

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA PADA MATERI ENERGI DENGAN MENGGUNAKAN *SOLAR CELL*, SENSOR ULTRASONIK DAN *LIGHT DEPENDENT RESISTOR* BERBASIS ARDUINO UNO

Yuni Verawati¹, Dedy Hamdani², Iwan Setiawan³

Prodi Pendidikan Fisika FKIP-UNIB
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu
e-mail¹: yuniverawati97@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa alat peraga berbasis Arduino Uno pada materi sumber-sumber energi kelas XII yang valid, serta untuk mengetahui tanggapan guru mengenai alat peraga berbasis Arduino Uno. Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan model pengembangan yang digunakan yaitu Pengembangan 4D, yaitu *Define, Design, Develop* dan *Dissemination* yang disesuaikan. Validasi desain dilakukan oleh 3 *judgement* ahli untuk menilai produk yang dikembangkan dari aspek kesesuaian, kemenarikan, ketahanan, keakuratan, efektif alat, komponen kelayakan isi dan komponen teknis. Hasil uji validitas mendapatkan hasil rata-rata sebesar 92,7% dengan kategori sangat layak. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat peraga berbasis Arduino Uno pada materi sumber-sumber energi yang dikembangkan sudah valid dan teruji. Respons tanggapan yang diberikan guru mendapatkan hasil rata-rata 87,89% dengan kategori sangat baik. Sehingga alat peraga berbasis Arduino Uno dapat dijadikan alat peraga tambahan dalam membantu guru memberikan pemahaman materi kepada siswa pada saat proses pembelajaran.

Kata kunci: Penelitian Pengembangan, Alat Peraga, Arduino Uno

ABSTRACT

This study aims to produce a product in the form of teaching aids based on Arduino Uno on valid class XII energy sources, as well as to find out the teacher's response to teaching aids based on Arduino Uno. This research is a type of research and development with the development model used, namely 4D Development, namely *Define, Design, Develop* and *Dissemination* which is adjusted. Design validation is carried out by 3 expert judgments to assess the developed product from the aspects of suitability, attractiveness, durability, accuracy, tool effectiveness, content feasibility components and technical components. The results of the validity test get an average result of 92.7% with the very feasible category. Based on these results, it can be concluded that the Arduino Uno-based teaching aids on the energy sources developed are valid and tested. The responses given by the teacher got an average result of 87.89% with a very good category. So that Arduino Uno-based teaching aids can be used as additional teaching aids in helping teachers provide understanding of the material to students during the learning process.

Keywords: Research Development, Teaching Aid, Arduino Uno

I. PENDAHULUAN

Perkembangan IPTEK tentunya memberikan dampak yang besar terhadap proses pendidikan, dalam proses belajar mengajar ada komponen penting yang mempengaruhi untuk keberhasilan belajar siswa, ialah (1) bahan belajar, (2) suasana belajar, (3) media, (4) alat peraga, (5) sumber belajar, serta (6) guru sebagai subjek pembelajaran. Konsep-konsep dalam Fisika itu abstrak, sebaliknya pada biasanya siswa berpikir dari hal-hal yang konkret mengarah ke hal-hal yang abstrak. Salah satu jembatan supaya siswa mampu berpikir abstrak tentang Fisika adalah dengan menggunakan alat peraga (1).

Memanfaatkan alat peraga dalam proses pembelajaran dapat membuat peserta didik memperoleh pengetahuan langsung serta bisa mengembangkan wawasan dengan sendirinya (2). Alat peraga merupakan media sederhana yang dibentuk sesuai kebutuhan materi sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik. Selain itu, alat peraga membantu peserta didik memahami materi dan konsep yang masih kurang jelas.

Pentingnya pembelajaran menggunakan alat peraga untuk mengoptimalkan seluruh fungsi panca indra siswa dalam meningkatkan kreativitas peserta didik dengan cara mendengar, melihat, dan

menggunakan pikirannya secara logis dan realistis agar siswa dapat memahami materi yang diajarkan (3). Alat peraga dapat dibuat dengan memanfaatkan perkembangan teknologi mikrokontroler Arduino dengan tujuan membantu proses belajar siswa lebih efektif dan efisien (4).

Salah satu materi fisika yang dapat diajarkan menggunakan alat peraga adalah materi sumber-sumber energi. Pemahaman mengenai sumber energi terbarukan dan tidak terbarukan, pembangkit listrik terbarukan dan tidak terbarukan, energi alternatif serta perubahan energi dalam kehidupan sehari-hari diperlukan dalam rangka memberikan pengetahuan yang lebih luas kepada peserta didik. Wawasan mengenai materi sumber-sumber energi sangat penting untuk dapat mengembangkan kreativitas saat proses pembelajaran. Selain itu, aplikasi materi sumber-sumber energi dalam kehidupan sehari-hari sangat banyak, salah satu contohnya adalah panel surya yang digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang biasa digunakan.

Pengaplikasian materi sumber-sumber energi sangat didukung oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) yang telah menggandeng *Schneider Electric* (perusahaan global dalam transformasi digital pengelolaan energi dan transformasi) dalam mendirikan Pusat Keunggulan Bidang Kelistrikan, Otomasi, dan Energi Terbarukan sebagai wujud revitalisasi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Program pendidikan dirancang sesuai standar internasional dan menghubungkan akademik dengan kebutuhan serta penerapan di dunia industri (5). Selain di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Kemendikbud juga menerapkan pada Sekolah Menengah Atas (SMA) dengan penerapan pada Kompetensi Dasar (KD) 3.11 Menganalisis keterbatasan sumber energi dan dampaknya bagi kehidupan dan 4.11 yaitu menyajikan ide/gagasan dampak keterbatasan sumber energi bagi kehidupan dan upaya penyelesaian masalah dengan energi alternatif. Upaya yang telah dilakukan Kemendikbud untuk memperkenalkan energi terbarukan kepada siswa baik di SMK maupun di SMA diharapkan dapat memberikan dampak yang besar bagi siswa agar dapat mengimplementasikan ilmu yang telah didapat ke dalam masyarakat.

Berdasarkan hasil observasi di SMA N 1, SMAN 2 dan SMAN 7 Kota Bengkulu diketahui bahwa proses pembelajaran telah menerapkan sistem kurikulum 2013. Proses pembelajaran di ketiga sekolah tersebut dalam penyampaian materi masih menggunakan metode ceramah kurang memanfaatkan peran teknologi, informasi dan komunikasi, media yang digunakan untuk menyampaikan materi masih belum variatif, penggunaan alat peraga hanya digunakan pada materi tertentu saja hal ini dikarenakan terkendalanya alat peraga yang tersedia di sekolah, selain itu sumber belajar juga belum banyak digunakan.

Saat proses pembelajaran siswa masih kurang antusias dalam mengikuti pembelajaran fisika dan masih banyak siswa yang kurang memahami materi yang telah disampaikan guru. Hal ini terlihat masih sedikit siswa yang merespon dan dapat menjawab pertanyaan yang diberikan guru pada saat proses pembelajaran berlangsung. Melihat kondisi seperti ini maka harus ada solusi yang dapat membantu guru meningkatkan pemahaman siswa mengenai konsep dan membuat siswa menjadi aktif dalam kegiatan pembelajaran. Sejalan dengan penelitian yang berjudul "Pengaruh Metode Demonstrasi Dengan Menggunakan Alat Peraga Sel Surya Terhadap Hasil Belajar Fisika Materi Listrik Dinamis" memperoleh hasil bahwa metode demonstrasi menggunakan alat peraga sel surya sangat membantu dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Ini terlihat dari keaktifan siswa saat terlibat dalam proses demonstrasi, dengan demikian siswa mampu mengembangkan daya pikir dan lebih aktif serta mandiri, dan mampu memahami konsep listrik dinamis sehingga hasil belajarnya semakin baik (6).

Begitu juga penelitian Permatasari yang berjudul "Pengembangan Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno Sebagai Alat Peraga Fisika" mendapatkan hasil uji coba lapangan dengan 54 peserta didik didapatkan hasil bahwa alat peraga layak digunakan, namun pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu alat peraga hanya dapat mendeteksi energi yang dideteksi oleh sensor dengan output berupa lampu yang hidup otomatis tanpa mengetahui berapa besar energi yang dihasilkan, sehingga pada penelitian ini alat peraga masih perlu dikembangkan untuk materi sumber-sumber energi (2).

Hasil analisis konsep, diketahui bahwa materi sumber-sumber energi mengandung konsep yang abstrak sehingga siswa mengalami kesulitan untuk memahaminya, dengan adanya bantuan alat

peraga siswa lebih mudah untuk memahami materi dan guru dapat memperlihatkan secara langsung kepada siswa mengenai penerapan sumber energi alternatif dalam kehidupan sehari-hari. Masih belum banyak alat peraga pada materi sumber-sumber energi menggunakan panel surya yang penggunaannya dikolaborasikan dengan Arduino, sehingga dengan permasalahan tersebut dilakukan penelitian pengembangan suatu alat peraga untuk materi sumber-sumber energi sebagai alat bantu guru dalam menjelaskan materi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari pengembangan alat peraga pada materi sumber-sumber energi berbasis Arduino dan untuk mengetahui respons guru terhadap pengembangan alat peraga.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R & D). Menurut Sugiyono metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (7).

Model atau prosedur pengembangan produk ini mengacu pada model pengembangan 4D oleh Thiagarajan. Sugiyono mengemukakan bahwa, langkah-langkah penelitian dan pengembangan disingkat dengan 4D, yang merupakan perpanjangan dari *Define, Design, Development, dan Dissemination* (7). Pada penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap *development*. Subjek penelitian yaitu guru mata pelajaran fisika di SMAN 1, SMAN 2 dan SMAN 7 Kota Bengkulu. Teknik pengumpulan data pada penelitian pengembangan ini adalah teknik observasi dan teknik angket.

Penelitian dan pengembangan ini terdapat 4 tahap analisis data yaitu pertama dengan menggali potensi dan masalah yang ada pada objek yang akan diteliti, berupa analisis data kualitatif, hasil analisis tersebut akan dijadikan sebagai dasar untuk tahap kedua. Kemudian tahap kedua, yaitu untuk mengetahui produk apa yang perlu dikembangkan, dirancang, dan menetapkan spesifikasi produk tersebut, analisis data berupa kuantitatif, hasil analisis akan dijadikan sebagai draf produk yang akan dikembangkan.

Tahap yang ketiga adalah berupa analisis data kuantitatif terhadap pengujian rancangan produk tersebut berupa validasi data secara teori dan respons. Selanjutnya tahap keempat, tahap ini dilakukan apabila produk telah dinyatakan layak secara teori maupun secara empiris. Data kuantitatif yang telah didapatkan tersebut diterjemahkan ke dalam bentuk data kualitatif menggunakan skala likert, dengan skala likert, variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item yang dapat berupa pertanyaan ataupun pernyataan (8). Skala likert yang digunakan untuk melihat tingkat validitas suatu produk dalam penelitian dan pengembangan ini memodifikasi dari skala likert berjumlah 5 skala menjadi 4 skala, yaitu:

Tabel 1. Kriteria Penilaian Angket

Nilai	Pernyataan
1	Sangat tidak Baik (STB)
2	Tidak Baik (TB)
3	Baik (B)
4	Sangat Baik (SB)

Sebelumnya dari angket tersebut nilai rata-rata dan nilai frekuensi relatif dicari terlebih dahulu, menggunakan rumus berikut untuk mendapatkan nilai rata-rata $M_x = \frac{\sum X}{N}$ dimana, M_x merupakan Mean (rata-rata), $\sum X$ merupakan Jumlah seluruh skor dan N merupakan Banyaknya skor (9).

Mencari perhitungan persentase skor yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus persentase skor. Setelah didapat persentase skor, selanjutnya mengukur interpretasi skor dengan tabel interpretasi skala likert. Table interpretasi berfungsi agar peneliti dapat melihat persentase hasil penilaian layak atau tidak dijadikan sebagai alat peraga. presentase pencapaian skor interpretasi bisa dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 2. Interpretasi Skala Likert

Persentase	Interpretasi
<21 %	Sangat Tidak Layak
21 % - 40 %	Tidak Layak
41 % - 60 %	Cukup Layak
61% - 80 %	Layak
81% - 100 %	Sangat Layak

Secara keseluruhan alat peraga yang telah dikembangkan pada materi energi dengan menggunakan panel surya berbasis Arduino dapat dinyatakan layak apabila hasil validasi ahli menunjukkan persentase > 61% dengan kategori “Layak” dan hasil uji keterbacaan menunjukkan persentase > 61% dengan kategori “Layak” (10).

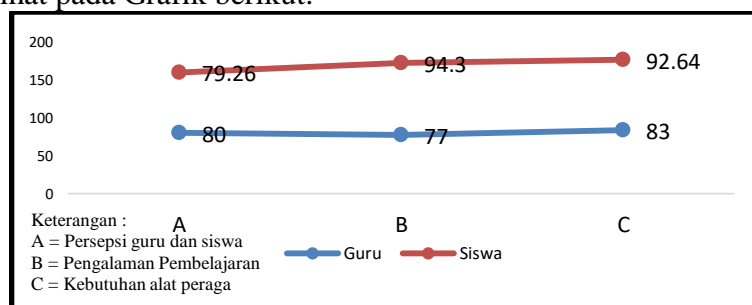
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga berbasis Arduino menggunakan panel surya pada materi sumber-sumber energi, untuk mengembangkan produk ini digunakan langkah-langkah penelitian R&D dengan tipe rancangan 4D. Tahap penelitian yang telah dilakukan adalah: 1) *Define*, berupa analisis kebutuhan; 2) *Design*, berupa rancangan, pengumpulan data, pembuatan desain alat peraga dan pembuatan alat peraga 3) *Develop*, berupa validasi, revisi dan pengujian. Hasil akhir dari penelitian ini adalah alat peraga berbasis Arduino menggunakan panel surya pada materi sumber-sumber energi.

Tahapan pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi analisis kebutuhan, untuk mengetahui kebutuhan dari pengembangan alat peraga dilakukan dengan observasi. Hasil observasi yaitu proses pembelajaran telah menerapkan sistem kurikulum 2013, proses pembelajaran diketiga sekolah tersebut dalam penyampaian materi masih menggunakan metode ceramah kurang memanfaatkan peran teknologi, informasi dan komunikasi, media yang digunakan untuk penyampaian materi masih belum variatif, penggunaan alat peraga hanya digunakan pada materi tertentu saja hal ini dikarenakan terkendalanya alat peraga yang tersedia disekolah, selain itu sumber belajar juga belum banyak digunakan.

Berdasarkan hasil lembar observasi masih kurang dan membutuhkan alat peraga sebagai media pembelajaran. Sejalan dengan penelitian Musa alat peraga memberikan dampak yang besar dalam proses pembelajaran yaitu proses pembelajaran lebih efektif dan efisien, dapat memotivasi peserta didik dalam proses pembelajaran dan memudahkan peserta didik dalam memahami materi yang diajarkan (11). Maka pada penelitian ini dilakukan dengan membuat alat peraga tambahan agar dapat membantu memenuhi fasilitas guru dan siswa dalam belajar, sehingga proses pembelajaran terjadi lebih inovatif dan membuat siswa paham akan materi tersebut. Selanjutnya dilakukan studi literatur dan pengumpulan informasi.

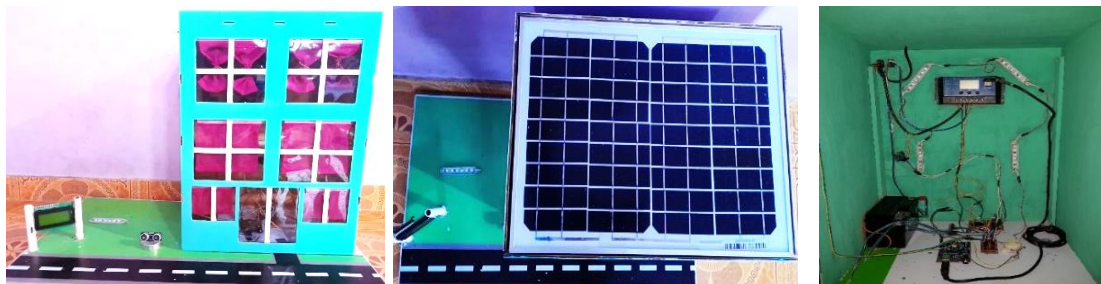
Pengumpulan informasi analisis kebutuhan pada penelitian ini menggunakan lembar analisis kebutuhan guru dan siswa yang disebar kepada guru yang berjumlah 3 guru dan 73 siswa dari tiga sekolah. Hasil rata-rata analisis angket kebutuhan yaitu 80% guru membutuhkan alat peraga untuk membantu memberikan pemahaman pada materi sumber-sumber energi dan 88,73% siswa membutuhkan alat peraga sebagai media alternatif untuk memahami materi sumber-sumber energi. Hasil analisis dapat dilihat pada Grafik berikut.



Gambar 1. Grafik Analisis Angket Kebutuhan

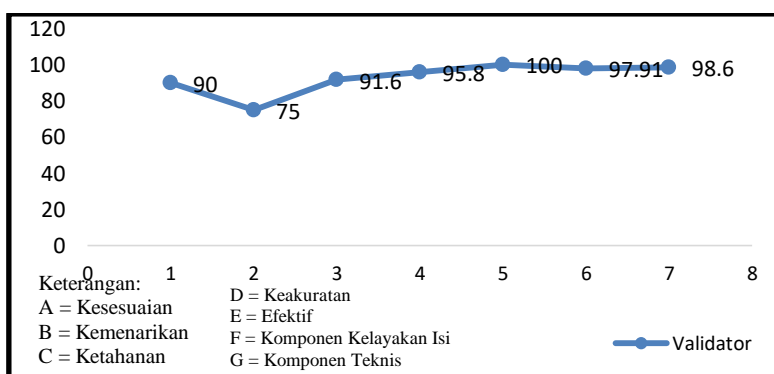
Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mendesain produk berupa alat peraga menggunakan panel surya berbasis Arduino Uno, Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR (12) dan panel surya merupakan elemen semikonduktor yang dapat mengkonversihkan energi sinar matahari menjadi energi listrik (13). Perancangan alat peraga yang di buat untuk materi sumber-sumber energi kelas XII sesuai dengan kurikulum 2013. Berdasarkan kompetensi dasar pada materi sumber-sumber energi yaitu sebagai berikut: (3.11) Menganalisis keterbatasan sumber energi dan dampaknya bagi kehidupan (4.11) Menyajikan ide/gagasan dampak keterbatasan sumber energi bagi kehidupan dan upaya penyelesaian masalah dengan energi alternatif.

Proses perancangan dilakukan dengan tahapan yaitu melakukan perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, perancangan sistem, perancangan rangkaian keseluruhan dan mendesain alat peraga. Karakteristik alat peraga yang di buat yaitu terdapat tampilan alat peraga berupa gedung dan taman sebagai wujud dari alat peraga, selanjutnya yaitu terdapat Arduino dan sensor yang digunakan untuk mengoprasikan sistem dari alat peraga. Alat peraga juga dilengkapi energi alternatif yaitu panel surya sebagai sumber energi utama yang dapat menggambarkan sumber energi terbarukan dan pembangkit listrik terbarukan, sensor ultrasonik serta sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) menggambarkan penerapan energi dalam peristiwa sehari-hari, selain itu terdapat sensor INA219 yang merupakan modul sensor yang dapat *memonitoring* tegangan dan arus pada rangkaian listrik (14). Alat peraga tidak bergantung pada sumber listrik PLN maupun *power supply* untuk menghidupkan sistem, serta alat peraga dilengkapi dengan buku panduan dalam melakukan eksperimen sehingga siswa lebih memahami materi.



Gambar 2. Tampilan alat peraga

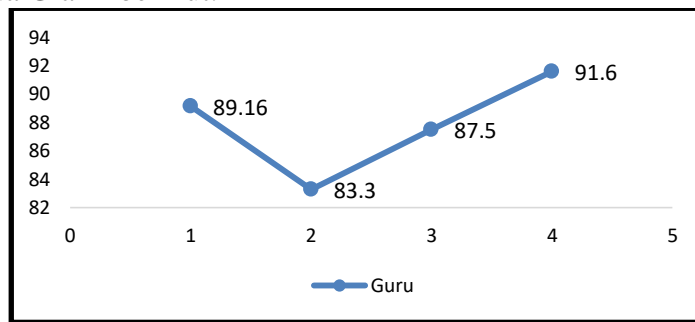
Setelah tahap desain produk maka tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu validasi produk. Validasi produk merupakan tahap penilaian *judgement* ahli. Hasil uji validitas dapat dilihat pada Grafik berikut.



Gambar 3. Grafik Hasil Analisis Uji Validitas

Berdasarkan hasil rata-rata uji validasi oleh *judgement* ahli yaitu 92,7% yang berada pada kategori sangat layak mengacu pada interpretasi skala likert. Sehingga penilaian akhir dari setiap validator adalah alat peraga berbasis Arduino Uno menggunakan panel surya yang sudah dikembangkan sudah layak digunakan. Selanjutnya dilakukan uji respons di tiga sekolah yaitu di SMAN 1, SMAN 2 dan SMAN 7 Kota Bengkulu. Proses ini dilakukan uji respons alat pada guru fisika dengan jumlah 3 guru. Hasil rata-rata uji respons alat pada guru yaitu 87,89% yang berada pada kategori sangat baik, Sehingga dari uji respons pada guru dapat disimpulkan bahwa alat peraga

telah sesuai dengan materi dan dapat membantu dalam menjelaskan materi kepada siswa. Hasil analisis dapat dilihat pada Grafik berikut.



Gambar 4. Grafik Hasil Analisis Uji Respons Kepada Guru

Setelah alat peraga dinyatakan layak, peneliti juga melakukan penelitian dan pengukuran terhadap alat peraga yang bertujuan untuk memperoleh data yang dijadikan sebagai sumber informasi dalam proses pembelajaran. Data yang diambil berupa arus dan tegangan yang dihasilkan dari alat peraga dengan intensitas cahaya pada waktu yang berbeda. Sumber cahaya berasal dari matahari, lampu LED dan Pijar. Peralatan yang digunakan untuk melakukan pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu: alat peraga, multimeter, *Luxmeter*, serta peralatan pendukung lainnya. Data yang telah diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Penelitian Terhadap Cahaya Matahari

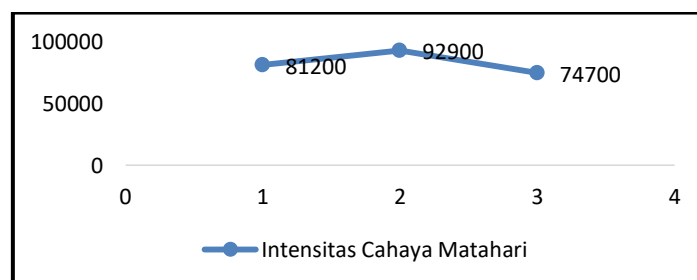
No	Waktu	Intensitas (Lux)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)
1	07-08 WIB	81200	13	0,2	2,63
2	12-13 WIB	92900	14,35	0,4	5,67
3	17-18 WIB	74700	12,19	0,05	0,80

Intensitas rata-rata = 82933,33 Lux

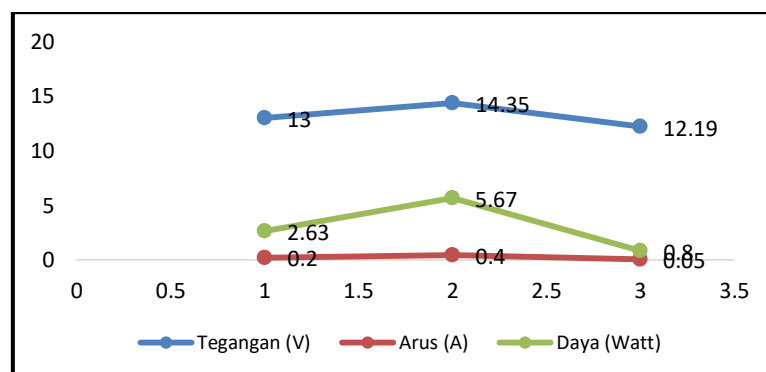
Tegangan rata-rata = 13,18 Volt

Arus rata-rata = 0,21 Ampere

Daya rata-rata = 3,03 Watt



Gambar 5. Kurva Waktu dan Intensitas Cahaya Matahari pada Panel Surya

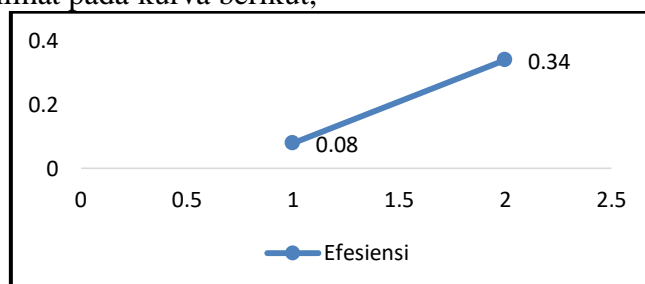


Gambar 6. Kurva Waktu dan Output Panel Surya

Berdasarkan hasil penelitian dan pengukuran pada cahaya matahari yang diambil persatuan menit dalam jangka waktu satu jam disetiap pagi, siang dan sore dapat dilihat pada tabel dan grafik yang telah tertera. Disimpulkan bahwa intensitas cahaya matahari dan waktu yang menyatakan posisi matahari sangat mempengaruhi besarnya output yang dihasilkan oleh panel surya. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya output panel surya berupa arus, tegangan dan daya ketika intensitas cahaya yang diterima meningkat seiring berjalannya waktu menuju siang hari dan mulai menurunnya output dari panel surya ketika intensitas cahaya menurun seiring berjalannya waktu menuju sore hari.

Pukul 12.00 sampai dengan 13.00 diperoleh nilai intensitas cahaya maksimum yaitu sebesar 92900 Lux dengan rata-rata arus sebesar 0,4 Ampere, besar tegangan rata-rata 14,35 Volt dan daya rata-rata sebesar 5,67Watt dimana posisi cahaya matahari dapat dikatakan tegak lurus terhadap panel surya yang ada pada alat peraga. Posisi yang ideal tersebut membuat foton menumbuk tepat pada permukaan panel surya tanpa adanya kemungkinan panel surya tidak terkena cahaya matahari sehingga menyebabkan energi hasil tumbukan foton dan elektron yang terdapat pada permukaan panel surya terlepas dengan energi yang lebih besar sehingga menghasilkan energi listrik yang lebih besar.

Data yang telah didapat dari spesifikasi panel surya selanjutnya dilakukan perhitungan didapatkan kapasitas panel surya sebesar 42Wh dan alat peraga dapat digunakan selama 3,5 jam. Selain melakukan penelitian dan pengukuran dengan menggunakan cahaya matahari peneliti juga melakukan penelitian dan pengukuran dengan menggunakan cahaya lampu LED dan lampu Pijar. Hasil penelitian dapat dilihat pada kurva berikut,



Gambar 7. Kurva Efisiensi Cahaya Lampu

Berdasarkan hasil penelitian dan pengukuran, efisiensi panel surya dengan penyinaran lampu didapatkan hasil bahwa penggunaan lampu pijar lebih efisien dibandingkan menggunakan lampu LED dengan hasil pada lampu pijar sebesar 0,34% dan lampu LED menghasilkan efisiensi sebesar 0,08%. Besarnya nilai efisiensi dipengaruhi oleh besarnya daya output yang dipengaruhi oleh besarnya tegangan yang dihasilkan. Hasil penelitian ini relevan dengan hasil penelitian Faridha yaitu tegangan, arus, daya dan intensitas cahaya yang dihasilkan pada lampu pijar lebih besar dari pada lampu LED sehingga efisiensi yang dihasilkan lampu pijar lebih baik dan dapat disimpulkan bahwa intensitas cahaya, tegangan, arus dan daya sangat berpengaruh terhadap kinerja panel surya (15).

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa alat peraga menggunakan *Solar Cell*, *Ultrasonik* dan *Light Dependent Resistor* berbasis Arduino Uno pada materi sumber-sumber energi mendapatkan hasil presentase rata-rata validasi oleh para ahli sebesar 92,7% dengan kategori sangat baik. Alat peraga menggunakan *Solar Cell*, *Ultrasonik* dan *Light Dependent Resistor* berbasis Arduino Uno pada materi sumber-sumber energi mendapatkan hasil dari uji respons guru dengan presentase rata-rata 87,89% kategori sangat baik, dengan menggunakan alat peraga guru dapat memberikan pemahaman konsep kepada siswa dan dapat mengajak siswa menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran.

4.2 Saran

Berdasarkan pada proses pengembangan alat peraga berbasis Arduino Uno dengan menggunakan panel surya pada materi sumber-sumber energi kelas XII, diharapkan alat peraga tersebut dapat diujicobakan langsung untuk mengetahui respon siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing, memberi dukungan dan saran atas terlaksananya sebuah karya ini. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semua

DAFTAR PUSTAKA

1. Gulo M. Meningkatkan hasil belajar fisika dengan menggunakan alat peraga sederhana pada materi gerak melingkar di kelas X-5 SMA Negeri 3 Gunungsitoli semester ganjil tahun pelajaran 2014/2015. *Wahana Inov.* 2017;6(1):1–14.
2. Permatasari A, Yuberti Y, Anggraini W. Pengembangan lampu sensor berbasis Arduino uno sebagai alat peraga fisika. *Indones J Sci Math Educ.* 2019;2(3):380–7.
3. Hakim Y Al. Pengembangan alat peraga solar tracker dua sumbu untuk meningkatkan kreativitas. *Radiasi J Berk Pendidik Fis.* 2017;10(1):161–7.
4. Suari M. Pemanfaatan Arduino nano dalam perancangan media pembelajaran fisika. *Nat Sci J.* 2017;3(1).
5. Kemendikbud. *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.* 2018.
6. Fadilah Z, Lubis P. Pengaruh metode demonstrasi dengan menggunakan alat peraga sel surya terhadap hasil belajar fisika materi listrik dinamis pada kelas XII di SMA Negeri 8 Palembang. *Pros Simp Nas Pendidik IPA.* 2017;1(1):56–61.
7. Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan).* ke-3 cetak. Nuryanto A, editor. BANDUNG: Alfabeta; 2019.
8. Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* BANDUNG: Alfabeta; 2010.
9. Kurniawati ID, Nita S-. *Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa.* *J Comput Inf Technol.* 2018;1(2):68–75.
10. Arikunto S, Jabar C safruddin abdul. *Evaluasi program pendidikan.* 2 ed. Jakarta: Bumi Aksara; 2009.
11. Musa L. *Alat peraga matematika.* 1 ed. Mirnawati, editor. Sulawesi Selatan: Aksara Timur; 2018.
12. Syahwil M. *Panduan mudah simulasi & praktek mikrokontroler Arduino.* Prabawati TA, editor. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET; 2013.
13. Anoi YH, Yani A, W Y. Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan. *Turbo J Progr Stud Tek Mesin.* 2020;8(2):177–82.
14. Monda HT, Feriyonika F, Rudati PS. Sistem pengukuran daya pada sensor node wireless sensor network. 2018;9(1).
15. Faridha M, Lisdawati AN, Hafizah A meiliani N. Optimalisasi solar cell menggunakan umpan balik lampu. *EEICT.* 2019;2(2):11–4.