

Pengembangan Alat Peraga Anemometer Sebagai Media Pembelajaran Pada Konsep Dinamika Fluida Untuk Siswa SMA

Development Of Anemometer Teaching Aids As A Learning Medium on Concept of Fluid Dynamics For High School Students

Moh. Fadil^{1*}, Unggul Wahyono², I Komang Werdhiana³, Rudi Santoso⁴, Rizki Ilmianih⁵

¹ Universitas Tadulako

*Corresponding Author: alksfdl@gmail.com

Kata Kunci

Alat Peraga Anemometer
Media Pembelajaran
ADDIE

ABSTRAK

Konsep dinamika fluida merupakan salah satu materi dalam fisika yang dianggap abstrak dan sulit dipahami oleh peserta didik karena bersifat teoritis dan membutuhkan pemahaman visualisasi aliran fluida. Oleh karena itu, dibutuhkan media pembelajaran yang dapat membantu peserta didik memahami konsep tersebut secara lebih konkret dan menarik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran pada konsep dinamika fluida bagi siswa SMA. Jenis penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang mencakup lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Instrumen penelitian berupa angket yang digunakan untuk mengumpulkan data dari validator dan pengguna. Hasil validasi dari ahli media dan guru fisika menunjukkan bahwa media termasuk dalam kategori "Sangat Baik". Respon peserta didik terhadap media menunjukkan kategori "Sangat Setuju". Selain itu, hasil uji keberhasilan alat melalui perbandingan antara nilai terukur dan nilai referensi menghasilkan persentase keberhasilan sebesar 91,22%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran anemometer yang dikembangkan efektif dalam mendukung pemahaman konsep dinamika fluida dan layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran fisika di sekolah.

Keywords

Anemometer props
Learning Media
ADDIE

ABSTRACT

The concept of fluid dynamics is one of the materials in physics that is considered abstract and difficult to understand by students because it is theoretical and requires an understanding of fluid flow visualisation. Therefore, learning media is needed that can help students understand the concept more concretely and interestingly. This research aims to develop anemometer props as learning media on the concept of fluid dynamics for high school students. The type of research used is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model which includes five stages, namely analysis, design, development, implementation, and evaluation. The research instrument was a questionnaire used to collect data from validators and users. The validation results from media experts and physics teachers showed that the media were included in the 'Very Good' category. Students' responses to the media showed the 'Strongly Agree' category. In addition, the results of the tool success test through comparison between the measured value and the reference value resulted in a success percentage of 91.22%. Based on these results, it can be concluded that the anemometer learning media developed is effective in supporting the understanding of the concept of fluid dynamics and is suitable for use in physics learning activities at school.

©2025 The Author
p-ISSN 2338-3240
e-ISSN 2580-5924

How to cite: Fadil, M., Wahyono, U., Werdhiana, I. K., Santoso, R., & Ilmianih, R. (2025). Pengembangan Alat Peraga Anemometer Sebagai Media Pembelajaran Pada Konsep Dinamika Fluida Untuk Siswa SMA. *JPFT: Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 13(2), 182–193.

PENDAHULUAN

Pengetahuan dan teknologi sangat dibutuhkan dalam program pemberdayaan masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan, karena pendekatan konvensional saja tidak lagi cukup. Oleh karena itu, dibutuhkan kemampuan yang logis, sistematis, dan kreatif dalam menciptakan suatu produk atau solusi yang relevan dengan kebutuhan masyarakat (Achyadia, 2016).

Penggunaan ilmu fisika telah mendorong perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara pesat. Ilmu fisika membantu meringankan pekerjaan manusia melalui penerapan teknologi canggih yang didasarkan pada prinsip-prinsip fisika. Salah satu materi fisika yang dipelajari oleh siswa adalah dinamika fluida, yang mempelajari perilaku fluida dalam kondisi mengalir dan memiliki aplikasi luas dalam kehidupan sehari-hari (Harefa, 2019; Nurhayati et al., 2024)

Dinamika fluida, sebagai cabang ilmu dalam fisika yang mempelajari perilaku zat cair dan gas, memberikan kontribusi yang tak terhingga pada pemahaman kita terhadap dinamika lingkungan sekitar (Nastain, 2020; Putra & Supriyatna, 2024). Pada Dinamika Fluida perilaku gas berpengaruh pada udara yang berhubungan dengan kecepatan angin. Untuk mengukur kecepatan angin, diperlukan alat peraga yang dapat membantu siswa memahami konsep perilaku gas.

Menurut Suparwoto (2021), pemanfaatan alat peraga yang terintegrasi dengan sistem elektronik dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap fenomena fisika melalui pendekatan eksperimen langsung. Selain itu, pembelajaran yang berbasis pada alat berteknologi digital juga mendukung keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis dan pemecahan masalah (Fitriyani & Hadi, 2023). Salah satu alat peraga yang dapat digunakan untuk tujuan ini adalah anemometer.

Anemometer adalah alat pengukur kecepatan angin yang banyak digunakan dalam bidang meteorologi dan geofisika atau stasiun prakiraan cuaca. Selain mengukur kecepatan angin, Anemometer juga dapat mengukur besarnya tekanan angin. (Azwar & Kholiq, 2019). Prinsip kerja anemometer yaitu angin yang bertiup menyebabkan baling-baling Anemometer akan berputar. Putaran baling-baling Anemometer akan menyebabkan putaran pada piring bercelah. Putaran piring bercelah yang dideteksi oleh pemantau cahaya akan menghasilkan besar kecepatan angin pada analogmeter (Jumini & Holifah, 2014)

Pada dasarnya, alat peraga anemometer dengan mikrokontroler dapat menjadi alat yang efektif dalam pendidikan dan ilmu pengetahuan, membantu siswa memahami prinsip-prinsip dasar pengukuran dan elektronika digital (Sari, 2020). Data yang dihasilkan oleh anemometer yang terhubung dengan mikrokontroler dapat dengan mudah diintegrasikan dengan sistem monitoring atau sistem kontrol lainnya, seperti IoT (*Internet of Things*) atau sistem manajemen bangunan, untuk meningkatkan pemantauan dan pengelolaan lingkungan (Kumar & Patel, 2021). Sehingga, penggunaan anemometer berbasis mikrokontroler ini dapat menunjukkan pengukuran yang cepat dan akurat.

Berdasarkan hasil observasi di SMAN 1 Balaesang menunjukkan bahwa seorang guru mata pelajaran Fisika belum menggunakan media pembelajaran. Akibatnya, siswa kurang tertarik dalam belajar. Hal tersebut didukung oleh penelitian (Suprayanti et al., 2017) yang menyatakan bahwa dengan menggunakan alat peraga dapat menunjang aktivitas pembelajaran di kelas, sehingga siswa tertarik dalam proses pembelajaran. Siswa di sekolah ini cenderung lebih aktif jika diperlihatkan sesuatu yang baru seperti alat yang digunakan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, penggunaan media pembelajaran berbasis alat dapat menjadi sebuah solusi untuk meningkatkan semangat belajar siswa (Prasetya dan Nurkholis, 2022).

Mengkaji dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan (Suwarti, 2017) pembuatan monitoring kecepatan angin dan arah angin menggunakan mikrokontroler arduino. (Masyruhan, 2020) perancangan alat peraga hukum hooke berbasis mikrokontroler arduino sebagai media pembelajaran fisika. (Hidayat, M. dkk, 2024) rancang bangun sistem monitoring cuaca berbasis google *spreadsheet* untuk nelayan di wilayah pesisir pantai. (Isra & Mukhaiyar, 2022) monitoring kecepatan angin berbasis mikrokontroler dan *IoT*. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu dalam penelitian ini menggunakan ESP32, Mediana pipa, data *logger* dan sistem kontrol *IoT* yang terhubung dari ESP32 ke Laptop yang digunakan sebagai sistem kontrol pada pengukuran kecepatan angin.

Berdasarkan uraian tersebut, sehingga diperlukan media pembelajaran yang bersifat kontekstual dan interaktif. Penggunaan alat peraga seperti anemometer memungkinkan peserta didik tidak hanya memahami teori dinamika fluida secara abstrak, tetapi juga dapat menghubungkannya dengan data nyata dari lingkungan sekitar. Hal ini menjadi penting agar proses pembelajaran lebih bermakna dan berbasis pada pengalaman langsung, dengan begitu peneliti menganggap sangat penting untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran pada konsep dinamika fluida”.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Metode ini bertujuan untuk menghasilkan produk dan menguji kelayakan, kepraktisan dan keefektifan produk. Pada penelitian ini dikembangkan berupa alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran, Dengan menggunakan model pengembangan *ADDIE* yang meliputi *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi) dan *Evaluation* (Evaluasi).

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengemukakan hasil penelitian adalah: Jenis data terdiri dari data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa skor penilaian Alat Peraga Anemometer sebagai media pembelajaran berdasarkan hasil angket uji validitas dengan skala likert berupa angka 1, 2, 3, dan 4. Data kualitatif merupakan evaluasi dari validator (tanggapan, masukan, saran, dan kritik) yang tercantum dalam angket maupun diskusi langsung yang digunakan sebagai pertimbangan dalam melakukan revisi terhadap alat anemometer. Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisis hasil validasi adalah perhitungan nilai rata-rata. Penentuan teknik analisis nilai rata-rata ini berdasarkan pendapat (Arikunto, 2006) yang menyatakan bahwa untuk mengetahui nilai akhir pada setiap butir angket penelitian, jumlah nilai yang diperoleh dibagi dengan banyaknya butir pertanyaan. Sehingga diperoleh rumus untuk menghitung nilai rata rata adalah sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Keterangan:

\bar{x} : Nilai rata-rata

$\sum x$: Jumlah nilai dari seluruh penilaian dalam butir pertanyaan

n : Jumlah butir pertanyaan (Widoyoko, 2012)

Instrumen penelitian ini divalidasi melalui angket berbasis skala likert dan dianalisis menggunakan rata-rata. Kelayakan instrumen dinilai dari empat aspek: kualitas alat, kesesuaian media, efektivitas, dan pengoperasian alat. Selain itu, disertakan komentar kualitatif dari validator ahli sebagai dasar revisi produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

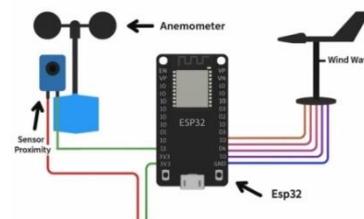
a) Analisis (*Analysis*)

Analisis dilakukan di SMA Negeri 1 Balaesang berdasarkan hasil observasi terhadap proses pembelajaran fisika, khususnya pada materi dinamika fluida. Ditemukan bahwa pembelajaran masih bersifat konvensional dan belum memanfaatkan media pembelajaran yang bersifat visual atau berbasis alat peraga. Hal ini menyebabkan siswa kurang tertarik dan pasif selama pembelajaran. Siswa cenderung lebih aktif dan antusias ketika diperlihatkan sesuatu yang konkret, seperti alat yang bisa diamati dan dimanipulasi secara langsung. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dikembangkan alat peraga anemometer berbasis ESP32 yang tidak hanya menyajikan data pengukuran kecepatan dan arah angin secara digital, tetapi juga dapat ditampilkan secara real-time pada Google Spreadsheet. Visualisasi ini memungkinkan guru dan siswa untuk melakukan interpretasi langsung terhadap hasil eksperimen dan mengaitkannya dengan konsep hukum Bernoulli dan kontinuitas dalam dinamika fluida. Namun, efektivitas alat tidak cukup hanya dilihat dari fungsinya yang mampu membaca kecepatan angin. Oleh karena itu, dilakukan uji respon terhadap peserta didik dan guru, serta pengujian akurasi alat dengan alat standar untuk memastikan bahwa alat ini tidak hanya “berfungsi”, tetapi juga berkontribusi pada pemahaman konsep fisika secara lebih baik.

b) Perancangan (*Design*)

Spesifikasi produk yang dikembangkan adalah Alat Peraga Anemometer sebagai media pembelajaran yang dapat membantu guru dan siswa dalam proses pembelajaran, berikut adalah perancangan alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran pada konsep Dinamika Fluida untuk siswa SMA.

1. Mengumpulkan alat dan bahan yang digunakan untuk membuat alat peraga anemometer
2. Membuat desain alat peraga anemometer



Gambar 1. Desain alat anemometer

3. Membuat tatakan untuk menopang alat anemometer menggunakan cetakan semen berukuran persegi



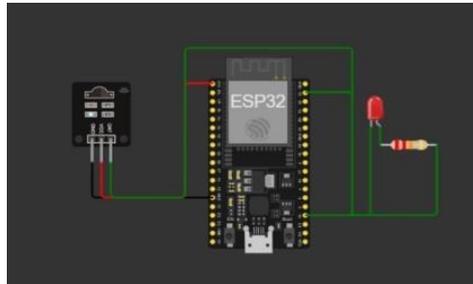
Gambar 2. Dudukan alat

4. Merangkai pipa dan sambungkan pipa ke dudukan alat yang telah dibuat



Gambar 3. Penopang Anemometer

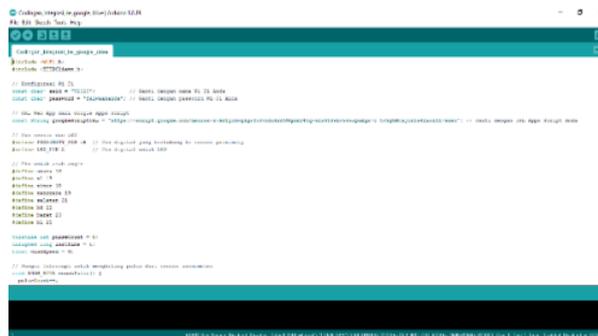
- Merangkai ESP32, dan sensor Proximity sebagai pengatur perintah dijalankan pada alat peraga Anemometer



Gambar 4. Rangkaian Alat

Esp32 alat pengontrol yang digunakan untuk menjalankan perintah-perintah pada alat peraga anemometer yang dibuat, dan sensor Proximity digunakan sebagai alat untuk mengukur kecepatan angin pada alat peraga.

- Membuat coding yang berisi perintah-perintah yang dijalankan ESP32



Gambar 5. Coding

- Pembacaan data kecepatan dan arah angin pada Google Drive

1799	JARKE0205	20.08.26	15.90	BARAT LAUT						
1798	JARKE0205	20.08.24	9.40	BARAT LAUT						
1797	JARKE0205	20.08.23	0	BARAT LAUT						
1796	JARKE0205	20.08.20	10.97	BARAT LAUT						
1795	JARKE0205	20.08.17	0	BARAT LAUT						
1794	JARKE0205	20.08.12	0	BARAT LAUT						
1793	JARKE0205	20.08.05	4.20	BARAT LAUT						
1792	JARKE0205	20.07.31	8.70	BARAT LAUT						
1791	JARKE0205	20.07.27	2.7	BARAT LAUT						
1790	JARKE0205	20.07.16	0.6	BARAT LAUT						
1789	JARKE0205	20.07.16	0.52	BARAT LAUT						
1788	JARKE0205	20.07.16	0	BARAT LAUT						
1787	JARKE0205	20.07.23	6.87	BARAT LAUT						
1786	JARKE0205	20.07.20	2.80	BARAT LAUT						
1785	JARKE0205	20.07.20	7.30	BARAT LAUT						
1784	JARKE0205	20.07.27	0	BARAT LAUT						
1783	JARKE0205	20.07.12	2.87	BARAT LAUT						
1782	JARKE0205	20.07.16	3.83	BARAT LAUT						
1781	JARKE0205	20.07.01	4.10	BARAT LAUT						
1780	JARKE0205	20.07.10	0.62	BARAT LAUT						

Gambar 4. Pembacaan Data Google Drive

8. Menginput coding yang telah disusun ke ESP32, maka pengembangan alat peraga anemometer telah siap digunakan.

c) Pengembangan (Development)

Pada tahap pengembangan ini peneliti mengembangkan alat tersebut dan melakukan validasi produk

a. Pengembangan Alat

Peneliti mengembangkan alat peraga anemometer menggunakan beberapa alat dan bahan diantaranya yaitu pertama pada alat pengontrol peneliti menggunakan ESP32 karena memiliki kualitas yang sangat baik dan harganya yang lebih terjangkau, alat ini juga memiliki kemampuan yang dapat menjalankan pengontrol jarak jauh serta tidak ada batasan jarak karena menggunakan wifi sehingga untuk pengontrolnya jauh lebih mudah.

b. Validasi Media

Validasi media bertujuan untuk mengetahui kelemahan dan kekurangan media alat peraga anemometer yang telah dikembangkan. Validasi dilakukan oleh ahli media yang merupakan dosen Pendidikan Fisika Universitas Tadulako dengan cara mengisi lembar angket penilaian, dari angket tersebut dapat diketahui kualitas dan kelayakan dari media alat penetas telur yang dikembangkan. Aspek yang dinilai aspek kualitas mesin penetas telur sebagai media pembelajaran, aspek kesesuaian media pembelajaran, aspek kualitas dan efektifitas media pembelajaran dan aspek pengoperasian kinerja media pembelajaran.

Tabel 1. Hasil Validasi Media

No.	Aspek	Skor	Kategori
1.	Aspek kualitas alat peraga anemometer	4.00	Sangat Baik
2.	Aspek kesesuaian media pembelajaran	3.75	Sangat Baik
3.	Aspek kualitas dan efektifitas media pembelajaran	4.00	Sangat Baik
4.	Aspek pengoperasian kinerja media pembelajaran	3.00	Baik
	Rata-rata	3.68	Sangat Baik

d) Implementasi (*Implementation*)

Implementasi dilakukan di SMA Negeri 1 Balaesang, untuk mengetahui respon guru dan siswa terhadap alat peraga anemometer yang dikembangkan, angket digunakan untuk mengumpulkan tanggapan dari guru dan siswa mengenai kelayakan alat yang digunakan sebagai media pembelajaran. Berikut ini akan dipaparkan hasil respon guru dan siswa.

a. Hasil Angket Guru

Tabel 2. Hasil Angket guru

No	Aspek	Skor	Kategori
1.	Aspek kualitas alat peraga anemometer	3.6	Sangat Baik
2.	Aspek kesesuaian media pembelajaran	3.8	Sangat Baik
3.	Aspek kualitas dan efektivitas dan media pembelajaran	3.8	Sangat Baik
4.	Aspek pengoperasian kinerja media pembelajaran	3.8	Sangat Baik
	Rata-rata	3,75	Sangat Baik

Berdasarkan hasil angket respon oleh 5 guru mata pelajaran Fisika mengenai media pembelajaran yang dikembangkan dapat kita lihat pada skor rata-rata yang didapatkan yaitu 3,75 kategori Sangat Baik.

b. Hasil Angket Siswa

Tabel 3. Hasil Angket Siswa

No.	Aspek	Skor	Kategori
1.	Kualitas	3.31	Sangat Setuju
2.	Kesesuaian Media	3.43	Sangat Setuju
3.	Penggunaan	3.26	Sangat Setuju
	Rata-rata	3.33	Sangat Setuju

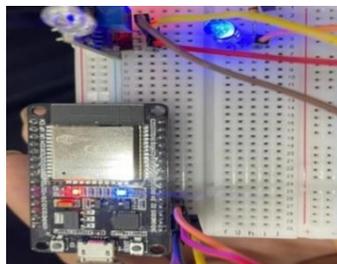
Pada tahap ini dilakukan uji coba pada peserta didik kelas XI yang berjumlah 31 peserta didik. Adapun saat melakukan penelitian siswa kelas XI yang hadir berjumlah 27 orang dan 4 orang tidak hadir. Berikut ini hasil uji coba yang dilakukan menunjukkan bahwa mesin penetas sebagai media pembelajaran dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Sesuai dengan tanggapan peserta didik yang menunjukkan skor rata-rata 3,33 dengan kategori “Sangat Setuju” terhadap media pembelajaran.

e) Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi bertujuan mengidentifikasi masalah dan membuat perbaikan yang perlu dilakukan agar produk yang dikembangkan menjadi lebih baik. Pada tahap analisis ditemukan permasalahan yang masih kurangnya media pembelajaran pada proses belajar mengajar khususnya alat peraga, adapun evaluasi untuk hal tersebut peneliti ingin mengembangkan alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran dinamika fluida pada siswa SMA.

Pada tahap implementasi kepada siswa alat dapat berfungsi dengan baik dan siswa dapat mengetahui cara kerja alat peraga anemometer yang berkaitan pada konsep dinamika fluida, namun pada proses pengiriman data ke google drive terdapat sedikit kendala dikarenakan jaringan yang kurang baik, sehingga data yang terkirim ke google drive lambat terbaca atau *terdelay*. Evaluasi untuk hal tersebut siswa diperlihatkan data yang telah di uji coba oleh peneliti.

Pengujian Sistem ESP32 Karena pemrograman ESP32 menggunakan mode ISP (*In System Programming*) Arduino harus dapat diprogram langsung pada papan rangkaian yang ada pada ESP32. Pengujian ini berhasil dilakukan dengan terkoneksi piranti-piranti pendukung alat peraga anemometer saat diupload pada ESP32, sudah diketahui bekerja dengan baik dan dalam waktu singkat, bisa dikatakan rangkaian ESP32 bekerja dengan baik.



Gambar 7. Uji Coba ESP32

Pengujian alat peraga anemometer dilakukan dengan mengamati proses saat program dijalankan, cara kerja alat tersebut dimana saat sensor Proximity dan sensor Hall effect mendeteksi putaran arah angin pada anemometer dan wind wave direction, kecepatan angin pada pukul 10:00 WITA sebesar 1,12 m/s dan arah angin menunjukkan Timur Laut, Sedangkan pada pukul 16:00 kecepatan angin sebesar 5,33 m/s. dan arah angin menunjukkan Timur Laut.

Tabel 3 Hasil Uji Coba Alat

No.	Waktu	Data Kecepatan	
		Anemometer yang Dikembangkan	Anemometer Digital (Alat Standar)
1.	10:30 WITA	1,12 m/s	1,45 m/s
2.	12:00 WITA	2,45 m/s	2,49 m/s
3.	13:30 WITA	3,97 m/s	4,27 m/s
4.	14:30 WITA	4,70 m/s	4,96 m/s
5.	16:00 WITA	5,33 m/s	5,82 m/s

Pada hasil uji coba alat, anemometer mampu mendeteksi kecepatan dan arah angin secara akurat dalam kondisi waktu yang berbeda, data yang diperoleh pada hasil uji coba sesuai harapan dengan adanya perbedaan kecepatan dan arah angin pada kondisi waktu tertentu, sehingga hasil ini menunjukkan bahwa alat memiliki validitas yang baik untuk mengukur kecepatan angin.

Pada uji keakurasian atau keberhasilan, peneliti melakukan percobaan untuk mengukur kecepatan angin menggunakan anemometer yang dikembangkan oleh peneliti dan membandingkan dengan anemometer digital. Keberhasilan alat dalam proses pengukuran dapat dihitung dengan rumus akurasi sebagai berikut:

$$Akurasi = \left(1 - \frac{|Nilai\ terukur - Nilai\ referensi|}{Nilai\ referensi} \right) \times 100 \tag{2}$$

(Yanti et al., 2016)

Rata-rata hasil akurasi alat peraga anemometer yang dikembangkan dan dibandingkan dengan alat anemometer standar

$$\begin{aligned}
 Rata - rata &= \left(\frac{Jumlah\ hasil\ akurasi\ data\ kecepatan\ anemometer}{Banyaknya\ data} \right) \tag{3} \\
 &= \left(\frac{77,24\% + 98,39\% + 92,97\% + 95,92\% + 91,58\%}{5} \right) \\
 &= 91,22\%
 \end{aligned}$$



Gambar 8. Uji Keberhasilan

Berdasarkan perhitungan akurasi diperoleh dengan membandingkan selisih antara nilai terukur dan nilai referensi terhadap nilai referensi itu sendiri. Dalam penelitian ini, Hasil akurasi rata-rata dari nilai terukur dan nilai referensi mendapatkan nilai sebesar 91,22%. Hasil ini menunjukkan bahwa pengukuran memiliki tingkat ketepatan yang cukup baik, meskipun terdapat deviasi sebesar 8,78% dari nilai referensi itu sendiri.

Dalam pengukuran kecepatan angin menggunakan anemometer, konsep dinamika fluida berperan penting dalam memahami bagaimana udara bergerak dan berinteraksi dengan sensor. Berikut adalah aspek utama dinamika fluida yang memengaruhi kinerja anemometer:

1. Hukum Kontinuitas

Hukum kontinuitas menyatakan bahwa massa fluida yang mengalir dalam suatu sistem tertutup bersifat konstan. Dalam anemometer, udara yang melewati baling-baling atau

sensor harus memiliki kecepatan yang sebanding dengan luas area yang dilalui. Jika luas lintasan udara menyempit, kecepatan angin meningkat, dan sebaliknya. Prinsip ini digunakan dalam anemometer tabung Pitot, yang membandingkan tekanan dinamis dan statis untuk menghitung kecepatan aliran udara.

2. Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli menjelaskan bahwa ketika kecepatan fluida meningkat, tekanan statisnya akan menurun. Pada anemometer tipe Pitot atau pressure-based anemometer, perbedaan tekanan antara dua titik digunakan untuk menentukan kecepatan angin. Jika udara bergerak lebih cepat, tekanan pada titik tertentu akan lebih rendah dibandingkan tekanan di area dengan aliran udara yang lebih lambat, yang kemudian digunakan untuk menghitung kecepatan angin secara akurat.

3. Gaya Drag dan Lift

Dalam anemometer baling-baling (cup anemometer atau propeller anemometer), kecepatan angin diukur berdasarkan gaya drag (hambatan udara) yang menyebabkan baling-baling berputar. Semakin besar kecepatan angin, semakin cepat baling-baling berputar. Selain itu, beberapa anemometer juga memanfaatkan efek gaya angkat (lift) seperti pada anemometer ultrasonik, yang mengukur perubahan waktu tempuh gelombang suara akibat pergerakan udara.

Pembahasan

Tahap awal yang dilakukan dalam perancangan produk adalah melakukan observasi di sekolah SMA Negeri 1 Balaesang. Hasil observasi yang menunjukkan bahwa seorang guru mata pelajaran belum menggunakan media pembelajaran. Akibatnya siswa kurang tertarik dalam belajar, hal tersebut didukung oleh penelitian (Suprayanti et al., 2017) yang menyatakan bahwa dengan menggunakan alat peraga dapat menunjang aktivitas pembelajaran di kelas, sehingga siswa tertarik dalam proses pembelajaran. Siswa di sekolah ini cenderung lebih aktif jika diperlihatkan sesuatu yang baru seperti alat yang digunakan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, penggunaan media pembelajaran berbasis alat dapat menjadi sebuah solusi untuk meningkatkan semangat belajar siswa, maka penggunaan media pembelajaran berbasis alat ini dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan keaktifan belajar siswa. Langkah pertama yang dilakukan dalam alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.

Selanjutnya membuat tatakan pipa sebagai penopang alat peraga, kemudian merangkai pipa dan sambungan pipa pada tatakan alat yang telah dibuat, setelah itu anemometer dan wind wave dapat dipasangkan pada pipa tersebut, kemudian membuat pemrograman di aplikasi Arduino IDE lalu menyusun coding yang berisi perintah yang akan dijalankan pada ESP32, selanjutnya merangkai ESP32 dan sensor proximity. Dimana sensor proximity nantinya akan mengukur kecepatan angin, saat baling-baling anemometer berputar dan datanya dapat terhubung ke google drive.

Kemudian setelah proses pengembangan tahap selanjutnya yaitu validasi media. Validasi dilakukan oleh validator ahli media. Aspek yang dinilai dari media meliputi aspek kualitas, aspek kesesuaian media pembelajaran, aspek kualitas dan efektifitas serta aspek pengoperasian kinerja media pembelajaran. Pada penilaian kualitas mendapatkan kategori Sangat Baik, penilaian kesesuaian media pembelajaran mendapatkan kategori Sangat Baik dan penilaian aspek kualitas dan efektifitas mendapatkan kategori Sangat Baik, serta penilaian pengoperasian kinerja media pembelajaran mendapatkan kategori Baik. Adapun hasil rata-rata dari keseluruhan penilaian aspek yang diperoleh dari ahli materi mendapatkan kategori Sangat Baik.

Setelah itu, dilakukan uji coba produk di SMA Negeri 1 Balaesang kepada guru Mata Pelajaran Fisika. Pada aspek penilaian media pembelajaran dinilai oleh guru Fisika. Skor rata-

rata dari seluruh penilaian aspek oleh guru mata Pelajaran Fisika dikategorikan Sangat Baik. Guru pelajaran Fisika memberikan apresiasi terkait alat yang telah dibuat, dikarenakan alat ini bukan hanya dapat digunakan pada pembelajaran Fisika tetapi juga bisa digunakan untuk praktikum.

Setelah melakukan penilaian validator media dan guru mata pelajaran, selanjutnya diuji coba produk kepada peserta didik. Adapun hasil pengembangan media pembelajaran ini diuji coba kepada 27 orang peserta didik dikelas XI SMA Negeri 1 Balaesang untuk mengetahui respon dan tanggapan peserta didik terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.

Uji coba dilakukan oleh peserta didik dengan melakukan pengisian angket respon peserta didik terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Angket ini memiliki 10 item pernyataan dengan skala 1-4 atau pilihan yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Kurang Setuju (KS), Tidak Setuju (TS). Setelah dilakukan analisis data diperoleh skor rata-rata termasuk kategori "Sangat Setuju" bahwa media pembelajaran yang dihasilkan layak digunakan sebagai media pembelajaran dalam pembelajaran fisika. Siswa begitu semangat belajar saat alat ditampilkan dan mereka selalu bertanya dan berdiskusi mengenai alat peraga anemometer tersebut

Pada uji keberhasilan pengujian ESP32 sebagai sistem pengontrol dapat bekerja dengan baik, pengujian sensor *proximity* sebagai sensor pendeteksi kecepatan angin dan sensor *hall effect* sebagai pembaca arah angin bekerja dengan baik sesuai dengan yang di perintahkan pada ESP32, kemudian pengujian alat peraga anemometer pada proses percobaan kecepatan angin menggunakan anemometer. Data kecepatan angin yang diukur oleh anemometer dibandingkan dengan nilai referensi dari alat standar, dan didapatkan keberhasilan alat sebesar 91,22%.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Masyruhan, 2020), yang merancang alat peraga hukum Hooke berbasis mikrokontroler Arduino sebagai media pembelajaran fisika. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran berdasarkan hasil validasi ahli dan respon peserta didik. Dengan demikian, alat peraga anemometer yang dikembangkan dalam penelitian ini juga terbukti layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika bagi siswa SMA.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan ini dapat disimpulkan bahwa alat peraga anemometer dikembangkan menggunakan model *ADDIE* yakni *analysis, design, development, implementation* dan *evaluation*. Kualitas dan kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan validasi ahli media menunjukkan skor rata-rata dengan kategori Sangat Baik, dan respon guru menunjukkan skor rata-rata dengan kategori Sangat Baik, serta respon peserta didik terhadap media pembelajaran menunjukkan skor rata-rata dengan kategori Sangat Setuju. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang telah dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran fisika.

Alat ini memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa melalui penyajian visual data kecepatan dan arah angin secara real-time yang terhubung ke Google Drive. Penyajian ini membantu siswa mengamati langsung fenomena fisika dan mengaitkannya dengan konsep yang dipelajari, khususnya dalam dinamika fluida.

Namun demikian, efektivitas alat terhadap peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep fisika, seperti hukum Bernoulli dan hukum kontinuitas, belum diuji secara eksperimen melalui instrumen hasil belajar seperti pretest dan posttest. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang mengkaji dampak penggunaan alat ini terhadap capaian kognitif siswa.

SARAN

Bedasarkan penelitian dan pengembangan alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran pada konsep dinamika fluida untuk siswa SMA, maka saran yang diajukan dari peneliti yaitu bagi guru disarankan dapat memanfaatkan alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran agar pembelajaran lebih menarik, bagi siswa disarankan agar dapat mengikuti pembelajaran menggunakan alat peraga anemometer sebagai media pembelajaran dengan baik dan untuk peneliti selanjutnya, disarankan dapat mengembangkan produk ini lebih luas dengan menambahkan fitur yang lebih lengkap lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achyanadia, S. (2016). Peran teknologi pendidikan dalam meningkatkan kualitas SDM. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 5(1), 11–21.
- Arikunto, S. (2006). *Proses penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Azwar, T., & Kholiq, A. (2019). Anemometer digital berbasis mikrokontroler Atmega-16. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 2(3), 41–45.
- Fitriyani, L., & Hadi, S. (2023). Penerapan alat peraga berbasis digital untuk meningkatkan keterampilan abad 21 siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(1), 45–55.
- Hidayat, M. M., Santoso, A. D., & Rahmawati, M. (2024). Rancang bangun sistem monitoring cuaca berbasis Google Spreadsheet untuk nelayan di wilayah pesisir pantai. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika (JTMEI)*, 3(2), 11–27.
- Isra, R. L., & Mukhaiyar, R. (2022). Monitoring kecepatan angin berbasis mikrokontroler dan IoT. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(2), 437–447.
- Jumini, S., & Holifah, L. (2014). Menentukan kondisi lingkungan berdasarkan pengukuran kecepatan angin dengan anemometer sederhana. *Jurnal PPKM II*, 1(2), 144–148.
- Kumar, A., & Patel, M. (2021). IoT-based environmental monitoring system using microcontroller. *International Journal of Electronics and Communication Engineering*, 10(3), 112–120.
- Masyruhan, M., Pratiwi, U., & Al Hakim, Y. (2020). Perancangan alat peraga hukum Hooke berbasis mikrokontroler Arduino sebagai media pembelajaran fisika. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 6(2). <https://doi.org/10.32699/spektra.v6i2.1234> (catatan: tambahkan DOI bila tersedia)
- Nurhayati, H., Efendi, R., & Sasmita, D. (2024). Pengembangan modul ajar berbasis discovery learning pada materi fluida dinamis untuk meningkatkan pemahaman peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 35–42.
- Prasetya, I., & Nurkholis, N. (2022). Pengaruh penggunaan alat peraga terhadap pemahaman konsep fisika siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 7(2), 89–97.
- Putra, A., & Supriyatna, D. (2024). Pengertian dasar mekanika fluida: Dinamika fluida dalam kehidupan sehari-hari. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 3(2), 81–86.
- Sari, R. (2020). Penerapan mikrokontroler dalam pendidikan teknik elektronika. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 5(2), 45–56.
- Suparwoto, H. (2021). Pengembangan alat peraga fisika berbasis mikrokontroler untuk meningkatkan pemahaman konsep fluida. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Sains*, 5(1), 60–68.
- Suprayanti, I., Ayub, S., & Rahayu, S. (2017). Penerapan model discovery learning berbantuan alat peraga sederhana untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa kelas VII SMPN 5 Jonggat tahun pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(1), 30–35.

- Suwarti, Mulyono, & Prasetyo, B. (2017). Pembuatan monitoring kecepatan angin dan arah angin menggunakan mikrokontroler Arduino. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 5(1), 56–64.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Yanti, N., Yulkifli, Y., & Kamus, Z. (2016). Pembuatan alat ukur kelajuan angin menggunakan sensor optocoupler dengan display PC.