

Pengembangan Alat Peraga Mini Sopettric (Solar Powered Electricity) pada Materi Energi Alternatif di Kelas X SMA

Dyah Ayu Lestari dan Imam Sucahyo *

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya

* Email: imamsucahyo@unesa.ac.id

Abstrak

Alat peraga sebagai media pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam memahami suatu konsep fisika. Berdasarkan analisis fakta melalui observasi laboratorium fisika dan respon beberapa peserta didik pada pembelajaran fisika salah satu SMA swasta di Surabaya, materi Energi Alternatif pada kurikulum merdeka masih belum diajarkan menggunakan alat peraga. Laboratorium fisika yang terbatas dan media pembelajaran yang sering digunakan adalah Powerpoint dan E-book, sehingga penelitian ini dilakukan untuk menciptakan alat peraga Mini Sopettric (Solar Powered Electricity) pada materi energi alternatif yang valid dan dapat digunakan dalam pembelajaran fisika. Metode penelitian ini berupa penelitian pengembangan dengan model ADDIE dan terbatas sampai pada tahap Develop (Pengembangan). Alat peraga Mini Sopettric merupakan pembangkit listrik tenaga surya dalam skala kecil yang dikembangkan dan diujicoba oleh peneliti untuk memastikan alat peraga dapat berfungsi dengan baik dan dapat membantu pemahaman peserta didik pada materi energi alternatif. Melalui alat peraga ini dapat dilakukan kegiatan praktikum untuk menganalisis tegangan suatu rangkaian kelistrikan sederhana dan konversi energi surya ke energi listrik. Desain alat peraga Mini Sopettric termasuk inovatif dan efisien dalam penggunaannya. Berdasarkan hasil penilaian ahli, diketahui bahwa validitas alat peraga Mini Sopettric yang diperoleh sebesar 92.67% sehingga dapat disimpulkan bahwa alat peraga Mini Sopettric valid dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi energi alternatif di kelas X SMA.

Kata kunci: alat peraga, energi alternatif, pembelajaran fisika, konversi energi

Abstract

Props as learning media can help students understand a physics concept. Based on fact analysis through physics laboratory observations and the responses of some students in learning physics at a high school in Surabaya, Alternative Energy material in the independent curriculum has not yet been taught using props. Physics laboratories are limited and learning media that are often used are Powerpoint and E-books, so this research was conducted to create Mini Sopettric (Solar Powered Electricity) props on alternative energy materials that are valid and can be used in physics learning. This research method is in the form of development research with the ADDIE model and is limited to the Develop stage. The Mini Sopettric props is a small solar power generator that was developed and tested by researchers to ensure that the props function properly and can help students understand alternative energy materials. Through this teaching aid, practicum activities can be carried out to analyze the voltage of a simple electrical circuit and convert solar energy to electrical energy. The design of the Sopettric Mini props is innovative and efficient in its use. Based on the results of the expert assessment, it is known that the validity of the Mini Sopettric props obtained is 92.67% so it can be concluded that the Mini Sopettric props is valid and can be used as a medium for teaching physics on alternative energy materials in class X SMA.

Keywords: props, alternative energy, physics learning, energy conversion

Histori Naskah

Diserahkan: 17 Maret 2023

Direvisi: 1 April 2023

Diterima: 18 April 2023

How to cite:

Lestari, D.A. & Sucahyo, I. (2023). Pengembangan Alat Peraga *Mini Sopettric* (Solar Powered Electricity) pada Materi Energi Alternatif di Kelas X SMA. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(2), 77-90. DOI: <https://doi.org/10.58706/jipp.v1n2.p77-90>.

PENDAHULUAN

Energi termasuk kebutuhan penting bagi masyarakat di seluruh negara, termasuk Indonesia (Al Hakim, 2020). Ketersediaan energi di negara Indonesia semakin mengalami penurunan, sedangkan permintaan energi tersebut semakin meningkat, sehingga hal ini dapat menimbulkan suatu masalah seperti krisis energi (Makrif, 2018). Upaya penanganan krisis energi membutuhkan sinergitas seluruh masyarakat Indonesia, baik dari instansi pemerintahan, pendidikan maupun kemasyarakatan. Salah satu energi yang dibutuhkan dan paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat yaitu energi listrik, tetapi ketersediaan energi ini tidak dapat tercukupi hanya dengan mengandalkan suplai bahan bakar pembangkit energi listrik yang berupa bahan bakar fosil atau energi fosil (Makrif, 2018). Ketersediaan bahan bakar fosil setiap tahun mengalami penurunan, sehingga dibutuhkan bahan bakar atau energi alternatif lain, sebagai pengganti bahan bakar fosil (Fitria, Amri & Fadli, 2016).

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan yaitu berasal cahaya matahari. Sumber energi tersebut dapat dikonversikan pada energi lain melalui prinsip kerja teknologi, contohnya energi listrik. Potensi sumber dari cahaya matahari di Indonesia memiliki porsi yang paling besar, yaitu melebihi 207 MW. Salah satu upaya RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) oleh Pemerintah dengan pemanfaatan sumber energi cahaya matahari melalui kebijakan penggunaan panel surya atap bagi perumahan, komersil, sosial maupun instansi pemerintahan (Kementrian ESDM, 2021). Pemerintah dapat mengupayakan kebijakan yang melibatkan kalangan pelajar, dengan mengintegrasikan konsep energi alternatif dalam kurikulum pendidikan. Salah satu kebijakan baru yang disahkan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi adalah kurikulum merdeka belajar (Kemendikbud, 2023). Integrasi tersebut dapat melibatkan peserta didik dalam memahami dan menganalisis potensi sumber energi alternatif, khususnya yang ada di Indonesia, melalui mata pelajaran fisika (Kemendikbud, 2022).

Pembelajaran fisika dengan menggunakan media alat peraga dapat diimplementasikan sebagai kegiatan untuk menyampaikan informasi berupa materi pelajaran dengan harapan mampu memberi kesempatan bagi peserta didik untuk aktif berpartisipasi dalam pembelajaran (Kause & Boimau, 2019). Beberapa peserta didik kelas X SMA tertarik pada media alat peraga karena dianggap menyenangkan dan mudah dipahami. Alat peraga juga dianggap dapat memberikan rangsangan bagi peserta didik dalam membantu mewujudkan proses pembelajaran yang lebih interaktif dan tidak membosankan (Setiawan & Mahmud, 2020). Sebelumnya, beberapa peneliti terdahulu telah mengembangkan alat peraga dan pemanfaatan energi surya yang diintegrasikan pada pembelajaran, termasuk pembelajaran fisika. Beberapa penelitian terdahulu yang relevan terhadap topik penelitian pengembangan ini, seperti pada penelitian Bagus, dkk. (2021) yang merancang alat peraga kapal tenaga surya dan dikembangkan sebagai media konversi energi. Alat peraga tersebut kemudian diujicobakan menggunakan konsep konversi energi surya ke energi listrik, sehingga dapat diperoleh fakta secara fisis melalui variabel cahaya matahari, tegangan, kuat arus, daya listrik dan efisiensi kinerja panel (Bagus, Yakob & Azizah, 2021).

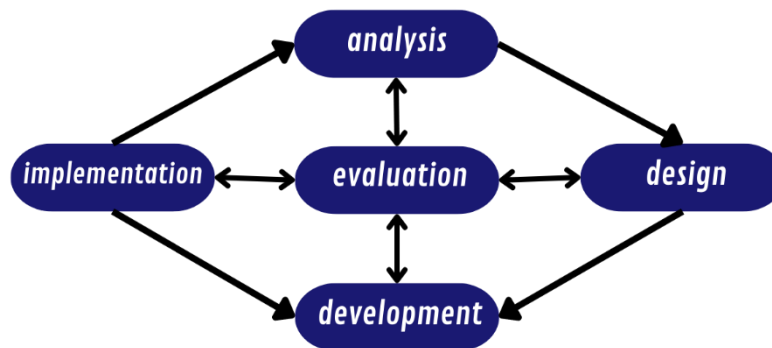
Fatimah (2017) mengembangkan KIT praktikum PLTS yang layak diterapkan sebagai media pembelajaran dan dapat membantu peserta didik dalam memahami sub materi energi alternatif terbarukan. Selain itu, penelitian lain dilakukan oleh Gumono, dkk. (2022) di salah satu Pondok Pesantren Malang yang memanfaatkan energi surya sebagai energi alternatif dan peningkatan media pembelajaran. Pengembangan Alat Peraga juga dilakukan menggunakan *solar tracker* dua sumbu yang menghasilkan kelayakan alat untuk diterapkan dalam pembelajaran berdasarkan validasi ahli (Tusri'ah, Hakim & Ashari, 2017). Oleiwi, Kasim & Atwan (2021) membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) fotovoltaik di sebuah atap sekolah, di Baghdad, Irak. Penelitian lain dilakukan oleh Ismail *et al* (2020), yang merancang *prototipe* sistem *off grid* menggunakan tenaga surya dan turbin angin diimplementasikan di rumah kecil. Penelitian yang dilakukan oleh Abbas, Obed & Abid (2020), yaitu merancang sistem manajemen energi yang cerdas dengan memanfaatkan reliabilitas *photovoltaic (stand-alone)* dan memastikan pengelolaan optimal untuk energi yang dikonsumsi.

Berdasarkan observasi dan analisis pada penelitian-penelitian terdahulu, diketahui bahwa penelitian pengembangan terkait media pembelajaran alat peraga untuk materi energi alternatif di tingkat pendidikan

SMA sangat jarang dilakukan sehingga peneliti bermaksud untuk mengembangkan produk baru berupa media alat peraga yang dinamakan *Mini Sopetric (Solar Powered Electricity)*. Dengan demikian, Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk media pembelajaran pada materi energi alternatif yang valid dan dapat digunakan dalam pembelajaran fisika.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan pendekatan model ADDIE yang terdapat lima langkah, yakni *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Develop* (Pengembangan), *Implement* (Penerapan) dan *Evaluate* (Evaluasi) (Hidayat & Muhamad, 2021). Gambar 1 menunjukkan diagram model ADDIE.



Gambar 1. Model ADDIE, Modifikasi dari Sari (2017)

Penelitian ini melibatkan 3 dosen ahli sebagai validator alat peraga *Mini Sopetric* dan beberapa peserta didik kelas X di salah satu SMA, di Surabaya, sebagai responden terkait pengalaman belajar fisika di sekolah. Berdasarkan hasil penilaian validasi, kemudian dilakukan analisis validitas berdasarkan skor aspek validasi konstruk dan isi. Hasil penelitian ini hanya terbatas sampai tahap pengembangan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan waktu dan proses pengembangan alat peraga yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan instrumen penelitian berupa lembar validitas dengan metode validasi sebagai teknik analisis data. Lembar validitas yang digunakan berdasarkan persentase yang diperoleh dari perhitungan skala likert pada tabel 1.

Tabel 1. Skor Likert

Indikator Penilaian	Nilai Skala
Sangat Valid	5
Valid	4
Cukup Valid	3
Kurang Valid	2
Sangat Kurang Valid	1

Diadaptasi dari (Sugiyono, 2014)

Kemudian perhitungan persentase penilaian yang diperoleh menggunakan persamaan (1).

$$P = \frac{K}{n} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan

P : Persentase yang diharapkan

K : jumlah skor yang diperoleh

n : jumlah skor maksimal

Hasil analisis pada lembar validitas dapat diinterpretasikan pada skor seperti pada table 2

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Skor Validitas

Persentase	Kriteria
0% - 20%	Sangat Kurang Valid
21% - 40%	Kurang Valid
41% - 60%	Cukup Valid
61% - 80%	Valid
81% - 100%	Sangat Valid

Diadaptasi dari (Riduwan, 2013)

Berdasarkan kriteria interpretasi skor tersebut, alat peraga *Mini Sopetric* pada energi alternatif dapat dinyatakan valid sebagai media pembelajaran apabila memperoleh persentase mencapai $\geq 41\%$. Kemudian dapat dilakukan analisis kecocokan antara setiap validator menggunakan perhitungan persentase kecocokan tiap validator melalui persamaan (2).

$$\text{Percentage of Agreement} = 100\% \left(1 - \frac{A-B}{A+B} \right) \quad (2)$$

Keterangan,

A = frekuensi aspek yang dinilai oleh pengamat dengan memberikan frekuensi tinggi

B = frekuensi aspek yang dinilai oleh pengamat dengan memberikan frekuensi rendah

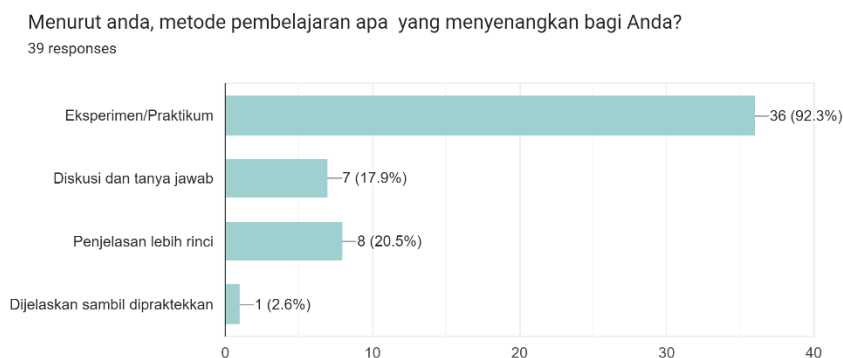
Perhitungan menggunakan *Percentage of Agreement* bertujuan untuk mengetahui reabilitas hasil validasi. Kriteria penerimaan *Percentage of Agreement* apabila hasil yang diperoleh $\geq 75\%$ (Borich, 1994)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan pengembangan alat peraga *Mini Sopetric (Solar Powered Electricity)* pada materi energi alternatif di kelas X SMA menggunakan model penelitian ADDIE yang terbatas pada tahap *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain) dan *Develop* (Pengembangan). Berikut ini, hasil penelitian dan pembahasan berdasarkan tahap model penelitian yang digunakan.

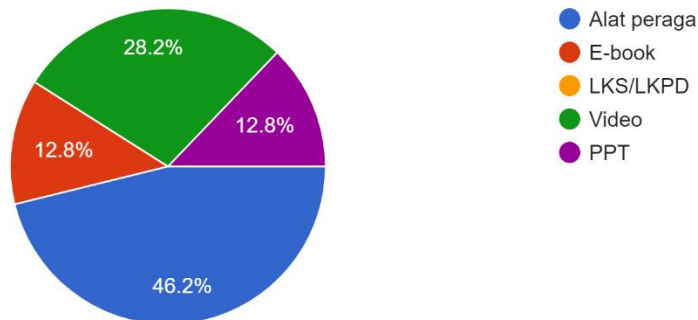
1. Tahap *Analyze* (Analisis)

Berdasarkan hasil analisis dari respon beberapa peserta didik kelas X salah satu SMA di Surabaya, diperoleh informasi bahwa sebagian peserta didik menganggap mata pelajaran fisika kurang menarik karena bersifat abstrak, banyak angka dan perhitungan serta susah dipahami. Salah satu metode pembelajaran yang menyenangkan bagi peserta didik yaitu kegiatan eksperimen/praktikum. Hal ini dapat diketahui berdasarkan respon beberapa peserta didik di salah satu SMA swasta Surabaya, seperti pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Respon Peserta Didik Terhadap Metode Pembelajaran

Inovasi media pembelajaran baru yang sesuai dengan minat peserta didik terhadap metode pembelajaran berbasis eksperimen/praktikum yaitu alat peraga. Gambar 3 menunjukkan hasil respon peserta didik terhadap media pembelajaran fisika yang disukai.

Apa media pembelajaran fisika yang paling Anda sukai?
39 responses



Gambar 3. Respon Peserta Didik Terhadap Media Pembelajaran

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa peserta didik menyukai media pembelajaran fisika berupa alat peraga. Alat peraga dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran yang sesuai digunakan untuk metode pembelajaran berbasis eksperimen/praktikum yang mampu memberikan pengalaman belajar bermakna (Islahudin, Prayogi & Haifaturrahmah, 2020). Hal ini didukung oleh alasan peserta didik dalam memilih alat peraga sebagai media pembelajaran yang disukai, karena dianggap dapat membantu pemahaman konsep, mewujudkan pembelajaran yang menyenangkan dan interaktif, serta mudah dipahami sehingga peneliti bermaksud untuk mengembangkan alat peraga *Mini Sopetric (Solar Powered Electricity)* sebagai salah satu media pembelajaran pada materi energi alternatif dengan harapan dapat membantu mewujudkan pembelajaran yang menyenangkan dan lebih mudah dipahami

2. Tahap Design (Desain)

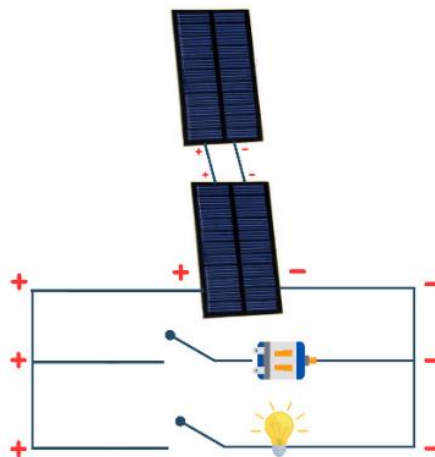
Alat peraga dirancang dengan bentuk rumah kecil yang dapat menunjukkan konsep penggunaan energi alternatif, seperti pemanfaatan energi surya yang dikonversikan ke energi listrik. Panel surya menjadi salah satu komponen utama yang digunakan pada alat peraga ini, sehingga peneliti menentukan identitas alat peraga tersebut dengan nama "*Mini Sopetric (Solar Powered Electricity)*". Alat peraga dengan konsep pembangkit listrik tenaga surya dalam skala kecil tersebut dirancang seperti pada Gambar 4. Gambar 4 merupakan desain dan bentuk realistis dari alat peraga *Mini Sopetric*. Selanjutnya akan disajikan beberapa gambar pola pembuatan alat peraga tersebut seperti pada Gambar 5. Adapun rangkaian listrik yang ditentukan pada alat peraga *Mini Sopetric* seperti pada Gambar 6.



Gambar 4. Alat Peraga *Mini Sopetric*



Gambar 5. Beberapa Pola Pembuatan Alat Peraga *Mini Sopetric*



Gambar 6. Rangkaian Listrik paralel pada Alat Peraga *Mini Sopetric*

Panel surya skala kecil yang digunakan sebanyak 2 item yang dirangkai paralel, dimana masing-masing panel surya tersebut memiliki kapasitas tegangan sekitar 5 volt dan tegangan output nya tetap sama sekitar 5 volt. Kemudian kabel output dari kedua panel surya dihubungkan dengan beban listrik berupa motor listrik DC dengan tegangan sekitar 3 volt dan rangkaian 4 lampu LED dengan cahaya hijau yang mempunyai tegangan sekitar 1,9 volt serta beban listrik tersebut dirangkai secara paralel pula. Panel surya akan menyerap sinar matahari, kemudian ditransformasikan ke energi listrik dan selanjutnya dapat diperoleh energi kinetik dari gerak baling-baling dan dinamo DC, serta cahaya yang dihasilkan dari lampu LED.

Tabel 3 menyajikan beberapa informasi alat dan bahan yang dibutuhkan serta kuantitas setiap komponen dalam pembuatan 1 unit alat peraga *Mini Sopetric*. Adapun total pengeluaran dalam pembuatan 1 unit alat peraga *Mini Sopetric* yaitu sekitar Rp136.000. Total pengeluaran tersebut dapat berbeda, menyesuaikan harga setiap toko penjualan.

Penggunaan komponen-komponen terkait alat peraga *Mini Sopetric* yang dikembangkan, menyesuaikan dengan kebutuhan dan kemudahan dalam memperoleh komponen tersebut. Beberapa komponen tersebut mudah didapatkan dan mempunyai harga yang terjangkau, sehingga dapat membantu tenaga pendidik dalam menduplikasikan alat peraga *Mini Sopetric* dengan lebih mudah. Tahap pertama dalam penyusunan alat peraga yaitu dengan membuka kotak *Mini Sopetric* dan memasang setiap pola *Mini Sopetric*. Kemudian menghubungkan kabel pada panel surya dengan socket yang terpasang di atap alat peraga. Selanjutnya kabel di bagian sisi samping kiri dihubungkan pada socket yang berada di atap dan sisi sela depan, serta saklar. Begitupun pada kabel yang berada di bagian sisi depan, samping kanan,

dihubungkan dengan saklar dan socket terdekat. Alat peraga *Mini Sopetric* menggunakan bahan utama karton duplex dengan lapisan kertas bermotif.

Tabel 3. Rincian Alat/Bahan Pembuatan Alat Peraga *Mini Sopetric*

No	Alat dan Bahan	Qty	Satuan
1	Karton duplex tebal 2mm	5	Lembar
2	Panel surya 5v	2	Item
3	Lampu LED 5mm	4	Item
4	Motor listrik DC 3v	1	Item
5	Baling-baling mini	1	Item
6	Saklar (on/off) 2 kaki	2	Item
7	Socket (connector)	3	Set
8	PCB	1	Item
9	Kabel merah	4	Meter
10	Kabel hitam	4	Meter
11	Penjepit buaya	3	Set
12	Timah	3	Meter
13	Lem Rajawali	¼	Kg
14	Cutter	1	Item

3. Tahap Develop (Pengembangan)

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan alat peraga *Mini Sopetric* menggunakan beberapa bahan maupun desain yang berbeda sesuai dengan inovasi dan saran dari para ahli. Berikut ini beberapa gambar alat peraga, perubahan desain dan penjelasan yang terkait. Pada bentuk pertama alat peraga seperti pada Gambar 7, bahan utama yang digunakan adalah kaca akrilik.



Gambar 7. Bentuk Pertama Alat Peraga *Mini Sopetric*

Tabel 4. Saran dan Hasil Revisi Pertama

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
Desain alat peraga menyerupai satu sisi rumah, dengan seluruh sisi berupa kaca akrilik yang transparan, termasuk desain beban listrik juga menggunakan bahan akrilik	Mengubah desain awal yang terlihat seperti bentuk satu sisi sebuah rumah, menjadi bentuk rumah minimalis yang sering dijumpai di lingkungan sekitar Penggunaan bahan kaca akrilik yang diganti menjadi kardus bekas

Setelah dilakukan perbaikan yang pertama, dihasilkan bentuk alat peraga *Mini Sopetric* yang baru dengan bahan utama dari kardus seperti pada gambar 8. Berdasarkan saran dari dosen ahli dan ide peneliti, maka dilakukan perbaikan kembali dan menghasilkan bentuk alat peraga yang lebih baik.



Gambar 8. Bentuk Revisi Kedua pada Alat Peraga Mini Sopetric

Tabel 5. Saran dan Hasil Revisi Kedua

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
Bentuk alat peraga seperti rumah minimalis yang sering dijumpai	Mengubah bahan utama berupa kardus bekas ke karton duplex, memperbesar ukuran alat peraga, menggunakan kertas motif tembok, genteng, komponen pembangun rumah yang lainnya sebagai pendukung realitas alat peraga

Kemudian dilakukan revisi kedua, dihasilkan bentuk alat peraga *Mini Sopetric* yang baru dengan bahan utama yaitu karton duplex yang dilapisi kertas *Art Paper* 120 gsm dengan motif yang sesuai tema alat peraga seperti pada Gambar 9. Pada tahap revisi ini, alat peraga *Mini Sopetric* masih memiliki beberapa keterbatasan dan belum efisien untuk diterapkan dalam pembelajaran sehingga dilakukan perbaikan kembali seperti saran pada Tabel 6.



Gambar 9. Bentuk Revisi Ketiga pada Alat Peraga Mini Sopetric

Tabel 6. Saran dan Hasil Revisi Ketiga

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
Bentuk rumah sedikit lebih besar dari sebelumnya, alat peraga paten dan tidak dapat dibongkar pasang, desain bentuk rumah lebih modern	Ukuran alat peraga lebih lebar dari sebelumnya, alat peraga dapat dibongkar pasang, diberikan box penyimpanan, menambahkan brosur lipat berisi informasi komponen dan cara penggunaan

Setelah dilakukan perbaikan ketiga, dihasilkan bentuk alat peraga *Mini Sopetric* yang baru dengan bahan utama yang sama yaitu karton duplex dengan lapisan kertas bermotif. Penjelasan terkait perbedaan bentuk akan disajikan pada Gambar 10. Gambar 10 menunjukkan isi kotak penyimpanan alat peraga *Mini Sopetric*.



Gambar 10. Isi Kotak Penyimpanan Alat Peraga Mini Sopetric



Gambar 11. Pola-Pola Alat Peraga *Mini Sopetric* Secara Realistis

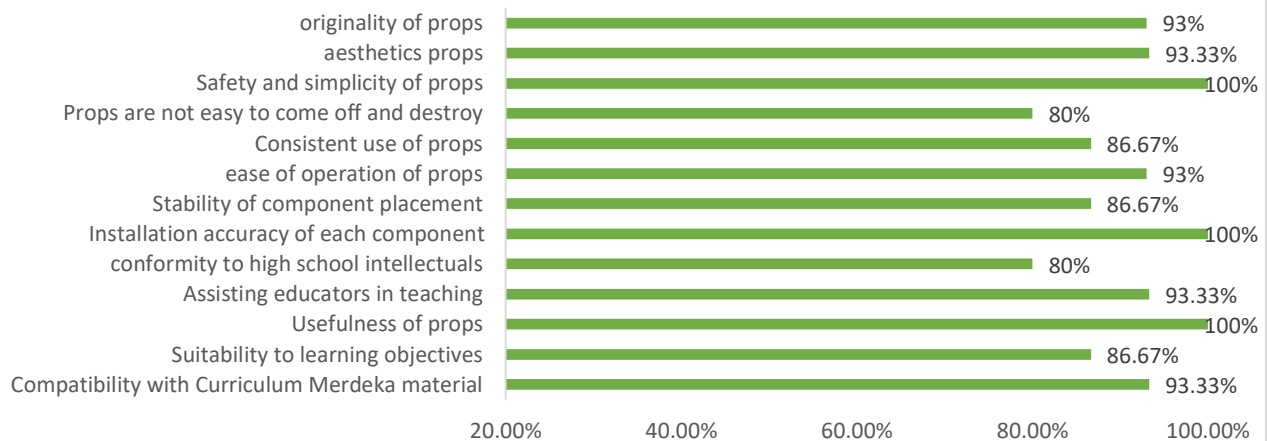
Adapun rincian pola-pola penyusun alat peraga secara realistis dapat dilihat pada Gambar 11. Alat peraga *Mini Sopetric* berukuran lebar dan cukup besar, dapat dirakit dan disimpan dengan mudah didalam kotak penyimpanan khusus yang didesain menyesuaikan ukuran tiap sisi alat peraga. Kotak penyimpanan tersebut sudah dilengkapi sampul berisi identitas alat peraga. Selain itu, di dalam kotak tersebut juga disertakan brosur yang berisi cara penggunaan, komponen-komponen penyusun dan informasi lain yang relevan. Setiap belakang sisi alat peraga, diberikan tulisan yang menginformasikan letak penyusunan tiap sisi alat peraga. Melalui desain akhir tersebut, kabel dapat lebih mudah dihubungkan, setiap sisi lebih mudah dilepas-pasang kembali, tanpa merubah posisi komponen lain seperti beban listrik, socket dan saklar pada alat peraga.

a. Validitas Teoritis

Pada tahap pengembangan ini, dilakukan uji validitas teoritis yang diperoleh berdasarkan hasil penilaian validitas dari 3 dosen fisika pada alat peraga *Mini Sopetric*. Adapun hasil penilaian validitas teoritis pada alat peraga *Mini Sopetric* terlihat pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7, diketahui bahwa alat peraga *Mini Sopetric* memenuhi kriteria interpretasi kevalidan dengan persentase rata-rata sebesar 92,67 % yang termasuk kategori sangat valid. Adapun reabilitas yang diperoleh berdasarkan perhitungan *Percentage of Agreement* sebesar 97,3% yang dapat menunjukkan bahwa adanya kecocokan setiap validator. Lebih lanjut, hasil baliditas ditinjau dari setiap aspek penilaian validitas teoritis dapat dilihat pada Gambar 12.

Tabel 7. Hasil Validitas Teoritis pada Alat Peraga *Mini Sopetric*

Validator	Skor		Jumlah	Persentase	Kriteria
	Konstruk	Isi			
1	44	51	95	95%	Sangat Valid
2	41	52	93	93%	Sangat Valid
3	41	49	90	90%	Sangat Valid
Rata-rata			92,67	92,67%	Sangat Valid

Diagram Validitas Teoritis pada Alat Peraga Mini Sopetric**Gambar 12.** Uraian Setiap Aspek Penilaian Validitas Teoritis

Penilaian validitas isi maupun konstruk pada alat peraga *Mini Sopetric* meliputi kesesuaian alat peraga dengan modul energi alternatif berdasarkan kurikulum merdeka, kebermanfaatan alat peraga *Mini Sopetric* dalam mempermudah proses pembelajaran fisika, kesesuaian alat peraga dengan perkembangan intelektual peserta didik SMA, konsistensi komponen-komponen, efisiensi alat peraga, estetika dan orisinalitas alat peraga *Mini Sopetric*.

b. Validitas Empiris

Setelah melakukan proses validasi empiris, dilakukan uji coba dan analisis konsep fisis pada alat peraga *Mini Sopetric* saat proses pengembangan dan sebelum diujicobakan pada peserta didik. Data hasil uji coba alat dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Uji Coba Alat Peraga *Mini Sopetric*

Kondisi Panel Surya	Jenis Beban	Kondisi Saklar Beban	Vpanel Sebelum (V)	Vpanel (V)	Vbeban (V)	Kondisi Beban
2 panel surya terbuka	Lampu LED	Lampu LED (✓) Motor listrik DC (X)	5,65	4,50	3,35	Lampu: nyala terang Motor listrik DC: tidak gerak
			5,48	3,74	3,44	
			5,42	4,50	3,61	
		Lampu LED (✓) Motor listrik DC (✓)	5,65	4,03	3,20	Lampu: nyala redup Motor listrik DC: pelan
			5,48	3,59	3,30	
			5,42	4,28	3,40	
	Motor listrik DC	Lampu LED (X) Motor listrik DC (✓)	5,65	5,06	4,28	Lampu: tidak nyala Motor listrik DC: cepat
			5,48	4,7	4,36	
			5,42	4,99	4,33	
		Lampu LED (✓) Motor listrik DC (✓)	5,65	4,04	3,21	Lampu: nyala redup Motor listrik DC: bergerak pelan
			5,48	3,31	3,06	
			5,42	3,99	3,84	

Kondisi Panel Surya	Jenis Beban	Kondisi Saklar Beban	Vpanel Sebelum (V)	Vpanel (V)	Vbeban (V)	Kondisi Beban
1 panel surya tertutup	Lampu LED	Lampu LED (✓) Motor listrik DC (X)	5,39	4,20	3,10	Lampu: nyala terang Motor listrik DC: tidak gerak
			5,14	3,81	3,47	
			5,36	4,44	3,26	
		Lampu LED (✓) Motor listrik DC (✓)	5,39	3,48	2,87	Lampu: nyala redup Motor listrik DC: gerak pelan
			5,14	3,80	3,34	
			5,36	3,97	3,34	
	Motor listrik DC	Lampu LED (X) Motor listrik DC (✓)	5,39	4,25	3,38	Lampu: tidak nyala Motor listrik DC: gerak cepat
			5,14	5,09	3,9	
			5,36	4,91	4,26	
		Lampu LED (✓) Motor listrik DC (✓)	5,39	3,50	2,39	Lampu: nyala redup Motor listrik DC: gerak pelan
			5,14	3,60	2,48	
			5,36	3,93	3,38	

Data percobaan yang disajikan pada Tabel 8 merupakan hasil 3 kali pengulangan percobaan dalam waktu yang berbeda dan intensitas cahaya matahari yang berbeda pula. Namun, perbedaan intensitas cahaya matahari selama 3 kali pengulangan tersebut, tidak terlalu signifikan. Apabila ditinjau berdasarkan data percobaan diatas, alat peraga *Mini Sopetric* dapat dikatakan memenuhi konsep energi alternatif karena telah menginterpretasikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dalam skala yang kecil yang dapat mentransformasikan energi surya yang diserap oleh panel surya menjadi energi listrik yang dialirkan pada motor listrik DC dan menghasilkan energi baru berupa kinetik dari perputaran baling-baling mini, serta energi listrik tersebut dialirkan juga pada lampu LED dan menghasilkan cahaya.

Selain itu, rangkaian paralel pada panel surya ditentukan supaya tegangan keluaran yang dihasilkan dapat sama dan cukup untuk dialirkan pada beban listrik. Data percobaan diatas menunjukkan bahwa tegangan yang diukur pada masing-masing beban listrik tidak sama. Hal tersebut dapat dikatakan sebagai *drop voltage* atau tegangan jatuh, dimana besar suatu tegangan hilang pada suatu penghantar. *Drop voltage* ini dapat disebabkan oleh arus yang mengalir melalui hambatan. Hal-hal lain yang dapat menjadi faktor kemungkinan terjadinya *drop voltage*, seperti:

1. Panjang kabel penghantar

Apabila kabel penghantar yang digunakan semakin panjang, maka tegangan jatuh yang dapat terjadi akan semakin besar (Hutauruk, 1985).

2. Besar arus

Apabila arus yang mengalir pada kabel penghantar semakin besar, maka semakin besar pula terjadinya *drop voltage* (Hutauruk, 1985).

3. Luas penampang penghantar

Semakin besar ukuran kabel penghantar, dapat memperkecil kemungkinan terjadinya *drop voltage* (Hutauruk, 1985). Apabila luas penampang atau ukuran kabel penghantar termasuk kecil, sedangkan tegangan dan arus yang mengalir pada beban listrik semakin besar dan melebihi kemampuan hantarnya, maka dapat menyebabkan kabel menjadi panas atau bahkan terbakar. Selain itu, kabel yang terlalu kecil juga dapat menyebabkan *drop voltage* yang lebih besar.

4. Sambungan antar rangkaian yang kurang baik

Hal ini menyebabkan adanya *loss contact* atau sambungan antara kabel dan komponen yang lain yang kurang rapat sehingga terdapat celah udara (Septiani, Thaha & Muchtar, 2021).

5. Semakin banyak percabangan dalam penyaluran arus listrik ke beban listrik (Septiani, Thaha & Muchtar, 2021).

Untuk memperbaiki nilai tegangan supaya tidak mengalami kerugian (*drop voltage*) yang lebih besar, dapat dilakukan dengan upaya mengubah ukuran kabel penghantar ke ukuran yang lebih besar dan memilih konduktor yang mempunyai hambatan kecil (Marsudi, 2006). Selain itu, terdapat beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan tegangan pada panel surya tidak stabil atau berbeda-beda. Faktor-faktor tersebut, diantaranya adalah:

1. Rangkaian listrik tenaga surya

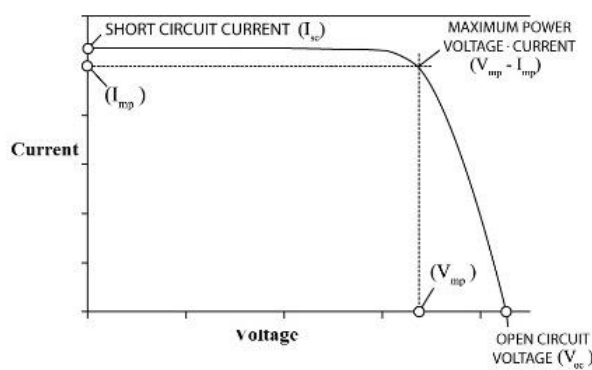
Desain rangkaian listrik pada alat peraga *Mini Sopetric* ini menunjukkan bahwa energi surya yang diterima oleh panel surya langsung diteruskan ke beban listrik. Apabila pada rangkaian tersebut diberikan baterai/kapasitor sebagai penyimpan tegangan, maka dapat membantu tegangan supaya lebih stabil

2. Bahan sel surya yang digunakan

Efisiensi sel surya dengan jenis polikristalin lebih rendah daripada monokristalin, sehingga dapat mempengaruhi ketidakstabilan tegangan yang diperoleh panel surya

3. Suhu panel surya

Suhu panel surya yang meningkat di atas standar suhu normal, dapat menyebabkan efisiensi panel surya dan tegangan yang berkurang. Kurva pada Gambar 13 berlaku ketika sinar matahari maksimal atau suhu yang menyinari panel surya sekitar 25°C . Berdasarkan kurva tersebut, diketahui bahwa bentuk kurva I-V tetap sama, tetapi bergeser ke kanan sesuai dengan kenaikan suhu pada panel surya dan menghasilkan tegangan dan daya yang semakin rendah. Seiring dengan meningkatnya suhu, maka efisiensi kinerja panel surya dapat menurun. Pada suhu rata-rata di Indonesia yang sebesar $25^{\circ} - 35^{\circ}\text{C}$, panel surya dapat mengalami degradasi efisiensi produksi hingga 10%.



Gambar 13. Kurva I-V

Hal ini perlu memperhatikan cara pemasangan panel surya, dimana ruang bawah panel surya harus cukup, sehingga aliran udara dapat membantu menurunkan suhu panel surya ketika suhu udara dalam puncak tertinggi. (Iqtimal, Sara & Syahrizal, 2018)

4. Shading/Bayangan

Hal ini terjadi ketika salah satu sel silikon atau lebih, dari sel surya yang menghalangi radiasi matahari untuk masuk ke *p-n junction* pada struktur sel surya. Shading dapat mengurangi besar daya dan tegangan keluaran pada panel surya. (Iqtimal, Sara & Syahrizal, 2018)

Beberapa hal lain yang dapat mempengaruhi tegangan dan arus pada panel surya antara lain ketinggian tempat dari permukaan laut, suhu udara, kabut (berawan tebal), kadar polusi udara dan intensitas matahari.

c. Kelebihan dan kekurangan alat peraga *Mini Sopetric*

Alat peraga *Mini Sopetric* mempunyai beberapa keunggulan, diantara alat peraga *Mini Sopetric* termasuk alat peraga yang efektif dan efisien, mudah dibawa kemana-mana, mudah dipindah, rangkaian mudah dilepas-pasangkan, komponen penyusunnya mudah dijangkau dan memiliki harga yang ekonomis dan mudah diduplikasikan menyesuaikan pada contoh pola. Apabila ditinjau dari hasil penelitian Fatimah (2017) yang mengembangkan KIT Praktikum PLTS, penelitian pengembangan alat peraga *Mini Sopetric* ini menggunakan rangkaian listrik yang sederhana dan visualisasi alat peraga tetap menarik serta lebih efisien dalam penyimpanannya. Penelitian Bagus dkk. (2021) yang menciptakan alat peraga kapal tenaga surya, memberikan inovasi bagi peneliti untuk mengembangkan produk baru terkait konsep konversi energi surya ke energi listrik melalui sistem PLTS sederhana dengan bentuk alat peraga seperti sebuah rumah yang dinamakan alat peraga *Mini Sopetric*. Ismail *et al* (2020), yang merancang *prototipe* sistem *off grid* menggunakan tenaga surya dan turbin angin diimplementasikan di rumah kecil hampir sama dengan penelitian pengembangan alat peraga *Mini Sopetric* ini. Pada pengembangan alat peraga ini, rancangan *prototipe* yang digunakan lebih sederhana dan mudah untuk dipahami oleh peserta didik. Selain itu, menggunakan beban pada rangkaian listrik berupa baling-baling mini dan lampu LED sehingga dapat

mendesripsikan potensi tenaga surya sebagai sumber energi alternatif melalui konsep transformasi energi surya ke energi listrik, kemudian ditransformasikan kembali ke energi cahaya dan kinetik

Selain kelebihan alat peraga *Mini Sopetric* dan keterbaruannya dari penelitian-penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa alat peraga *Mini Sopetric* juga masih mempunyai kekurangan dan membutuhkan perbaikan pengembangan, seperti keterbatasan variabel percobaan yang dapat ditentukan, konsep kelistrikan yang digunakan dapat lebih sesuai untuk diterapkan di kelas XII SMA, biaya pembuatan dalam 1 unit alat peraga *Mini Sopetric* dapat dikatakan lumayan mahal apabila dibandingkan dengan percobaan lain yang sederhana menggunakan konsep fisika yang sama. Selain itu, alat peraga *Mini Sopetric* juga mempunyai kekurangan yaitu keterbatasan variabel percobaan yang dapat ditentukan, konsep kelistrikan yang digunakan dapat lebih sesuai untuk diterapkan. Pengembangan penelitian selanjutnya dapat mengevaluasi rangkaian listrik paralel yang digunakan pada alat peraga *Mini Sopetric* tersebut dan menambahkan komponen/rangkaian baru yang dapat digunakan untuk memperoleh variabel penelitian lainnya, besaran fisika yang baru dan konsep kelistrikan yang lebih kompleks. Hal ini dapat disesuaikan pada kondisi dan situasi pembelajaran, serta karakteristik peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa alat peraga *Mini Sopetric* yang dikembangkan memenuhi kategori sangat valid dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi energi alternatif di kelas X SMA kurikulum merdeka. Hal ini ditinjau dari penilaian ahli sebagai validator alat peraga dan data hasil ujicoba alat peraga yang dilakukan peneliti. Ketidakstabilan tegangan yang dihasilkan pada rangkaian alat peraga *Mini Sopetric* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti efisiensi panel surya, radiasi matahari yang diterima panel surya, ukuran dan jenis kabel penghantar, rangkaian penyaluran arus dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. K., Obed, A. A., & Abid, A. J. (2020). Design of a Smart Energy Management System for Photovoltaic Stand-Alone Building. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, **881**(1), 012158. DOI: 10.1088/1757-899X/881/1/012158.
- Al Hakim, R. R. (2020). Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Kehambatan Energi di Indonesia. *ANDASIH Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, **1**(1), 374. DOI: 10.57084/andasih.v1i1.374
- Bagus DS, D., Yakob, M., & Lubis, N. A. (2021). Rancangan Alat Peraga Kapal Tenaga Surya sebagai Media Konversi Energi. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, **4**(1), 42-46.
- Borich, G. D. (1994). *Observation Skill for Effective Teaching*. New York: Mac Millian Publishing Company.
- Fatimah, A. (2017). *Pengembangan Komponen Instrumen Terpadu (KIT) Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Doctoral Dissertation. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Fitria, A., Amri, A., & Fadli, A. (2016). Pembuatan Prototip *Dye Sensitized Solar Cell* (DSCC) Menggunakan Dye Ekstrak Buah Senduduk (*Melastoma Malabathricum* L) dengan Variasi Fraksi Pelarut dan Lama Perendaman Coating TiO₂. *JOM FT Universitas Riau*, **3**(1), 1-9.
- Gumono, G., Faizal, E., Winoko, Y. A., AR, Z. J., Suyanta, S., & Susilo, S. H. (2022). Pelatihan dan Pemasangan *Solar Cell* di Pondok Pesantren Putra Baitul Qur'an Al-Khusyu Malang. *Proceedings of 5th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, 831-838.
- Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*) dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *JIPAI: Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam*, **1**(1), 28-38. DOI: 10.15575/jipai.v1i1.11042.
- Hutauruk, T.S., (1985). *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Iqtimal, Z., Sara, I. D., & Syahrizal, S. (2018). Aplikasi Sistem Tenaga Surya sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air. *Kitekro: Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, **3**(1), 1-8.
- Islahudin, I., Prayogi, S., & Haifaturrahmah, H. (2020). PKM Pendampingan Pengembangan Alat Peraga Mekanika Aplikatif Bagi Guru IPA. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, **4**(1), 570-574.
- Ismail, N. A. S., Hasan, M. Z., Khalid, K. N., & Mahyudin, I. S. A. (2020). Prototype for Offgrid Solution using Solar and Wind. *Journal of Physics: Conference Series*, **1529**, 052025. DOI: 10.1088/1742-6596/1529/5/052025.

- Kause, M. and Boimau, I. (2019). Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis Arduino (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas). *Cyclotron*, **2**(1): 13-19.
- Makrif, A. (2018). *Rancang Bangun Pemanfaatan Energi Matahari dengan Menggunakan Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. Skripsi. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Marsudi, Djiteng. (2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Olewi, F. M., Kasim, N. K., & Atwan, A. F. (2021). PV-solar Power Generation in Educational Institutions. *Journal of Physics: Conference Series*, **1879**: 032070.
- Riduwan. (2013). *Rumus dan Data dalam Aplikasi Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Sari, B. K. (2017). Desain Pembelajaran Model ADDIE dan Implementasinya dengan Teknik Jigsaw. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, 87-102.
- Septiani, N., Thaha, S., & Muchtar, N. (2021). Analisis Drop Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah PT.PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Panakkukang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang, 129-135.
- Setiawan, D. G. E., & Mahmud, S. A. (2020). Penerapan Alat Peraga Terhadap Hasil Belajar Peserta didik Pada Materi Gelombang Mekanik. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, **8**(2), 16061.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2021). Surat Keputusan Nomor 188.K/HK.02/MEM.L/2021 Tentang *Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (PERSERO) Tahun 2021 – 2023*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemendikbudristek). (2022). Surat Keputusan Nomor 008/H/KR/2022 Tentang *Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbudristek.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemendikbudristek). (2023). Surat Keputusan Nomor 022/H/KR/2023 Tentang *Satuan Pendidikan Pelaksana Implementasi Kurikulum Merdeka pada Tahun Ajaran 2023-2024*. Jakarta: Kemendikbudristek.
- Tusriah, T., Hakim, Y. A., & Ashari, A. (2017). Pengembangan Alat Peraga Solar Tracker Dua Sumbu untuk Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik Pada Materi Listrik Dinamis. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, **10**(1), 46-53.