

# PENGEMBANGAN ALAT PERAGA SOLAR TRACKER DUA SUMBU UNTUK MENINGKATKAN KREATIVITAS PESERTA DIDIK PADA MATERI LISTRIK DINAMIS

Tusri'ah<sup>1)</sup>, Yusro Al Hakim<sup>2)</sup>, Ashari<sup>3)</sup>

Program Studi Pendidikan Fisika  
Universitas Muhammadiyah Purworejo  
Jl. K.H. Ahmad Dahlan No. 3 Purworejo

Email: [Tusriah14@gmail.com](mailto:Tusriah14@gmail.com)<sup>1)</sup>, [hakim\\_2014@mail.ugm.ac.id](mailto:hakim_2014@mail.ugm.ac.id)<sup>2)</sup>, [azha\\_ump60@yahoo.com](mailto:azha_ump60@yahoo.com)<sup>3)</sup>

**Intisari** – Telah dilakukan penelitian untuk: 1) Mengembangkan alat peraga Solar Tracker dua sumbu, 2) Mengetahui peningkatan kreativitas peserta didik pada materi listrik dinamis. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation). Subjek dalam penelitian ini yaitu kelas X SMA Negeri 11 Purworejo yang berjumlah 29 orang. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik angket, wawancara, dan dokumentasi. Instrumen pengumpulan data menggunakan angket dengan skala Likert yang masing-masing sudah diujicobakan dan telah memenuhi syarat validitas dan realibilitas. Analisis data menggunakan persentase dan percentage agreement, hasil yang diperoleh berupa data kuantitatif. Berdasarkan hasil pengembangan alat peraga Solar Tracker dua sumbu yang dilakukan dengan menggunakan pengukuran berulang didapatkan hasil energi dan daya listrik oleh sel surya tanpa Solar Tracker yaitu  $W = (0,118185 \pm 2 \times 10^{-5})$  joule dan  $P = (0,023637 \pm 4,03 \times 10^{-4})$  watt sedangkan sel surya yang menggunakan Solar Tracker yaitu  $W = (0,640503333 \pm 1,79 \times 10^{-2})$  joule dan  $P = (0,128100667 \pm 1,98 \times 10^{-4})$  watt. Untuk analisis data validasi oleh dosen ahli dan guru fisika dengan rerata skor dari dosen ahli I sebesar 2,68, dosen ahli II sebesar 3,07 dan guru fisika 3,07 dengan kategori baik sehingga alat peraga ini layak digunakan sebagai alat pembelajaran dengan sedikit revisi uji realibilitas diperoleh percentage agreement oleh dosen ahli I sebesar 92,25%, dosen ahli II sebesar 96% dan guru fisika 96% sehingga data yang dihasilkan “reliabel”. Peningkatan kreativitas pada tahap penerapan diperoleh N-Gain sebesar 0,69 dengan kategori peningkatan “sedang”. Respon peserta didik pada tahap penerapan oleh alat peraga Solar Tracker dua sumbu secara keseluruhan diperoleh persentase 87,61% dengan kategori “baik”. Ketercapaian hasil belajar diperoleh rerata 75,69 untuk post test sehingga secara klasikal sudah mencapai KKM sebesar 75. Dengan demikian alat peraga Solar Tracker dua sumbu untuk meningkatkan kreativitas peserta didik pada materi listrik dinamis dapat digunakan sebagai alat pembelajaran.

**Kata kunci:** Alat Peraga, Solar Tracker, Kreativitas, Listrik Dinamis

## I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu upaya untuk melahirkan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas dan bermutu tinggi [1,2]. Perkembangan zaman yang pesat menyebabkan dunia pendidikan berubah signifikan sehingga merubah pola pikir pendidik, dari pola piker yang awam dan kaku menjadi lebih modern [3]. Dalam upaya untuk meningkatkan mutu pendidikan Indonesia, pemerintah selalu memperbaiki kurikulum pendidikan, baik pendidikan dasar, menengah, maupun pendidikan tinggi.

Media pembelajaran pada hakikatnya dibutuhkan agar proses pembelajaran berlangsung mudah, lebih bermakna, dan menyenangkan untuk peserta didik. Salah satu media yang dibutuhkan agar terselenggaranya proses pembelajaran yang menyenangkan dalam fisika adalah alat peraga yang memadai. Pembelajaran menggunakan alat peraga berarti mengoptimalkan seluruh fungsi panca indra siswa untuk meningkatkan kreativitas peserta didik

dengan cara mendengar, melihat, dan menggunakan pikirannya secara logis dan realistis [4].

Kreativitas adalah salah satu modal dasar yang harus dimiliki oleh setiap individu. Dengan memiliki kreativitas, peserta didik diharapkan dapat memiliki keberanian untuk mengungkapkan gagasan-gagasan, berpikiran terbuka, berpikiran jernih, selalu mempunyai rasa ingin tahu, mencari keterangan yang sebenarnya terhadap suatu masalah, serta memiliki sikap pantang menyerah untuk mencapai suatu hasil yang optimal [5]. Maka dari itu, dalam setiap jenjang pendidikan perlu dikembangkan keterampilan berpikir yang kreatif [6,7] dalam dunia pembelajaran khususnya dibidang fisika.

Menurut wawancara yang dilakukan di SMA Negeri 11 Purworejo pada hari Rabu, 29 Maret 2017 kepada Ibu Wiyati, selaku guru fisika di SMA Negeri 11 Purworejo, metode pembelajaran yang digunakan masih bersifat verbalisme. Seringkali fisika disajikan sebagai kumpulan rumus yang harus dihafal oleh peserta didik. Kurang dan jarang nya alat bantu yang

dapat memperjelas gambaran peserta didik tentang materi yang harus dipelajari. Selain itu karena kurangnya alat peraga dilaboratorium sebagai alat praktikum.

Pembelajaran fisika di SMA Negeri 11 Purworejo pada kelas X khususnya pada materi listrik dinamis yang merupakan salah satu materi fisika yang cukup sulit sehingga membutuhkan tingkat pemahaman yang cukup tinggi dalam mempelajarinya. Pada materi listrik dinamis terkandung banyak materi-materi yang sifatnya abstrak sehingga diperlukan adanya alat peraga untuk menyampaikan konsep, khususnya pada subab energi dan daya listrik. Mengingat negara Indonesia berada dekat garis khatulistiwa dengan pancaran sinar matahari yang cukup banyak sepanjang tahun, maka salah satu sumber energi yang bagus untuk dikembangkan adalah energi matahari. Pemanfaatan energi matahari dalam pembangkitan energi listrik telah banyak dilakukan dengan menggunakan panel surya.

Kajian tentang topik Rancang Bangun dan Uji Coba *Solar Tracker* pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATMega16. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kinerja alat sangat baik dalam menjejak matahari, daya aktual yang dihasilkan oleh penjejak surya mencapai 10,89 Watt, dan didapatkan kenaikan energi mencapai 4,22 %. Dengan demikian sistem penjejukan surya dapat diaplikasikan untuk mendapatkan konversi energi yang lebih besar [8].

Kajian selanjutnya tentang alat *Solar Tracker* berbasis mikrokontroler 8 bit atmega8535. *Solar tracker* yang dibuat pada penelitian ini adalah tipe satu sumbu. Alasan pemilihan satu sumbu karena *solar tracker* ini diperuntukkan modul sel surya yang berukuran kecil. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Persentase penghematan konsumsi daya pada solar tracker cerdas dengan yang tidak cerdas adalah sebesar 85 % pada uji coba penelitian ini. *Solar tracker* cerdas yang dihasilkan pada penelitian ini, perlu diimplementasikan secara nyata di lapangan sehingga akan terlihat kebermanfaatannya. Selain itu, penelitian ini perlu dilanjutkan pada aspek penambahan sumbu putar, sehingga menjadi 2 sumbu serta melihat efek kebermanfaatannya [9].

Percobaan atau praktikum sangat penting pada materi energi dan daya listrik, Itu semua ditujukan agar peserta didik lebih mudah memahami materi, menikmati proses pembelajaran, dan bisa meningkatkan kreativitas peserta didik.

Berdasarkan paparan diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengembangan alat peraga *Solar Tracker* dua sumbu untuk meningkatkan kreativitas peserta didik pada materi listrik dinamis.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Alat Peraga

Alat peraga adalah alat bantu untuk mendidik atau mengajar supaya apa yang diajarkan mudah dimengerti anak didik [10,11]. Alat peraga dapat digunakan dan dimanfaatkan untuk menjelaskan konsep-konsep pembelajaran dari materi yang bersifat abstrak atau kurang jelas menjadi nyata dan jelas sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian serta minat para peserta didik yang menjurus ke arah terjadinya proses belajar mengajar [12]. Dalam kaitannya dalam pembelajaran IPA Fisika, keberadaan alat peraga mempunyai pengaruh terhadap keberhasilan peserta didik dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, penggunaan alat peraga diutamakan untuk menambah pemahaman siswa dalam proses pembelajaran. Penggunaan alat peraga hendaknya memperhatikan sejumlah prinsip agar penggunaan alat peraga dapat mencapai hasil yang baik [13].

Salah satu gambaran yang paling banyak dijadikan acuan sebagai landasan teori penggunaan media dalam pembelajaran adalah *Dale's Cone of Experience* atau kerucut pengalaman Dale. Edgar Dale mengadakan klasifikasi menurut tingkat dari yang paling konkrit sampai yang paling abstrak. Klasifikasi tersebut kemudian dikenal dengan nama "kerucut pengalaman" dari Edgar Dale [14].



**Gambar 1.** Kerucut Pengalaman Edgar Dale [14]

Hasil belajar seseorang diperoleh mulai dari pengalaman langsung (konkret), kenyataan yang ada di lingkungan kehidupan seseorang kemudian melalui benda tiruan, sampai kepada lambang verbal (abstrak). Semakin ke atas di puncak kerucut semakin abstrak media penyampaian pesan itu. Pengembangan kerucut Edgar Dale bukanlah tingkat kesulitan, melainkan tingkat keabstrakan dari jumlah, jenis, indra yang turut serta selama penerimaan isi pembelajaran atau pesan.

## B. Solar Tracker

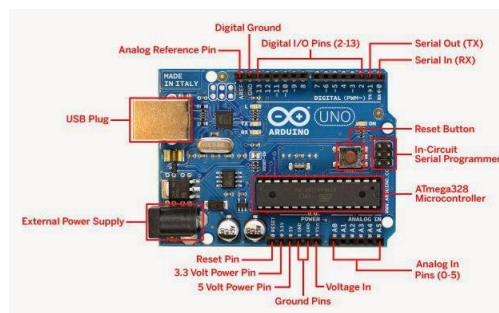
### 1. Konsep dasar Solar Tracker

*Solar Tracker* merupakan piranti untuk menangkap sinar matahari [15,16]. Sinar matahari ini diubah oleh sel surya menjadi listrik [17]. Energi listrik yang dihasilkan akan optimal apabila sinar matahari yang ditangkap juga maksimal.

Perjalanan matahari melalui 360 derajat timur ke barat per hari, tetapi dari perspektif setiap lokasi tetap bagian terlihat adalah 180 derajat selama periode 1/2 hari rata-rata (lebih di musim semi dan musim panas, kurang, di musim gugur dan musim dingin). efek cakrawala lokal ini sedikit mengurangi, sehingga membuat gerakan yang efektif sekitar 150 derajat [18]. Sebuah panel surya dalam orientasi tetap antara fajar dan matahari terbenam ekstrim dan akan terlihat gerakan 75 derajat ke kedua sisi, akan kehilangan 75% dari energi di pagi dan sore hari. Sebuah *tracker* berputar ke arah timur-barat dikenal sebagai *tracker* sumbu tunggal. Matahari juga bergerak melalui 46 derajat utara dan selatan selama setahun. Pengaturan yang sama dari panel ditetapkan pada titik tengah antara dua ekstrim lokal sehingga akan terlihat matahari bergerak 23 derajat di kedua sisi, menyebabkan kerugian sebesar 8,3%. Sebuah *tracker* yang menyumbang kedua gerakan harian dan musiman dikenal sebagai *tracker dual-axis* [19].

### 2. Arduino Uno

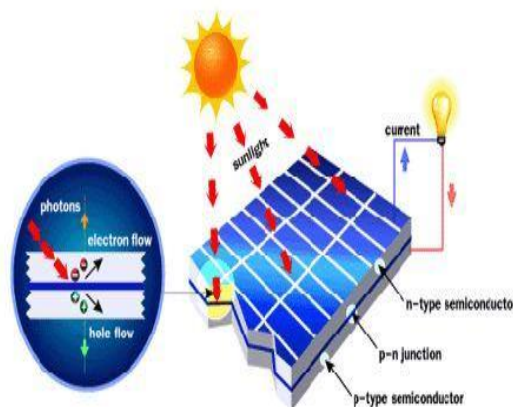
*Arduino* adalah suatu perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open-source*, yang perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan [20]. *Arduino* dapat digunakan 'mendeteksi' lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor (misal: cahaya, suhu, inframerah, ultrasonik, jarak, tekanan, kelembaban) dan dapat 'mengendalikan' berbagai peralatan sekitarnya (misal: lampu, berbagai jenis motor, dan aktuator lainnya).



Gambar 2. Skema Arduino

### 3. Sel Surya

Sel surya atau juga sering disebut *photovoltaic* adalah piranti yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi listrik [21,22]. Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip *p-n junction*, yaitu *junction* antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan *hole* (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan *hole* tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom *dopant*. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor. Ilustrasi dibawah menggambarkan *junction* semikonduktor tipe-p dan tipe-n.



Gambar 3. Ilustrasi Cara kerja Sel Surya

### 4. Motor Servo

Servo Motor adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian

kontrol yang ada di dalam servo motor. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu servo motor diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Pengendalian gerakan batang servo motor dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM). Teknik ini menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor



Gambar 4. Servo Motor

### C. Kreativitas

Pengertian kreativitas menurut kamus besar bahasa Indonesia berarti hasil dari kemampuan mencipta. Dengan daya imajinasi seseorang dapat menciptakan buah pikir yang ada kaitannya dengan kebutuhan hidup manusia [23-25]. Untuk mengembangkan pribadi dan intelektual manusia perlu memiliki pengetahuan dan kreativitas [26].

Guilford membedakan ciri-ciri utama kreativitas menjadi dua, yaitu *aptitude* dan *non-aptitude*. Ciri-ciri *aptitude* dari kreativitas (berpikir kreatif) meliputi kelancaran, kelenturan (fleksibilitas), dan orisinalitas dalam berpikir, dan ciri-ciri *non-aptitude* atau afektif meliputi kepercayaan diri, keuletan, apresiasi estetik, dan kemandirian [27].

Berdasarkan uraian diatas, dapat diartikan bahwa kreativitas merupakan Kemampuan kemampuan seseorang untuk menghasilkan komposisi, produk atau gagasan apa saja yang pada dasarnya baru, dan sebelumnya tidak dikenal pembuatnya.

### III. METODE PENELITIAN

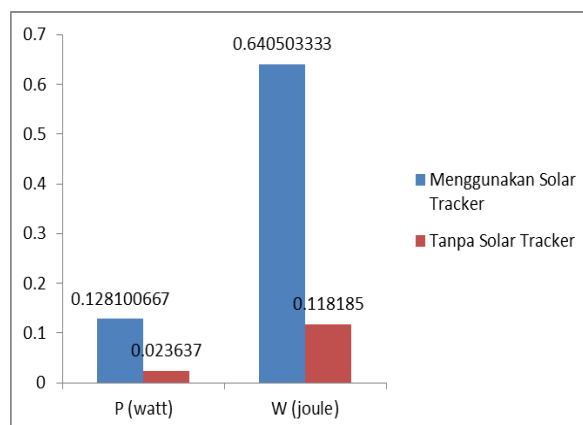
Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah alat peraga *Solar Tracker* dua sumbu untuk meningkatkan Kreativitas peserta didik pada materi listrik dinamis. Desain penelitian ini diadaptasi dari model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahap pengembangan yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan),

*Implementation* (penerapan), *Evaluation* (mengevaluasi) [28]. Subyek dalam penelitian ini adalah siswa SMA Negeri 11 Purworejo yang berjumlah 29 peserta didik. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode wawancara, lembar validasi, metode angket, dan metode tes. Metode wawancara digunakan untuk mengetahui kekurangan alat peraga yang ada dilaboratorium SMA Negeri 11 Purworejo. Lembar validasi digunakan untuk melihat seberapa layak alat peraga yang dikembangkan dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Metode angket dilakukan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap alat peraga yang dikembangkan untuk meningkatkan Kreativitas peserta didik pada materi listrik dinamis. Sedangkan metode tes digunakan untuk memperoleh gambaran awal dan hasil belajar setelah menggunakan alat peraga yang dikembangkan dan mengetahui peningkatan kreativitas peserta didik.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Penyajian Data

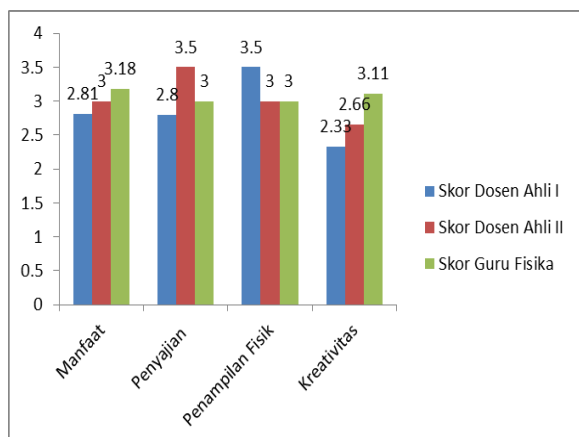
#### 1. Perbandingan Sel Surya Menggunakan *Solar Tracker* & tanpa *Solar Tracker*



Gambar 5. Diagram Perbandingan Energi dan Daya Listrik

Setelah dilakukan analisis data didapatkan bahwa hasil rerata energi dan daya listrik yang dilakukan dengan menggunakan *Solar Tracker* lebih besar yaitu 0,640503333 joule dan 0,128100667 watt dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan *Solar Tracker* yaitu rerata energi dan daya listriknya hanya 0,118185 joule dan 0,023637 watt.

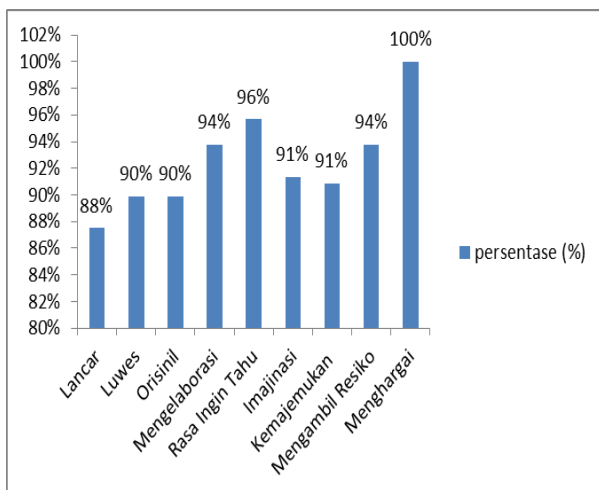
## 2. Kelayakan ALat Peraga



**Gambar 6.** Diagram hasil penilaian oleh ahli media, ahli materi dan guru fisika

Dari hasil pengolahan data validasi terhadap alat peraga diperoleh nilai rerata pada dosen ahli I untuk aspek manfaat 2,81, aspek penyajian 2,80, aspek penampilan fisik 3,50 dan aspek kreativitas 2,33 sedangkan dosen ahli II untuk aspek penampilan fisik 3,00, aspek penyajian 3,50, aspek penampilan fisik 3,00, aspek kreativitas 2,66 dan guru fisika untuk aspek manfaat 3,18, aspek penyajian 3,00, aspek penampilan fisik 3,00, dan aspek kreativitas 3,11 sehingga dikategorikan sangat baik.

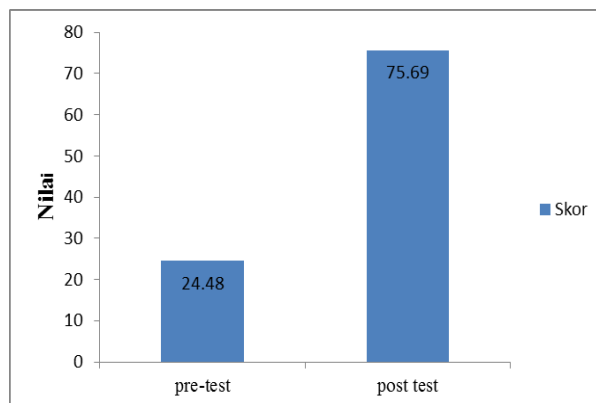
## 3. Respon & Hasil Belajar



**Gambar 7.** Hasil Kreativitas peserta didik setelah menggunakan alat peraga

Aspek kelancaran mendapat persentase 88%, aspek keluwesan 89,90%, aspek orisimil 89,90%, mengelaborasi 93,75%, rasa ingin tahu 95,67%, aspek imajinasi 91,34%, kemajemukan 90,86%, mengambil resiko 93,75%, dan menghargai

100,00%. Dengan demikian keseluruhan aspek mendapatkan persentase 92,51%.



**Gambar 8.** Diagram batang hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan alat peraga Solar Tracker dua sumbu

Tahap penerapan hasil nilai *pre-test* menunjukkan nilai reratanya 24,48 dan nilai *post-test* menunjukkan bahwa semua siswa dinyatakan tuntas dengan nilai reratanya 75,69 sehingga persentase ketuntasan belajar siswa secara klasikal 100% dinyatakan tuntas memperoleh kriteria *N-gain* 0,69 dengan kategori sedang.

## B. Pembahasan

Pengambilan data dilakukan selama 2 hari yaitu pada hari Sabtu tanggal 29 April 2017 dan pada hari Minggu 30 April 2017, ini dilakukan untuk membandingkan berapa energi dan daya yang didapatkan oleh sel surya yang menggunakan Solar Tracker dalam posisi horizontal-vertikal dan sel surya tanpa Solar Tracker dalam posisi horizontal. Dua hari yang digunakan secara visual kondisinya sama.

Pengambilan data alat peraga sel surya tanpa menggunakan Solar Tracker pada pagi hari dengan kondisi cuaca yang berawan dan sedikit panas mendapatkan rerata arus 0,0019 A dan rerata tegangan 1,756 V. Untuk penghitungan energi dan daya menggunakan hitungan manual melalui Microsoft Excel. Pada percobaan pagi hari didapatkan rerata daya  $0,003338 \pm 3,36 \text{ watt}$  dan rerata energi  $0,01669 \pm 8,72 \times 10^{-4} \text{ joule}$ . Pada siang hari kondisi cuaca mulai panas sehingga alat peraga Solar Tracker dua sumbu mendapat arus dan tegangan yang lebih tinggi, dengan rerata arus 0,002 A dan rerata tegangan 1,819 V sehingga rerata dayanya  $0,003638 \pm 4,03 \times 10^{-4} \text{ watt}$  dan rerata energi  $0,01819 \pm 2 \times 10^{-5} \text{ joule}$ . Pada sore hari matahari mulai turun sehingga rerata arus dan tegangan yang didapat lebih kecil dibandingkan pada siang hari. Arusnya yaitu

0,00052 A dan tegangannya 0,225 V, untuk rerata dayanya  $0.0001151 \pm 1,21 \times 10^{-4}$  watt dan rerata energinya  $0.0005755 \pm 1,04 \times 10^{-4}$  joule.

Pengambilan data alat peraga sel surya menggunakan *Solar Tracker* dua sumbu dalam keadaan Horizontal-Vertikal pada pagi hari kondisi cuaca berawan dan sedikit panas, rerata arus yang didapatkan yaitu 0,0019 A dengan rerata tegangan 1,828 V. sehingga rerata dayanya  $0,0034735 \pm 1,98 \times 10^{-4}$  watt dan rerata energinya  $0,0173675 \pm -1,79 \times 10^{-2}$  joule. Kondisi cuaca pada siang hari mulai panas. Rerata arus yang didapat yaitu 0,0151 A dan rerata tegangannya 1,786 V sehingga memberikan rerata daya  $0,026986 \pm 3,17 \times 10^{-3}$  watt dan rerata energi  $0,13493 \pm 1,58 \times 10^{-2}$  joule. Pada sore hari kondisi cuacanya masih sangat panas, data ini diambil pada pukul 15.00 WIB. Rerata arus yang didapat 0,0152 A dengan rerata tegangan 5,189 V sehingga menghasilkan rerata daya  $0,0079707 \pm 1,82 \times 10^{-3}$  watt dan rerata energi  $0,0398535 \pm 9,12 \times 10^{-3}$  joule.

Dengan demikian, setelah dilakukan analisis data didapatkan bahwa hasil rerata energi dan daya listrik yang dilakukan oleh sel surya dengan menggunakan *Solar Tracker* lebih besar yaitu 0,640503333 joule dan 0,128100667 watt dibandingkan dengan sel surya yang tanpa menggunakan *Solar Tracker* yaitu rerata energi dan daya listriknya hanya 0,118185 joule dan 0,023637 watt.

Hasil pengembangan alat peraga ini kemudian divalidasi oleh validator yaitu dosen ahli dan guru fisika. Hasil analisis data validasi oleh dosen ahli I alat peraga *Solar Tracker* dua sumbu mendapat rerata 2,68 dan reliabilitas 92,25%. Kemudian analisis data ahli II mendapat rerata 3,07 dan reliabilitas 96% serta validasi oleh guru fisika hasil validasi alat peraga *Solar Tracker* dua sumbu mendapat rerata 3,07 dan 96% ketiga hasil validasi tersebut mendapat kategori sangat baik.

Tahap penerapan hasil belajar siswa diperoleh nilai *pre-test* reratanya 24,48 dan nilai *post-test* reratanya 75,69 dimana semua siswa dinyatakan tuntas karena nilai yang diperoleh  $\geq 75$ , sehingga peningkatan hasil belajar yang diperoleh *gain* 0,69 dengan kategori peningkatan sedang.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian Pengembangan alat peraga *Solar Tracker* dua sumbu untuk meningkatkan kreativitas peserta didik pada materi listrik dinamis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat peraga dengan *Solar Tracker* dua sumbu dapat menghasilkan daya dan energi lebih

besar pada posisi horizontal-vertikal yaitu  $P = 0,128100667$  watt dan  $W = 0,640503333$  joule dibandingkan tanpa *Solar Tracker* (dalam keadaan horizontal) yaitu  $P = 0,023637$  watt dan  $W = 0,118185$  joule.

2. Validasi kelayakan alat peraga *Solar Tracker* dua sumbu oleh dua dosen ahli dan guru fisika mendapatkan nilai secara keseluruhan sebesar 2,99 termasuk kategori baik sehingga layak digunakan dalam pembelajaran dan untuk uji reliabilitas menunjukkan *percentage agreement* sebesar 75%, sehingga data yang didapatkan adalah reliabel.
3. Peningkatan kreativitas peserta didik dilihat dari nilai *pre-test* dan *post-test* pada tahap penerapan diperoleh *N-gain* 0,69 dan termasuk dalam kategori peningkatan sedang.

## PUSTAKA

- [1] Djumaliningsih, N. P., Riyadi, R., & Iswahyudi, G. (2012). Eksperimentasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw yang Berorientasi pada Penemuan Terbimbing dengan Penggunaan Alat Peraga pada Materi Bangun Datar Segi Empat Ditinjau dari Kemampuan Penalaran Matematika
- [2] Khoirudin, N., Wahyuningsih, D., & Rahardjo, D. T. (2013). Pengembangan Media Pembelajaran dengan Menggunakan Aplikasi Mindjet Mindmanager 9 untuk Siswa SMA pada Pokok Bahasan Alat Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 1(1)
- [3] Pramesty, R. I. (2013). Pengembangan Alat Peraga Kit Fluida Statis Sebagai Media Pembelajaran Pada Sub Materi Fluida Statis di Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Mojokerto. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 2(3)
- [4] Purwanto, B. (2011). Pentingnya Kreativitas Guru dan Calon Guru Fisika Sma dalam Upaya Pengembangan dan Pengadaan Alat Demonstrasi/Eksperimen untuk Menjelaskan Konsep Dasar Fisika. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*
- [5] Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2017). Pengaruh Project Based Learning Terhadap Motivasi Belajar, Kreativitas, Kemampuan Berpikir Kritis, Dan Kemampuan Kognitif Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1).
- [6] Mertayasa, I. P. N., Agustini, K., Si, S., Si, M., & Divayana, D. G. H. (2017). Hubungan Knowledge Management Terhadap Kreativitas Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik

- Informatika Undiksha Singaraja. *KARMAPATI (Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika)* ISSN: 2252-9063, 6(1)
- [7] Mahtari, S., Nur, M., & Tukiran, T. (2017). Pengembangan Prototipe Buku Guru Dan Buku Siswa Ipa Dengan Penemuan Terbimbing Untuk Melatihkan Kreativitas Ilmiah Siswa SMP. *JPPS: Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*, 5(2), 924-930
- [8] Mochamad Bagus Hermanto. 2013. *Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega16*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem Univeritas Brawijaya. Volume 1
- [9] I Wayan Sutaya. 2015. *Alat solar tracker berbasis mikrokontroler 8 bit atmega8535*. Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja
- [10] Depdiknas. 2007. *Alat Peraga sebagai alat bantu dalam Pembelajaran*. Jakarta: Depdiknas
- [11] Hamdani, D., Eva, K., & Indra, S. (2012). Pengaruh Model Pembelajaran Generatif Dengan Menggunakan Alat Peraga Terhadap Pemahaman Konsep Cahaya Kelas VIII Di SMP Negeri 7 Kota Bengkulu. *EXACTA*, 10(1), 79-88.
- [12] Indah, D. S. (2014). Pengembangan Alat Peraga Sederhana Gerak Parabola Untuk Memotivasi Siswa Pada Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Gerak Parabola. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 3(2)
- [13] Sudjana, Nana. 2011. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algesindo
- [14] Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana
- [15] Man, C. (2017). Solar Tracker
- [16] Gouvêa Melo, A., Oliveira Filho, D., de Oliveira Júnior, M. M., Zolnier, S., & Ribeiro, A. (2017). Development of a closed and open loop solar tracker technology. *Acta Scientiarum. Technology*, 39(2)
- [17] Ahmad, Z., & Sharief, S. (2017). Design and Performance of Solar Tracking Photo-Voltaic System using Microcontroller. *International Journal*, 8(4)
- [18] Sharma, A., & Sharma, C. (2017). Design and fabrication of an automatic dual axis solar tracker by using LDR sensors. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 9(2), 39-45
- [19] Gayatri Shahane\*, Ayushi Jain, Sneha Ugale and C.P.Waykole. 2017. Compound Parabolic Concentrators as Solar Trackers. *International Journal of Current Engineering and Technology*. Vol.7, No.2
- [20] Andrianto & Darmawan. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung
- [21] Prakash, D., & Gawate, S. P. (2017). Design and Implementation of Dual Axis Solar Tracking Device to Improve Energy Efficiency. *International Journal of Engineering Science*, 4042
- [22] Mohiuddin, A. K. M., Sabarudin, M. S. B., Khan, A. A., & Ihsan, S. I. (2017, March). Design and development of hybrid energy generator (photovoltaics) with solar tracker. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 184, No. 1, p. 012043). IOP Publishing
- [23] Dong, Y., Bartol, K. M., Zhang, Z. X., & Li, C. (2017). Enhancing employee creativity via individual skill development and team knowledge sharing: Influences of dual-focused transformational leadership. *Journal of Organizational Behavior*, 38(3), 439-458
- [24] Neufeld, P., Mirzaei, O., Runco, M., & Maw, S. (2017). Creativity in Design Engineers: Attitudes, Opinions and Potentially Influential Factors. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association*
- [25] Bourgeois-Bougrine, S., Buisine, S., Vandendriessche, C., Glaveanu, V., & Lubart, T. (2017). Thinking Skills and Creativity
- [26] Sola, E., Hoekstra, R., Fiore, S., & McCauley, P. (2017). An Investigation of the State of Creativity and Critical Thinking in Engineering Undergraduates. *Creative Education*, 8(09), 1495
- [27] Utami, Munandar. 2012. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka Cipta
- [28] I Made Tegeh, I Nyoman Jampel, dan Ketut Pudjawan. 2014. *Model Penelitian dan Pengembangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu