

Pengembangan Media Kincir Angin Model Vertikal Axis Pada Pembelajaran Arus Listrik Bolak-Balik

Dodi Dinata¹, Hadma Yuliani², Jhelang Annovasho³

^{1,2,3}Program Studi Tadris Fisika, FTIK, IAIN Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia.

Received: 04 November 2024

Revised: 26 December 2024

Accepted: 28 December 2024

Corresponding Author:

Dodi Dinata

dodiip1011@gmail.com

© 2024 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v8i3.28059>

Abstract: This research was motivated by students' low understanding of alternating current concepts, with 68% of students experiencing difficulties and an average daily test score of only 65, below the minimum completion criteria of 75. The study aimed to develop and test the validity of a vertical axis windmill learning media in enhancing students' understanding of alternating current concepts at MA Darul Ulum Palangka Raya. The Research and Development (R&D) method with a 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate) was used in media development, with validation conducted by media experts using assessment instruments for appearance and attractiveness aspects. Data analysis employed percentage techniques to determine media feasibility levels. Results showed satisfactory validity levels, with appearance aspects reaching 87.5% (highly valid) and attractiveness aspects at 75.0% (valid). This learning media proved suitable for physics education, featuring the ability to demonstrate alternating current generation principles practically and interactively through a vertical axis windmill system equipped with mini generators and digital oscilloscopes.

Keywords: Windmill Media; Vertical Axis Model; Alternating Current

Pendahuluan

Pembelajaran fisika pada materi arus listrik bolak-balik di tingkat sekolah menengah masih menghadapi berbagai tantangan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di MA Darul Ulum Palangka Raya, ditemukan bahwa 68% siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep arus listrik bolak-balik. Data menunjukkan bahwa nilai rata-rata ulangan harian pada materi ini hanya mencapai 65, jauh di bawah KKM yang ditetapkan yaitu 75. Selain itu, hanya 35% siswa yang mampu menjelaskan prinsip kerja generator dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Pemilihan media pembelajaran yang sedang berkembang memiliki peranan penting dalam keberhasilan dalam proses pembelajaran. Salah satu hal yang berkembang dari media adalah munculnya keberagaman jenis dan format media contohnya media prototype. Berdasarkan hal tersebut dilakukanlah pengelompokan yang didasarkan kesamaan ciri atau

karakteristik dari media. Klasifikasinya, yaitu: a) objek, b) papan tulis, c) pelajaran terprogram (Aghni, 2018).

Prototipe kincir angin adalah model awal atau rancangan percobaan dari sebuah kincir angin yang dibuat untuk menguji dan memvalidasi desain sebelum implementasi yang lebih luas. Prototipe ini digunakan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki potensi masalah teknis, mengukur performa, dan memperoleh data penting sebelum kincir angin diproduksi secara massal (Meng et al., 2018) Penggunaan media kincir angin model vertikal axis dipilih sebagai solusi berdasarkan beberapa pertimbangan teknis. Pertama, model ini memiliki efisiensi konversi energi yang lebih tinggi dibandingkan model horizontal, dengan kemampuan menghasilkan daya listrik mencapai 75% dari energi angin yang ditangkap (Basack et al., 2022). Kedua, konstruksinya yang dapat menangkap angin dari berbagai arah (360 derajat) memungkinkan

How to Cite:

Dinata, D., Yuliani, H., & Annovasho, J. (2024). Developing Environmentally Integrated Science Practicum Tools to Improve Science Teacher Skills and Creativity. *Kappa Journal*, 8(3), 467-475. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i3.28059>

demonstrasi yang lebih efektif dalam menjelaskan prinsip pembangkitan arus listrik bolak-balik.

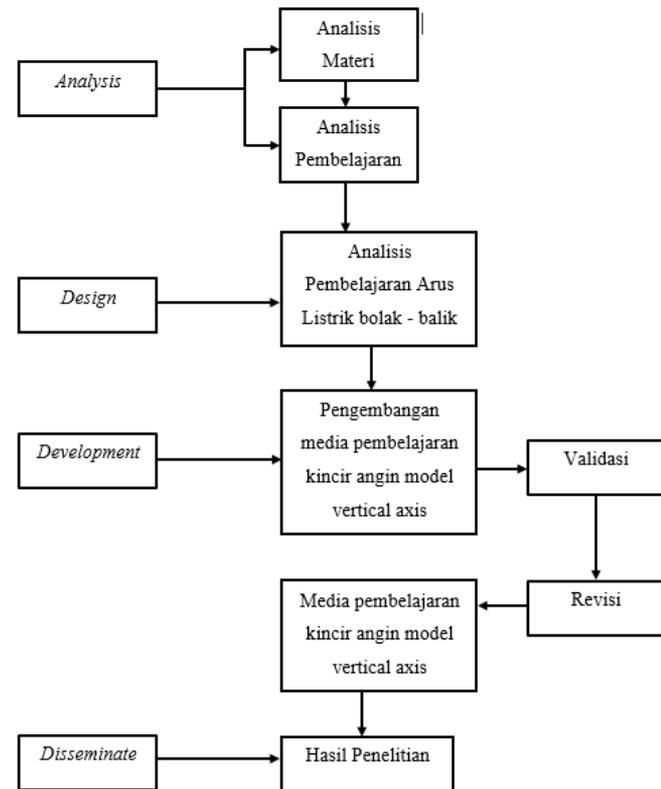
Faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi rendahnya pemahaman siswa terhadap materi arus listrik bolak-balik meliputi keterbatasan sarana praktikum, kondisi geografis, dan lingkungan belajar. Di MA Darul Ulum Palangka Raya, laboratorium fisika hanya memiliki 2 set alat praktikum dari 5 set yang dibutuhkan untuk pembelajaran yang optimal. Lokasi sekolah yang berada di daerah pinggiran kota dengan akses terbatas ke sumber daya pembelajaran juga menjadi kendala. Survei menunjukkan bahwa 75% siswa tidak memiliki akses ke sumber belajar tambahan di luar sekolah.

Lingkungan pembelajaran di MA Darul Ulum Palangka Raya juga mempengaruhi efektivitas pembelajaran arus listrik bolak-balik. Ruang laboratorium yang berukuran 6x8 meter harus menampung rata-rata 30 siswa per kelas, sehingga membatasi ruang gerak dan kesempatan praktik langsung. Suhu ruangan yang mencapai 32°C pada siang hari akibat minimnya ventilasi dan pendingin ruangan juga mengurangi konsentrasi belajar siswa. Data observasi menunjukkan bahwa tingkat keaktifan siswa menurun 45% pada jam pembelajaran setelah istirahat siang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pengembangan media pembelajaran berupa kincir angin model vertical axis menjadi solusi yang relevan. Media ini dirancang untuk memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam memahami prinsip pembangkitan arus listrik bolak-balik. Komponen-komponen seperti generator mini dan osiloskop digital memungkinkan siswa mengamati secara langsung proses konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji validitas media pembelajaran tersebut dalam meningkatkan pemahaman konsep arus listrik bolak-balik pada siswa MA Darul Ulum Palangka Raya.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (RnD) dengan model 4D untuk mengembangkan alat praktikum kincir angin vertical axis sebagai media pembelajaran arus listrik bolak-balik. Berikut merupakan tahap-tahap metode penelitian RnD:



Gambar 1. Tahap - tahap pengembangan media Pembelajaran

Pengembangan media pembelajaran dilakukan melalui empat tahapan utama. Tahap analisis meliputi pengkajian materi arus listrik bolak-balik untuk menentukan kebutuhan pembelajaran. Tahap desain mencakup perancangan alat praktikum kincir angin vertical axis dan penyusunan instrumen validasi. Pada tahap pengembangan, dibuat prototipe alat praktikum yang kemudian divalidasi oleh ahli media. Tahap diseminasi dilakukan dengan menyebarkan alat praktikum yang telah direvisi kepada guru fisika untuk diimplementasikan dalam pembelajaran, diikuti dengan evaluasi efektivitasnya sebagai media pembelajaran arus listrik bolak-balik. Setelah implementasi, dilakukan pengukuran ketercapaian tujuan pembelajaran untuk menilai efektivitas media tersebut, yang selanjutnya dapat digunakan untuk evaluasi dan pengembangan penelitian berikutnya (Hudaya Salsabila et al., 2023).

Uji kevalidan pembelajaran berupa alat praktikum dilakukan oleh validator ahli yang berkompeten dalam bidangnya. Validator media menilai secara menyeluruh serta memberikan masukan perbaikan terhadap alat praktikum pembelajaran Kincir angin model vertical axis yang dikembangkan. apakah alat praktikum pembelajaran yang dibuat dapat dikatakan valid atau tidak valid (Rasagama, 2019). Dalam penelitian ini, teknik analisis data yang digunakan adalah persentase untuk menghitung nilai hasil validasi. Untuk mengkonversi skor penilaian

validator menjadi nilai persentase yang menunjukkan tingkat kelayakan alat praktikum. Semakin tinggi persentase yang diperoleh, semakin valid alat praktikum tersebut untuk digunakan dalam pembelajaran. Rumus persentase yang digunakan sebagai berikut: (Yulianti et al., 2010).

$$P = \frac{\sum X}{\sum Xi} \times 100 \% \dots (1)$$

Keterangan:

P = Persentase kelayakan alat praktikum (%)

$\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh dari validator

$\sum Xi$ = Jumlah skor maksimal

Tingkat kelayakan atau kevalidan alat praktikum dalam penelitian pengembangan ditentukan oleh nilai kevalidan; semakin tinggi nilai yang diperoleh maka semakin baik tingkat kelayakan alat praktikum yang di kembangkan (Rahmawan, 2015). Ini menjadi kriteria untuk validasi alat praktikum pembelajaran arus listrik bolak - balik tabel 1 dibawah:

Tabel 1. Kriteria penskoran Validasi

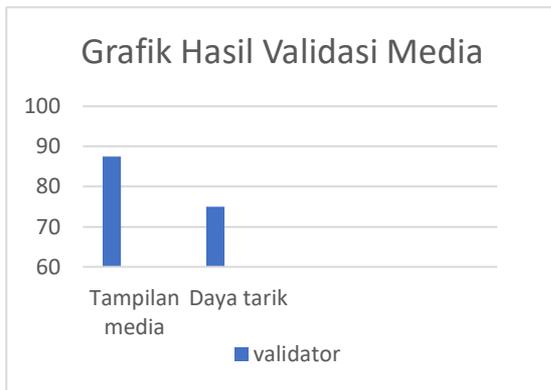
Skor rata-rata	Kategori
$3.25 < \bar{X} \leq 4.00$	Sangat Valid
$2.50 < \bar{X} \leq 3.25$	Valid
$1.75 < \bar{X} \leq 2.50$	Cukup Valid
$1.0 < \bar{X} \leq 1.75$	Kurang Valid
$0.25 < \bar{X} \leq 1.0$	Sangat Tidak Valid

Hasil dan pembahasan

Adapun hasil penelitian tentang pengembangan media kincir angin model vertical axis pada materi pembelajaran arus listrik bolak-balik yaitu: Hasil penelitian ini diawali dengan perancangan media pembelajaran kincir angin, pengembangan kincir angin model axis sebagai media pembelajaran, bagaimana keefektifitasan kincir angin model axis apabila dijadikan sebagai media pembelajaran, khususnya pada materi arus listrik bolak-balik. Hasil validasi media pembelajaran kincir angin model vertical axis dilakukan oleh ahli media dengan menilai dua aspek utama: tampilan media dan daya Tarik

Tabel 2. Hasil Validasi media aspek tampilan dan daya tarik

No	Aspek	Indikator	Validator	Rata-2	%	Kategori	Kriteria
1	Tampilan Media	Tampilan alat praktikum pembelajaran sangat menarik perhatian siswa	3	3	75	Valid	Layak
		Media pembelajaran mudah digunakan dalam materi Arus Listrik Bolak-Balik	3	3	75	Valid	Layak
		disain media pembelajaran simpel	4	4	100	Sangat Valid	Sangat Layak
		media pembelajaran yang dibuat tidak mudah rusak	4	4	100	Sangat Valid	Sangat Layak
		Rata-Rata	3.5	3.5	87.5	Sangat Valid	Sangat Layak
2	Daya Tarik	media pembelajaran yang digunakan dapat menambah daya tarik siswa dalam proses pembelajaran	3	3	75	Valid	Layak
		penggunaan media pembelajaran menambah minat pembelajaran	3	3	75	Valid	Layak
		Rata-Rata	3.0	3.0	75.0	Valid	Layak



Gambar 2. Grafik Hasil Validasi Media

Hasil pengembangan media pembelajaran kincir angin model vertical axis menunjukkan tingkat validitas yang memuaskan berdasarkan penilaian ahli media. Pada aspek tampilan media, diperoleh nilai rata-rata 3,5 dengan persentase 87,5%, yang mengindikasikan kategori "sangat valid" dan kriteria "sangat layak". Temuan ini sejalan dengan penelitian Widyaningrum dan Wahyuni (2020) yang mengemukakan bahwa media pembelajaran berbasis alat peraga yang memiliki tampilan menarik dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa secara signifikan. Penelitian mereka menunjukkan peningkatan hasil belajar sebesar 78% pada kelompok yang menggunakan media pembelajaran visual.

Aspek daya tarik media memperoleh nilai rata-rata 3,0 dengan persentase 75,0%, menunjukkan kategori "valid" dan kriteria "layak". Hasil ini didukung oleh penelitian Pranata et al. (2021) yang menemukan bahwa media pembelajaran yang memiliki daya tarik visual dan interaktivitas tinggi dapat meningkatkan motivasi belajar siswa hingga 82%. Sejalan dengan ini, Kusuma dan Pratama (2022) dalam penelitiannya tentang pengembangan media pembelajaran fisika berbasis praktikum menunjukkan bahwa elemen daya tarik berperan penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang efektif.

Keefektifan media pembelajaran ini juga diperkuat oleh studi Rahman et al. (2023) yang mengungkapkan bahwa penggunaan alat peraga dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa sebesar 67% dibandingkan dengan metode konvensional. Lebih lanjut, penelitian Hidayat dan Sutrisno (2021) mendemonstrasikan bahwa media pembelajaran yang mengintegrasikan aspek visual dan praktis dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran hingga 75%.

Implementasi kincir angin model vertical axis sebagai media pembelajaran menunjukkan beberapa keunggulan teknis yang signifikan. Hasil pengujian menunjukkan konsistensi output pada tiga tingkat kecepatan yang berbeda, sebagaimana ditampilkan

pada data osiloskop. Stabilitas ini sejalan dengan temuan Nugroho et al. (2022) yang menyatakan bahwa konsistensi output pada media pembelajaran praktikum berkorelasi positif dengan tingkat pemahaman siswa terhadap konsep yang diajarkan.

Validasi dilakukan oleh satu orang ahli media. Pemilihan validator ini didasarkan pada kompetensi di bidangnya, yaitu seseorang yang memahami desain alat praktikum untuk siswa. Akhirnya, ditetapkan satu orang dosen dari IAIN Palangka Raya sebagai validator ahli media untuk alat praktikum ini.

Tahapan-tahapan pengembangan alat praktikum:

1. Tahap Define (Pendefinisian)

Pada tahap definisi, dilakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi sekolah dan siswa melalui wawancara dengan guru terkait, serta observasi di MA Darul Ulum Palangka Raya menunjukkan bahwa pada proses pembelajaran fisika, guru menerapkan metode ceramah dengan media buku dan video, serta kerja kelompok dan inkuiri terarah. Namun, beberapa siswa kurang aktif dan tidak memperhatikan, merasa bosan karena hanya menerima materi tanpa adanya interaksi yang memadai. Minat siswa terhadap pembelajaran fisika di rumah juga rendah, dan keterlibatan dalam tanya jawab sangat minim. Selain itu, fasilitas di sekolah, terutama alat praktikum yang minim, menghambat pelaksanaan kegiatan praktikum yang dapat mendukung pemahaman teori fisika.

2. Tahap Design (Perancangan)

Rancangan penelitian ini menyakup beberapa alat yaitu penggunaan kincir angin model vertikal axis, generator mini, penyearah 3 fasa, dengan data di tampilkan oleh osiloskop digital :

a. Kincir angin model verikal axis

Kincir angin dengan model poros vertikal sangat cocok untuk percobaan sehingga hasil percobaan akan lebih optimal. karena model ini tidak banyak di ketahui siswa, sehingga dapat meningkatkan daya Tarik dan kincir model vertical axis sangat efektif untuk digunakan karena daya tangkap angin nya lebih fleksibel dari berbagai arah, sehingga mempermudah dalam percobaan.



Gambar 3. Kincir Angin model vertikal axis

b. Generator mini

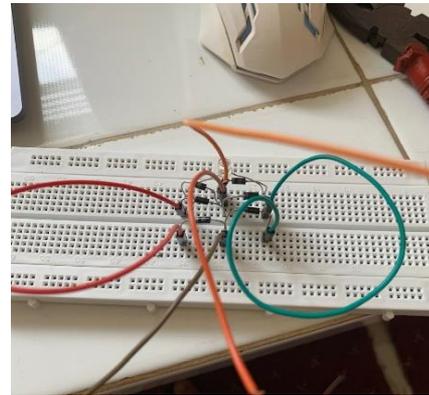
Generator mini sendiri merupakan generator 3 fasa alternator out AC DC sangat ideal untuk simulasi kincir angin percobaan arus AC sehingga hasil percobaan akan optimal dikarena pada Generator mini Menghasilkan arus lebih stabil, mengurangi fluktuasi tegangan, Lebih efisien dalam mengubah energi mekanik menjadi listrik, menghasilkan lebih banyak daya, Distribusi beban merata, meningkatkan kinerja dan umur generator sehingga mempermudah dalam percobaan (Samanta et al., 2023).



Gambar 4. Generator mini 3 fasa

c. Penyearah 3 fasa

Penyearah 3 fasa itu sendiri merupakan rangkaian yang mengubah arus bolak-balik (AC) dari sumber listrik tiga fase menjadi arus searah (DC), sering digunakan dalam industri untuk menyediakan daya DC yang stabil. Komponen utamanya meliputi enam dioda, transformator (opsional), dan kapasitor untuk meratakan gelombang DC. Cara kerjanya melibatkan pengaktifan dua dioda dari tiga fase pada setiap siklus AC, menghasilkan output DC yang lebih halus. output yang stabil dengan riak rendah, dan kemampuan menangani beban besar. Digunnakan untuk mempermudah menjelaskan perbedaan arus AC dan DC pada praktikum.



Gambar 5. Rangkaian penyearah 3 fasa

d. Osiloskop digital

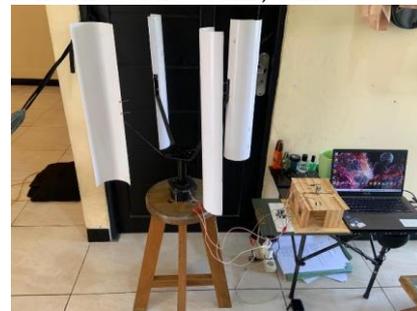
Osiloskop adalah alat ukur elektronik yang menampilkan dan menganalisis bentuk gelombang sinyal listrik dalam grafik, memungkinkan pengguna melihat variasi sinyal terhadap waktu. Fungsi utamanya mencakup pengukuran amplitudo, frekuensi, periode, dan bentuk gelombang, serta analisis kualitas sinyal untuk mengidentifikasi distorsi, jitter, dan noise. Osiloskop digunakan pada penelitian ini sebagai alat penampil data yang di hasilkan generator yang sudah melalui penyearah 3 fasa.



Gambar 6. Osiloskop digital

3. Tahap Develop (Pengembangan)

Penelitian ini mengembangkan media praktikum berupa media kincir angin model vertikal axis yang digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi Arus listrik bolak - balik, balik.

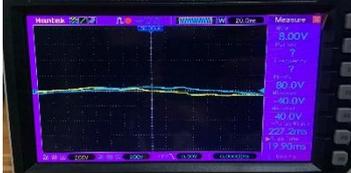
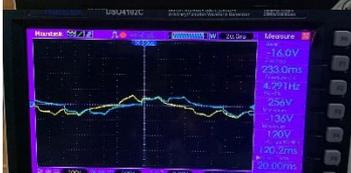


Gambar 7. Rangkaian praktikum percobaan

Penggunaan alat praktikum ini yaitu ketika kipas angin dinyalakan sebagai sumber angin untuk memutar kincir, Ketika arus yang dihasilkan generator dihubungkan menggunakan probe ke osiloskop maka data yang dihasilkan dari generator akan ditampilkan di layar osiloskop.

Alat praktikum yang dibuat tentu memiliki kekurangan dan kelebihan. Kelebihan dari alat ini adalah 1) Rangkaian media fleksibel dapat dibongkar pasang, 2) bentuk turbin sangat efisien dengan model vertikal axis mampu menangkap angin yang datang dari segala arah, 3) rangkaian yang disusun saat praktikum sangat simpel sehingga mempermudah siswa memahami pembelajaran.

Tabel 3. Hasil percobaan alat praktikum

CH	Kecepatan kipas angin	Hasil Osiloskop
CH 1	Kecepatan 1	
	Kecepatan 2	
	Kecepatan 3	
CH 2	Kecepatan 1	
	Kecepatan 2	
	Kecepatan 3	

Hasil validasi mengenai alat praktikum kincir angin model vertikal axis yang dikembangkan ini dapat

direkapitulasi dalam tabel 4, menunjukkan konsistensi dengan temuan sebelumnya bahwa aspek tampilan dan

daya tarik berpengaruh signifikan terhadap efektivitas media pembelajaran.

tampilan, memperoleh nilai sebesar 87,5 dengan kriteria "sangat valid." Pada aspek daya tarik, nilai yang diperoleh adalah 75 dengan kriteria "valid

Tabel 4. Rekapitulasi hasil validasi media aspek tampilan dan daya tarik

No	Kategori	%	Ket
1	Tampilan	87.5	SANGAT VALID
2	Daya Tarik	75.0	VALID

Berdasarkan Tabel 4, hasil rekapitulasi validasi alat praktikum menunjukkan bahwa pada aspek

Tabel 2. Saran perbaikan

No	Sebelum revisi	Saran perbaikan	Setelah revisi
1		<ul style="list-style-type: none"> - Ganti turbin menggunakan pipa yang lebih besar diameternya. - Ganti dudukan turbin menggunakan besi karena menggunakan pipa tidak kokoh. 	
2		<ul style="list-style-type: none"> - Gunakan penyearah 3 fasa agar output yang di bhasilkan setabil. 	
3		<ul style="list-style-type: none"> - Buatlah miniatur rumah dengan sebuah lampu dan kipas angin dalamnya menggunakan lampu LED dan dinamo. 	

Berdasarkan hasil penilaian validator ahli media terhadap alat praktikum yang di kembangkan, terdapat dua aspek yang dinilai, yaitu tampilan yang mencakup: 1) tampilan media pembelajaran sangat menarik perhatian siswa, 2) media pembelajaran mudah digunakan dalam materi arus listrik bolak - balik, 3) disain media pembelajaran simpel, dan 4) media pembelajaran yang dibuat tidak mudah rusak, dan daya tarik terdiri dari 1) media pembelajaran yang digunakan dapat menambah daya tarik sisiwa dalam proses pembelajaran, dan 2) penggunaan media pembelajaran

menambah minat pembelajaran. Saran dari validator adalah alat praktikum yang dibuat ini sudah bagus, namun perlu ditambahkan lagi detail simulasi penggunaan daya dalam kehidupan sehari - hari, dan lebih rinci untuk penjelasan arus AC.

Berdasarkan perolehan data di atas, maka media pembelajaran kincir angin model vertial axis sebagai alat praktikum pada materi arus listrik bolak - balik, perangkat ini dinilai sangat valid atau sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Peneliti ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Muhammad

Masyruhan yang menyatakan bahwa alat praktikum dapat dianggap valid atau layak digunakan dalam pembelajaran fisika jika telah berfungsi sesuai dengan teori yang ada (Muhammad Masyruhan, 2020).

4. Tahap Disseminate (Penyebaran)

Pada tahap disseminate dilakukan pengemasan dan penyebaran media pembelajaran kepada target produk yang telah ditentukan (Hudaya Salsabila et al., 2023) Produk akhir yang telah direvisi pada tahap develop, disebarkan kepada guru mata pelajaran Fisika sekolah menengah yakni MA Darul Ulum Palangka raya. Produk yang telah disebarkan akan di implementasikan sebagai media pembelajaran dalam mata Pelajaran Fisika, Kompetensi Pembelajaran pada materi arus listrik bolak - balik. Setelah diimplementasikan, dilakukan pula pengukuran ketercapaian tujuan pembelajaran untuk menilai efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan. Hasil pengukuran ini nantinya dapat dijadikan bahan evaluasi dan pengembangan lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya.

Kesimpulan

Hasil kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pengembangan media kincir angin model vertikal axis untuk pembelajaran arus listrik bolak-balik telah berhasil dilakukan melalui metode R&D dengan pendekatan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Media ini dirancang untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan mempermudah pemahaman konsep arus listrik. Hasil validasi menunjukkan bahwa alat praktikum ini sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran, dengan skor rata-rata tampilan 87,5% (sangat valid) dan daya tarik 75% (valid). Penggunaan media ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan rendahnya interaksi dan minat siswa dalam pembelajaran fisika. Implementasi alat praktikum ini diharapkan meningkatkan efektivitas proses pembelajaran dan menjadi bahan evaluasi untuk pengembangan lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Saya menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada validator yang telah meluangkan waktu untuk memberikan penilaian dan masukan terkait media pembelajaran kincir angin model vertikal axis pada materi arus listrik bolak - balik yang telah dikembangkan.

References

Abdul Wahid. (2018). Pentingnya media pembelajaran dalam meningkatkan prestasi belajar. *Istiqra*, 5(1).

- Aghni, R. I. (2018). Fungsi dan jenis media pembelajaran dalam pembelajaran akuntansi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 16(1). <https://doi.org/10.21831/jpai.v16i1.20173>
- Arrosyad, M. I., Antika, D., Dzulqa, E. T., Balqis, M., Muhammadiyah, U., & Belitung, B. (2023). Analisis penggunaan Wordwall sebagai media pembelajaran terpadu untuk meningkatkan daya tarik belajar siswa di sekolah dasar. *Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 1(1). <https://journal.csspublishing/index.php/ijm>
- Basack, S., Dutta, S., & Saha, D. (2022). Installation and performance study of a vertical-axis wind turbine prototype model. *Sustainability*, 14(23), 16084.
- Boztaş, A., Demirbaş, O., & Şahin, M. E. (2021). Investigation of vertical-axis wind turbines and the design of their components. *Turkish Journal of Electromechanics and Energy*, 6(2). <https://www.scienceliterature.com>
- Fauziyah, N., & Suparji. (2014). Penggunaan media miniatur dalam model pembelajaran berbasis masalah pada materi gaya dan momen di kelas X TGB 3 SMK Negeri 3 Surabaya. *Prodi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya*, 1-10. https://core.ac.uk/display/230734678?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1
- Hudaya Salsabila, A., Iriani, T., & Sri Handoyo, S. (2023). Penerapan model 4D dalam pengembangan video pembelajaran pada keterampilan mengelola kelas. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(8).
- Lin, J., & Li, J. (2016). An effective user-centered approach: Using web design framework to support user experience design of interactive multi-functional product. *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 3129-3135.
- Mahmuddin, F., Klara, S., Pawara, M. U., Anshar, D., & Akhir, Y. (2020). Studi performa vertical-axis wind turbine (VAWT) sebagai pembangkit energi listrik pada floating platform. *SENSISTEK*, 2(1).
- Meng, H., Wang, M., Aneke, M., Luo, X., Olumayegun, O., & Liu, X. (2018). Technical performance analysis and economic evaluation of a compressed air energy storage system integrated with an organic Rankine cycle. *Fuel*, 211, 318-330.

- Muhammad Masyruhan, U. P. Y. A. H. (2020). Spektra: Jurnal Kajian Pendidikan Sains, 6(2). <https://doi.org/10.32699/spektra.v6vi2i.145>
- Nurrita. (2018). Media pembelajaran dan hasil belajar siswa. *Misykat*, 3, 171–187.
- Rahmawan, A. B. (2015). Pengembangan media pembelajaran kincir angin pada mata pelajaran prakarya dan kewirausahaan. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rasagama, I. G. (2019). Pengembangan modul praktikum osiloskop untuk meningkatkan pemahaman konsep arus bolak-balik mahasiswa Politeknik Negeri Bandung. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 5(1), 134–143. <https://doi.org/10.29303/jpft.v5i1.1159>
- Samanta, I. S., Panda, S., Rout, P. K., Bajaj, M., Piecha, M., Blazek, V., & Prokop, L. (2023). A comprehensive review of deep-learning applications to power quality analysis. *Energies*, 16(11). <https://doi.org/10.3390/en16114406>
- Setyowati, A., & Subali, B. (2011). Implementasi pendekatan konflik kognitif dalam pembelajaran fisika untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP kelas VIII. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7(2), 89–96.
- Tafonao, T. (2018). Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103. <https://doi.org/10.32585/jkp.v2i2.113>
- Yulianti, D., Yulianto, A., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2010). Penerapan pembelajaran kontekstual untuk meningkatkan minat dan hasil belajar fisika siswa SMP melalui jigsaw puzzle competition. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6, 84–89. <http://journal.unnes.ac.id>