra, dkk. 2022). Maka hal ini dapat menunjukkan bahwa alat FPM (Fluid Pressure Meter) berbasis Arduino Uno sebagai pengukur tekanan hidrostatik dapat digunakan dan dilanjutkan untuk tahap uji coba pada siswa di SMAN 3 Sungai Kakap pada kelas XI peminatan fisika.

**Tabel 1. Rata-rata Persentase Kelayakan Ahli Materi**

Validator	Jumlah Skor Persentase	Kriteria
Validator 1	100%	Sangat Layak
Validator 2	90%	Sangat Layak
Rata-rata Persentase	95%	Sangat Layak



**Gambar 1. Hasil Rata-rata Persentase Kelayakan Ahli Materi**

Berdasarkan validasi kelayakan media pembelajaran oleh ahli media, penelitian menunjukkan bahwa evaluasi yang melibatkan beberapa aspek teknis seperti ketahanan alat, keakuratan, keamanan penggunaan, dan estetika menjadi kunci dalam menilai kualitas media pembelajaran. Studi oleh Jhoni, dkk (2022) menekankan pentingnya proses validasi dari validator untuk memastikan bahwa media pembelajaran memenuhi standar yang diperlukan untuk mendukung pembelajaran yang efektif. Media pembelajaran diuji Kelayakan ahli media oleh 2 orang dosen fisika berdasarkan 4 aspek yaitu aspek ketahanan alat, aspek keakuratan, aspek keamanan penggunaan dan aspek estetika. Berdasarkan Hasil validasi pada aspek ketahanan alat memperoleh nilai 75% dalam kategori layak, Hal ini juga serupa dengan penelitian (Abdurrahman naufal firdaus, 2022) yang juga mengembangkan media pembelajaran berbasis arduino pada penilaian validasi produk juga mengukur aspek ketahanan alat dengan nilai persentase sebesar 83% dengan kategori sangat layak menyatakan bahwa validasi media bertujuan untuk mengukur tingkat kelayakan media yang dikembangkan sebelum digunakan pada tahapan pengembangan sehingga dapat dinyatakan bahwa media pada aspek ketahanan alat sangat layak untuk digunakan.

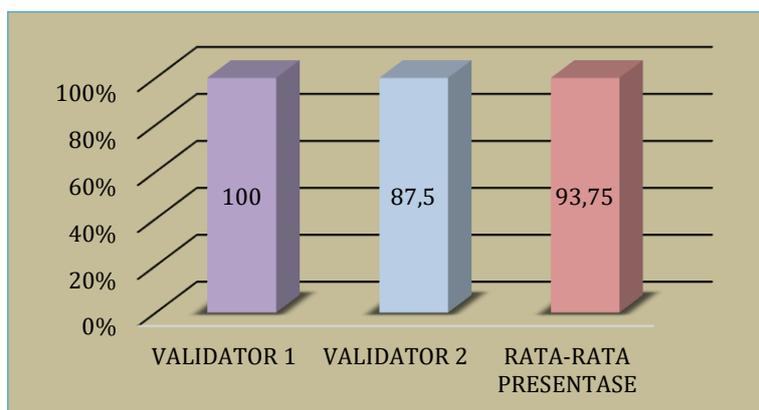
Aspek keakuratan 87,5% dalam kategori sangat layak, Berdasarkan penelitian (Rachmad wahyu priambudi, 2021) analisa sistem pengendali temperatur berbasis arduino uno pada prototipe tabung reaktor pada aspek keakuratan, faktor yang mempengaruhi yaitu dari pengaruh kalibrasi yang tidak bisa akurat sampai 100%, sensitivitas sensor dalam pembacaan, cara penggunaan alat yang salah, dan

keterbatasan teknologi seperti kecepatan pemrosesan data atau resolusi ADC dan lain sebagainya. Namun berdasarkan hasil uji validasi ahli media dengan nilai persentase rata-rata pada aspek keakuratan memperoleh nilai 87,5% dengan kategori sangat layak sehingga media yang dikembangkan dapat dilanjutkan. Aspek keamanan penggunaan 100% sangat layak, berdasarkan penelitian (Wani sapitri, dkk. 2023) menyatakan bahwa alat peraga berbasis arduino pada aspek ketahanan alat peraga mendapat nilai persentase rata-rata 83% dengan kategori sangat layak untuk digunakan hal ini juga berpengaruh dengan perawatan dan penyimpanan alat peraga. Hal ini dapat membuktikan bahwa media pembelajaran alat FPM (Fluid Pressure Meter) berbasis Arduino Uno pada pengukuran tekanan hidrostatik dari segi aspek ketahanan alat dapat digunakan.

Aspek estetika 100% dalam kategori sangat layak, penelitian menurut (Nur alamsyah, dkk. 2022) yang mengukur uji validasi produk pada aspek estetik dengan persentase 77,6% dengan kategori sangat layak. Hasil uji dengan persentase 100% menunjukkan bahwa penilaian ahli media terhadap estetika valid dan dapat dipercaya, ini mengindikasikan bahwa aspek visual atau desain dari produk telah memenuhi standar yang diharapkan. Sehingga dapat dinyatakan bahwa alat FPM (Fluid Pressure Meter) berbasis Arduino Uno ini sangat layak digunakan dan dilanjutkan pada tahap uji coba pada siswa sebagai media pembelajaran. Rata-rata validasi dari validator pertama memperoleh nilai persentase 100% dengan kategori sangat layak dan rata-rata hasil validator kedua memperoleh nilai persentase 83,75% dengan kategori sangat layak. Hasil rata-rata dari dua validator ahli media memperoleh nilai 93,75% dengan kategori sangat layak sehingga dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran FPM sangat layak untuk digunakan. Media pembelajaran FPM dinilai sangat layak berdasarkan rata-rata validasi yang tinggi (93,75%) dari dua validator, dengan penilaian tertinggi pada aspek keamanan penggunaan (100%) dan estetika (100%). Hasil ini konsisten dengan temuan bahwa aspek-aspek ini sering menjadi fokus utama dalam evaluasi kelayakan media pembelajaran dalam konteks pendidikan (Jhoni, dkk. 2022).

**Tabel 2. Rata-rata Persentase Kelayakan Ahli Media**

Validator	Jumlah Skor Persentase	Kriteria
Validator 1	100%	Sangat Layak
Validator 2	87,5%	Sangat Layak
Rata-rata Persentase	93,75%	Sangat Layak



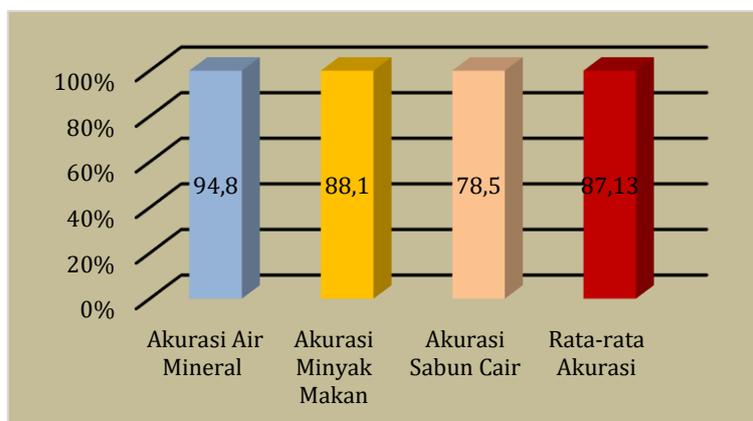
**Gambar 2. Hasil Rata-rata Persentase Kelayakan Ahli Media**

Berdasarkan evaluasi keakuratan alat FPM (Fluid Pressure Meter) sebagai media pembelajaran telah dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat dengan perhitungan manual berdasarkan teori. Keakuratan alat dihitung oleh peneliti dengan

menggunakan perbandingan perhitungan manual berdasarkan rumus dari teori dengan hasil pengukuran alat FPM (Fluid Pressure Meter), yaitu dilakukan dengan transkrip hasil pengukuran tekanan hidrostatis dengan perhitungan di laboratorium sebelum uji coba. Berdasarkan hasil pengukuran alat FPM dengan pengukuran manual pada sampel pertama memperoleh nilai rata-rata akurasi 94,8%, sampel kedua memperoleh nilai rata-rata 88,1% dan sampel ketiga memperoleh nilai rata-rata 78,5%. Berdasarkan Penelitian oleh (Kristianti, 2023) menegaskan bahwa nilai akurasi yang tinggi dapat dicapai dengan menggunakan kombinasi yang tepat dari teknologi dan metodologi yang relevan dengan tujuan pengukuran. Dalam konteks ini, hasil akurasi yang tinggi baik dari peneliti maupun siswa mencerminkan adopsi praktik terbaik dalam pemrosesan data dan penerapan teknologi yang efektif dalam konteks pengukuran yang dilakukan, meskipun ada perbedaan nilai, keduanya menunjukkan keberhasilan dalam menerapkan metode yang tepat untuk memastikan keakuratan hasil pengukuran. Sehingga keseluruhan nilai rata-rata akurasi dari 3 sampel memperoleh nilai 87,13%. Sehingga dapat dinyatakan bahwa media pembelajaran memiliki akurasi yang tinggi dan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Penelitian serupa oleh (Matsun, dkk. 2023) menunjukkan bahwa evaluasi keakuratan alat dalam konteks pembelajaran fisika menjadi aspek krusial dalam menilai kelayakan penggunaan media pembelajaran.

**Tabel 3. Rata-rata Akurasi Alat FPM**

Nama Bahan	Akurasi	Rata-rata Akurasi
Air Mineral	94,8%	
Minyak Makan	88,1%	87,13%
Sabun Cair	78,5%	



**Gambar 3. Hasil Rata-rata Akurasi Alat FPM**

### SIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran FPM (Fluid Pressure Meter) berbasis arduino uno pada materi tekanan hidrostatis yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat menurut ahli materi dan media sangat layak digunakan dan memiliki nilai akurasi yang tinggi. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran FPM (Fluid Pressure Meter) berbasis arduino uno materi tekanan hidrostatis kelas XI di SMAN 3 Sungai Kakap dapat dinyatakan valid. Media pembelajaran ini sangat bermanfaat terhadap pembelajaran dikelas yang membuat pembelajaran lebih berkesan dan dapat bermanfaat bagi guru untuk meningkatkan upaya penggunaan media pembelajaran yang dapat menarik minat dan motivasi siswa dalam belajar. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi seperti FPM berbasis Arduino Uno dapat meningkatkan

kualitas pembelajaran dan pemahaman konsep siswa, selain itu penggunaan alat ini dapat membantu mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium dan memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengembangkan fitur-fitur tambahan pada alat FPM agar lebih fungsional dan mudah digunakan oleh siswa serta melakukan evaluasi berkala terhadap penggunaan alat ini dalam pembelajaran untuk memastikan alat tersebut tetap relevan dan efektif dalam mendukung pembelajaran sains.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asda, Y. (2022). Efektivitas Pembelajaran Model Kooperatif Tipe Jigsaw Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Sejarah Kebudayaan Islam Pada Siswa MAN Model Banda Aceh. *PENDALAS: Jurnal Penelitian Tindakan Kelas dan Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 160-174.
- Detasari, A. T., Hadiati, S., & Sukadi, E. (2022). Pengembangan Alat Ukur Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Suhu Dan Kalor. *Vidya Karya*, 37(2), 68-76.
- Firdaus, A. N., 2022. Pengembangan Alat Peraga Density Meter Berbasis Mikrokontroler Arduino untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Prinsip Archimedes. [Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta].
- Hadi, S., 2022. Implementasi Alat Praktikum Kalor Materi Pendinginan Air Berbasis IoT (Internet of Thing) Untuk Siswa SMA/MA Kelas XI. [Master's thesis, Universitas Islam Negeri Walisongo].
- Hamzah, H., Musdar, M., & Hasrul, H. (2021). Pengembangan alat ukur suhu menggunakan sensor Icm35 berbasis arduino uno sebagai media pembelajaran fisika. *PEDAGOGIC: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 4(1), 6-15.
- Harefa, E. B. 2022. Efektivitas Pembelajaran Daring Mata Kuliah Fisika Di Perguruan Tinggi. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(1), 75-83.
- 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 Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 8(1), 160- 168.
- Kristianti, Tri. (2023). Akurasi Sensor TCS230 dalam Media Pembelajaran Bahasa Inggris. *SMARTICS Journal*, 9(1), 20-28.
- Matsun, M., & Boisandi, B. (2024). Magnetic Measuring Instrument Based on Arduino Uno Microcontroller and its Implementation as A Learning Medium. *Kappa Journal*, 8(1), 34-38.
- Putra, R. A., Sulistiyo, E., Kholis, N., & Widayaka, P. D. (2023). Pengembangan Trainer Mikrokontroler ESP8266p Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Di Smkn 1 Sidoarjo. [Master's thesis, Universitas Negeri Surabaya].
- Priambudi, R. W., & Kurniawan, W. D. (2021). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Berbasis Arduino Uno Pada Prototipe Tabung Reaktor. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 10(3), 67-74.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Wani, S. (2023). Pengembangan Alat Peraga Viskometer Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Materi Fluida Kelas Xi Sma Negeri 1 Kuala Mandor B. [Doctoral Dissertation, IKIP PGRI Pontianak].
- Wendi, p. (2022). Pengembangan maket simulasi perhitungan besar arus listrik untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. [Doctoral dissertation, uin raden intan lampung].