

## **PENERAPAN ALAT PERAGA SEDERHANA PLTA UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN LABORATORIUM FISIKA PADA PESERTA DIDIK**

**Thalia Ajeng Ayu Kencana<sup>(1)</sup>, Lady Pretylia Iraynida Disha<sup>(2)</sup>, Abigel Dhesantia Prameswari<sup>(3)</sup>, Fadia Arisma Iswardani<sup>(4)</sup>, Hikmah Hidayah<sup>(5)</sup>, Subiki<sup>(6)</sup>, Maryani<sup>(7)</sup>**

Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Jember

e-mail: [Thaliaajeng308@gmail.com](mailto:Thaliaajeng308@gmail.com), [ladyyyypid@gmail.com](mailto:ladyyyypid@gmail.com), [abigeldhesantiap04@gmail.com](mailto:abigeldhesantiap04@gmail.com),  
[fadiaarismaa25@gmail.com](mailto:fadiaarismaa25@gmail.com), [hidayahhikmah194@gmail.com](mailto:hidayahhikmah194@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*A simple hydroelectric prop is a simple prop that demonstrates the mechanism of converting the kinetic energy of water into electricity. Hydroelectric teaching assistants consist of the main components of generators, turbines or wind turbines, LED lights, cables and connecting ropes, and supporting parts of wind turbine racks. This research is carried out by researching tool making and functional testing of tools carried out in several stages, namely: research and information collection, planning, product development or production, and field trials. Based on the results of the study, learning materials about hydropower plants can be used in the learning process. Basically, the design of a simple hydroelectric power plant is carried out with the aim of designing and making a mini waterwheel for a power plant that can function optimally. With this simple Hydropower Plant Construction Teaching Tool, it is hoped that students can easily understand the concepts they have just learned.*

**Keywords:** Props, Hydroelectric Power Station, Physics Laboratory

### **ABSTRAK**

Alat peraga sederhana pembangkit listrik tenaga air merupakan alat peraga sederhana yang mendemonstrasikan mekanisme perubahan energi kinetik air menjadi listrik. Asisten pengajar pembangkit listrik tenaga air terdiri dari komponen utama genset, turbin atau turbin angin, lampu LED, kabel dan tali penghubung, serta bagian pendukung rak turbin angin. Penelitian ini dilakukan dengan penelitian pembuatan alat dan pengujian fungsional alat yang dilakukan beberapa tahapan, yaitu: meneliti dan mengumpulkan informasi, merencanakan, pengembangan atau memproduksi produk, dan pengujian lapangan. Setelah melakukan penelitian, materi pembelajaran tentang PLTA dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Pada dasarnya perancangan pembangkit listrik tenaga air sederhana dilakukan dengan tujuan untuk merancang dan membuat kincir air mini untuk pembangkit listrik yang dapat berfungsi secara maksimal. Dengan adanya alat ajar konstruksi PLTA yang sederhana ini, diharapkan siswa dapat dengan mudah memahami konsep yang baru dipelajarinya.

**Kata kunci:** Alat Peraga, Pembangkit Listrik Tenaga Air, Laboratorium Fisika

### **1. Pendahuluan**

Pendidikan adalah hubungan antara individu guru dan siswa. Dalam

perkembangan zaman, ada hubungan komunikasi antara setiap guru dan siswa. Jika hubungan ini diangkat ke

tingkat pendidikan, maka akan menjadi hubungan di antara guru dan siswa sehingga dapat menimbulkan tanggung jawab di pendidikan maupun otoritas pendidikan. Penekanan pada pembelajaran fisik dengan memasukkan aspek psikologis atau keterampilan (Hasyid, dkk. 2020).

Menurut Hasriyani, dkk pada tahun 2017 bahwa ketrampilan ini adalah kemampuan untuk menerapkan pola perilaku yang kompleks dan terorganisir dengan baik, dengan cara yang cair dan tepat, untuk mendapatkan hasil tertentu. Keterampilan tidak hanya mencakup gerakan motorik tetapi juga fungsi mental kognitif. Keterampilan motorik seperti mengendarai sepeda motor menjadi keterampilan bagi siswa.

Keterampilan adalah suatu proses wujud dari belajar tentang keterampilan jasmani dan rohani yang berkaitan dengan keterampilan dasar yang diperoleh, dikuasai dan diterapkan dalam aktivitas ilmiah untuk memungkinkan ilmuwan memperoleh sesuatu yang belum pernah ada. Dapat dilakukan dengan mencoba membuat alat peraga sederhana, seperti percobaan pembuatan alat pembangkit listrik tenaga air sederhana. Contohnya kincir air yang merupakan salah satu alat yang dapat menghasilkan energi listrik. (Hermadi et al. 2014).

Penggunaan alat ajar ini memudahkan siswa dalam memahami konsep (Afriyanto, 2015). Alat peraga adalah instrumen atau alat yang digunakan untuk melatih dan menyampaikan materi, baik berupa benda maupun tingkah laku, dengan cara yang memudahkan pemahaman siswa (Preliana, 2015). Alat ajar meliputi karakteristik dan bentuk konsep bahan ajar, yang digunakan

untuk mengilustrasikan materi sebagai gambaran mekanisasi, peristiwa dan kegiatan agar materi lebih mudah dipahami (Saleh et al., 2015). Penggunaan alat peraga dalam proses pembelajaran merupakan salah satu cara untuk mendukung pengembangan pengetahuan, keterampilan, kebutuhan dasar bahan ajar, konsep dan pengetahuan fisika (Desy et al., 2015). Alat peraga dapat digunakan sebagai media pembelajaran dan penyalur pesan yang dapat menggugah pikiran, perasaan dan kemauan siswa untuk memfasilitasi pembelajaran siswa (Hartini et al., 2018).

Upaya dalam mencari energi alternatif lainnya seperti energi fosil dan juga ketersediaannya yang dapat diperbaharui banyak dilakukan beberapa peneliti. Energi yang dihasilkan dari sumber alami seperti matahari, angin, dan air. Mata air pasti akan tersedia dan tidak merusak lingkungan merupakan energi terbarukan. Sumber energi alternatif yaitu sumber energi yang akan menggantikan sumber energi tak terbarukan. semua yang termasuk sumber energi terbarukan pasti sumber energi alternatif. Energi terbarukan disebut juga sebagai sumber energi yang dapat dengan cepat diisi ulang dari alam, secara terus menerus. yang termasuk sebagai sumber energi terbarukan, yaitu: Energi matahari, angin, air, biomassa, dan panas bumi (Heni, et al. 2012).

Kemampuan untuk melakukan suatu gerak disebut dengan energi. Air yang mengalir memiliki suatu energi yang digunakan untuk menggerakkan suatu benda. Dari beberapa banyaknya alat yang menggunakan air untuk mengubah menjadi energi listrik, salah satunya adalah kincir air. Air termasuk

sumber energi yang murah dan relatif mudah di dapatkan karena air banyak menyimpan potensial dan energi kinetik. Pembangkit listrik menggunakan tenaga air merupakan hasil energi yang didapatkan dari air mengalir. Energi yang dimiliki oleh air dapat digunakan dalam bentuk energi mekanik ataupun energi listrik. Penggunaan tenaga air biasanya dilakukan dengan menggunakan kincir air yang memanfaatkan air terjun atau aliran air lainnya. (Hendarto, 2012: 5).

Sistem kelistrikan menggunakan energi air atau yang biasa kita sebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Beberapa keunggulan menggunakan genset ini memiliki kepekaan sangat cepat sehingga cocok untuk kondisi beban puncak dan juga saat terjadi turbulensi. selain itu, kapasitas pembangkitnya yang sangat besar di bandingkan energi terbarukan lainnya, Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) ini sudah ada sejak lama. Sistem dari pembangkit listrik tenaga air yaitu mengubah energi air menjadi energi mekanik dan seringkali menjadi energi listrik. Air yang melalui selang tekanan melewati kincir air dimana air akan mengenai sudut-sudut sehingga kincir air atau turbin berputar. Saat pemakaian untuk menghasilkan energi listrik, putaran kincir air memutar pada poros rotor di generator. Energi yang dihasilkan dapat digunakan secara langsung, disimpan berbentuk baterai, dan juga digunakan untuk meningkatkan kualitas daya. Pembelajaran tentang sumber energi listrik yang ada di sekolah seringkali dipandang sebelah mata, penerapannya dalam eksperimen atau praktik (Anwar, dkk. 2021).

Kincir air telah lama digunakan untuk tenaga industri. Awalnya

diperhitungkan bahwa ukuran roda membatasi kemungkinan pelepasan dan ujung yang dapat digunakan. Pengembangan kincir air menjadi sebuah turbin modern membutuhkan waktu yang cukup lama. Perkembangan dilakukan selama masa revolusi industri menggunakan beberapa metode dan prinsip ilmiah (Mahmud Effendy, 2012).

Dalam penelitian menggunakan barang bekas, seperti motor listrik dari printer bekas dapat digunakan sebagai peralatan magang bagi mahasiswa dalam program kerja praktikum dengan guru fisika, khususnya melaksanakan magang fisika menggunakan barang bekas untuk membuat pembangkit listrik tenaga air sederhana. Munculnya energi mekanik yang berubah menjadi energi listrik dapat dilihat saat lampu rangkaian menyala. Saat air di ember sudah penuh, air dari lubang ember mengalir keluar dengan deras, membuat gulungan berputar cepat, lampu menyala terang. Saat air di ember berkurang, roda melambat sehingga lampu meredup (Purwanto, 2020).

Pembangkit listrik tenaga air menghasilkan arus listrik yang hanyalah perubahan energi mekanik atau gerak menjadi energi listrik. Anak-anak sangat senang bisa berhasil merasakan pembangkit listrik tenaga air sederhana dari bahan limbah dengan tangan mereka sendiri, membuktikan bahwa mereka sangat senang memeluk rekan mereka karena percobaan berhasil dan mereka sangat puas. Berdasarkan uraian di atas maka dibangunlah sebuah penelitian tentang aplikasi alat peraga miniatur sederhana stasiun pembangkit listrik tenaga air sebagai bahan pembelajaran di laboratorium fisika untuk siswa, sebagai alat peraga untuk aplikasi teknologi pembelajaran siswa.

dilakukan tes untuk memastikannya, yang akan menjadi alat bantu pembelajaran di laboratorium fisika bagi siswa.

## 2. Metode

Penelitian ini merupakan studi pembuatan alat dan pengujian fungsional alat dilakukan melalui beberapa tahapan, yakni: penelitian serta studi literature, pengembangan atau produksi suatu barang, perencanaan, dan praktik observasi lapangan. Pada tahap pertama digali informasi mengenai alat peraga sederhana untuk pembangkit listrik tenaga air dan juga tentang perlengkapan sekolah untuk laboratorium fisika. Data dokumenter ini akan menjadi informasi dalam pengembangan alat peraga sederhana pembangkit listrik tenaga air seperti perlengkapan sekolah di laboratorium fisika untuk siswa.

Pada langkah kedua, berdasarkan materi yang dianalisis, tim merancang alat peraga sederhana dengan dokumen yang telah disiapkan sebelumnya. Setelah itu dibuat draft pertama yaitu rencana pembuatan suatu alat peraga sederhana pembangkit listrik tenaga air sebagai alat bantu pembelajaran praktikum fisika. Langkah ketiga adalah membuat bentuk awal alat alternatif dan memastikan kelayakannya. Pada tahap ini, tim juga melakukan persiapan dan alat pendukung jika diperlukan untuk tahap implementasi. Dan pada langkah keempat, tim menyusun suatu alat menggunakan alat peraga sederhana dengan sub materi pembelajaran fisika. Pada tahap ini dikumpulkan data observasi, data penilaian, dan umpan balik kelompok serta guru.

Selanjutnya yakni menggunakan beberapa alat dan instrument seperti: gunting, gergaji besi, solder, penggaris, pulpen dan bahan yang digunakan antara lain: kincir, lampu, generator, besi, kabel, lem, tongkat, papan (kayu persegi), dan akuarium. Langkah selanjutnya adalah menghasilkan alat berdasarkan desain yang sudah diimplementasikan. Terdapat beberapa proses yang digarap pada langkah ini yakni:

- a. Siapkan paralon serta potong sesuai dengan kebutuhan, potong menjadi 8 bagian, siapkan pula tusuk sate.
- b. Bagian paralon tadi direkatkan pada tusuk sate, setelah itu ambil lagi paralon, lalu potong sesuai kebutuhan, lalu potong juga bagian samping paralon menjadi 8 bagian dengan ukuran tusuk sate.
- c. Rekatkan tusuk sate (baling-baling kincir) satu persatu ke paralon yang sudah diberi lubang tadi.
- d. Setelah 8 baling-baling sudah direkatkan lalu, tutup dan rekatkan paralon menggunakan tutup botol.
- e. Lubangi bagian poros (tutup botol) dengan seukuran katembat dan rekatkan.
- f. Katembat yang sudah direkatkan ke poros lalu rekatkan juga ke ujung dinamo, yang berfungsi untuk membantu perputaran kincir.
- g. Siapkan penyangga (besi bekas) lalu tempelkan pada kayu bekas yang berbentuk persegi untuk menyangga kincir yang berfungsi untuk memutar.
- h. Siapkan juga stik yang digunakan untuk membuat miniatur kincir yang dibentuk menyerupai pos kamling.
- i. Lalu untuk tandon air, siapkan toples bekas untuk mengisi air, Siapkan juga besi dan juga kayu persegi untuk menopang tandon air.

Tahap akhir dari proses pengerjaan alat ini yaitu percobaan alat, yang mana tujuan percobaan tersebut yakni untuk melihat apakah alat yang diciptakan sudah bisa digunakan dengan baik serta sudah sesuai dengan yang diharapkan.

### **3. Hasil dan Pembahasan**

Kincir air adalah alat yang berputar karena air mengalir melalui kincir sehingga menyebabkan kincir berputar. Putaran roda biasanya berfungsi untuk menggerakkan generator listrik. Ini menghasilkan listrik yang dapat digunakan untuk menyalakan lampu di paviliun. Dalam proses kerja kincir air yang menghasilkan listrik, terjadi beberapa kali konversi energi sebelum energi listrik dikonsumsi. Pertama, konversi energi potensial air yang mengalir menjadi energi mekanik (gerakan) oleh roda. Kedua, energi mekanik ini memutar generator. Rotasi generator menyebabkan lompatan elektron. Ini menciptakan arus listrik. Proses selanjutnya arus listrik disalurkan pada pendopo menggunakan lampu. Kincir air ini menggunakan beberapa konsep fisika, yaitu dari energi potensial menjadi energi mekanik kemudian energi mekanik menjadi energi listrik, dan menghasilkan energi cahaya, atau lampu yang menyala, menjadi energi kinetik, yaitu menggerakkan roda dengan air, dalam hal ini juga dapat mengubah panas menjadi energi.

Dalam penelitian ini, penerapan hukum kekekalan energi mekanik diberikan untuk membantu siswa dengan mudah memahami alat peraga sederhana tentang pembangkit listrik tenaga air, serta memperoleh keterampilan dasar dalam menganalisis energi transformasi dengan menerapkan hukum kekekalan energi. Diharapkan dengan penelitian ini dapat

berkontribusi dan mempengaruhi terhadap pengembangan suatu pembelajaran fisika yang melatih kemampuan berpikir ilmiah siswa dan meningkatkan kreativitas guru.

Kincir air memiliki diameter yang lebih besar dari diameter poros rotor, yang dimaksudkan untuk memutar rotor lebih cepat dari putaran kincir air itu sendiri. Itu membuat cahaya bersinar lebih terang. Pada pembangkit listrik terdiri dari magnet untuk stator dan juga kumparan untuk rotor yang dapat berputar. Rotasi kumparan pada magnet menyebabkan garis medan magnet berubah melintasi kumparan. Hal yang sama berlaku untuk pembangkit listrik yang menggunakan fenomena hukum Faraday yang berkaitan dengan induksi elektromagnetik. Hukum Faraday menyatakan bahwa jika garis medan magnet berubah melintasi sebuah kumparan, Gaya Gerak Listrik (GGL) muncul pada kumparan itu. Jika koil dihubungkan ke rangkaian tertutup, arus akan mengalir melalui rangkaian. Arus yang didapat pada stasiun pembangkit sederhana ini adalah arus searah.

Menurut (Masturoh, R. D, al.ed. 2019) dalam penelitiannya, khusus penggunaan furnitur bekas sebagai media pembelajaran dalam pembelajaran, diperoleh rata-rata 79,17% siswa memberikan umpan balik aktif selama proses pembelajaran. Menurut (Saragi & Purba, 2021) Dalam kajiannya, Pembangkit Listrik Tenaga Air pada prinsipnya adalah suatu bentuk konversi pembangkit listrik tenaga air dengan ketinggian tertentu dan mengalirkannya menjadi listrik melalui turbin air dan generator.

Perancangan aplikasi alat peraga sederhana untuk miniatur pembangkit listrik tenaga air sebagai perlengkapan sekolah untuk laboratorium fisika siswa



pada transformasi energi dilakukan atas dasar mempertimbangkan hasil analisis permintaan. Dalam penelitian ini, kami menggunakan beberapa alat yang telah dikembangkan, khususnya sebagai berikut:

a. Kincir Air dan Dinamo

Bisa kita lihat pada gambar dibawah, bawah kincir air dibuat menggunakan bahan-bahan disekitar kita. Seperti yang sudah dijelaskan di atas yaitu menggunakan bahan-bahan bekas yang sederhana. Untuk sayap kincir air sendiri terdiri dari 8 pipa bekas berukuran 26 mm yang dipotong-potong sama sekitar 2 - 3 cm. Dan dilubangi untuk memasukan batangnya yang terbuat dari tusuk sate. Tatakan kincir air nya sendiri terbuat dari kayu balok bekas.

Dinamo yang memiliki tegangan 20 volt dirangkai dengan sayap kincir air yang dikaitkan di dalam tutup botol bekas, di dalam botol bekas itu terdapat katembat yang berfungsi untuk menghubungkan dengan dinamo. Lalu pada penampang kincir menggunakan besi bekas yang dilem pada kayu, agar kincir dapat menempel pada besi dan juga mempermudah kincir dan dinamo bekerja. Dalam rangkaian itu tidak hanya terdapat dinamo saja tetapi juga terdapat kabel kabel yang nantinya disambungkan pada lampu, agar lampu tersebut menyala jika kincir air bergerak. Untuk merekatkan sayap kincir, lalu dinamo yang ada di dalam tutup botol, serta tatakan untuk kincir airnya menggunakan lem tembak.



Gambar 1. Kincir Air dan Dinamo

b. Tandon Air (Tempat menampung air)

Tandon air ini menggunakan toples bekas yang sudah tidak dipakai untuk menampung air. Pada gambar di bawah dapat dijelaskan penampang tandon terdiri atas kayu dan juga besi yang sudah tidak dipakai, dengan menggunakan kayu dan besi yang sudah disusun seperti gambar di bawah memudahkan tandon air berfungsi dengan benar. Toples plastik yang sudah tidak dipakai ini diberi lubang sebanyak dua lubang pada sisi samping kanan dan samping kiri. Untuk samping kanan, lubang berfungsi untuk memasukkan selang pada tandon yang dihubungkan juga pada lubang sebelah kiri. Untuk lubang sebelah kiri berfungsi untuk selang agar dapat mengalirkan air ke kincir air, dan menyebabkan kincir air tersebut memutar. Lalu setelah tandon diberi lubang dan dipasangkan dengan selang langkah selanjutnya yakni merekatkan tandon pada penampang yang sudah di rakit tadi.



Gambar 2. Tandon Air

c. Rumah atau Gazebo

Rumah-rumahan atau bisa kita sebut juga miniatur gazebo yang biasanya mirip dengan pos kamling atau pos keamanan di perumahan atau perkampungan ini dibuat dengan bahan dasar dari stick yang biasanya dipakai untuk es krim. Pertama sebelum membuat gazebo, mendesain di kereta terlebih dahulu. Lalu satu persatu merangkai atau mengkaitkan stik es krim satu sama lain dengan lem tembak mengikuti desain yang telah dibuat hingga berbentuk rumah. Setelah itu gazebo yang sudah jadi direkatkan dengan besi bekas sebagai kaki dari gazebo itu, lalu agar gazebo tidak terkena air maka akan diberi penampang kayu.

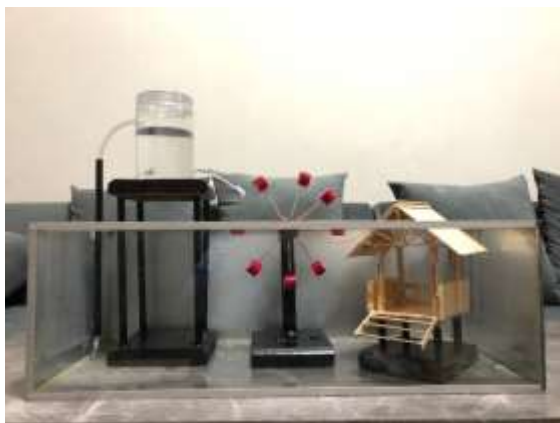
Tujuan pembuatan gazebo ialah untuk tempat lampu yang nantinya ditaruh pada gazebo sebagai penerangan seperti gazebo yang nyata. Hal ini juga menjadikan miniatur alat peraga pembangkit listrik tenaga air sederhana terlihat lebih kreatif dan menarik peserta didik agar melaksanakan praktikum dengan lebih seru. Bisa dilihat bentuk miniatur gazebo pada gambar di

bawah. Nantinya lampu yang sudah disambungkan atau dirangkai dengan kabel yang terhubung dengan dinamo akan digantung pada bagian atap gazebo.



Gambar 3. Gazebo

Dari kajian yang telah dijelaskan di atas menerapkan konversi energi gerak menjadi energi listrik. Alat yang digunakan yaitu miniaturizer air untuk memahami konsep pembangkit listrik tenaga air sederhana. Secara umum energi kinetik roda sama dengan energi gerak air yang jatuh pada roda. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini bahwa setelah miniatur gazebo selesai dibuat, penampung air selesai dan kincir air yang sudah jadi kemudian ditempatkan di akuarium agar airnya dialirkan di atas kincir tersebut. tidak mengalir kemana-mana. Cara kerja kincir air sederhana ini adalah dengan terlebih dahulu mengisi akuarium dengan air, kemudian air tersebut akan dihisap melalui pipa yang membawa air di dasar akuarium ke atas kemudian tenggelam, menabrak kincir air. Jadi air yang jatuh pada kincir air akan membuat kincir air bergerak dan membuat generator yang ada di dalam reel berfungsi, kemudian menjadi energi listrik yang menyalakan lampu gazebo ini.



Gambar 4. Alat Peraga Sederhana PLTA



Gambar 5. Alat Peraga Sederhana PLTA

#### 4. Simpulan dan Saran

Kincir air merupakan alat pengubah energi air menjadi energi mekanik berupa torsi pada poros yang berputar. Kincir air ini menggunakan beberapa konsep fisika yaitu dari energi potensial menjadi energi mekanik kemudian menjadi energi listrik dan akan menghasilkan energi cahaya untuk menyalakan lampu menjadi energi kinetik yaitu menggerakkan kincir dengan air kemudian juga dapat mengubah panas ke energi.

Dalam penelitian ini, penerapan hukum kekekalan energi mekanik diciptakan untuk membantu siswa dengan mudah memahami alat peraga sederhana tentang pembangkit listrik

tenaga air, serta memperoleh keterampilan dasar dalam menganalisis energi transformasi dengan menerapkan hukum kekekalan energi mekanik. Setelah penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa alat bantu PLTA ini dapat membantu dalam proses pembelajaran dan layak digunakan untuk alat bantu pembelajaran. Setelah berhasil menyelesaikan demo alat pembangkit listrik tenaga air sederhana ini, Anda dapat melihat cara kerjanya, termasuk menyiapkan akuarium sebagai tempat/wadah untuk meletakkan roda. Saat itu kincir angin dilengkapi dengan baling-baling yang terbuat dari sendok plastik, bagian baling-baling dipasang tutup botol untuk menghubungkan putaran baling-baling untuk memutar generator.

#### Daftar Pustaka

- Abdilah, H. S., Desnita, D., & Umiatin, U. (2015, October). PENGEMBANGAN MINIAUTUR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA). *InPROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)* (Vol. 4, pp. SNF2015-II).
- Anwar, S., Tamam, M. T., & Kurniawan, I. H. (2021). Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4 (1),7-10.
- Aulia'Alifteria, F., & Anggaryani, M. PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ALAT PERAGA PADA MATERI KONVERSI ENERGI GERAK MENJADI ENERGI LISTRIK UNTUK SISWA SMA KELAS X.



- Diqi, H. H., Ratnaya, I. G., & Adiarta, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Air. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 9 (2), 93-103.
- Effendy, M. (2012). RANCANG BANGUN ALAT KONTROL BEBAN ELEKTRONIK DIGITAL PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMh) OFF-GRID. *Jurnal Gamma*, 8 (1).
- Hartini, S., Dewantara, D., & Mahtari, S. (2016). Pengembangan alat peraga fisika energi melalui perkuliahan berbasis project based learning. *Vidya Karya*, 33 (1), 42-50.
- Hasriani, H., & Jafar, A. F. (2017). PENERAPAN MEDIA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) TERHADAP KETERAMPILAN SISWA. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 5 (2), 89-95.
- Heni, A. A., Ardianto, B., Manatar, J., & Pradana, M. D. (2012). Rancang bangun alat peraga simulasi pembangkit listrik tenaga piko-hidro menggunakan model turbin pelton. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta*.
- Hermadi, M. Pengaruh Eksperimen Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Air Sedrhana Terhadap Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Fisika UIN Alauddin Makassar*, 3 (2), 175-181.
- Mariah, S. (2016). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERUPA MINIATUR SISTEM LISTRIK RUMAH TANGGA UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA DI SMA (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA).
- Mursyid, S., Ramadhan, T., & Rivaldi, F. (2019, November). Pengembangan Alat Peraga Sebagai Media Pembelajaran Materi Energi Listrik Di Smpn 1 Jongkong. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI II* (Vol. 1, No. 1, pp. 175-183).
- Purwanto, N. D., & Sugiarto, S. (2020). Pemodelan Alat Peraga Praktikum Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Pico Hydro dengan Turbin Propeller Type Open Flume Tc 60. *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan*, 12 (1), 35-46.
- Sunarso, A., Ramadhan, U. V., Sulistiono, D., Agato, A., Widagdo, E., Handoko, D., & Manurung, A. Pengembangan Sistem Akuisisi Data Otomatis Berbasis Arduino untuk Alat Uji Unjuk Kerja Turbin Air. *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, 11 (2), 485853.
- Suyamto, S. (2022). IMPLEMENTASI PRAKTIKUM FISIKA DENGAN PEMANFAATAN BARANG BEKAS SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK SEDERHANA TENAGA AIR. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 2 (1), 106-112.
- Yakob, M. (2018). PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KONVERSI ENERGI GERAK MENJADI ENERGI LISTRIK SKALA LABORATORIUM. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 1 (01), 5-10.