



Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan Berbasis *Solar Cell* pada Pembelajaran IPA

Ega Marita Delima^{1)*}, Afrizal Mayub¹⁾, Euis Nursa'adah¹⁾

¹⁾Program Studi Magister Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu

*Corresponding Author: egamd.85@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menghasilkan alat peraga energi terbarukan berbasis solar cell pada pembelajaran IPA yang valid. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *research and development* (R&D) dengan model ADDIE. Namun, penelitian ini dibatasi hingga tahap *development* untuk menentukan validitas isi dari alat peraga yang dikembangkan. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas IX dan guru IPA SMPN 4 Bengkulu Tengah. Teknik pengumpulan data berupa angket siswa, angket validasi ahli dan panduan wawancara guru. Teknik analisa data pada penelitian ini menggunakan teknik persentase dan rumus Aiken's V untuk mengukur validitas alat peraga yang dikembangkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan valid (layak) dengan nilai rata-rata indeks Aiken sebesar 0,98 yang telah melampaui standar batas minimal Aiken' V untuk penelitian ini yaitu 0,92.

Kata Kunci: Alat Peraga IPA, Energi Terbarukan, *Solar Cell*.

1. PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) sebagai Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) sebagai salah satu ilmu sains tidak hanya berupa penguasaan pengetahuan yang berupa fakta, konsep, atau prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pembelajaran IPA harus menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar siswa mampu memahami apa yang sedang dipelajari. Hal yang perlu diperhatikan dalam mendukung proses pembelajaran IPA salah satunya yaitu penggunaan alat peraga dalam pembelajaran.

Alat peraga merupakan alat yang digunakan untuk menjelaskan konsep, sehingga siswa memperoleh kemudahan dalam memahami hal-hal yang dikemukakan guru (Kemendikbud, 2011). Alat peraga dirancang sesuai dengan prinsip pengetahuan pada materi yang akan dibahas, dengan menerima atau menangkap suatu objek guna mengoptimalkan semua fungsi indra siswa untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan cara mendengar, melihat, meraba, dan menggunakan pikiran secara logis dan realistis (Pramesty & Prabowo, 2019). Alat peraga dapat mempermudah siswa dalam memahami konsep yang terkandung di dalam materi sains serta dapat mempelajari sesuatu yang abstrak menjadi konkret atau nyata (Cecep, 2013). Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran dapat membantu siswa mengkonstruksi pengetahuan yang dimilikinya berdasarkan konsep yang disampaikan. Kelebihan penggunaan alat peraga dalam pembelajaran yaitu menarik perhatian, menumbuhkan minat, menumbuhkan keaktifan, mengembangkan keterampilan psikomotor serta menumbuhkan kreatifitas siswa untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi (Fadilah & Lubis, 2017).

Salah satu konteks pembelajaran IPA yang dapat diajarkan menggunakan alat peraga yaitu energi terbarukan. Energi terbarukan merupakan energi yang dihasilkan dari sumber alami seperti matahari, angin, air, panas bumi dan akan selalu tersedia serta tidak merusak kelestarian lingkungan. Terintegrasinya materi berkonteks energi terbarukan pada mata pelajaran IPA diharapkan dapat memberikan pengetahuan yang luas kepada siswa bahwa Indonesia memiliki banyak potensi sumber-sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari. Pembelajaran terkait energi terbarukan tersebut idealnya dilakukan dengan praktikum dengan disertai media pembelajaran yang dapat mengilustrasikan implementasi pemanfaatan energi terbarukan dalam keseharian (Sanjaya et al., 2016). Namun, masih ditemui beberapa kendala dalam melakukan praktikum yaitu masih sedikitnya media pembelajaran konteks energi terbarukan yang tersedia di sekolah. Hal ini sejalan dengan pendapat (Cholily et al., 2019) yang menyatakan bahwa

pembelajaran energi terbarukan di SMP hanya sebatas pada tingkat pengetahuan saja bukan pada tingkat praktek.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru IPA di SMPN 4 Bengkulu Tengah, diketahui bahwa penyampaian materi konteks energi terbarukan pada umumnya masih menggunakan metode ceramah, media yang digunakan dalam penyampaian materi hanya buku paket dan charta. Alat peraga konteks energi terbarukan belum tersedia di sekolah, sehingga penggunaan alat peraga pada pembelajaran IPA hanya dilakukan pada materi tertentu saja. Hal ini dikarenakan alat peraga yang tersedia di sekolah masih belum lengkap. Oleh sebab itu, diperlukan pengembangan alat peraga IPA pada materi berkonteks energi terbarukan khususnya yang menggunakan teknologi terkini seperti pemanfaatan energi matahari dengan menggunakan *solar cell* yang dapat membantu guru meningkatkan pemahaman dan keaktifan siswa.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan terdapat dampak positif yang diperoleh siswa setelah pembelajaran materi berkonteks energi terbarukan dengan menggunakan alat peraga berbasis *solar cell*. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh (Hakim, 2017) tentang pengembangan alat peraga *solar tracker* dua sumbu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan tersebut dapat meningkatkan kreativitas siswa dengan memperoleh N-gain sebesar 0,69 dalam kategori sedang. Penelitian serupa dilakukan (Verawati et al., 2022) tentang pengembangan alat peraga materi energi dengan menggunakan *solar cell* berbasis arduino, menunjukkan bahwa alat peraga tersebut dapat dijadikan alat peraga tambahan dalam membantu guru dalam memberikan pemahaman materi energi kepada siswa. Hasil penelitian (Chou et al., 2015) tentang efektivitas alat peraga pembelajaran energi terbarukan terhadap pembentukan sikap energi, menunjukkan alat peraga energi terbarukan dapat membantu siswa meningkatkan pengetahuan, sikap dan perilaku terhadap energi terbarukan melalui pengalaman.

Uraian diatas menggambarkan bahwa alat peraga energi terbarukan yang menggunakan *solar cell* penting dikembangkan pada pembelajaran, karena dengan adanya alat peraga tersebut diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa khususnya tentang aplikasi *solar cell* sebagai salah satu bentuk teknologi ramah lingkungan. Maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui validitas dari alat peraga energi terbarukan berbasis *solar cell* yang dikembangkan.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D). Prosedur pengembangan produk mengacu pada model pengembangan ADDIE yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*. Pada penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap development. Objek pada penelitian ini yaitu 40 orang siswa kelas IX, 3 orang guru IPA di SMPN 4 Bengkulu Tengah dan 3 orang dosen fisika FKIP Universitas Bengkulu. Teknik pengumpulan data berupa angket siswa, angket validasi ahli dan panduan wawancara dengan guru terkait proses pembelajaran IPA. Teknik analisa data menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif.

Tahapan pertama pada penelitian ini adalah analisis kebutuhan yaitu dengan menggali potensi dan masalah yang ada pada objek yang akan diteliti. Hasil analisis akan dievaluasi dan dijadikan sebagai dasar pada tahap berikutnya. Analisis data jawaban angket kebutuhan yang disebarkan kepada siswa dilakukan dengan cara menghitung persentase jawaban tiap item dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{\sum X}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase Skor

$\sum X$ = Jumlah skor

N = Skor Maksimal

Tahap kedua penelitian ini yaitu design, alat peraga yang dibutuhkan akan dirancang dan hasilnya akan dijadikan draf produk yang akan dikembangkan. Tahap ketiga yaitu development, alat peraga yang sudah dirancang pada tahap sebelumnya, akan dikembangkan dan kemudian dilakukan pengujian validasi ahli untuk

mengetahui tingkat kelayakan dari alat peraga yang dikembangkan. Uji validasi akan dilakukan oleh 4 orang validator yang terdiri dari 3 orang dosen ahli media dan 1 orang guru IPA. Uji validasi ini menggunakan pengujian Aiken. Indeks validasi Aiken didapatkan perhitungan dengan skor mentah dari ahli yang berjumlah n. Validitas isi dengan menggunakan indeks V Aiken diperoleh dengan menerapkan persamaan:

$$V = \frac{\sum(r - l_o)}{[n(c-1)]}$$

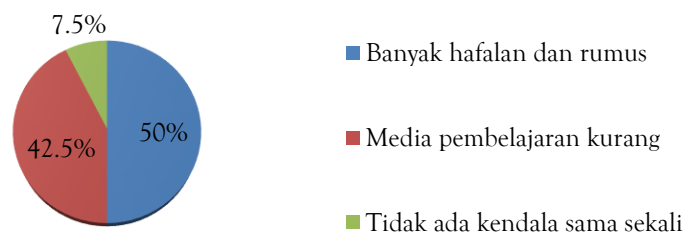
(Aiken dalam Azwar, 2012)

Keterangan:

- r = Angka yang diberikan oleh penilai
- l_o = Angka penilaian validitas terendah
- c = Angka penilaian validitas yang tertinggi
- n = Banyaknya penilai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

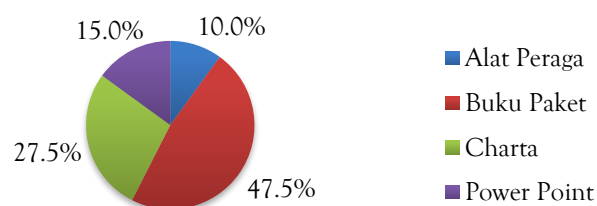
Penelitian ini mengacu pada model pengembangan ADDIE. Pada tahap *analysis* dilakukan analisis kebutuhan terhadap alat peraga yang dikembangkan. Pengumpulan informasi dilakukan dengan membagikan angket kepada siswa dan mewawancarai guru IPA SMPN 4 Bengkulu Tengah. Angket yang diberikan kepada siswa meliputi kendala yang dihadapi siswa saat pembelajaran IPA, jenis media pembelajaran yang sering digunakan dan kebutuhan terhadap alat peraga yang dikembangkan. Berdasarkan hasil analisis angket siswa tentang kendala yang dialami saat pembelajaran IPA ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Persentase Kendala yang Dihadapi Siswa Selama Belajar IPA

Gambar 1 menunjukkan bahwa 50% atau 20 orang siswa menyatakan kendala yang dihadapi siswa saat belajar IPA yaitu karena pembelajaran IPA bersifat menghafal dan banyak menggunakan rumus, 42,5% atau 17 orang karena kurangnya media pembelajaran dan 7,5% yang merasa tidak memiliki kesulitan sama sekali. Hal ini juga didukung dari hasil wawancara dengan guru yang menyatakan bahwa kurangnya antusias siswa belajar IPA dikarenakan siswa kesulitan memahami materi IPA yang sebagian bersifat hafalan dan sebagian lagi bersifat abstrak dan menggunakan banyak rumus. Kendala tersebut menyebabkan tingkat pemahaman dan keaktifan siswa pada saat proses pembelajaran IPA juga masih rendah sehingga masih sedikit siswa yang merespon dan menjawab dengan benar pertanyaan yang diberikan oleh guru.

Hasil angket siswa tentang media pembelajaran yang sering digunakan pada pembelajaran IPA ditunjukkan pada gambar 2.



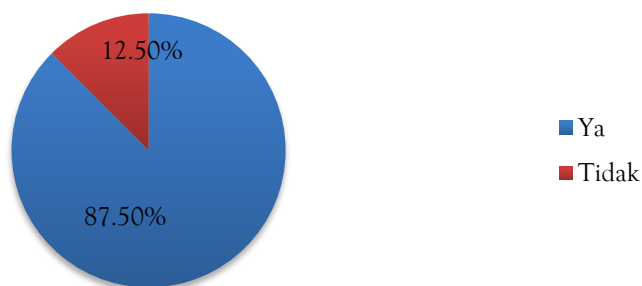
Gambar 2. Diagram Persentase Media Pembelajaran yang Digunakan

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa sebanyak 47,50% siswa menyatakan jenis media yang sering digunakan saat pembelajaran IPA adalah buku paket, 27,50% charta, 15% power point dan 10% alat peraga. Hal ini juga didukung dari hasil wawancara dengan guru yang menyatakan bahwa pada umumnya pembelajaran IPA menggunakan buku paket terbitan Kemendikbud, charta dan power point. Buku paket sering digunakan karena pihak sekolah memfasilitasi dengan meminjamkan buku tersebut kepada setiap siswa. Oleh sebab itu, buku paket merupakan media utama yang digunakan saat belajar. Sedangkan alat peraga jarang digunakan saat pembelajaran dikarenakan KIT IPA yang ada di laboratotium sekolah belum lengkap dan hanya tersedia untuk materi tertentu saja. Alat peraga energi terbarukan belum tersedia disekolah sehingga guru hanya menggunakan buku paket dan power point saat mengajar materi tersebut.

Pemahaman mengenai sumber energi terbarukan dan tidak terbarukan serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari diperlukan untuk memberikan pengetahuan dan wawasan yang lebih luas kepada siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat (Cholily, Y. M., et al., 2016) yang menyatakan bahwa energi terbarukan harus diperkenalkan sejak awal melalui pembelajaran di kelas dengan tujuan menimbulkan kesadaran akan pentingnya energi dalam hidup dan kehidupan. Pengenalan energi terbarukan sebaiknya dilakukan dengan menyesuaikan usia dan kondisi anak. Penggunaan alat peraga energi yang dapat dipraktikan langsung oleh siswa akan lebih mengoptimalkan penyampaian materi (NREL, 2001) dalam (Irawati et al., 2021). Belajar dengan alat peraga akan mempermudah siswa dalam mengasah keterampilan karena siswa akan memahami cara penggunaan, manfaat dan aplikasinya dalam kehidupan (Satriawan et al., 2022)

Hasil analisis angket siswa terkait kebutuhan pengembangan alat peraga konteks energi terbarukan berbasis *solar cell* di SMPN 4 Bengkulu Tengah dapat dilihat pada gambar 3.

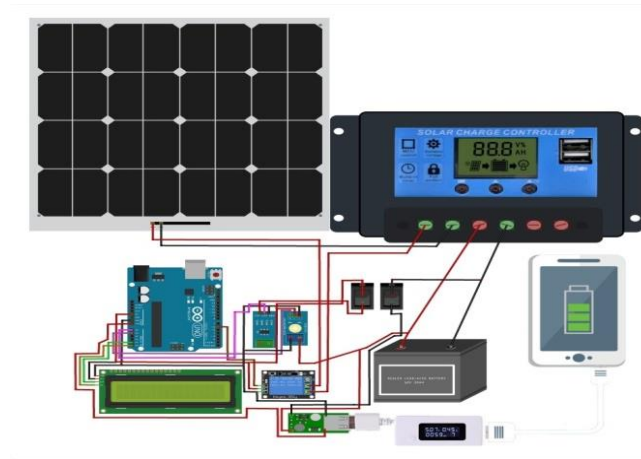
Apakah alat peraga energi terbarukan berbasis solar cell dibutuhkan pada pembelajaran IPA?



Gambar 3. Diagram Persentase Kebutuhan Terhadap Alat Peraga yang Dikembangkan

Berdasarkan data diatas, sebanyak 35 orang responden atau 87,5% membutuhkan alat peraga saat pembelajaran IPA materi energi terbarukan. Hal ini sejalan dengan hasil wawancara dengan guru yang menyatakan bahwa alat peraga energi terbarukan memang belum tersedia di sekolah, pengembangan alat peraga energi terbarukan berbasis *solar cell* diperlukan agar dapat dimanfaatkan saat proses pembelajaran sehingga dapat membantu siswa dalam memahami materi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh (Suganda, 2019) yang menyimpulkan bahwa alat peraga “kapal surya” efektif digunakan dalam pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Untuk itu, pengenalan teknologi panel surya diperlukan agar generasi muda Indonesia melek teknologi lebih awal (Maghfiroh et al., 2022).

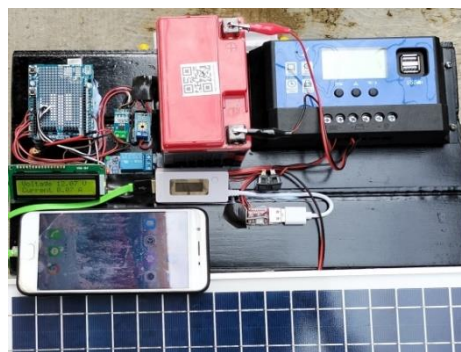
Berdasarkan hasil analisis kebutuhan diatas, tahap berikutnya yaitu mendesain alat peraga berbasis solar cell. *Solar cell* adalah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses photovoltaic. Proses perancangan alat peraga dimulai dengan pembuatan desain alat, penyiapan bahan-bahan, perakitan, uji coba alat dan kelengkapan aksesoris alat peraga. Alat peraga yang dikembangkan pada penelitian ini berupa prototype penyimpanan daya listrik yang diberi nama “powerbank berbasis *solar cell*”. Alat peraga ini dibuat untuk menyesuaikan dengan kondisi di daerah SMPN 4 Bengkulu Tengah yang sering mengalami pemadaman listrik PLN sehingga alat peraga powerbank berbasis *solar cell* lebih aplikatif bagi peserta didik. Rancangan alat peraga berbasis solar cell dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Desain Awal Alat Peraga

Gambar 4 menunjukkan rancangan alat peraga powerbank berbasis solar cell. Komponen-komponen yang digunakan pada rancangan alat meliputi panel surya, *solar charger controller*, aki, mikrokontroler arduino, sensor arus, sensor tegangan, relay, LCD, modul *step down* dan kabel USB. Panel surya yang merupakan sumber energi utama untuk menggambarkan sumber energi terbarukan. Panel surya dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik, sebelum masuk ke aki, tegangan yang dihasilkan panel surya akan melewati *solar charger controller* yang berfungsi sebagai mengatur pengisian energi listrik yang masuk ke aki. Setelah tegangan masuk ke aki, maka tegangan sudah dapat langsung dipakai oleh beban DC melalui aki dengan menggunakan modul konverter *step-down*. Tegangan dan arus listrik pada aki akan dideteksi oleh sensor tegangan dan arus. Nilai tegangan dan arus tersebut akan dikelola oleh *mikrokontroler arduino uno* dan selanjutnya akan ditampilkan di LCD.

Alat peraga yang akan dikembangkan selanjutnya dirakit sesuai dengan desain awal yang telah ditentukan, tampilan powerbank berbasis solar cell yang akan digunakan sebagai alat peraga energi terbarukan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Alat Peraga Powerbank Berbasis Solar Cel

Alat peraga powerbank berbasis solar cell tidak menggunakan sumber listrik PLN maupun power supply untuk menjalankan sistem. Powerbank berbasis solar cell dapat memberikan gambaran kepada peserta didik terkait aplikasi teknologi energi listrik yang lebih ramah lingkungan khususnya berbasis solar cell yang dapat digunakan dalam keseharian. Powerbank *solar cell* dapat memperlihatkan kepada peserta didik fenomena perubahan energi matahari menjadi energi listrik, penyimpanan energi listrik yang dihasilkan serta pemanfaatan langsung energi yang dihasilkan tersebut dengan cara menghubungkannya ke HP. Selain itu, alat peraga powerbank berbasis solar cell juga dilengkapi dengan LKPD yang dapat dijadikan panduan oleh peserta didik dalam melakukan percobaan.

Alat peraga yang sudah dirancang pada tahap *design* selanjutnya akan dikembangkan sehingga menghasilkan produk yang siap diimplementasikan pada siswa dikelas. Pada tahap *development* dilakukan uji validasi ahli terhadap alat peraga yang dikembangkan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat validitas (kelayakan) alat peraga tersebut. Alat peraga powerbank *solar cell* diuji cobakan kepada 4 orang validator yang

terdiri dari 3 orang dosen ahli media dan 1 orang guru IPA. Indikator pada angket validasi ahli terdiri dari 5 indikator yang meliputi: 1) komponen teknis alat yang berisi 9 butir penilaian, 2) efisiensi alat yang berisi 3 butir penilaian, 3) keakuratan alat yang berisi 1 butir penilaian, 4) keamanan alat yang berisi 1 butir penilaian, 5) kemanfaatan alat yang berisi 2 butir penilaian. Hasil uji validasi oleh ahli dihitung dengan menggunakan persamaan indeks Aiken' V dapat dilihat pada tabel1.

Tabel 1. Hasil Uji Validasi Ahli Terhadap Alat Peraga

No	Indikator Penilaian	$\Sigma(r-I_0)$	n (c-1)	V	Keterangan
1	Komponen Teknis Alat	11, 88	12	0,99	Valid
2	Efisiensi Alat	12	12	1	Valid
3	Keakuratan Alat	11	12	0,92	Valid
4	Keamanan Alat	12	12	1	Valid
5	Kemanfaatan Alat	12	12	1	Valid
Rata-Rata				0,982	Valid

Tabel 1 menunjukkan bahwa alat peraga yang dikembangkan valid secara isi dari aspek komponen teknis, efisiensi, keakuratan, keamanan dan kemanfaatan alat. Masing-masing butir pertanyaan dalam setiap indikator dianalisis dengan menentukan validitas isinya. Nilai indeks validitas isi menggunakan skala 0 - 1. Penelitian ini menggunakan 4 kategori rating dan 4 rater. Berdasarkan standar yang telah ditetapkan Aiken, standar minimal V Aiken untuk penelitian ini adalah 0,92. Berdasarkan tabel 1 rata -rata indeks validasi Aiken yang diperoleh dari penilaian keempat validator terhadap alat peraga adalah 0,982 yang artinya telah memenuhi standar minimal yang telah ditetapkan. Sehingga alat peraga powerbank berbasis solar cell valid dan layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran IPA konteks energi terbarukan pada tingkat SMP.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil angket siswa terkait analisis kebutuhan diketahui 87,5% siswa membutuhkan alat peraga energi terbarukan berbasis solar cell untuk menunjang pembelajaran IPA. Alat peraga yang dikembangkan berupa prototype powerbank berbasis solar cell. Berdasarkan uji validasi dari 4 orang ahli didapatkan hasil bahwa alat peraga prototype powerbank berbasis solar cell valid (layak) digunakan pada pembelajaran IPA konteks energi terbarukan, dengan memperoleh nilai rata -rata indeks Aiken sebesar 0,982 dan telah melampaui standar batas minimal V Aiken untuk penelitian ini yaitu 0,92.

Daftar Pustaka

- Azwar, S. (2012). *Reliabilitas dan Validitas : Edisi 4*. Pustaka Pelajar.
- Cecep, K. (2013). *Media Pembelajaran Manual dan Digital*. Ghalia Indonesia.
- Cholily, Y. M., Utomo, D. P., In'am, Ahsanul., Effendi, M. M. (2016). *Pedoman Implementasi Kurikulum Energi Terbarukan di SMP*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Cholily, Y. M., In'am, A., Inganah, S., & Effendi, M. M. (2019). The Learning of the Solar Cell Electricity among the Students in Junior High School. *Energy Economics Letters*, 6(1), 17-22. <https://doi.org/10.18488/journal.82.2019.61.17.22>
- Chou, Y. C., Yen, H. Y., Yen, H. W., Chao, Y. L., & Huang, Y. H. (2015). The effectiveness of teaching aids for elementary students' renewable energy learning and an analysis of their energy attitude formation. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(1), 39-49. <https://doi.org/10.12973/ijese.2015.229a>
- Fadilah, Z., & Lubis, P. (2017). Pengaruh Metode Demonstrasi dengan Menggunakan Alat Peraga Sel Surya Terhadap Hasil Belajar Fisika Materi Listrik Dinamis pada Kelas XII di SMA Negeri 8 Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 56-61.
- Hakim, Y. Al. (2017). Pengembangan alat peraga solar tracker dua sumbu untuk meningkatkan kreativitas. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 10(1)Hakim, Yusro Al. 2017. "Pengembangan Alat Peraga Solar Tracker Dua Sumbu Untuk Meningkatkan Kreativitas." *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*

- 10(1):161-167Hakim, Yusro Al. 2017. "Pengembangan Alat P.), 161-167Hakim, Yusro Al. 2017. "Pengembangan Alat P. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/radiasi/article/view/189>
- Irawati, F., Kartikasari, F. D., & Tarigan, E. (2021). Pengenalan Energi Terbarukan dengan Fokus Energi Matahari kepada Siswa Sekolah Dasar dan Menengah. *Publikasi Pendidikan*, 11(2), 164. <https://doi.org/10.26858/publikan.v11i2.16413>
- Kemendikbud. (2011). *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Fisika*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Maghfiroh, H., Adriyanto, F., Slamet Saputro, J., Sujono, A., & Lambang GH, R. L. (2022). Pengenalan Teknologi Energi Terbarukan Panel Surya Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP). *INTEGRITAS : Jurnal Pengabdian*, 6(2), 406. <https://doi.org/10.36841/integritas.v6i2.1527>
- Pramesty, R. I., & Prabowo, P. (2019). Pengembangan Alat Peraga KIT Fluida Statis Sebagai Media Pembelajaran pada Sub Materi Fluida Statis di Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Mojosari, Mojokerto. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 02(03), 70–74.
- Sanjaya, L. A., Budi, A. S., & Astra, I. M. (2016). *Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan*. V, SNF2016-RND-45-SNF2016-RND-48. <https://doi.org/10.21009/0305010210>
- Satriawan, M., Kontekstual, P., & Eksperimen, K. (2022). Pembelajaran Fisika Tentang “ Sumber Energi Terbarukan ” Berbantuan Prototipe Konverter Sistem Reduksi Ganda Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Navigation Physics : Journal of Physics Education*, 4 (1).
- Suganda, T. (2019). Pengembangan alat peraga pada materi energi listrik di sd negeri 11 danau kundung suli. *Artikel Penelitian*.
- Verawati, Y., Hamdani, D., Setiawan, I., Kandang, J. W. S., & Bengkulu, L. (2022). Pengembangan Alat Peraga ada Materi Energi dengan Menggunakan Solar Cell, Sensor Ultrasonik dan Light Dependent Resistor Berbasis Arduino Uno. *Amplitudo : Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika*, 1(2), 166–173.