

# Pemanfaatan Bahan Bekas sebagai Alat Peraga IPA Ramah Lingkungan

DOI: <https://doi.org/10.18196/berdikari.v11i2.17845>

## ABSTRACT

Effective learning can be achieved by utilizing practical teaching aids that can challenge students to understand the material. This needs to be done to increase students' lack of learning motivation, as it will hurt learning achievement. Each student has a variety of learning styles, such as visual, audio, and kinesthetic. Therefore, teachers should try to create innovation by developing teaching aids in the form of a Pascal pressure model that can be implemented in learning experiments. The purpose of making this demonstration equipment is so students can understand the concept of Pascal pressure more concretely and in-depth, compared to relying on pictures as a visual tool. Apart from that, this innovation can also increase student motivation so that learning becomes more real and not just imagination and so that student learning outcomes can increase. The research method involves identifying old materials that can be used, designing creative and educational teaching aids, as well as testing the effectiveness of teaching aids in supporting science learning. The research results show that using used materials in natural science teaching aids can reduce negative environmental impacts by reducing waste and consuming new resources. The teaching aids developed can also facilitate understanding of science concepts visually and interactively. The trial of this teaching aid showed a positive response from students toward a more interesting and sustainable learning method.

Keywords: Teaching Props, Used Materials, Thinking Skills, Creativity

## ABSTRAK

Pembelajaran yang efektif dapat dicapai dengan memanfaatkan peralatan peraga praktikum yang dapat menciptakan tantangan bagi siswa dalam memahami materi pelajaran. Hal tersebut perlu dilakukan untuk meningkatkan motivasi belajar siswa yang kurang sehingga akan berdampak negatif pada prestasi belajar. Setiap siswa memiliki gaya belajar yang beragam, seperti visual, audio, dan kinestesis. Oleh karena itu, guru sebaiknya berusaha menciptakan inovasi dengan mengembangkan peralatan peraga berupa model tekanan pascal yang dapat diimplementasikan dalam eksperimen pembelajaran. Maksud dari pembuatan peralatan peraga ini adalah agar siswa dapat memahami konsep tekanan pascal secara lebih konkret dan mendalam, dibandingkan dengan hanya mengandalkan gambar sebagai alat visual. Selain itu, inovasi tersebut juga dapat menggerakkan motivasi siswa agar pembelajaran menjadi lebih nyata dan tidak hanya berupa imajinasi sehingga hasil belajar siswa dapat semakin meningkat. Metode penelitian melalui tahap identifikasi bahan bekas yang

---

## FITRIA SILVIANA<sup>1</sup>, SONI PRAYOGI<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Physics Education Program,  
Mathematics and Natural Sciences  
Faculty,  
Universitas Negeri Medan  
Jalan Willem Iskandar / Pasar V,  
Medan, Sumatera Utara – Indonesia  
Kotak Pos 1589, Kode Pos 20221 Telp.  
(061) 6613365.

<sup>2</sup> *Electrical Engineering Program,  
Industrial Engineering Faculty,  
Universitas Pertamina, . Jalan Teuku  
Nyak Arief, RT.7/RW.8, Simprug, Kec.  
Kby. Lama, Kota Jakarta Selatan,  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Kode  
Pos 12220. Telp. (021) 50857540*  
E-mail: prayogi.sp@gmail.com

dapat dimanfaatkan, perancangan alat peraga yang kreatif dan edukatif, serta uji coba terhadap efektivitas alat peraga dalam mendukung pembelajaran IPA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan bahan bekas dalam alat peraga IPA mampu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan melalui pengurangan limbah dan konsumsi sumber daya baru. Alat peraga yang dikembangkan juga mampu memfasilitasi pemahaman konsep-konsep IPA secara visual dan interaktif. Uji coba terhadap alat peraga ini menunjukkan respons positif dari para siswa terhadap metode pembelajaran yang lebih menarik dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Alat Peraga, Bahan Bekas, Kemampuan Berpikir, Kreativitas*

## **PENDAHULUAN**

Saat ini, isu lingkungan semakin menjadi perhatian utama masyarakat global. Perubahan iklim, penurunan kualitas udara, dan akumulasi sampah plastik menjadi tantangan serius yang harus dihadapi untuk menjaga keberlanjutan bumi (Avsar, et.al, 2021). Di tengah kesadaran terhadap pentingnya pelestarian lingkungan, edukasi tentang sains dan ilmu pengetahuan menjadi kunci dalam membentuk generasi yang peduli terhadap alam (Silviana and Prayogi, 2023). Salah satu mata pelajaran yang memegang peranan penting untuk memahami alam adalah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) (Childers and Elz, 2022). Melalui IPA, siswa diajak untuk memahami berbagai fenomena alam, proses-proses alamiah, dan berbagai penemuan dan inovasi ilmiah yang telah mengubah dunia (Ghufron and Prayogi, 2023). Namun, tantangan dalam mengajarkan IPA adalah menciptakan alat peraga yang menarik dan efektif untuk membantu siswa memahami konsep-konsep ilmiah yang kompleks (Widodo and Nugroho, 2019).

Dalam konteks ini, pemanfaatan bahan bekas sebagai alat peraga IPA ramah lingkungan muncul sebagai solusi yang sangat relevan (Prayogi, 2022). Bahan bekas merupakan material yang sudah tidak digunakan lagi dan umumnya akan berakhir sebagai sampah (Widyastuti and Astuti, 2016). Namun, dengan kreativitas dan pandangan yang berbeda, bahan bekas dapat diubah menjadi alat peraga yang menarik, edukatif, dan membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Herlina *et al.*, 2022). Pemanfaatan bahan bekas sebagai alat peraga IPA tidak hanya memberi manfaat praktis dalam mengajarkan konsep-konsep ilmiah secara konkret, tetapi juga mengajarkan nilai-nilai lingkungan kepada siswa (Junaeti *et al.*, 2022). Dengan memperkenalkan konsep daur ulang dan mendemonstrasikan potensi kreativitas dalam mengolah bahan bekas menjadi sesuatu yang berguna, siswa akan memahami pentingnya mengurangi, mendaur ulang, dan menggunakan sumber daya secara bijaksana (Diana, et.al., 2022). Pendekatan ramah lingkungan dalam pembelajaran IPA ini juga dapat menciptakan kesadaran yang lebih luas tentang masalah lingkungan di kalangan siswa

(Jannah *et al.*, 2022). Mereka akan lebih peka terhadap dampak lingkungan dari perilaku konsumsi dan pembuangan sampah (Rahmadani and Hurriyah, 2019). Oleh sebab itu, diharapkan generasi yang akan datang dapat menjadi motor perubahan yang sangat aktif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan dan membentuk masyarakat yang peduli akan lingkungan (Nichols Hess and Greer, 2016).

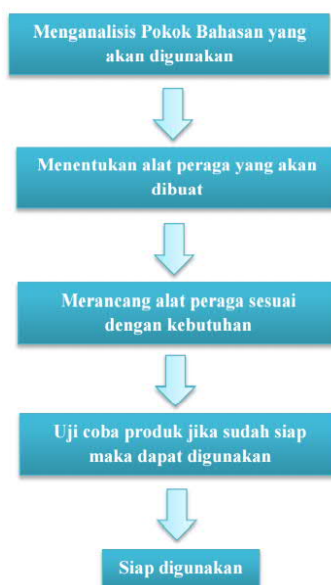
Pemanfaatan bahan bekas sebagai alat peraga IPA tidak hanya berdampak bagi dunia pendidikan, tetapi juga membawa manfaat sosial dan lingkungan yang jauh lebih luas (Prayogi, et.al, 2023). Dengan mengadopsi pendekatan ini, dapat menciptakan lingkungan belajar yang menarik, inspiratif, dan memastikan masa depan yang lebih cerah bagi bumi (Diraya, et.al., 2021). Tahapan selanjutnya adalah mengeksplorasi berbagai contoh pemanfaatan bahan bekas sebagai alat peraga IPA yang dapat diaplikasikan di lingkungan pendidikan, serta mengidentifikasi manfaat dan kemungkinan tantangan yang akan dihadapi. Melalui kegiatan ini, diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai potensi besar penggunaan alat peraga IPA ramah lingkungan dalam mencapai tujuan edukasi sains yang berkelanjutan dan bertanggung jawab.

## **METODE PELAKSANAAN**

Kegiatan ini dilaksanakan menggunakan pendekatan *Design Based Research* (DBR). Dengan pendekatan DBR, diharapkan dapat menghasilkan media pembelajaran yang inovatif dan mendukung proses belajar mengajar. Kegiatan pengabdian dengan pendekatan DBR melibatkan langkah-langkah seperti analisis, perencanaan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi (Nichols Hess and Greer, 2016). Akan tetapi, dalam kegiatan ini hanya ada tiga tahap yang diterapkan, yakni tahap analisis, desain, dan pengembangan (Prayogi, et.al, 2023). Selain itu, data yang digunakan merupakan data deskriptif yang berfungsi untuk menjelaskan tingkat validitas lingkungan belajar (Zainuddin *et al.*, 2022). Metode pelaksanaannya adalah gabungan antara pendekatan kualitatif dan kuantitatif yang melibatkan penggunaan alat bantu untuk mengumpulkan semua data yang diperlukan (Roslina, et.al., 2022). Gambar 1 menunjukkan tahapan pembuatan media pembelajaran dengan alat peraga yang terbuat dari bahan bekas.

Dalam kegiatan ini, pengumpulan data dilakukan dengan mendistribusikan kuesioner validasi kepada validator berpengalaman. Alat-alat yang digunakan dalam uji validasi mencakup *flowchart*, *storyboard*, video penjelasan alat percobaan sederhana, dan survei validasi. Kuesioner tersebut mencakup sejumlah indikator, termasuk evaluasi penampilan

fisik alat percobaan sederhana, efisiensi alat, pengoperasian, tingkat implementasi praktis dari desain, aspek keamanan, kesesuaian dengan keperluan pembelajaran, dan aspek keuangan, serta pertimbangan lingkungan.



**Gambar 1.** Tahapan pembuatan media pembelajaran dengan alat peraga yang terbuat dari bahan bekas

Proses analisis data disesuaikan dengan instrumen yang diterapkan dan jenis data terhimpun, yang terdiri atas data kualitatif dan kuantitatif. Selanjutnya, dilakukan proses pengolahan data statistik untuk data kuantitatif dan analisis data deskriptif untuk data kualitatif (Sugiyono, 2010). Setelah memperoleh data dari hasil uji validasi, dilakukan analisis perbandingan antara nilai validasi dan nilai kritis yang telah ditentukan (Sands, 2021). Pada umumnya, nilai kritis digunakan sebagai acuan untuk menentukan batas validitas instrumen. Dalam kasus ini, nilai batas validitasnya adalah 0,40 sesuai dengan tingkat kesalahan yang ditetapkan sebesar 5% (Prayogi *et al.*, 2023).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Di Indonesia, masih banyak dijumpai situasi pembelajaran dengan guru berperan sebagai pendidik utama. Walaupun beberapa guru telah berupaya berperan sebagai fasilitator dan juga sumber informasi, pada kenyataannya, kapasitas manusia memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk mendapatkan bantuan dalam menjelaskan materi apa pun, terutama materi ilmiah (Ashfaque-E-Alam, *et.al.*, 2017).

Peran pendidik sebagai perantara dalam mengajar tidak hanya terbatas pada menyajikan materi sesuai dengan rencana program pembelajaran. Dengan bantuan

alat peraga, pembelajaran menjadi lebih mudah dipahami. Siswa tidak hanya belajar secara abstrak atau membayangkan, tetapi juga dapat melihatnya secara langsung (Ramadhan *et al.*, 2023). Dalam peran sebagai supervisor, guru juga diharapkan dapat memunculkan kreativitas dan inovasi saat menggunakan bahan ajar (Wahyuni, K and Syukri, 2018). Dalam situasi saat ini, membeli alat peraga memerlukan waktu yang lama atau menunggu bantuan dari pemerintah sehingga guru sering kali memilih alat peraga dengan harga paling terjangkau (Syafii, *et.al.*, 2020).

Alat peraga berfungsi sebagai perantara atau penyampai pesan dalam proses pembelajaran. Guru menggunakan alat peraga untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Tidak hanya memaksimalkan penggunaan pancaindra siswa, tetapi pengalaman langsung juga dapat membantu mereka dalam proses belajar, seperti melihat dan bahkan merasakan (Prayogi, *et.al*, 2023). Dengan kata lain, hadirnya alat peraga sangat bermanfaat bagi siswa (Hidayati and Usman, 2020). Alat peraga bisa dibuat sendiri dari barang bekas yang mudah didapat dan harganya terjangkau (Triani, Asrizal and Usmeldi, 2022).



**Gambar 2. Properti untuk menerapkan Hukum Pascal**

Gambar 2 menunjukkan implementasi sederhana dari Hukum Pascal. Dalam penggunaannya, alat pengisap dilepaskan dan tabung diisi dengan cairan. Ketika cawan hisap untuk suntikan besar didorong atau diisi, maka cangkir hisap untuk suntikan kecil naik. Sebaliknya, ketika pendorong suntikan kecil didorong, kawat suntikan besar akan naik sehingga memungkinkan untuk membedakan gaya yang diberikan pada isapan.

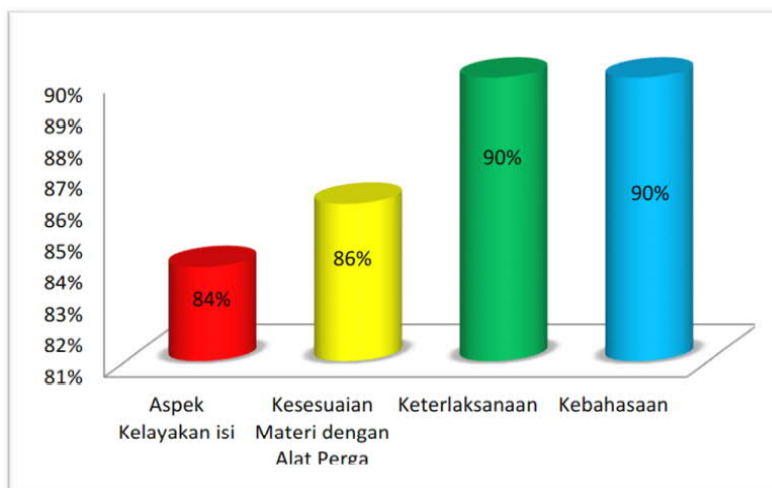
Hukum Pascal merupakan prinsip yang menjelaskan bahwa tekanan yang diberikan pada suatu cairan dalam sebuah wadah tertutup akan disebarkan secara merata ke seluruh bagian dalam wadah tersebut. Ini berarti bahwa tekanan yang beroperasi di dalam tangki akan memiliki besaran yang sama di setiap titik dalam tangki tersebut

(Seiler and Stamatescu, 2007). Prinsip Pascal menyatakan bahwa dalam ruang tertutup, tekanan yang diberikan pada cairan yang diam akan merambat secara merata ke seluruh arah sehingga tekanan dalam wadah akan seragam di semua titik (Sands, 2021).

Seperti yang terdapat dalam QS. Al Baqarah: 164 berikut (Choudhury, 2016): *“Dalam penciptaan langit dan bumi, dalam perputaran siang dan malam, serta dalam perjalanan bahtera di laut yang membawa manfaat bagi manusia, semuanya adalah rahmat yang Allah turunkan dari langit dalam bentuk air; kemudian melalui air, Dia menghidupkan bumi yang telah mati, dan Dia menyebar di bumi berbagai jenis makhluk hidup, bersamaan dengan hembusan angin dan awan yang bergerak di antara langit dan bumi. Semua ini adalah bukti-bukti ke-Esaan dan kebesaran Tuhan bagi mereka yang berpikir.”*

### Kelayakan Media Pembelajaran

Setelah tahap pengembangan produk selesai, tahap selanjutnya adalah tahap validasi. Pengembangan alat peraga IPA berbasis bahan bekas oleh mahasiswa dan beberapa dosen dari Universitas Negeri Medan bersama beberapa dosen dari Universitas Pertamina telah memperkuat konsep ini melalui proyek pengabdian yang cermat. Validasi oleh pakar materi ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Persentase penilaian materi

Berdasarkan Gambar 3, hasil evaluasi perangkat pembelajaran saintifik yang ramah lingkungan bagi peserta didik menunjukkan aspek kelayakan isi mencapai 84%, kesesuaian materi 86%, implementasi dalam produksi bahan ajar 90%, dan aspek kebahasaan juga 90%. IPA menghadirkan produk dari bahan bekas ramah lingkungan dan mendapat skor 88%. Nilai tersebut berada pada rentang 80,00% - 100%, artinya

materi bahan ajar yang digunakan layak sebagai bentuk pengelolaan lingkungan bagi siswa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alat peraga ini sudah sangat baik dan tidak memerlukan perbaikan tambahan serta siap untuk diujicobakan di lingkungan sekolah (Tina, Saehana and Wahyono, 2021). Selain itu, validasi oleh media dilakukan melalui pengisian angket yang mencakup delapan aspek untuk setiap area evaluasi yang relevan. Aspek-aspek tersebut adalah tampilan fisik alat peraga, keamanan operasional, kreativitas, pemahaman konsep, efisiensi, desain, daya tarik, dan kegunaan. Hasil validasi oleh ahli media tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Persentase pendapat ahli media

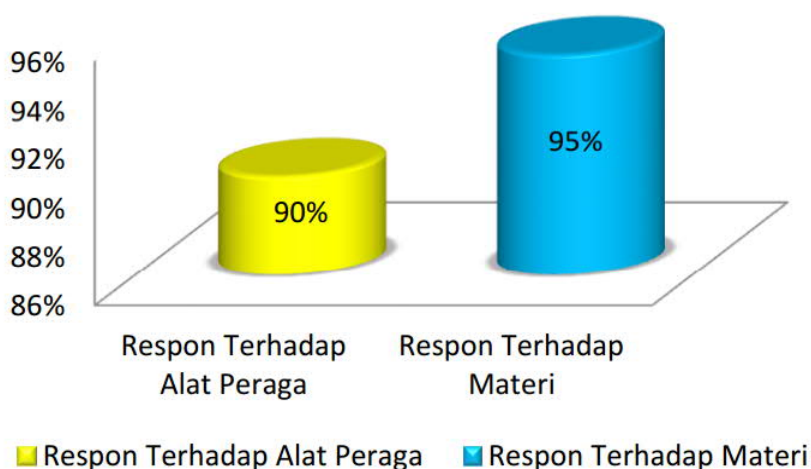
Dalam rangka upaya pelestarian lingkungan, alat peraga ini terbuat dari bahan yang ramah lingkungan. Dari aspek tampilan fisik, alat peraga ini mendapatkan skor 90%, sedangkan dari aspek keamanan dalam penggunaan mencapai 85%. Dari aspek kreativitas, pemahaman konsep, penyediaan kinerja, desain, pengoperasian, dan daya tarik semuanya memiliki skor 80%. Secara keseluruhan, alat peraga ini mencapai skor 83% dan berada dalam kategori persentase antara 80,00% sampai dengan 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produk ini layak digunakan oleh siswa sebagai alat bantu pembelajaran ilmiah yang berkelanjutan. Semua aspek dalam kategori sudah mencapai standar yang baik, sehingga tidak memerlukan perbaikan tambahan dan siap diuji coba di sekolah (Putri and Wahyudi, 2022).

### Uji Coba Produk

Peneliti menjalankan eksperimen lapangan yang melibatkan 90 siswa untuk berinteraksi dengan alat peraga IPA yang telah dibuat dari bahan-bahan daur ulang.

Hal ini sebagai langkah konkret mendukung pelestarian lingkungan. Langkah pertama adalah memberikan penjelasan awal mengenai penggunaan bahan-bahan yang terkait dalam pembuatan alat peraga. Selanjutnya, peneliti menguraikan materi yang terdapat dalam buku panduan sambil secara langsung memperlihatkan alat peraga yang akan mereka buat. Tahapan berikutnya adalah mengajak siswa untuk menguji dan membuktikan bahwa alat pembelajaran yang dijelaskan sesuai dengan perangkat ilmiah yang bertujuan melestarikan lingkungan.

Uji lapangan alat peraga IPA yang menggunakan bahan ramah lingkungan, dinilai berdasarkan dua aspek penilaian yaitu aspek alat peraga dan materi. Dari aspek alat peraga menunjukkan skor 90% dan aspek materi dengan skor 95%, seperti yang terlihat pada Gambar 5. Selanjutnya, dalam hal aspek materi pembelajaran, setelah dilakukan uji coba, alat bantu pembelajaran fisik yang terbuat dari bahan bekas dinilai sangat menarik dalam konteks pelestarian lingkungan (Tina, Saehana and Wahyono, 2021).



Gambar 5. Hasil uji lapangan

## SIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini telah berhasil menciptakan alat peraga praktikum Fisika berbahan bekas yang mendukung langkah preventif pelestarian lingkungan. Dari segi produk yang dihasilkan, kualitas media ini dinilai 90% (sangat mungkin) oleh ahli media, dan 95% (sangat mungkin) oleh ahli materi. Respons siswa terhadap daya tarik lingkungan pembelajaran melalui pengembangan alat peraga ini mencapai 91% yang berarti dinilai sangat menarik selama uji lapangan dilakukan.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Negeri Medan dan Universitas Pertamina atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ashfaq-E-Alam, Md., Islam, Md.R. and Faria, I.J. 2017. 'Development and validation of a low-cost visible light spectrophotometer', in 2017 4th International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE). 2017 4th International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE), pp. 653–657. Available at: <https://doi.org/10.1109/ICAEE.2017.8255437>.
- Avsar Erumit, B., Akerson, V.L. and Buck, G.A. 2021. 'Multiculturalism in higher education: experiences of international teaching assistants and their students in science and math classrooms'. *Cultural Studies of Science Education*, 16(1), pp. 251–278. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11422-020-09996-2>.
- Childers, G. and Elz, H. 2022. 'Unveiling the scientists and engineers in the Southern Appalachian community'. *Cultural Studies of Science Education*, 17(4), pp. 1141–1158. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11422-022-10133-4>.
- Choudhury, M.A. 2016. 'Introduction: Foundations of the Qur'anic Worldview', in M.A. Choudhury (ed.) *Absolute Reality in the Qur'an*. New York: Palgrave Macmillan US (Palgrave Series in Islamic Theology, Law, and History), pp. 3–18. Available at: [https://doi.org/10.1057/978-1-137-58947-7\\_1](https://doi.org/10.1057/978-1-137-58947-7_1).
- Diana, R., Surahman, E. and Makiyah, Y.S. 2022. 'The Effect of Problem Based Learning with Laboratory Activities on Students' Problem-Solving Skills'. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(3), pp. 1017–1029.
- Diraya, I., Budiyo, A. and Triastutik, M. 2021. 'Kontribusi Virtual Lab Phet Simulation untuk Membantu Praktikum Fisika Dasar'. *Phenomenon* : Jurnal Pendidikan MIPA, 11(1), pp. 45–56. Available at: <https://doi.org/10.21580/phen.2021.11.1.7367>.
- Ghufro, S. and Prayogi, S. 2023. 'Cooling System in Machine Operation at Gas Engine Power Plant at PT Multidaya Prima Elektrindo'. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)*, 1(2), pp. 25–29. Available at: <https://doi.org/10.31004/riggs.v1i2.21>.
- Herlina, K. et al. 2022. 'Development of a Simple and Low-Cost Light Diffraction Props for Teaching and Learning Optics during Covid-19 Outbreak'. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(2), pp. 437–447.
- Hidayati, I.W. and Usman, N. 2020. 'Peningkatan Minat Baca Masyarakat Melalui Wisata Leterasi'. *Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, 8(1), pp. 59–64. Available at: <https://doi.org/10.18196/bdr.8177>.
- Jannah, R. et al. 2022. 'Effect Size/ : STEM pada Pembelajaran IPA Terhadap Keterampilan Abad 21'. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA*, 8(2), pp. 79–88. Available at: <https://doi.org/10.15548/nsc.v8i2.4227>.
- Junaeti, E. et al. 2022. 'Using Rule-based Procedural Content Generation to Generate Students Cognitive and Affective Ability in Game Teaching'. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 27(1). Available at: <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v27i1.52943>.
- Nichols Hess, A.K. and Greer, K. 2016. 'Designing for Engagement: Using the ADDIE Model to Integrate High-Impact Practices into an Online Information Literacy Course'. *Communications in Information Literacy*, 10(2), pp. 264–282.
- Prayogi, S. 2022. 'Analisis Efisiensi Sel Surya a-Si:H Berdasarkan Penyusunan Lapisan Aktif'. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 6(2), pp. 33–39.
- Prayogi, S. et al. 2023. 'Pemanfaatan Virtual Laboratory dalam Pemahaman Fisika Siswa SMA Al Manar Azhari Depok'. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 3(2), pp. 862–868. Available at: <https://doi.org/10.33379/icom.v3i2.2679>.
- Prayogi, S., Silviana, F. and Hamid, T. 2023. 'Analysis of the process of coloring objects based on the optical properties of objects'. *Cakrawala Jurnal Ilmiah Bidang Sains*, 1(2), pp. 55–60. Available at: <https://doi.org/10.28989/cakrawala.v1i2.1405>.
- Prayogi, S., Silviana, F. and Samin, S. 2023. 'Development of an Inexpensive Spectrometer Tool with a Tracker to Investigate Light Spectrum'. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 24(1), pp. 28–38.
- Prayogi, S., Silviana, F. and Zainuddin, Z. 2023. 'Understanding of the Experimental Concept of Radiation Absorption of Radioactive Materials'. *Journal of Physics: Theories and Applications*, 7(1), pp. 45–52. Available at: <https://doi.org/10.20961/jphystheor-appl.v7i1.70138>.
- Putri, V.L. and Wahyudi, I. 2022. 'Pengaruh praktikum menggunakan physics toolbox sensor suite berbasis inkuiri terbimbing terhadap kemampuan interpretasi grafik siswa'. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 9(2), pp. 108–120. Available at: <https://doi.org/10.36706/jipf.v9i2.18715>.
- Rahmadani, W. and Hurriyah, H. 2019. 'Model

- Pembelajaran Cooperative Script dalam Mendorong Aktivitas Belajar IPA-Fisika*: Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA, 5(2), pp. 897–906. Available at: <https://doi.org/10.15548/nsc.v5i2.1092>.
- Ramadhan, R.A. *et al.* 2023. *'Smart Trash Bin Berbasis Internet Of Things Menggunakan Suplai dari Panel Surya'*; G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 7(3), pp. 1149–1158. Available at: <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i3.2777>.
- Roslina, R., Samsudin, A. and Liliawati, W. 2022. *'Effectiveness of Project Based Learning Integrated STEM in Physics Education (STEM-PJBL): Systematic Literature Review (SLR)'*; Phenomenon/ : Jurnal Pendidikan MIPA, 12(1), pp. 120–139. Available at: <https://doi.org/10.21580/phen.2022.12.1.11722>.
- Sands, D. 2021. *'Physics Education Research and the Foundations of Physics: A Case Study from Thermodynamics and Statistical Mechanics'*, in B.G. Sidharth *et al.* (eds) *Fundamental Physics and Physics Education Research*. Cham: Springer International Publishing, pp. 117–126. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52923-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52923-9_11).
- Seiler, E. and Stamatescu, I.-O. 2007. *'Introduction – The Many-Fold Way of Contemporary High Energy Theoretical Physics'*, in Ion-Olimpiu Stamatescu and Erhard Seiler (eds) *Approaches to Fundamental Physics: An Assessment of Current Theoretical Ideas*. Berlin, Heidelberg: Springer (Lecture Notes in Physics), pp. 3–18. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-71117-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-540-71117-9_1).
- Silviana, F. and Prayogi, S. 2023. *'An Easy-to-Use Magnetic Dynamometer for Teaching Newton's Third Law'*. Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi, 9(1), pp. 78–86. Available at: <https://doi.org/10.29303/jpft.v9i1.4810>.
- Sugiyono, S. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D*. ALFABETA Bandung. Available at: <https://www.pdfdrive.com/prof-dr-sugiyono-metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-rd-intro-e56379944.html> (Accessed: 11 January 2023).
- Syafii, M.L., Kusnawan, W. and Syukroni, A. 2020. *'Penumbuhkembangan Motivasi Guru Madrasah Tsanawiyah Mambaul Ulum Perdana dalam Peningkatan Kualitas Pendidikan'*. Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks. 8(2), pp. 92–103. Available at: <https://doi.org/10.18196/bdr.8281>.
- Tina, A., Saehana, S. and Wahyono, U. 2021. *'Pengembangan media alat praktikum pelayangan gelombang berbasis mikrokontroler arduino uno'*. Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika, 8(2), pp. 168–183. Available at: <https://doi.org/10.36706/jjpf.v8i2.14420>.
- Triani, F., Asrizal, A. and Usmeldi, U. 2022. *'Meta analisis pengaruh penerapan STEM terhadap hasil belajar fisika peserta didik'*. Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika. 9(1), pp. 99–107. Available at: <https://doi.org/10.36706/jjpf.v9i1.16507>.
- Wahyuni, A., K, C.C. and Syukri, M. 2018. *'Interconnection between student's prerequisite courses achievement and subsequent achievement in mechanics'*. Jurnal Pengajaran MIPA, 23(2), pp. 107–111. Available at: <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v23i2.15074>.
- Widodo, N. and Nugroho, S. 2019. *'Peningkatan Pemahaman Kurikulum 2013 bagi Guru Sekolah Dasar'*. Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks, 7(2), pp. 171–186. Available at: <https://doi.org/10.18196/bdr.7270>.
- Widyastuti, T. and Astuti, R.J. 2016. *'Penataan Halaman Sekolah Sebagai Ekoedukasi'*, Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks, 4(1), pp. 54–62. Available at: <https://doi.org/10.18196/bdr.416>.
- Zainuddin, Z. *et al.* 2022. *'Implementation of Engineering Everywhere in Physics LKPD Based on STEM Approach to Improve Science Process Skills'*. Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education), 10(2), pp. 231–239. Available at: <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i2.23130>.