

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KONVERSI ENERGI GERAK MENJADI ENERGI LISTRIK SKALA LABORATORIUM

Muhammad Yakob

Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Samudra
Jln. Kampus Meurandeh No. 1, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, Propinsi Aceh
Korespondensi: myakob@unsam.ac.id

Abstract

Physics is the main problem that often occurs in the implementation of practicum physics is the absence of practicum tools / equipment needed to understand the concepts of physics. This research aims to develop energy conversion modules based on motion energy converter devices into electrical energy. This research is a type of development research with steps Define, Design, Develop. Define is the result of field observations and module development needs analysis on basic physics practicum at the University Ocean Basic Laboratory. Design is the stage of designing an electric-motion converter device and the appropriate module design. Develop is the module development stage based on the finished device. At this stage expert judgment is carried out by expert lecturers as material for revision. Judgment is done is to determine the accuracy of the instrument / draft module both in terms of content and construction. The final product of this study is in the form of an electric-motion converter device with a learning module that has been developed based on a converter device. Expert test results, devices and modules that are effectively developed can be used in basic physics practical activities.

Keywords: Learning devices, Motion Energy Conversion, Microhydro

A. PENDAHULUAN

Fisika merupakan pelajaran sains yang melibatkan fenomena, gejala dan proses alam pada pembahasan materi fisika. Dalam pembelajaran fisika dibutuhkan hal-hal yang bersifat kontekstual sehingga siswa mendapat pengalaman belajar secara langsung. Salah satu strategi belajar yang dapat memberikan pengalaman secara langsung adalah dengan kegiatan pratikum/eksperimen. Praktikum merupakan kegiatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan dilakukan guna mengasah keterampilan psikomotor peserta didik. Perbaikan prestasi belajar peserta didik dapat dicapai dengan keikutsertaan peserta didik dalam kegiatan praktikum dan kegiatan praktikum dapat menghasilkan perubahan sikap (Musaisa, 2012). Kegiatan praktikum meliputi kegiatan pengamatan, pengukuran, percobaan, menginterpretasi data serta penarikan kesimpulan. Dalam kegiatan praktikum, peserta didik juga dapat melatih keterampilan berfikir ilmiah serta menanamkan sikap

ilmiah. Selain itu, kegiatan praktikum juga dapat mengubah persepsi peserta didik yang menganggap fisika sebagai sesuatu yang abstrak, Banyak siswa yang berasumsi bahwa fisika merupakan pelajaran yang bersifat abstrak, dan hal ini menjadi salah satu kelemahan siswa dalam menguasai konsep fisika (Abdullah 1998).

Berdasarkan penjelasan diatas maka kelengkapan akan peralatan praktikum sangat dibutuhkan dalam proses pembelajaran. Bagaimanapun media/ perangkat sederhana/ alat peraga mengenai penerapan teknologi sangat dibutuhkan dalam menjembatani hasil riset penelitian khususnya dibidang teknologi kepada peserta didik. Suatu alat peraga dapat memberikan penekanan informasi, stimulus perhatian dan memfasilitasi proses pembelajaran (Asyhar, 2011). Selain itu, perangkat dari penerapan teknologi juga dapat membuat konsep-konsep yang rumit menjadi lebih mudah untuk dipahami, dengan kata lain hal-hal yang bersifat abstrak dapat lebih konkrit untuk dipahami (Isman, 2007). Namun, terdapat masalah yang masih sering

dialami oleh instansi pendidikan baik sekolah maupun universitas adalah kekurangan perangkat praktikum dalam memahami konsep penerapan konsep fisika dalam teknologi.

Universitas Samudra merupakan salah satu Perguruan Tinggi Negeri baru yang masih minim akan fasilitas. Oleh karenanya dibutuhkan banyak pengembangan salah satunya terhadap kegiatan praktikum di laboratorium seperti pengembangan perangkat praktikum/eksperimen beserta modul. Universitas Samudra terletak di Kota Langsa, Aceh dan baru berstatus sebagai Perguruan Tinggi Negeri selama 5 tahun. Sejauh ini, kegiatan praktikum mahasiswa di Universitas Samudra masih mengandalkan Laboratorium Dasar dengan semua kondisi yang masih terbatas. Upaya dalam meningkatkan kompetensi terus saja dilakukan untuk mencapai proses pembelajaran terbaik dan membangun skill mahasiswa.

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengembangan media pembelajaran terhadap perangkat konversi energi gerak menjadi energi listrik berupa prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air dalam skala laboratorium beserta modul praktikum. Pembangkit listrik ini merupakan contoh penerapan dari prinsip induksi elektromagnetik (gaya gerak listrik/ggl) yang bekerja menghasilkan listrik. Perangkat yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai media praktikum / alat peraga dalam materi usaha dan energi pada kegiatan praktikum fisika dasar 1. Perangkat konverter yang dikembangkan dapat memberikan pengalaman secara nyata dalam memahami konsep Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sehingga menarik bagi peserta didik dan dapat meningkatkan proses sains peserta didik.

Untuk menunjang kegiatan praktikum diperlukan modul penuntun dalam pelaksanaan kegiatan praktikum. Modul merupakan bahan pembelajaran cetak yang berfungsi sebagai media belajar mandiri dan isinya berupa satu unit pembelajaran (Sulaiman, 2014)]. Modul fisika berbasis kerja laboratorium dengan pendekatan science process skills yang dikembangkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa, ketercapaian hasil belajar siswa tersebut berupa ketercapaian keterampilan proses sains siswa (Sukardiyono, 2013). Dengan demikian, modul dapat dimanfaatkan oleh siswa dalam

menguasai kompetensi secara mandiri. Dengan penggunaan modul, siswa dapat mengikuti proses pembelajaran sesuai dengan kemampuan dan kecepatan proses belajar yang dimiliki masing-masing siswa (Sudjana, 2003).

Penyusunan suatu modul pembelajaran pada dasarnya harus memiliki struktur bahasa yang mudah dimengerti oleh siswa dan juga penyusunan yang sistematis. Suatu modul juga harus disusun secara sistematis dan mudah dipahami oleh siswa, selain itu suatu modul juga harus dapat dipelajari secara independen oleh siswa (Purwanto, 2014). Dengan demikian, suatu modul yang baik dapat membantu siswa dalam belajar secara mandiri.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan yang dilakukan dengan langkah-langkah Define, Design, Develop. Define merupakan tahap awal dalam model pengembangan ini, yang meliputi kegiatan identifikasi permasalahan yang ada di laboratorium, mengkonfirmasi kendala-kendala yang ada kepada staff/laboran lab, mengidentifikasi hal-hal yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah yang ada di laboratorium, menetapkan sasaran instruksional yang akan dilakukan dan terakhir adalah menyusun rencana manajemen. Pada tahap define diperoleh hasil observasi lapangan dan analisis kebutuhan pengembangan modul pada praktikum fisika dasar di Laboratorium Dasar Universitas Samudra terkhusus pada topic energi dan konversi energi.

Design merupakan tahap perancangan perangkat konverter energi gerak-listrik serta rancangan modul yang sesuai. Tahap desain dilakukan dengan metode eksperimen untuk mendapat suatu rancangan konverter energi yang dilengkapi rangkaian penguat daya. Pada tahap ini juga dilakukan pengujian alat konverter serta perbaikan.

Develop merupakan bagian utama dalam suatu penelitian pengembangan. Deskripsi dalam tahap ini meliputi menjeneral konten materi yang akan dibahas pada modul sesuai dengan prototipe konverter yang dirancang, menyusun panduan penggunaan alat konverter dalam modul. Pada tahap ini dilakukan expert judgment atau validasi oleh dosen ahli sebagai bahan revisi. Judgment

yang dilakukan adalah menentukan keakuratan instrument/ draft modul baik dari segi isi maupun konstruksi. Data hasil penilaian para expert/ahli untuk masing-masing perangkat pembelajaran dianalisis dengan mempertimbangkan masukan, komentar, dan saran-saran dari validator. Hasil analisis tersebut dijadikan sebagai pedoman untuk merevisi perangkat pembelajaran.

Setelah dilakukan validasi oleh para ahli, dilakukan uji respon terhadap perangkat yang telah dikembangkan pada peserta didik untuk melihat tingkat antusias peserta didik dalam mempelajari konsep fisika pada materi energi dan konversi energy menggunakan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Data uji respon dikumpulkan dengan menggunakan angket yang diberikan kepada siswa kelas uji coba. Siswa memberikan tanda cek list pada kolom yang tersedia untuk setiap pertanyaan yang diajukan. Angket tersebut diberikan kepada siswa pada akhir kegiatan pembelajaran dengan menggunakan instrumen yang telah disediakan. Data tentang respon siswa yang diperoleh melalui angket dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif dengan persentase. Persentase dari setiap respon siswa dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah respon siswa tiap aspek yang muncul}}{\text{Jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Respon siswa dikatakan efektif jika jawaban siswa terhadap pernyataan positif untuk setiap aspek yang direspon pada setiap komponen pembelajaran diperoleh persentase $\geq 80\%$.

Objek penelitian ini adalah perangkat/alat peraga converter energi gerak menjadi listrik beserta modul. Subjek penelitian adalah para ahli yang menguji kevalidan perangkat/alat peraga beserta modul. Instrument penelitian hanya berupa lembar penilaian terhadap alat peraga konverter beserta modul. Data yang dikumpulkan dalam penelitian dalam berupa data output keluaran yang dihasilkan converter. Parameter yang diamati dalam rancangan desain meliputi putaran, tegangan dan arus. Selain itu data juga berupa data kesesuaian desain prototipe dan materi dalam modul diperoleh dari instrument penilaian oleh para ahli. Data tersebut digunakan untuk mengetahui kelayakan desain prototipe dan modul sebagai media pembelajaran

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Konverter Energi Gerak Menjadi Energi Listrik

Penelitian pengembangan ini menerapkan konsep konversi energi gerak menjadi energi listrik. Perangkat yang digunakan adalah miniatur kincir air untuk memahani konsep Pembangkit Listrik Tenaga Air. Energi mekanik air yang bekerja pada kincir adalah energi kinetik yang difungsikan untuk menggerakkan baling-baling kincir. Energi kinetik gerak kincir selanjutnya ditransfer untuk memutar roda dinamo. Idealnya besarnya energi kinetik kincir sama besarnya dengan energi gerak air yang jatuh mengenai (bagaimanapun sebagian massa air yang tumpah akan menyebar tidak tepat mengenai kincir).

Konverter energi gerak ke listrik yang telah dirancang berupa prototipe sederhana dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Tenaga gerak menggunakan tenaga air kecil dari keran. Untuk pembangkit energi listrik dalam hal ini digunakan dinamo sepeda. Pengujian dilakukan terhadap dua jenis dinamo yaitu dinamo 6 volt dan dinamo 12 volt. Hasil yang diperoleh adalah tegangan keluaran yang dihasilkan oleh dinamo 6 volt lebih besar dibandingkan dengan dinamo 12 volt. Hal ini dikarenakan pada dinamo besar terdapat beban yang besar sehingga sebagian energi yang masuk hilang menjadi panas.

Pengukuran terhadap tegangan dan dinamo menggunakan tesmeter sedangkan untuk kecepatan putaran digunakan RPM meter (tachometer). Adapun hasil pengukuran arus keluaran dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh energi gerak air keran ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Putaran Dinamo terhadap Arus dan Tegangan Keluaran

No	Kecepatan Putaran (RPM)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Data (Watt)
1	0	0	0	0
2	128	0,59	144	0,085
3	781	1,35	295	0,4
4	1755	2,64	359	1
5	2120	3,43	447	1,5
6	2633	4,28	526	2,2

Pemutar dinamo menggunakan bantuan kincir. Untuk menghasilkan jumlah putaran

yang besar maka diterapkan prinsip hubungan roda-roda dimana roda dinamo dihubungkan ke roda yang berdiameter lebih besar dengan menggunakan sabuk/tali. Bahan yang digunakan sebagai roda adalah poli (pulley) berdiameter 20 cm untuk pulley besar dan berdiameter 2 cm untuk pulley yang dipasang sesumbu dengan roda dinamo.

Roda-roda yang dihubungkan dengan sabuk/tali memiliki kecepatan linear yang sama. Hubungan roda-roda menggunakan sabuk/tali seperti membantu roda dinamo untuk memperoleh jumlah putaran roda yang besar. Perbandingan jumlah putaran kedua pulley yang digunakan adalah . Artinya, satu putaran pada pulley besar akan menghasilkan sepuluh putaran pada pulley kecil/ roda dinamo.

Berdasarkan hasil tegangan dan arus keluaran yang dihasilkan oleh generator / dinamo, maka dapat daya keluaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $P = V I$. Efisiensi mesin/konverter dapat dihitung dengan mencari perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukan dikali seratus persen. Energi masukan merupakan energi yang bersumber dari kekuatan gerak air yang digunakan untuk memutar kincir. Besarnya energy gerak/mekanik air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $E = \frac{1}{2} m v^2$, dimana E_K = energi kinetik gerak air ; m = massa air yang jatuh ; v = kecepatan air yang jatuh mengenai kincir. Jumlah massa air yang jatuh dapat diketahui dengan menghitung jumlah debit air yang mengalir melalui keran menggunakan persamaan $Q = V / t$, dimana Q debit air (m^3/s) ; V = volume air yang mengalir ; t = waktu yang dibutuhkan. Untuk menghitung debit, disediakan suatu wadah berukuran penampung air dari keran. Misalnya wadah yang bervolum 5 liter. Maka hitung waktu yang dibutuhkan untuk mengisi wadah bervolum 5 liter tersebut. Hasil pembagian volum air terukur dengan waktu tercatat tersebut menyatakan debit air yang mengalir dari keran. Selanjutnya, pengukuran massa dilakukan menggunakan persamaan $m = \rho V$.

Debit memiliki persamaan lainnya, yaitu $Q = A v$, dengan demikian kecepatan air jatuh (v) dapat dihitung dengan

Setelah mengukur jumlah massa air yang jatuh dan kecepatan alir air maka dapat

dihitung besar energi gerak (energy input) yang masuk ke dalam mesin/konverter. Energi yang dihasilkan air perdetik menyatakan daya masukan yang dihasilkan oleh air $P = W/t$. Dengan demikian besar nilai efisiensi konverter telah dapat diukur dengan persamaan efisiensi.

Gambar 1 memperlihatkan bentuk fisik dari desain prototype yang telah dikembangkan. Berdasarkan hasil rancangan konverter energi skala kecil di atas selanjutnya dikembangkan modul



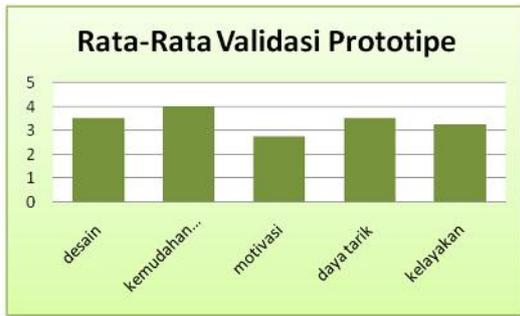
Gambar 1. Prototipe Konverter Energi Gerak ke Energi Listrik

2. Hasil Pengembangan Modul

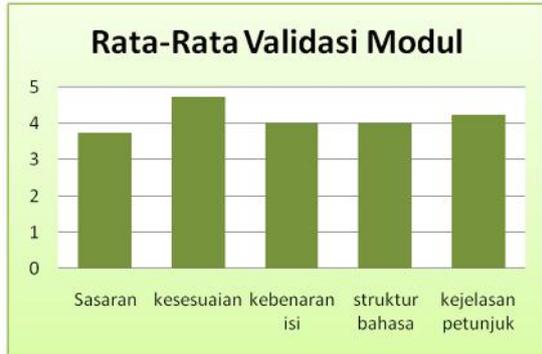
Konten modul yang dikembangkan sesuai dengan struktur konverter yang didesain. Sasaran utama pembahasan adalah topik energi dan konversi energi, namun juga terdapat beberapa contoh penerapan konsep fisika yang dapat dipelajari dari struktur konverter. Oleh karenanya dibahas pula topik lainnya seperti hubungan roda-roda, debit dan efisiensi. Hasil pengembangan modul merupakan penerapan fisika secara kontekstual dimana siswa/mahasiswa mendapat pengalaman langsung melalui eksperimen.

Aspek pengembangan modul meliputi : tujuan dengan sasaran utama yaitu konsep konversi energi, kesesuaian pembahasan konten dengan konverter yang dirancang, kebenaran isi materi, kejelasan petunjuk dan struktur bahasa.

Hasil validasi oleh pakar terhadap pengembangan alat konverter ditunjukkan oleh Gambar 2 dan hasil validasi terhadap pengembangan modul ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 2. Grafik Hasil Validasi Prototipe



Gambar 3. Grafik Hasil Validasi Modul

Tingkat penilaian validasi terhadap aspek tinjauan yaitu : 5 (sempurna), 4 (sangat diterima), 3 (diterima), 2 (cukup diterima), dan 1 (tidak diterima).

Berdasarkan Gambar 2 di atas, pengembangan prototipe dinilai “diterima” dan “sangat diterima” oleh pakar/ahli. Untuk aspek kemudahan dalam penggunaan mendapat penilaian tertinggi dengan nilai 4 (sangat diterima). Untuk aspek lainnya desain, motivasi, daya tarik dan kelayakan masing-masing mendapat penilaian rata-rata oleh ahli sebagai berikut : 3,5 ; 2,75 ; 3,5 dan 3,25. Hal ini berarti prototipe sudah layak dan dapat diterima sebagai media pembelajaran pada praktikum koversi energi.

Berdasarkan Gambar 3 di atas, pengembangan prototipe dinilai “diterima” dan “sangat diterima” oleh pakar/ahli. Untuk aspek kesesuaian konten materi dengan protipe mendapat penilaian tertinggi dengan nilai 4,75 (sangat diterima). Untuk aspek lainnya sasaran, kebenaran isi, struktur bahasa dan kejelasan petunjuk masing-masing mendapat penilaian rata-rata oleh ahli sebagai berikut : 3,75 ; 4 ; 4 dan 4,25. Hal ini berarti modul sudah sesuai dengan prototipe yang dikembangkan dan sebagai penuntun pada praktikum koversi energi.

Uji respon telah dilakukan pada peserta didik. Jumlah peserta yang mengikuti uji respon adalah 26 siswa. Hasil uji respon ditunjukkan oleh Gambar 4



Gambar 4. Presentase Uji Respon Siswa

Berdasarkan gambar 4, diperoleh persentase aspek penilaian oleh siswa berdasarkan lima pertanyaan diatas, yaitu 96% siswa menyatakan media yang telah dikembangkan menarik bagi mereka sedangkan 4% menyatakan tidak, 80% menyatakan dapat dengan mudah mempraktekkan konverter sedangkan 20% menyatakan tidak, 77% siswa menyatakan dapat memahami konsep konversi dengan baik menggunakan alat peraga konverter sedangkan 23% siswa menyatakan belum dapat memahami konsep dengan baik, 27% siswa menyatakan dapat membuat replika alat peraga/ konverter yang sama sedangkan 73% menyatakan tidak dapat membuat replikanya, dan 92% siswa menyatakan isi modul sudah sesuai dengan alat konverter yang digunakan sedangkan 8% siswa lainnya menyatakan isi modul tidak sesuai dengan alat konverter.

D. KESIMPULAN

Hasil pengembangan media konverter energi gerak menjadi listrik ini diperoleh daya keluaran yang cukup kecil dikarenakan faktor debit air yang diterapkan pada konverter kecil. Debit air yang besar mempengaruhi gerak kincir, semakin kencang putaran kincir maka diperoleh arus keluaran dan tegangan keluaran yang lebih besar.

Daya keluaran yang dihasilkan hanya mampu menyalakan sebuah lampu kecil dan tidak dapat diterapkan dalam skala yang lebih besar. Untuk penerapan skala besar dibutuhkan aliran arus air yang lebih deras (tidak oleh keran dengan debit kecil).

E. DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Nor. 1998. Kajian mengenai beberapa faktor yang mempengaruhi kecenderungan terhadap Fizik bagi pelajar-pelajar tingkatan empat. Latihan Ilmiah. Universiti Kebangsaan Malaysia
- Asyhar, Rayanda. 2011. Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran. Jakarta : Gaung Persada (GP) Press Jakarta.
- Isman, A., Yabatan, H., & Caner, H. 2007. How Technology Is Integrated Into Science Education In A Developing Country : North Cyprus Case. *The Turkish Online Journal of Education Technology*, 6 (3), Article 5.
- Musaisa, A.M. 2012. Effect of practical work in physics on girls performance attitude change and skills acquisition in the form two-form three secondary schools' transition in Kenya. *International journal of humanities and social science*. 2 (23). 151-166
- Sudjana, N dan Rivai, A. 2003. Teknologi Pengajaran. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Sukardiyono dan Wardani, Y. 2013. Pengembangan Modul Fisika Berbasis Kerja Laboratorium dengan Pendekatan Science Process Skills Untukmeningkatkan Hasil Belajar Fisika. *JurnalPendidikan Matematika dan Sains*, (2).
- Sulaiman, Trisoni, dan Maris, I.M. 2014. Pengembangan Modul Berbasis PendekatanOpen Ended. *Edusaintika Jurnal Pendidikan IPA*, 1(1):52-54
- Milson R, Coley A, Pravda V and Pravdova A 2004 Alignment and algebraically special tensors Preprint gr-qc/0401010
- Purwanto dkk. 2014. Pengembangan Modul. Jakarta: Pendidikan PUSTEKKOM Depdiknas