

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fungsi dan tujuan pendidikan nasional sebagaimana yang tercantum dalam undang-undang Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 adalah *“Mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung-jawab.”*

Tujuan kurikulum mencakup empat aspek, yaitu (1) kompetensi sikap spiritual, (2) sikap sosial, (3) pengetahuan, dan (4) keterampilan. Pada lampiran Permendikbud nomor 24 tahun 2016 terdapat Kompetensi Pengetahuan KD 3.11 menganalisis keterbatasan sumber energi dan dampaknya bagi kehidupan dan Kompetensi Keterampilan KD 4.11 menyajikan ide/gagasan penyelesaian masalah keterbatasan sumber energi, energi alternatif, dan dampaknya bagi kehidupan.

Pada kurikulum 2013 revisi memasukkan materi energi terbarukan ke dalam kompetensi dasar yang harus dikuasai peserta didik. Supaya tujuan pendidikan nasional dan tujuan kurikulum tercapai, maka perlu

dibuat media pembelajaran energi terbarukan untuk mendukung proses pembelajaran di sekolah.

Pada abad ke-21 Indonesia mengalami krisis, salah satunya adalah krisis energi, indikatornya adalah semakin naiknya harga BBM dan harga tarif dasar listrik PLN. Maka pada proses pembelajaran peserta didik diberikan pemahaman untuk dapat mengantisipasi krisis energi tersebut dan mencari energi alternatif supaya krisis energi dapat teratasi.

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam dan sumber energi terbarukan yang cukup banyak, salah satunya potensi energi air. Energi air merupakan sumber energi yang bersih dari polusi, sehingga energi air dapat dijadikan sebagai energi alternatif untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). (Nugraha&Sunardi, 2013).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik energi terbarukan yang dapat diterapkan pada sistem kelistrikan aquarium dengan memanfaatkan energi air. Aquarium ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran energi terbarukan.

Berdasarkan hasil pengamatan kelengkapan alat praktikum di laboratorium, media pembelajaran pembangkit listrik energi terbarukan masih terdapat kekurangan, diantaranya: (1) media pembelajaran energi terbarukan masih menggunakan sumber listrik dari PLN, (2) belum tersedianya media pembelajaran energi terbarukan berbentuk

Aquarium Mandiri Energi yang sumber listriknya tidak berasal dari PLN, melainkan dari perputaran energi air sistem aquarium tersebut.

Berdasarkan hasil angket sebanyak 50 responden terdiri dari 40 peserta didik dan 10 guru, menunjukkan bahwa 92,00% (46 responden) membutuhkan media pembelajaran untuk proses pembelajaran, 90,00% (45 responden) belum pernah menggunakan media pembelajaran energi terbarukan berbentuk Aquarium Mandiri Energi yang sumber listriknya tidak berasal dari PLN, 94,00% (47 responden) mendukung dan tertarik dengan adanya pengembangan sistem Aquarium Mandiri Energi sebagai media pembelajaran energi terbarukan.

Analisis jurnal Internasional, penelitian Upadhyay, dkk (2016) yang berjudul "*Study & Development of Wind Energi Powered Hybrid Cycle*", hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa memanfaatkan listrik dari angin adalah salah satu energi paling bersih dan menghasilkan listrik yang terus-menerus, karena tidak menghasilkan polusi beracun atau emisi pemanasan global. Angin juga berlimpah, tak habis-habisnya, dan terjangkau, sehingga menjadi layak menjadi sumber energi alternatif. Penelitian tersebut sejalan dengan penelitian ini, yang bertujuan untuk membuat pembangkit listrik yang berasal dari sumber energi alternatif.

Penelitian Kaurav & Yadav (2016) dengan judul "*Hybrid Power System Using Wind Energi and Solar Energi*" mendapatkan

kesimpulan bahwa sistem pembangkit listrik hibrid surya dan angin adalah solusi yang baik dan efektif untuk pengganti pembangkit listrik dari energi konvensional. Pembangkit tenaga hibrid ini memiliki efisiensi yang lebih besar, dan sangat aman bagi lingkungan karena tidak menghasilkan emisi dan produk limbah berbahaya seperti sumber energi konvensional. Secara keseluruhan itu baik, handal dan merupakan solusi untuk pembangkit listrik. Penelitian tersebut sejalan dengan penelitian ini, yang bertujuan untuk membuat pembangkit listrik hibrid agar memiliki efisiensi sistem yang lebih besar.

Penelitian Gandhi, dkk (2016) dengan judul "*Design and development of Windmill Operated Water Pump*" mendapatkan kesimpulan bahwa pembangkit listrik energi angin dapat mengoperasikan pompa air, sehingga dapat digunakan untuk memompa air. Penelitian tersebut sejalan dengan penelitian ini yang bertujuan untuk memanfaatkan air sebagai sumber energi alternatif.

Penelitian Jack (2013) dengan judul "*The Influence of Identified Student and School Variabels on Students' Science Process Skills Acquisition*" mengungkapkan bahwa peningkatan keterampilan proses sains peserta didik sangat dipengaruhi oleh kelengkapan laboratorium dan ukuran kelas. Penelitian tersebut sejalan dengan penelitian ini yang bertujuan untuk membuat Aquarium Mandiri Energi sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik SMA.

Penelitian Abungu, dkk (2014) dengan judul “ *The Effect of Science Process Skills Teaching Approach Students’ Achievement in Chemistry in Nyando District, Kenya*”, hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa merancang strategi pembelajaran dengan keterampilan proses sains dapat meningkatkan kinerja dan prestasi siswa. Penelitian tersebut sejalan dengan penelitian ini yaitu untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, agar prestasi peserta didik juga meningkat.

Dari hasil analisis kebutuhan dan analisis jurnal, memberikan gagasan untuk dilakukan penelitian untuk mengembangkan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi yang sumber listriknya tidak berasal dari PLN melainkan dari perputaran energi mikrohidro sistem aquarium itu sendiri, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi energi terbarukan serta dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

B. Fokus Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya maka penelitian akan difokuskan pada usaha pengembangan Aquarium Mandiri Energi yang sumber listriknya tidak berasal dari PLN dan layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi energi terbarukan, Kompetensi Dasar 4.11 Menyajikan ide/gagasan dampak keterbatasan sumber energi bagi kehidupan dan upaya penyelesaian masalah dengan energi alternatif.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan beberapa masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah Aquarium Mandiri Energi layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika di sekolah?
2. Apakah Aquarium Mandiri Energi sebagai media pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik?

D. Kegunaan Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya: (1) manfaat buat guru sebagai bahan pertimbangan untuk menggunakan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi yang layak digunakan pada materi energi terbarukan untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, (2) manfaat buat peserta didik sebagai usaha untuk meningkatkan keterampilan proses sains pada materi energi terbarukan, (3) manfaat buat sekolah sebagai rujukan untuk pengadaan media pembelajaran sistem Aquarium Mandiri Energi pada materi energi baru terbarukan, (4) manfaat buat pembaca sebagai bahan kajian dan bahan referensi untuk diadakan penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Penelitian Pengembangan Media

Penelitian dan pengembangan menurut Sukmadinata (2011) adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan.

Menurut Hasyim (2016), Penelitian dan Pengembangan (R&D) dalam pendidikan adalah proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Dalam bentuk suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Menurut Sugiono (2011) Metode Penelitian dan Pengembangan dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.

Menurut Trianto (2011) Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D) adalah rangkaian proses atau langkah-langkah dalam rangka mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada agar dapat dipertanggungjawabkan.

Borg and Gall mendefinisikan Penelitian dan Pengembangan sebagai berikut:

“Research and Development (R&D) is an industry-based development model in which the findings of research are used to design new products and procedures, which are systematically field-tested, evaluated, and refined until they meet specified criteria of effectiveness, quality, or similar standards”

Penelitian dan Pengembangan (R&D) adalah model pengembangan berbasis industri yang digunakan untuk merancang produk baru, secara sistematis dites di lapangan, dievaluasi dan disempurnakan sampai produk tersebut memenuhi kriteria efektifitas tertentu dan memiliki kualitas yang sesuai dengan standard (Borg & Gall, 2007).

Berdasarkan pendapat para ahli yang telah diuraikan dapat disintesisakan bahwa Penelitian dan Pengembangan merupakan suatu rangkaian proses atau langkah-langkah yang digunakan untuk menghasilkan produk baru atau mengembangkan produk yang sudah ada, secara sistematis dites di lapangan, divalidasi, dievaluasi, diuji keefektifannya, sehingga memiliki kualitas sesuai dengan standar dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, serta layak digunakan sebagai media pembelajaran sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik, mudah dan efektif.

B. Konsep Media Pembelajaran yang Dikembangkan

1. Media Pembelajaran

Proses pembelajaran merupakan proses komunikasi antara guru dan peserta didik. Sebagai proses komunikasi, pembelajaran seringkali dihadapkan pada berbagai hambatan. Banyaknya hambatan dalam proses pembelajaran dapat dikurangi dengan bantuan media pembelajaran.

Pentingnya peran media dalam pembelajaran mengharuskan para pendidik untuk lebih kreatif dan inovatif dalam memanfaatkan berbagai sumber belajar dan media. Media merupakan alat bantu mengajar, termasuk salah satu komponen lingkungan belajar yang dirancang oleh pendidik. Media pembelajaran termasuk bagian yang tak terpisahkan dari proses pembelajaran. Pemanfaatan media pembelajaran merupakan upaya kreatif dan sistematis untuk menciptakan pengalaman yang dapat membelajarkan peserta didik, sehingga pada akhirnya dihasilkan lulusan yang berkualitas (Asyhar, 2011).

Mudlofir & Rusydiyah (2016) mendefinisikan media pembelajaran yaitu sebagai perantara atau pengantar pesan dari pengirim ke penerima agar penerima mempunyai motivasi untuk belajar sehingga diharapkan dapat memperoleh hasil belajar yang memuaskan, sedangkan bentuknya bisa bentuk cetak maupun non-cetak.

Arsyad menjelaskan media adalah alat yang menyampaikan atau mengantarkan pesan-pesan pembelajaran(Arsyad, 2016).

Menurut Nuha, media adalah suatu usaha untuk mempererat atau mengomunikasikan antara proses belajar dan mengajar. Dengan kata lain, situasi belajar akan lebih berhasil apabila menggunakan media yang berfungsi mengomunikasikan antara penerima pesan dengan sumber penyalurnya (Nuha, 2016).

Menurut Daryanto media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan (bahan pembelajaran), sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran, dan perasaan siswa dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar (Daryanto, 2016).

Menurut Smaldino, dkk (2012) media bentuk jamak dari perantara (medium), merupakan sarana komunikasi. Berasal dari bahasa latin medium (“antara”), istilah ini merujuk pada apa saja yang membawa informasi antara sebuah sumber dan sebuah penerima.

Menurut Kustandi & Sutjipto media pembelajaran adalah alat yang dapat membantu proses belajar mengajar dan berfungsi untuk memperjelas makna pesan yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik dan sempurna (Kustandi & Sutjipto, 2011).

Menurut Sadiman, dkk (2014), media adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta perhatian siswa sedemikian rupa sehingga proses belajar terjadi.

Menurut Musfiqon media pembelajaran dapat didefinisikan sebagai alat bantu berupa fisik maupun nonfisik yang sengaja digunakan sebagai perantara antara guru dan siswa dalam memahami materi pembelajaran agar lebih efektif dan efisien. Sehingga materi pembelajaran lebih cepat diterima siswa dengan utuh serta menarik minat siswa untuk belajar lebih lanjut. Pendek kata, media merupakan alat bantu yang digunakan guru dengan desain yang disesuaikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Musfiqon, 2015).

Menurut Mudlofir & Rusydiyah media pembelajaran berfungsi untuk menghindari hambatan proses pembelajaran antara lain: menghindari terjadinya verbalisme, membangkitkan minat dan motivasi, menarik perhatian peserta didik, mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan ukuran, mengaktifkan peserta didik, mengefektifkan pemberian rangsangan untuk belajar. Media pembelajaran memiliki fungsi yang sangat penting yaitu sebagai pembawa informasi dan pencegah terjadinya hambatan proses pembelajaran, sehingga informasi atau pesan dari komunikator

dapat sampai kepada komunikasi secara efektif dan efisien. Dengan konsepsi yang makin mantap, fungsi media dalam kegiatan pembelajaran tidak hanya sekedar alat bantu guru, melainkan sebagai pembawa informasi atau pesan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Mudlofir & Rusydiyah, 2016).

Menurut Arsyad (2016) manfaat praktis dari penggunaan media pembelajaran di dalam proses belajar mengajar sebagai berikut:

- (a) Media pembelajaran dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar.
- (b) Media pembelajaran dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara siswa dan lingkungannya, dan kemungkinan siswa untuk belajar sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya.
- (c) Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu;
 - (1) Objek atau benda yang terlalu besar dapat ditampilkan langsung di ruang kelas dapat diganti dengan gambar, foto, slide, realita, film, radio, atau model;

- (2) Objek atau benda yang terlalu kecil yang tidak tampak oleh indera dapat disajikan dengan bantuan mikroskop, film, slide, atau gambar;
 - (3) Kejadian langka yang terjadi di masa lalu atau terjadi sekali dalam puluhan tahun dapat ditampilkan melalui rekaman video, film, foto, slide disamping secara verbal;
 - (4) Objek atau proses yang amat rumit seperti peredaran darah dapat ditampilkan secara kongkret melalui film, gambar, slide, atau simulasi komputer;
 - (5) Kejadian atau percobaan yang dapat membahayakan dapat disimulasikan dengan media seperti komputer, film, dan video;
 - (6) Peristiwa alam seperti terjadinya letusan gunung berapi atau proses yang dalam kenyataan memakan waktu lama seperti proses kepompong menjadi kupu-kupu dapat disajikan dengan teknik-teknik rekaman seperti *time-lapse* untuk film, video, slide, atau simulasi komputer.
- (d) Media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru, masyarakat, dan lingkungannya misalnya melalui karyawisata, kunjungan-kunjungan ke museum atau kebun binatang.

Menurut Nuha fungsi media dalam kegiatan instruksional tidak hanya sekedar alat bantu guru, melainkan juga pembawa pesan dari sesuatu yang disampaikan oleh guru kepada anak didik yang sesuai dengan kebutuhan. Sehingga , tugas guru dapat lebih dipusatkan pada bimbingan dan penyuluhan secara individual dalam kegiatan belajar-mengajar (Nuha, 2016).

Menurut Daryanto (2016) secara umum dapat dikatakan media mempunyai kegunaan, antara lain: (a) memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistis, (b) mengatasi keterbatasan ruang, waktu tenaga, dan daya indra, (c) menimbulkan gairah belajar, interaksi lebih langsung antara murid dengan sumber belajar, (d) memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual, auditori dan kinestetiknya, (e) memberi rangsangan yang sama, mempersamakan pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama, (f) proses pembelajaran mengandung lima komponen komunikasi, guru (komunikator), bahan pembelajaran, media pembelajaran, siswa (komunikan), dan tujuan pembelajaran.

Menurut Kustandi & Sutjipto (2014) media pembelajaran dapat membantu siswa dapat meningkatkan pemahaman, menyajikan data dengan menarik dan terpercaya, memudahkan penafsiran data, memadatkan informasi, serta membangkitkan motivasi dan minat siswa dalam belajar.

Secara umum kedudukan media dalam sistem pembelajaran adalah sebagai: (a) alat bantu, (b) alat penyalur pesan, (c) alat penguatan (*reinforcement*), dan (d) wakil guru dalam menyampaikan informasi secara lebih teliti, jelas dan menarik (Kustandi & Sutjipto, 2011).

Kegunaan media pendidikan menurut Sadiman, dkk (2014) , adalah sebagai berikut:

- (a) Memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbalistis.
- (b) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera.
- (c) Penggunaan media pendidikan secara tepat dan bervariasi dapat mengatasi sikap pasif anak didik. Dalam hal ini media pendidikan berguna untuk: (1) menimbulkan kegairahan belajar; (2) memungkinkan interaksi yang lebih langsung antara anak didik dengan lingkungan dan kenyataan; (3) memungkinkan anak didik belajar sendiri-sendiri menurut kemampuan dan minatnya.
- (d) Dengan sifat yang unik pada tiap siswa ditambah lagi dengan lingkungan dengan pengalaman yang berbeda, sedangkan kurikulum dan materi pendidikan ditentukan sama untuk setiap siswa, maka guru banyak mengalami kesulitan bilamana semuanya itu harus diatasi sendiri. Hal ini akan lebih sulit bila latar belakang lingkungan guru dengan siswa juga berbeda.

Masalah ini dapat diatasi dengan media pendidikan, yaitu dengan kemampuannya dalam: (1) memberikan perangsang yang sama; (2) mempersamakan pengalaman; (3) menimbulkan persepsi yang sama.

Menurut Musfiqon (2015) media pembelajaran merupakan alat bantu yang berfungsi untuk menjelaskan sebagian dari keseluruhan program pembelajaran yang sulit dijelaskan secara verbal. Materi pembelajaran akan lebih mudah dan jelas jika dalam pembelajaran menggunakan media pembelajaran. Maka media pembelajaran tidak untuk menjelaskan keseluruhan materi pelajaran, tetapi sebagian yang belum jelas saja. Ini sesuai fungsi media sebagai penjelas pesan. Sehingga tujuan akhir media adalah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dengan indikator semua materi tuntas disampaikan dan peserta didik memahami secara lebih mudah dan tuntas.

Berdasarkan pendapat para ahli yang telah diuraikan, dapat disintesis bahwa media pembelajaran adalah suatu alat bantu pada proses pembelajaran yang digunakan sebagai alat peraga atau untuk praktikum di laboratorium serta mengatasi keterbatasan tenaga, ruang, waktu, ukuran, dan daya indera. Dengan media pembelajaran diharapkan proses belajar mengajar lebih menarik, efektif dan efisien, agar motivasi dan minat belajar

peserta didik meningkat, sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

2. Pengembangan Media Pembelajaran

Menurut Arsyad (2015) kriteria pemilihan media bersumber dari konsep bahwa media merupakan bagian dari sistem instruksional secara keseluruhan. Untuk itu, ada beberapa kriteria yang patut diperhatikan dalam memilih media, diantaranya:

- (a) Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai media dipilih berdasarkan tujuan instruksional yang telah ditetapkan yang secara umum mengacu pada salah satu atau gabungan dari dua atau tiga ranah kognitif, afektif, dan psikomotor.
- (b) Tepat untuk mendukung isi pelajaran yang sifatnya fakta, konsep, prinsip, atau generalisasi. Agar dapat membantu proses pembelajaran secara efektif, media harus selaras dan sesuai dengan kebutuhan tugas pembelajaran dan kemampuan mental siswa.
- (c) Praktis, luwes, dan bertahan. Kriteria ini menuntun para guru/instruktur untuk memilih media yang ada, mudah diperoleh, atau mudah dibuat sendiri oleh guru. Media yang digunakan sebaiknya dapat digunakan di mana pun dan kapan pun dengan peralatan yang tersedia di sekitarnya, serta mudah dipindahkan dan dibawa kemana-mana.

- (d) Guru terampil menggunakannya. Ini merupakan salah satu kriteria utama. Apapun media itu, guru harus mampu menggunakannya dalam proses pembelajaran.
- (e) Pengelompokkan sasaran. Media yang efektif untuk kelompok besar belum tentu sama efektifnya jika digunakan pada kelompok kecil atau perorangan.
- (f) Mutu teknis.

Apabila media dirancang sebagai bagian integral dari proses pembelajaran, ketika mengadakan evaluasi terhadap pembelajaran itu sudah termasuk pula evaluasi terhadap media yang digunakan.

Tujuan evaluasi media pembelajaran menurut Arsyad (2015), yaitu:

- (a) Menentukan apakah media pembelajaran itu efektif.
- (b) Menentukan apakah media itu dapat diperbaiki atau ditingkatkan.
- (c) Menetapkan apakah media itu *cost-effective* dilihat dari hasil belajar siswa.
- (d) Memilih media pembelajaran yang sesuai untuk dipergunakan dalam proses belajar di dalam kelas.
- (e) Menentukan apakah isi pelajaran sudah tepat disajikan dengan media itu.

- (f) Menilai kemampuan guru menggunakan media pembelajaran.
- (g) Mengetahui apakah media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar seperti yang dinyatakan.
- (h) Mengetahui sikap siswa terhadap media pembelajaran.

Menurut walker & Hess, memberikan kriteria dalam mereviu perangkat lunak media pembelajaran yang berdasarkan kualitas.

- (a) Kualitas isi dan tujuan: ketepatan, kepentingan, kelengkapan, keseimbangan, minat/perhatian, keadilan, kesesuaian dengan situasi siswa.
- (b) Kualitas instruksional: memberikan kesempatan belajar, memberikan bantuan untuk belajar, kualitas motivasi, fleksibilitas instruksionalnya, hubungan dengan program pembelajaran lainnya, kualitas social interaksi instruksionalnya, kualitas tes dan penilaiannya, dapat member dampak bagi siswa, dapat member dampak bagi guru dan pembelajarannya.
- (c) Kualitas teknis: keterbacaan, mudah digunakan, kualitas tampilan/tayangan, kualitas penanganan jawaban, kualitas pengelolaan programnya, kualitas pendokumentasiannya (Arsyad,2015:219).

Menurut Musfiqon (2012) ada tiga prinsip utama yang bisa dijadikan rujukan bagi guru dalam memilih media pembelajaran, yaitu: (a) prinsip efektifitas dan efesiensi, (b) prinsip relevansi, dan (c) prinsip produktifitas.

Beberapa langkah dalam memilih media pembelajaran yang baik adalah sebagai berikut (Nuha, 2016):

- (a) Biaya murah, baik saat pembelian, pengoperasian, dan perawatan media pembelajaran.
- (b) Kesesuaian dengan metode pengajaran yang digunakan.
- (c) Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik.
- (d) Pertimbangan praktis, kemudahan, keamanan, kesesuaian, dengan fasilitas yang ada, keawetan, dan kemudahan dalam pemeliharaan.
- (e) Ketersediaan media dan suku cadangnya.

Menurut Asyhar (2011:81) kriteria media pembelajaran yang baik yang perlu diperhatikan dalam proses pemilihan media adalah sebagai berikut: (a) jelas dan rapi, (b) bersih dan menarik, (c) cocok dengan sasaran, (d) relevan dengan topik yang diajarkan, (e) sesuai dengan tujuan pembelajaran, (f) praktis, luwes, dan tahan, (g) berkualitas baik, (h) ukurannya sesuai dengan lingkungan belajar.

Menurut Hosnan (2016:120-121) kriteria pemilihan media adalah sebagai berikut:

- (a) Media yang dipilih hendaknya selalu menunjang tercapainya tujuan pengajaran.
- (b) Media yang dipilih hendaknya selalu disesuaikan dengan kemampuan dan daya nalar siswa.
- (c) Media yang digunakan hendaknya bisa digunakan sesuai fungsinya.
- (d) Media yang dipilih hendaknya memang tersedia, artinya alat/bahannya memang tersedia, baik dilihat dari waktu untuk mempersiapkan maupun untuk mempergunakannya.
- (e) Media yang dipilih hendaknya disenangi guru dan siswa.
- (f) Persiapan penggunaan media hendaknya disesuaikan dengan biaya yang tersedia.
- (g) Kondisi fisik lingkungan kelas harus mendukung.

Selain itu menurut Hosnan dalam memilih/membuat alat peraga untuk dapat memperoleh hasil yang baik sesuai dengan harapan, kita harus mempertimbangkan beberapa persyaratan sebagai berikut:

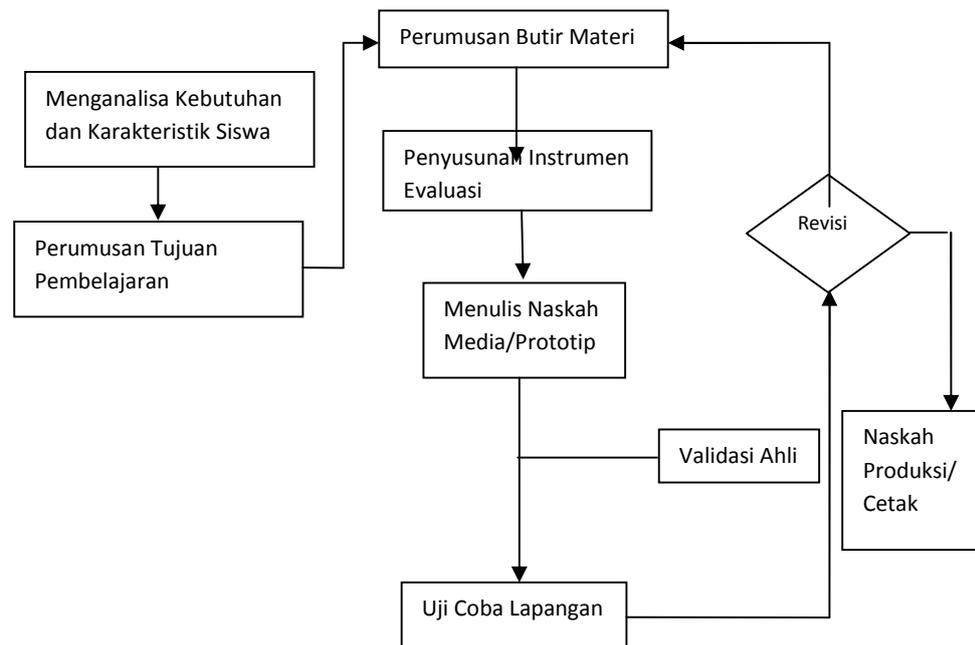
- (a) Tahan lama (dibuat dari bahan-bahan yang cukup kuat).
- (b) Bentuk dan warnanya menarik perhatian siswa.
- (c) Sederhana dan mudah dikelola.
- (d) Ukurannya sesuai dengan ruang belajar mengajar.
- (e) Dapat menyajikan konsep baik berbentuk real, gambar, atau diagram.

- (f) Sesuai dengan konsep yang akan dibahas.
- (g) Dapat memperjelas konsep dan bukan sebaliknya.
- (h) Peragaan itu harus mampu menjadi dasar bagi tumbuhnya konsep berfikir abstrak bagi siswa.
- (i) Menjadikan siswa belajar aktif dan mandiri dengan memanipulasi dan merekayasa alat peraga.
- (j) Bila mungkin alat peraga tersebut bisa mempunyai banyak faedah dalam proses pembelajaran.

Menurut Sadiman, dkk. (2010), perancangan media pembelajaran melalui 6 tahapan, yaitu:

- (a) Menganalisis kebutuhan dan karakteristik siswa;
- (b) Merumuskan tujuan instruksional (instructional objective) dengan operasional dan khas;
- (c) Merumuskan butir-butir materi secara terperinci yang mendukung tercapainya tujuan;
- (d) Mengembangkan alat pengukur keberhasilan;
- (e) Menulis naskah media;
- (f) Mengadakan teks dan revisi

Menurut Sadiman, dkk (2010) prosedur perancangan media dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.1. Prosedur Pengembangan Media Pembelajaran
(sumber Sadiman, dkk: 2010)

Berdasarkan pendapat para ahli yang telah diuraikan, dapat disintesis bahwa dalam pengembangan media pembelajaran, media harus sesuai dengan tujuan pembelajaran, mempunyai efektivitas dan efisiensi, desain media harus menarik, serta mempunyai fungsi dan kualitas teknis yang baik. Pengembangan media pembelajaran yang dimaksud dalam penelitian ini adalah suatu kegiatan untuk menyempurnakan media pembelajaran yang sudah ada.

3. Keterampilan Proses Sains

Menurut Hosnan (2014) pendekatan keterampilan proses adalah pendekatan dalam proses belajar mengajar yang menekankan

kepada keterampilan memperoleh pengetahuan dan mengomunikasikan perolehan itu.

Kemampuan keterampilan proses menurut Hosnan adalah kemampuan: mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan, meramalkan, menerapkan, merencanakan penelitian, dan mengomunikasikan (Hosnan, 2014).

Menurut Suyono & Hariyanto (2015) pendekatan proses sains (*science process approach*) adalah proses atau langkah-langkah yang sering dilaksanakan oleh para ilmuwan dalam mengembangkan sains dan umum disebut metode ilmiah.

Keterampilan proses secara garis besar dikelompokkan menjadi dua, yakni keterampilan dasar dan keterampilan terintegrasi. Keterampilan dasar terdiri atas: (a) observasi, (b) klasifikasi, (c) komunikasi, (d) pengukuran, (e) prediksi, dan (f) penarikan kesimpulan. Keterampilan terintegrasi terdiri atas: (a) mengidentifikasi variabel, (b) menyusun tabel data, (c) menyusun grafik, (d) menggambarkan hubungan di antara variabel, (e) memperoleh dan memproses data, (f) menganalisis alternatif investigasi, (g) menyusun hipotesis, (h) merumuskan variabel-variabel secara operasional, (i) merancang investigasi, dan (j) melakukan eksperimen (Suyono & Hariyanto, 2015).

Menurut Anderson, dkk (2001) keterampilan proses adalah cara-cara yang dipakai siswa secara aktif dalam proses mengkontruksi

makna. Dimensi keterampilan proses kognitif terdiri atas: mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta .

Tabel 2.1 Dimensi ketrampilan proses kognitif

Katagori dan Proses Kognitif	Nama lain	Definisi
1. MENGINGAT – Mengambil keputusan dari memori jangka panjang		
1.1 Mengenali	Mengidentifikasi	Menempatkan pengetahuan dalam memori jangka panjang yang sesuai dengan pengetahuan tersebut
1.2 Mengingat kembali	Mengambil	Mengambil pengetahuan yang relevan dari memori jangka panjang
2. MEMAHAMI – Mengkontruksi makna dari materi pembelajaran, termasuk apa yang diucapkan, ditulis, dan digambar oleh guru.		
2.1 Menafsirkan	Mengklarifikasi, Memparafrasaka, Merepresentasi, Menerjemahkan	Mengubah satu bentuk gambaran jadi bentuk yang lain
2.2 Mencontohkan	Mengilustrasikan, Memberi contoh	Menemukan contoh atau ilustrasi tentang konsep atau prinsip
2.3 Mengklasifikasi-	Menkatagorikan,	Menentukan sesuatu dalam

kan	Mengelompokkan	satu katagori
2.4 Merangkum	Mengabstraksi, Menggeneralisasi	Mengabstraksikan tema umum atau poin pokok
2.5 Menyimpulkan	Menyarikan, Mengekstrapolasi, Menginterpolasi, Memprediksi	Membuat kesimpulan yang logis dari informasi yang diterima
2.6 Membandingkan	Mengontraskan, Memetakan, Mencocokkan	Menemukan hubungan antara dua hal, dua objek, dan sebagainya
2.7 Menjelaskan	Membuat model	Membuat model sebab-akibat dalam sebuah sistem
3. MENGAPLIKASIKAN – Menerapkan atau menggunakan suatu prosedur dalam keadaan tertentu		
3.1 Mengeksekusi	Melaksanakan	Menerapkan suatu prosedur pada tugas yang familier
3.2 Mengimplemen- tasikan	Menggunakan	Menerapkan suatu prosedur pada tugas yang tidak familier
4. MENGANALISIS – Memecah-mecah materi jadi bagian-bagian penyusunnya dan menentukan hubungan-hubungan antar bagian itu dan hubungan antara bagian-bagian tersebut dan keseluruhan struktur atau tujuan		

4.1 Membedakan	Menyendirikan, Memilah, Memfokuskan, Memilih	Membedakan bagian materi pelajaran dari yang relevan dan tidak relevan, bagian yang penting dari yang tidak penting
4.2 Mengorganisasi	Menemukan koherensi, Memadukan, Membuat garis besar, Mendeskripsikan peran, Menstrukturkan	Menentukan bagaimana elemen-elemen bekerja atau berfungsi dalam sebuah struktur
4.3 Mengatribusikan	Mendekonstruksi	Menentukan sudut pandang, bias, nilai, atau yang dimaksud di balik materi pelajaran
5. MENGEVALUASI – Mengambil keputusan berdasarkan kriteria dan/atau standar.		
5.1 Memeriksa	Mengoordinasi, Mendeteksi, Memonitor, Menguji	Menemukan inkonsistensi atau kesalahan dalam suatu proses atau produk; menentukan apakah suatu proses atau produk memiliki konsistensi internal; menemukan efektivitas suatu prosedur yang sedang dipraktikan

5.2 Mengkritik	Menilai	Menemukan inkonsistensi antara suatu produk dan criteria eksternal; menentukan apakah suatu produk memiliki konsistensi eksternal; menemukan ketepatan suatu prosedur untuk menyelesaikan masalah
6. MENCIPTA – Memadukan bagian-bagian untuk membentuk sesuatu yang baru dan koheren atau untuk membuat suatu produk yang orisinal.		
6.1 Merumuskan	Membuat hipotesis	Membuat hipotesis berdasarkan criteria
6.2 Merencanakan	Mendesain	Merencanakan prosedur untuk menyelesaikan suatu tugas
6.3 Memproduksi	Mengkonstruksi	Menciptakan suatu produk

Menurut Harlen (1992) keterampilan proses sains terdiri atas: mengamati (*observing*), mengajukan pertanyaan (*raising questions*), hipotesa (*hypothesizing*), memprediksi (*predicting*), menemukan pola dan hubungan (*finding patterns and relationship*), berkomunikasi secara efektif (*communicating effectively*), merancang dan membuat (*designing and making*), memikirkan dan merencanakan investigasi (*devising and planning investigations*), memanipulasi bahan dan

peralatan secara efektif (*manipulating materials and equipment effectively*), mengukur dan menghitung (*measuring and calculating*).

Indikator keterampilan proses menurut Harlen, adalah sebagai berikut:

- a. Keterampilan melakukan observasi, dengan indikator:
 - 1) Menggunakan indra secara aman dan sesuai;
 - 2) Mengenali perbedaan dan persamaan objek atau kejadian;
 - 3) Mengenali urutan kejadian;
 - 4) Mengamati suatu objek atau kejadian secara detail.
- b. Keterampilan mengajukan hipotesis, dengan indikator:
 - 1) Menyarankan jawaban mengapa sesuatu terjadi;
 - 2) Menggunakan pengetahuan awal untuk menjelaskan suatu kejadian;
 - 3) Menyadari adanya kemungkinan lebih dari satu penjelasan dari suatu kejadian.
- c. Keterampilan menginterpretasi data, dengan indikator:
 - 1) Memberikan interpretasi berdasarkan semua data yang tersedia;
 - 2) Menguji suatu interpretasi dengan data yang baru;
 - 3) Mendasarkan interpretasi pada pola atau hubungan data;
 - 4) Menguji prediksi dari data dalam hal hubungan yang dapat diamati.
- d. Keterampilan merencanakan percobaan, dengan indikator:

- 1) Mengenali titik awal atau kejadian awal yang relevan dengan percobaan;
 - 2) Mengenali variabel yang harus diubah dalam percobaan;
 - 3) Mengenali variabel yang harus dibuat sama agar diperoleh suatu "a fair test";
 - 4) Mengenali semua variabel yang harus dikendalikan;
 - 5) Mengenali variabel yang sesuai untuk diukur atau dibandingkan.
- e. Keterampilan melakukan investigasi, dengan indikator:
- 1) Menentukan variabel bebas (yang diubah-ubah) dan variabel kontrol (yang harus dikendalikan atau dibuat tetap);
 - 2) Memanipulasi variabel agar percobaan benar-benar "fair";
 - 3) Mengidentifikasi variabel taut (variabel tergantung);
 - 4) Mengukur variabel taut dengan alat ukur yang sesuai;
 - 5) Bekerja dengan tingkat ketelitian yang sesuai.
- f. Keterampilan menarik kesimpulan, dengan indikator:
- 1) Menggunakan berbagai informasi untuk membuat pernyataan dengan mengkombinasikan artinya;
 - 2) Menemukan pola atau kecenderungan hasil observasi/percobaan;
 - 3) Mengidentifikasi hubungan antara satu variabel dengan variabel lain;

- 4) Berhati-hatilah dalam menyampaikan asumsi tentang berlakunya kesimpulan,
- g. Keterampilan mengomunikasikan hasil, dengan indikator:
- 1) Menyampaikan dan mengklarifikasikan ide/gagasan dengan lisan maupun tulisan;
 - 2) Membuat catatan hasil observasi dalam percobaan;
 - 3) Menyampaikan informasi dalam bentuk grafik, *chart*, atau tabel;
 - 4) Memilih alat komunikasi yang cocok agar mudah dipahami oleh orang lain .

Menurut Samatopa keterampilan proses sains merupakan keterampilan intelektual yang dimiliki dan digunakan oleh para ilmuwan dalam meneliti fenomena alam. Keterampilan proses yang dikembangkan di *Calvert County Public School* di Amerika terdiri dari 10 aspek, yaitu keterampilan bertanya (*questioning*), mengamati (*observing*), meramal (*predicting*), menggolongkan (*classifying*), melakukan percobaan (*experimenting*), mengukur (*measuring*), mengorganisasi data (*organizing data*), membandingkan (*comparing*), menafsirkan fakta (*interpreting evidence*), dan mengomunikasikan (*communication*) (Samatowa, 2016).

Menurut Liu (2010) keterampilan proses sains adalah kemampuan menggunakan peralatan di laboratorium IPA dan kemampuan berpikir (mengamati, menganalisis,

menginterpretasikan, dan mengambil keputusan) yang diperlukan dalam laboratorium.

Berdasarkan pendapat para ahli yang telah dikutip, dapat disintesis bahwa keterampilan proses sains adalah semua keterampilan intelektual yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan dan mengkaji berbagai informasi mengenai fenomena alam melalui metode ilmiah. Melalui keterampilan proses sains, peserta didik dapat mempelajari tentang sains dengan pengamatan, melakukan eksperimen, mengklasifikasi dan lain sebagainya. Aspek keterampilan proses sains pada penelitian ini adalah keterampilan: (a) mengamati, (b) menafsirkan, (c) mengelompokkan, (d) memprediksi, (e) menerapkan, (f) merencanakan, (g) melakukan percobaan, (h) mengukur, (i) membandingkan, dan (j) menyimpulkan.

4. Aquarium Mandiri Energi dan Energi Mikrohidro

Aquarium Mandiri Energi adalah suatu aquarium yang sistem kelisrikannya tidak menggunakan sumber listrik dari PLN, melainkan dari perputaran energi listrik dari sistem energi mikrohidro.

Energi air atau energi hidro merupakan salah satu bentuk energi yang telah berkontribusi sangat banyak dalam pemenuhan energi umat manusia. Tingkat kebutuhan energi ini semakin hari semakin tinggi jumlahnya. Sebagai sebuah sumber energi yang

bersih dari polusi, energi air merupakan sebuah alternatif yang menarik untuk dijadikan sumber tenaga termasuk untuk membangkitkan listrik. Aliran air yang terus menerus ada secara alami, menjadikan tenaga air sebagai sebuah alternatif yang bersifat terbarukan (*renewable energy*).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggeraknya seperti saluran irigasi, sungai dengan debit kecil atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan dan jumlah debit air. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhan air. Semakin tinggi jatuhan air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh generator.

Energi Mekanik Air

Suatu energi air penggerak listrik bergantung kepada energi potensial air pada suatu ketinggian tertentu. Energi potensial air dikonversi menjadi energi mekanik melalui sebuah turbin untuk kemudian dikonversi ke bentuk energi listrik melalui generator

listrik. Daya keluaran dari pusat listrik tenaga air bergantung dari besar debit air yang mengalir dan tinggi jatuhnya air.

Pembangkitan energi listrik dari energi air berasal dari dua bentuk energi yaitu pemanfaatan energi potensial dan energi kinetik.

Energi potensial ada jika air berada pada ketinggian tertentu dan pemanfaatannya ada di bagian bawah sehingga terdapat perbedaan ketinggian. Dengan adanya gaya gravitasi maka diperoleh energi potensial sebagai berikut:

$$E = m \cdot g \cdot h \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

E = energi (joule)

m = massa air (kg)

g = gaya gravitasi = $9,8 \text{ m/s}^2$

h = ketinggian (m)

Dengan demikian, semakin tinggi posisi air, maka semakin besar energi potensial yang diperoleh. Energi potensial ini akan diubah menjadi energi kinetik, karena air yang jatuh berada dalam pengaruh gaya gravitasi. Semakin tinggi posisi air, maka semakin tinggi kecepatannya ketika sampai di turbin.

Energi kinetik didapatkan dari energi air yang mengalir, besar energi kinetik yang dihasilkan sebesar:

$$E = \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

E = energi (joule)

m = massa air (kg)

v = kecepatan air (m/s)

Secara keseluruhan energi yang ada pada air tersebut adalah jumlah dari energi potensial dan energi kinetik, sehingga:

$$E = E_p + E_k \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan:

E = energi total (joule)

E_p = energi potensial (joule)

E_k = energi kinetik (joule)

Untuk mendapatkan daya listrik (P) dalam satuan watt yang dihasilkan, maka energi tersebut dibagi dengan waktu yang diperlukan, sehingga:

$$P = E/t \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan:

P = daya (watt)

E = energi (joule)

t = waktu (detik)

Kemudian menentukan besar efisiensi dihitung menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan:

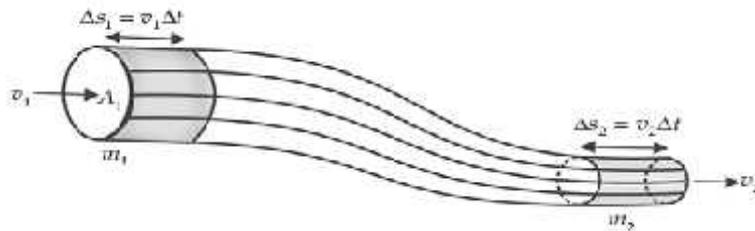
η = efisiensi

P1 = daya masuk (watt)

P2 = daya keluar (watt)

Persamaan Kontinuitas

Jika suatu fluida mengalir dengan aliran tunak melewati pipa yang mempunyai luas penampang yang berbeda, maka volume fluida yang melewati setiap penampang itu sama besar dalam selang waktu yang sama.



Gambar 2.2 Aliran Fluida
(Sumber :<http://riandamesin13.blogspot.co.id>)

Karena aliran fluida merupakan aliran tunak, maka massa fluida yang melewati bagian 1 sama dengan fluida yang melewati bagian 2, sehingga diperoleh persamaan berikut:

$$m_1 = m_2 \dots\dots\dots(2.6)$$

$$_1 A_1 v_1 t = _2 A_2 v_2 t \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan membagi ruas persamaan dengan t, maka:

$$_1 A_1 v_1 = _2 A_2 v_2 \dots\dots\dots(2.8)$$

Untuk fluida yang tak termampatkan, massa jenis fluida selama mengalir adalah konstan ($\rho_1 = \rho_2$), sehingga persamaan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \dots\dots\dots(2.9)$$

Persamaan di atas disebut dengan persamaan kontinuitas. Persamaan kontinuitas ini menyatakan bahwa pada aliran fluida ideal, hasil kali laju aliran fluida dengan luas penampangnya adalah konstan.

Apabila suatu fluida mengalir dalam sebuah pipa dengan luas penampang A dan kecepatan fluida v , maka banyaknya fluida (volume) yang mengalir melalui penampang tersebut tiap satuan waktu dinamakan debit.

Bentuk persamaan debit dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{A l}{t} = A v \dots\dots\dots(2.10)$$

Karena $Q = A v$ maka laju aliran fluida dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$v = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2.11)$$

dengan:

Q = debit air (m^3/s)

V = volume air (m^3)

T = waktu (s)

A = luas penampang (m^2)

v = laju aliran air (m/s)

Apabila fluida mengalir melewati pencabangan pipa seperti pada gambar 2, maka besar fluida yang mengalir dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 + A_3 v_3 \dots\dots\dots(2.13)$$

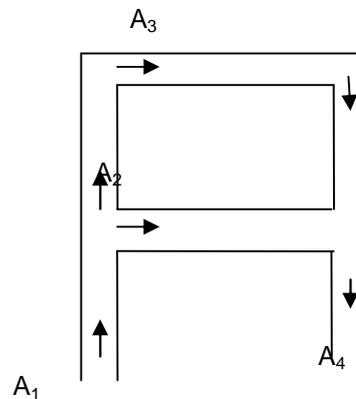
karena $A_1 = A_2 = A_3 = A$ maka:

$$A v_1 = A (v_2 + v_3) \dots\dots\dots(2.14)$$

Sedangkan besar debit pada penampang A_4 adalah

$$Q_4 = Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots(2.15)$$

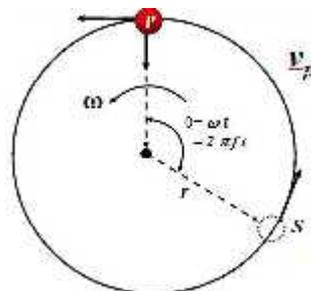
Sehingga: $Q_1 = Q_4$



Gambar 2.3 Aliran fluida pada pencabangan pipa

Gerak Melingkar

Gerak melingkar adalah gerak suatu benda yang lintasannya berbentuk lingkaran. Salah satu contohnya adalah gerak kincir atau turbin air.



Gambar 2.4 Gerak melingkar

(Sumber: <https://alkhayammi.wordpress.com>)

Waktu yang dibutuhkan untuk benda yang berputar sebanyak satu kali putaran penuh disebut periode atau waktu edar gerak melingkar, dinyatakan dengan lambing T dengan satuan sekon (Hz). Jumlah putaran tiap satu satuan waktu disebut frekuensi, diberi lambing f dengan satuan Hertz (Hz). Hubungan periode dengan frekuensi putaran itu dapat dirumuskan:

$$F = \frac{1}{T} = \frac{n}{t} \dots \dots \dots (2.16)$$

Pada benda yang bergerak melingkar karena lintasannya berupa lingkaran maka jarak tempuh benda adalah busur lingkaran. Jika dalam selang waktu t benda menempuh busur lingkaran s dengan kelajuan yang tetap maka laju benda v disebut laju linier, dirumuskan:

$$v = \frac{s}{t} \dots \dots \dots (2.17)$$

karena keliling lingkaran yang berjari-jari R adalah $2\pi R$ maka laju linier benda:

$$v = \frac{2\pi R}{T} \text{ atau } v = 2\pi Rf \dots \dots \dots (2.18)$$

dengan:

v = laju linier (m/s)

f = frekuensi (Hz)

R = jari-jari lingkaran (m)

Kecepatan sudut adalah besarnya sudut yang ditempuh per satuan waktu, dengan satuan rad/s. Kecepatan sudut biasa juga disebut kecepatan *angular*. Persamaan kecepatan sudut sebagai berikut:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ atau } \omega = 2\pi f \dots \dots \dots (2.19)$$

dengan kecepatan ω = kecepatan sudut (rad/s)

Kecepatan sudut dapat juga dinyatakan dalam satuan rpm (rotations per minute).

$$\begin{aligned} 1 \text{ rpm} &= \frac{1 \text{ p}}{m} \\ &= \frac{2\pi r}{60 \text{ s}} \\ &= \frac{\pi}{30} \text{ r/s} \end{aligned}$$

Energi Kinetik Rotasi

Apabila sebuah benda tegar melakukan gerak rotasi, maka energi gerak rotasi dapat dihitung dengan anggapan bahwa benda

tegar berotasi terhadap porosnya melalui pusat massa, sehingga besarnya energi kinetik rotasi benda tegar tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$E_{k \text{ rotasi}} = \frac{1}{2} I \omega^2 \dots\dots\dots(2.20)$$

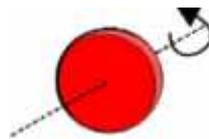
Dengan:

$E_{k \text{ rotasi}}$ = Energi kinetik rotasi

ω = kecepatan sudut terhadap poros (rad/s)

I = momen inersia terhadap poros (kg m^2)

Momen inersia untuk silinder pejal, persamaannya dapat dinyatakan sebagai berikut:



Gambar 2.5 Momen Inersia pada Silinder Pejal

$$I = \frac{1}{2} m r^2 \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan:

I = momen inersia terhadap poros (kg m^2)

m = massa benda (kg)

r = jari-jari benda (m)

Hubungan Roda-roda

Gerak melingkar dapat dipindahkan dari satu sistem ke sistem lain. Proses pemindahan gerak tersebut dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung.

Hubungan roda-roda bersinggungan

Pemindahan gerak pada sistem langsung yaitu melalui persinggungan roda yang satu dengan yang lain (roda gigi). Pada sistem ini kelajuan liniernya sama, sedangkan kelajuan sudutnya tidak sama.

$$v_1 = v_2 \text{ tetapi } \omega_1 \neq \omega_2 \dots \dots \dots (2.22)$$

Hubungan roda-roda dengan rantai (penghubung)

Pemindahan gerak pada sistem tidak langsung yaitu pemindahan gerak dengan menggunakan ban penghubung atau rantai. Pada sistem ini kelajuan liniernya sama, sedangkan kelajuan sudutnya tidak sama.

$$v_1 = v_2 \text{ tetapi } \omega_1 \neq \omega_2 \dots \dots \dots (2.23)$$

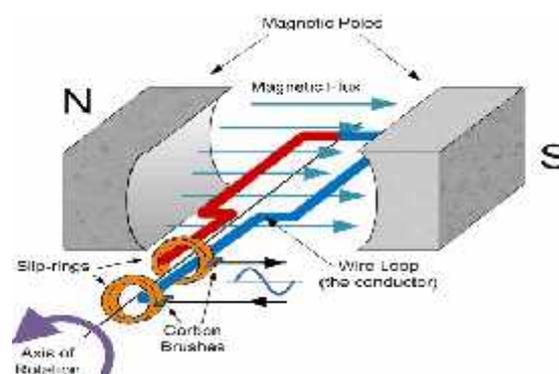
Hubungan roda-roda sepusat

Jika roda-roda tersebut disusun dalam satu poros putar maka system titik-titik yang terletak pada satu jari mempunyai kecepatan sudut sama, tetapi kecepatan liniernya tidak sama.

$$\omega_1 = \omega_2 \text{ tetapi } v_1 \neq v_2 \dots \dots \dots (2.24)$$

Prinsip Kerja Generator

Untuk mendapatkan ggl induksi dapat dilakukan dengan menggerakkan magnet mendekati atau menjauhi kumparan dan dapat juga dilakukan dengan menggerakkan kumparan di antara kutub-kutub suatu magnet. Suatu alat yang menerapkan konsep tersebut adalah generator.



Gambar 2.6 Prinsip Kerja Generator

(Sumber: <http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-generator-ac/>)

Pada gambar di atas, generator tersebut terdiri atas sebuah kumparan yang dapat berputar di antara kutub magnet permanen. Ketika kumparan itu berputar maka medan magnet yang melalui

kumparan itu akan berubah. Perubahan ini menyebabkan timbulnya arus induksi di dalam kumparan.

Menurut Faraday, besar ggl induksi yang dapat dihasilkan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$= - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d}{dt} (N B A \cos \omega t) \dots \dots \dots (2.26)$$

$$= N B A \omega \sin \omega t \dots \dots \dots (2.27)$$

ggl induksi bernilai maksimum bila $\sin \omega t = 1$ sehingga persamaan menjadi:

$$e_m = N B A \omega \dots \dots \dots (2.28)$$

dengan:

N = banyak lilitan

B = Induksi magnetik (T);

A = luas kumparan (m^2);

ω = kecepatan sudut kumparan (rad/s);

e = ggl setiap saat (V);

e_m = ggl maksimum (V).

Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah Aquarium Mandiri Energi yang energi listriknya berasal dari perputaran energi mikrohidro. Sumber energi listrik berasal dari generator yang diputar kemudian disimpan di aki melalui controller. Energi listrik dari aki kemudian melalui inventer digunakan untuk menghidupkan pompa air. Sumber energi air yang dialirkan dengan pompa air menuju pipa dengan level variasi ketinggian untuk mendapatkan variasi besar debit air. Kemudian air jatuh mengenai turbin yang berada di bawahnya, sumbu turbin dihubungkan dengan sumbu generator mikrohidro melalui hubungan roda-roda. Dalam

melakukan percobaan menggunakan media pembelajaran ini, aktivitas dilakukan untuk merubah level variasi ketinggian jatuhnya air untuk mendapatkan debit air yang berbeda sehingga energi listrik yang dihasilkan oleh generator mikrohidro berbeda pula.

C. Kerangka Teoritik

Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran energi terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Air yang ada di sekolah produksi PT. Victoria Nuansa Karya. Bentuk media Pembangkit Listrik energi terbarukan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.7. Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Air (sumber PT.Victoria Nuansa Karya)

Berdasarkan media pembelajaran energi terbarukan sumber dari PT. Victoria Nuansa Karya, media pembelajaran ini setelah dianalisis memiliki beberapa kekurangan, diantaranya: alat tersebut belum dilengkapi controller sehingga belum bisa dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid, belum dilengkapi aki kering sebagai penyimpan energi,

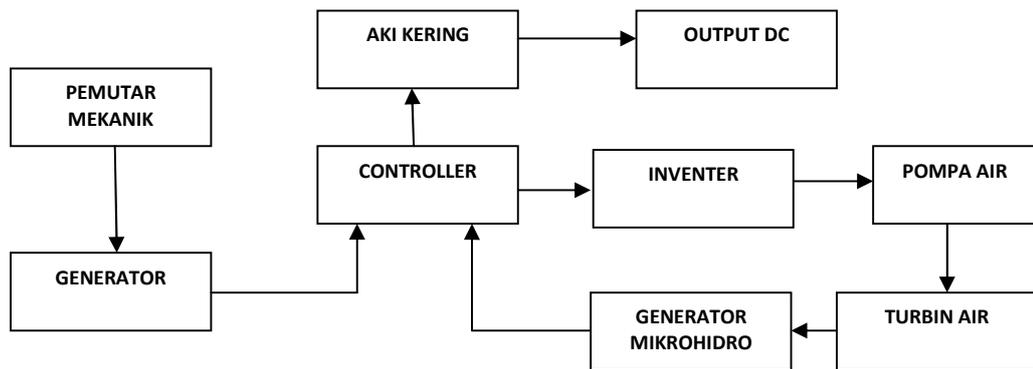
media pembelajaran tersebut masih menggunakan sumber dari PLN, belum dilengkapi inverter sehingga keluarannya masih beban DC, komponen masih terpisah-pisah belum ditempatkan dalam satu wadah/tempat sehingga kurang efektif dan efisien, serta desain masih belum menarik.

Berdasarkan hal-hal yang disebutkan di atas, maka pada penelitian ini akan dibuat Aquarium Mandiri Energi yang di dalamnya terdapat sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid energi mikrohidro, sehingga energi listrik sistem Aquarium Mandiri Energi ini tidak menggunakan sumber dari PLN melainkan berasal dari perputaran energi sistem itu sendiri.

Pengembangan media pembelajaran ini merupakan penyempurnaan media pembelajaran yang sudah ada. Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi dapat digunakan sebagai alat peraga dan praktikum di sekolah supaya peserta didik bisa menemukan energi alternatif untuk menanggulangi krisis energi. Dengan adanya media pembelajaan diharapkan pembelajaran menjadi lebih menarik sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

D. Rancangan Media Pembelajaran

Media pembelajaran yang akan dikembangkan pada penelitian ini adalah Aquarium Mandiri Energi dengan memanfaatkan energi mikrohidro, dengan rancangan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.8. Rancangan kelistrikan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi

Komponen utama sistem Aquarium Mandiri Energi adalah sebagai berikut:

1. Turbin Air

Inti dari sistem pembangkit listrik bertenaga air/mikrohidro terletak pada sistem turbin air yang porosnya tersambung ke sebuah generator listrik. Turbin berada pada ujung jalur penstock dan air telah memiliki kecepatan yang cukup karena tarikan gaya gravitasi ketika jatuh, dan dengan tenaganya akan mampu memutar turbin air. Tenaga yang bisa dibangkitkan bergantung kepada tingginya jatuhnya pada penstock serta debit volume air (m^3/detik).

2. Generator

Generator merupakan komponen dari sebuah pembangkit listrik yang berfungsi untuk mengubah tenaga gerak atau tenaga mekanik menjadi energi listrik. Prinsip kerja generator listrik berdasarkan hukum Faraday yang menyatakan bahwa

gaya gerak listrik (GGL) dapat terjadi karena adanya induksi listrik yang terjadi ketika sebuah sirkuit bergerak di dalam medan magnet. Kondisi sebaliknya, yaitu medan magnet yang bergerak di dekat sebuah sirkuit pun akan mengakibatkan GGL dalam sirkuitnya.

3. Aki

Aki merupakan alat penyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh putaran generator.

4. Inverter

Inverter adalah alat yang digunakan untuk merubah arus DC menjadi arus AC pada tegangan yang dikehendaki, misalkan 220 volt. Arus AC pada 220 volt inilah yang kemudian bisa dipergunakan untuk berbagai alat listrik yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari.

5. Controller

Controller adalah alat elektronik yang digunakan untuk mengisi baterai/accu dari dua sumber energi mikrohidro dan energi mekanik/angin.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Aquarium Mandiri Energi sebagai media pembelajaran. Media pembelajaran hasil pengembangan memiliki tujuan:

1. Aquarium Mandiri Energi layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika di sekolah.
2. Aquarium Mandiri Energi sebagai media pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fisika Universitas Negeri Jakarta dan diujicoba di SMA Negeri 1 Lohbener Kabupaten Indramayu. Waktu kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Nopember 2016 sampai dengan bulan Juli 2017.

C. Karakteristik Media Pembelajaran yang dikembangkan

Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran energi terbarukan khususnya sistem Aquarium Mandiri Energi berbasis energi mikrohidro. Media yang dikembangkan merupakan media yang memiliki efisiensi dan efektifitas, sehingga dalam penggunaannya akan mampu meningkatkan keterampilan proses sains. Media tersebut mampu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merangkai bagian

mekanik dan bagian kelistrikan. Dengan merangkai bagian-bagian tersebut peserta didik dapat merubah-ubah posisi variasi ketinggian jatuhnya air, mengukur debit air, menghitung kecepatan hubungan roda gigi, peserta didik juga dapat mengamati, menganalisa besaran-besaran arus listrik, tegangan listrik, dan daya listrik. Sehingga peserta didik dapat menyimpulkan dari hasil pengamatan dengan analisa bahwa besarnya energi listrik yang dihasilkan ditentukan oleh besar kecilnya debit air yang jatuh mengenai generator mikrohidro, sehingga semakin besar debit air maka putaran generator mikrohidro semakin cepat dan menghasilkan energi listrik yang lebih besar.

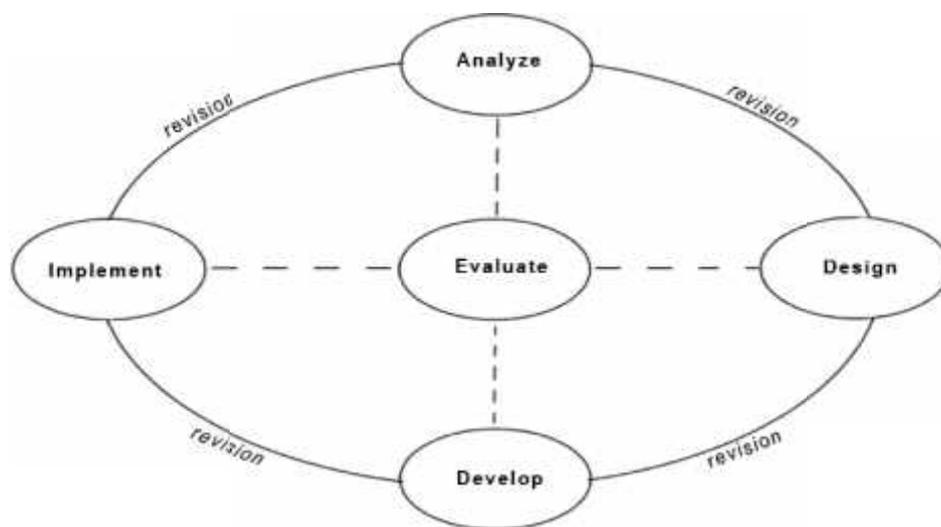
D. Pendekatan dan Metode Penelitian

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode ini dipilih untuk melihat efektifitas penggunaan media pembelajaran tersebut dengan cara membandingkan keterampilan proses sains pada saat mengikuti kegiatan pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran setelah dikembangkan. Media pembelajaran yang dikembangkan adalah sistem Aquarium Mandiri Energi yang digunakan dalam pembelajaran fisika SMA pada materi energi terbarukan.

Untuk mengembangkan media pembelajaran ini, penelitian menggunakan model ADDIE. Pemilihan model ini didasari atas pertimbangan bahwa model ini dikembangkan secara sistematis dan

berpijak pada landasan teoritis desain pembelajaran. Model ini disusun secara terprogram dengan urutan-urutan kegiatan yang sistematis dalam upaya pemecahan masalah belajar yang berkaitan dengan sumber belajar yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik.

Model ADDIE menurut Branch (2009) terdiri atas lima langkah, yaitu: (1) analisis (analyze), (2) Perancangan (design), (3) pengembangan (development), (4) implementasi (implementation), dan (5) evaluasi (evaluation). Secara visual tahapan model ADDIE dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1. Tahapan Model ADDIE sumber Robert Maribe Branch

Menurut Branch (2009) desain instruksional model ADDIE adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Desain Instruksional model ADDIE

	Analyze	Design	Develop	Implement	Evaluate
K o n s e p	Mengidentifikasi penyebab kemungkinan terjadinya kesenjangan kinerja	Memverifikasi rancangan yang diinginkan dan metode pengujian yang tepat	Menghasilkan dan memvalidasi sumber belajar	Mempersiapkan lingkungan belajar dan melibatkan siswa	Menilai kualitas produk pembelajaran dan proses, baik sebelum dan sesudah pelaksanaan
P r o s e d u r U m u m	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validasi kesenjangan kinerja 2. Tentukan tujuan instruksional 3. Konfirmasi penonton dimaksudkan 4. Mengidentifikasi sumber daya yang diperlukan 5. Tentukan sistem pengiriman potensial 6. Susun rencana manajemen proyek 7. rencana pengelolaan 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Melakukan inventarisi tugas 9. Menyusun tujuan kinerja 10. Menghasilkan strategi pengujian 11. Hitung laba atas investasi 	<ol style="list-style-type: none"> 12. Menghasilkan konten 13. Pilih atau mengembangkan media pendukung 14. Mengembangkan pedoman untuk siswa 15. Mengembangkan pedoman untuk guru 16. Melakukan revisi formatif 17. Lakukan Test Pilot 	<ol style="list-style-type: none"> 18. Siapkan guru 19. Siapkan siswa 	<ol style="list-style-type: none"> 20. Tentukan kriteria evaluasi 21. Pilih alat evaluasi 22. Melakukan evaluasi
	Ringkasan analisis	Desain singkat	Sumber belajar	Strategi implementasi	Rencana evaluasi

E. Langkah-langkah Pengembangan Media Pembelajaran

Dalam pengembangan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi dengan menggunakan energi mikrohidro ini, langkah-langkah pengembangannya terdiri dari beberapa tahap. Tahap-tahap pengembangan model ADDIE dipaparkan dalam uraian berikut ini:

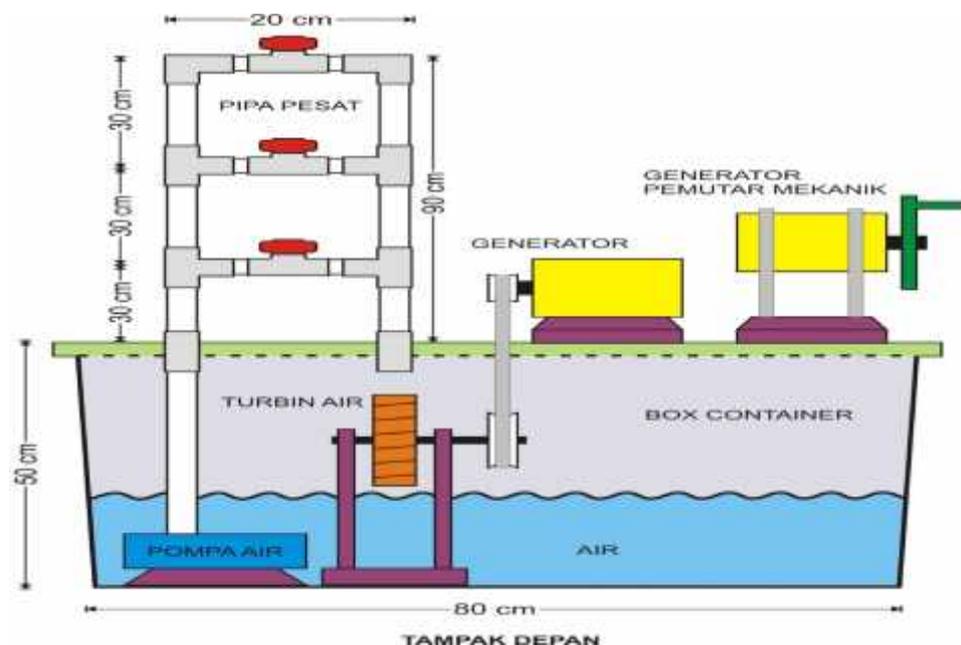
1. Tahap I Analisis (Analyze)

Need assessment pembelajaran sesungguhnya merupakan proses sistematis yang mengkaji tujuan (kompetensi) yang ingin dicapai, dengan mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi aktual (nyata) yang diharapkan, serta memilih/menetapkan prioritas tindakan. Dalam pembelajaran, yang dimaksud dengan kebutuhan adalah adanya kesenjangan antara kompetensi (kemampuan, keterampilan dan sikap) peserta didik yang diinginkan dengan kompetensi yang mereka miliki sekarang.

Pada penelitian ini dalam melakukan need assessment dengan cara menganalisis data, baik data primer maupun data sekunder. Data primer diambil dari analisis kebutuhan dengan cara mengamati alat praktikum di laboratorium serta menyebarkan angket analisis kebutuhan yang diisi oleh guru dan siswa. Sedangkan data sekunder diambil dari analisis 5 jurnal internasional yang berkaitan dengan isu-isu terkini pada abad 21.

2. Tahap II Perancangan (Design)

Pada tahap perancangan ini, penelitian dilakukan dengan kerangka acuan bahwa sistem Aquarium Mandiri Energi dibuat untuk mendukung proses pembelajaran sebagai media pembelajaran materi energi terbarukan pada peserta didik SMA. Media pembelajaran ini dibuat untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.



Gambar 3.2 Desain alat media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi

3. Tahap III Pengembangan (Development)

Kegiatan penelitian pada tahap ketiga ini adalah kegiatan pengembangan yang meliputi kegiatan pengumpulan alat dan bahan pembuatan media pembelajaran, kegiatan pelaksanaan pembuatan media pembelajaran, penyusunan lembar kerja siswa,

serta penyusunan lembar observasi untuk mengumpulkan semua informasi selama penerapan media pembelajaran.

4. Tahap IV Implementasi (Implementation)

Sistem Aquarium Mandiri Energi yang telah divalidasi oleh dosen ahli dan guru fisika, kemudian diimplementasikan dengan cara diuji cobakan kepada peserta didik tingkat SMA. Peserta didik yang mengikuti sebanyak 60 peserta didik. Peserta didik yang mengikuti uji coba sistem Aquarium Mandiri Energi diminta untuk mengisi soal pretest dan postes yang digunakan untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains dengan membandingkan keadaan sebelum dan sesudah menggunakan Aquarium Mandiri Energi dengan metode penelitian “*One Groups Pretest-Posttest Design*”

Tabel 3.2. Desain Penelitian One Groups Pretest-Posttest Design

O1	X	O2
Pre Test (tes awal)	Perlakuan	Post Test (tes akhir)

Untuk membuktikan efektifitas media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi terhadap keterampilan proses sains menggunakan teknik analisa data Gain ternormalisasi (*Normalized Gain*), jika dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$g = \frac{P - P_r}{1 - P_r} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan:

g = Nilai *Normalized Gain*

Postscore % = Persentasi nilai tes akhir

Prescore % = Persentase nilai tes awal

Kriteria interpretasi skor *N-Gain* yaitu *N-Gain* tinggi jika *N-Gain* $> 0,7$; *N-Gain* sedang jika $0,3 < N-Gain \leq 0,7$; *N-Gain* rendah jika *N-Gain* $\leq 0,3$. (Lestari & Yudhanegara, 2015)

5. Tahap V Evaluasi (Evaluation)

Untuk menguji kelayakan media pembelajaran aquarium mandiri energi dilakukan melalui uji validasi dosen ahli, yaitu validasi ahli materi fisika, validasi ahli media pembelajaran fisika, validasi ahli pembelajaran fisika, dan validasi dari guru fisika.

Skoring angket validasi menggunakan skala Likert (Widoyoko, 2016), dengan skor jawaban sebagai berikut: 1 = Sangat Tidak Baik; 2 = Tidak Baik; 3 = Sedang; 4 = Baik; dan 5 = Sangat Baik. Instrumen validasi ahli memiliki rerata skor minimal = 1, rerata skor maksimal = 5, kelas interval = 5, sehingga jarak kelas interval = $(5-1):5 = 0,8$. Sehingga klasifikasinya dibuat tabel sebagai berikut:

Tabel 3.3. Klasifikasi Skala Likert (Widoyoko, 2016)

Rerata skor jawaban	Klasifikasi
> 4,2 – 5,0	Sangat baik
> 3,4 – 4,2	Baik
> 2,6 - 3,4	Sedang
> 1,8 – 2,6	Tidak Baik
1,0 – 1,8	Sangat Tidak Baik

Interpretasi skor dihitung berdasarkan skor perolehan tiap item:

$$\% \text{ Interpretasi skor} = \frac{\sum S_i}{\sum S} \times \frac{p}{m} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan:

$$\sum S_i = m \times \text{skor tertinggi}$$

$$= \text{jumlah responden} \times \text{skor tertinggi}$$

$$= \text{jumlah responden} \times 5$$

Batas penilaian ketepatan dan kesesuaian pengembangan “*Aquarium Mandiri Energi*” sebagai media pembelajaran fisika energi terbarukan didasarkan pada kriteria interpretasi skor untuk yaitu:

0-20%	: Sangat Tidak Baik
21-40%	: Tidak Baik
41-60%	: Cukup
61-80%	: Baik
81-100%	: Sangat Baik

Instrumen validasi uji tenaga ahli terdiri dari tiga aspek aspek yaitu (1) aspek materi fisika, (2) aspek media pembelajaran fisika, dan (3) aspek pembelajaran fisika, yang digunakan untuk menguji kelayakan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi.

1) Telaah pakar (Expert Judgement)

(a) Uji Validasi Ahli Materi

Tabel 3.4. Kisi-kisi uji validasi oleh ahli materi fisika

Aspek	Indikator	Jumlah butir	Nomor butir
Materi	Tujuan	3	1-3
	Kesesuaian konten	4	4-7
	Ketepatan konsep	4	8-11
	Bahasa	3	12-14
	Desain	9	15-24

(b) Uji Validasi Ahli Media

Tabel 3.5. Kisi-kisi uji validasi oleh ahli media pembelajaran fisika

Aspek	Indikator	Jumlah Butir	Nomor Butir
Media	Kesesuaian	3	1-3
	Efektivitas dan Efisiensi	4	4-7
	Desain	5	8-12
	Fungsi Media	7	13-19

(c) Uji Validasi Ahli Pembelajaran

Tabel 3.6. Kisi-kisi uji validasi oleh ahli pembelajaran fisika

Aspek	Indikator	Jumlah Butir	Nomor Butir
Pembelajaran	Keterampilan Proses Sains	10	1-10
	Lembar Kerja Siswa (LKS)	16	11-26

(d) Uji Validasi oleh Guru

Kisi-kisi Instrumen uji validasi oleh guru merupakan gabungan dari ahli materi, ahli media, dan ahli pembelajaran.

Tabel 3.7. Kisi-kisi uji validasi oleh guru fisika

Aspek	Indikator	Jumlah butir	Nomor butir
Materi	Tujuan	3	1-3
	Kesesuaian konten	4	4-7
	Ketepatan konsep	4	8-11
	Bahasa	3	12-14
	Desain	9	15-23
Media	Kesesuaian	3	19-21
	Efektivitas dan Efisiensi	4	22-25
	Desain	5	26-30
	Fungsi Media	7	31-37
Pembelajaran	Keterampilan Proses Sains	10	38-47
	Lembar Kerja Siswa (LKS)	16	48-73

Setelah validasi oleh ahli materi fisika, ahli media pembelajaran fisika, ahli pembelajaran fisika, dan guru fisika, kemudian uji coba dilakukan terhadap peserta didik untuk mengumpulkan data yang digunakan sebagai dasar untuk menetapkan keefektivan dan kelayakan media yang dikembangkan pada penelitian ini. Uji coba terhadap peserta didik dilaksanakan pada 2 rombongan belajar dan berjumlah 60 peserta didik.

Langkah-langkah uji coba meliputi:

- Peserta didik mengerjakan tes awal (pre test)
- Penjelasan tentang materi dan media pembelajaran yang akan digunakan kepada peserta didik
- Memberikan contoh cara menggunakan media pembelajaran yang digunakan
- Meminta peserta didik melakukan percobaan dengan panduan lembar kerja siswa (LKS) yang telah disiapkan
- Peserta didik mengambil data percobaan
- Peserta didik membuat laporan praktikum
- Peserta didik mempresentasikan hasil praktikum
- Peserta didik memberikan tanggapan terhadap media pembelajaran yang telah digunakan
- Peserta didik mengerjakan tes akhir (post test)
- Peserta mengisi angket kepuasan pembelajaran menggunakan media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi"

Tingkat keberhasilan media pembelajaran aquarium mandiri energi yang dikembangkan diukur dari tingkat kepuasan peserta didik dalam belajar dan ketrampilan proses sains peserta didik. Data kepuasan siswa dikumpulkan menggunakan angket kepuasan peserta didik. Kisi-kisi instrumen kepuasan peserta didik disajikan pada tabel 3.8.

Tabel 3.8. Kisi-kisi Instrumen Tingkat Kepuasan Peserta Didik

Aspek	Indikator	No. Butir
Fungsi	Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi mempermudah memahami materi pembelajaran.	1
	Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi memberi kesempatan pada peserta didik untuk mencoba/ melakukan.	2
	Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi membuat siswa tertantang untuk berbuat.	3
Penggunaan	Kemudahan menggunakan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi.	4-7
	Kepraktisan penggunaan Aquarium Mandiri Energi.	8-11
	Media Pembelajaran Aquarium Mandiri Energi mudah direkayasa.	12
Perawatan	Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi mudah dirawat.	13
	Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi mudah disimpan.	14
Kepraktisan	Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi mudah dibawa.	15
	Media pembelajaran aquarium Mandiri Energi mudah dipasang.	16
	Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi mudah dibongkar.	17

Ketrampilan proses sains peserta didik yang muncul saat kegiatan pembelajaran diukur menggunakan format observasi dan laporan praktikum menggunakan format laporan praktikum. Aspek yang diukur adalah mengukur, membandingkan, mengklasifikasi, observasi,

mengkomunikasikan, membuat kesimpulan, membuat hipotesis dan menemukan variabel, mengamati, menanya, merumuskan hipotesis, memprediksi, merencanakan dan menginvestigasi, menginterpretasi dan mengkomunikasikan. Kisi-kisi instrumen keterampilan proses sains disajikan pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Kisi-kisi Instrumen Ketrampilan Proses Sains Peserta Didik

No	Aspek	Indikator	Nomor Butir	Instrumen
1	Mengamati	Mengamati keadaan aquarium mandiri energi sebelum melakukan pengukuran	1	FO
		Mengamati apa yang terjadi saat melakukan percobaan	2	FO
		Mengamati perubahan besaran fisis selama percobaan	3	FO
2	Pemakaian angka penting	Memperhitungkan nilai besaran yang akan digunakan	4	FO/LP
		Menggunakan skala yang tepat saat melukis grafik	5	FO/LP
3	Mengklasifikasikan	Menetapkan variabel-variabel penelitian.	6	FO/LP
		Mengklasifikasikan besaran ke dalam kelompok variabel bebas dan variabel terikat	7	FO/LP
		Memilih nilai besaran sesuai kebutuhan eksperimen	8	FO/LP
4	Mengukur	Menentukan kondisi dimana pengukuran dapat dilakukan	9	FO

		dengan tepat		
		Mengukur besaran fisika yang teramati saat eksperimen	11	FO
		Menulis hasil eksperimen sesuai format yang terdapat dalam LKS	12	FO/LP
5	Mengkomunikasikan	Menggunakan skala yang tepat saat melukis grafik	13	LP
6	Pengamatan	Melukis grafik hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat	14	LP
		Menginterpretasikan grafik hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat	15	LP
		Mempresentasikan hasil eksperimen secara berkelompok	16	FO
		Menerapkan data hasil percobaan untuk memformulasikan hubungan antar besaran fisis.	17	LP
		Melakukan percobaan untuk keadaan yang berbeda	18	FO
7	Penginferensian	Memformulasikan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat	19	LP
		Membandingkan hasil yang diperoleh dengan sumber/bahan	20	LP

		belajar		
		Membandingkan hasil yang diperoleh dengan eksperimen sebelumnya	21	LP
		Mempformulasikan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat	22	LP
8	Menulis kesimpulan	Menulis kesimpulan hasil percobaan	23	LP

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Model

Penelitian pengembangan yang telah dilakukan menghasilkan media pembelajaran berupa “Aquarium Mandiri Energi”. Media pembelajaran ini dibuat supaya layak digunakan sebagai media pembelajaran dan praktikum materi energi terbarukan. Media pembelajaran ini dapat digunakan untuk menghitung besar debit air, menentukan banyak putaran dari hubungan roda-roda, menentukan besar arus dan tegangan listrik yang keluar dari generator, dan dapat menentukan besarnya efisiensi.

Media pembelajaran “Aquarium Mandiri Energi” ini telah mendapat banyak masukan dari dosen pembimbing dan divalidasi oleh ahli materi fisika, ahli media pembelajaran fisika, ahli pembelajaran fisika dan guru fisika. Hasil akhir media pembelajaran “Aquarium Mandiri Energi” ditunjukkan seperti gambar 4.1



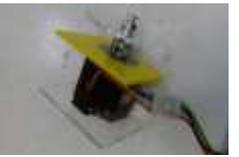
Gambar 4.1 Media Pembelajaran Aquarium Mandiri Energi

Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi terdiri atas komponen mekanika dan komponen kelistrikan, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 4.1: Spesifikasi Komponen Kelistrikan Aquarium Mandiri Energi

No	Komponen	Gambar	Keterangan
1	Generator AC		<ul style="list-style-type: none"> - Digunakan sebagai feeder energi - Digerakkan dengan tangan atau energi angin
2	Controller		<ul style="list-style-type: none"> - Controller hybrid 500 Watt - Berfungsi sebagai charger aki - Input berasal dari generator DC dan generator AC
3	Aki		<ul style="list-style-type: none"> - Merk Panasonic 12 Volt, 7.2 ah - Berfungsi sebagai penyimpan energi listrik
4	Inverter		<ul style="list-style-type: none"> - Inverter DC 12 V to AC 220 V, 500 Watt - Berfungsi sebagai pengubah tegangan 12 VDC ke 220 VAC
5	Pompa Air		<ul style="list-style-type: none"> - Pompa merk Atman 50 Watt - Berfungsi untuk memompa air

Tabel 4.2: Spesifikasi Komponen Mekanik Aquarium Mandiri Energi

No	Komponen	Gambar	Keterangan
1	Pipa Pesat		<ul style="list-style-type: none"> - Pipa PVC ½" - Berfungsi untuk keluaran jatuhnya air - Terjadi energi mekanik air untuk memutar turbin
2	Turbin Air		<ul style="list-style-type: none"> - Terbuat dari bahan plastic - Terdiri dari 20 sudu-sudu - Diameter 10 cm, lebar 2 cm - Terjadi gerak melingkar - Berfungsi untuk memutar roda gigi
3	Roda Gigi		<ul style="list-style-type: none"> - Terbuat dari Bahan Aclyrik - Terdiri dari 2 roda gigi besar dan kecil - Diameter roda gigi besar 20 cm dan diameter roda gigi kecil 10 cm - Dihubungkan ke generator DC - Berfungsi unttuk meningkatkan daya mekanik
4	Generator DC		<ul style="list-style-type: none"> - Terjadinya Imbas Elektromagnetik - Merubah energi mekanik menjadi energi listrik -

Tabel 4.3: Spesifikasi Komponen Penunjang Aquarium Mandiri Energi

No	Komponen	Gambar	Keterangan
1	Multimeter Digital		Mengukur arus dan tegangan

2	Counter Digital		Menghitung jumlah putaran roda gigi
3	Stopwatch		Mengukur waktu
4	Penampung air		<ul style="list-style-type: none"> - Mengukur volume air - Ukuran Volume 1 Liter

Proses Perubahan Energi Pada Aquarium Mandiri Energi adalah sebagai berikut:

Air dipompa menggunakan pompa air merk atman 220V/50W supaya mengalir melalui variasi dan kombinasi pipa air yang berukuran $\frac{1}{2}$ inci tiap pipanya, sehingga menghasilkan besar debit air yang berbeda-beda.

Kemudian air jatuh mengenai turbin, karena ada energi mekanik air maka turbin berputar. Disini terjadi perubahan energi mekanik air

menjadi energi gerak rotasi turbin. Karena poros turbin dihubungkan dengan poros roda gigi besar, maka roda gigi ikut berputar.

Roda gigi besar dihubungkan bersinggungan dengan roda gigi kecil dengan dengan perbandingan 1:2. Karena bersinggungan maka $V_1 = V_2$ tetapi $\omega_1 < \omega_2$. Pada sistem ini terjadi penambahan energi, karena putaran roda gigi kecil lebih banyak dari putaran roda gigi besar.

Roda gigi kecil dihubungkan seporos dengan generator. Kemudian generator berputar. Disini terjadi perubahan energi mekanik menjadi energi listrik dan menghasilkan ggl induksi yang digunakan untuk energi input controler. Controller ini berfungsi sebagai charger aki dan menyetabilkan tegangan. Aki berfungsi sebagai penyimpan energi dengan kapasitas 12 V/12 ah. Dari aki dihubungkan ke inverter 220 V/500 W, yang berfungsi untuk menaikkan tegangan dan merubah DC menjadi AC sehingga output dari inverter adalah 220 Vac/50 Hz. Output dari inverter ini digunakan sebagai sumber tegangan pompa air.

Untuk menambah daya input ke controller maka ditambah dengan daya dari generator yang diputar secara manual atau bisa juga menggunakan tenaga angin supaya daya yang dihasilkan terus-menerus.

B. Kelayakan Model

Untuk menguji kelayakan media pembelajaran aquarium mandiri energi dilakukan melalui uji validasi dosen ahli, yaitu validasi ahli materi

fisika, validasi ahli media pembelajaran fisika, validasi ahli pembelajaran fisika, dan validasi dari guru fisika.

1. Hasil Validasi Dosen Ahli

a. Validasi Ahli Materi Fisika

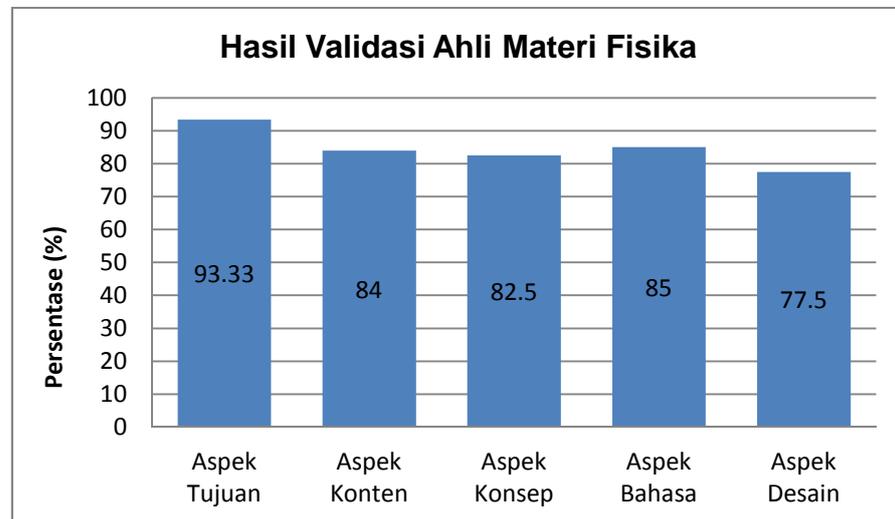
Validasi ahli materi fisika menggunakan angket uji validasi ahli materi fisika, yang dikelompokkan dalam lima aspek, yaitu: Tujuan, Konten, Bahasa, dan Desain. Ahli materi fisika memberikan skor tertinggi pada aspek tujuan dengan skor rata-rata 93,40 %, kemudian aspek bahasa dengan skor rata-rata 85,00 %, aspek konten dengan skor rata-rata 84,00 %, dan skor terendah terdapat pada aspek desain dengan skor rata-rata 77,50 %. Skor rata-rata dari kelima aspek yang diberikan oleh 2 ahli materi fisika yaitu 85,00 %.

Hasil yang diperoleh dari hasil validasi 2 ahli materi fisika ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.4. Hasil Validasi Ahli Materi Fisika

Aspek	Presentase Skor	Klasifikasi
Tujuan	93,40 %	Sangat Baik
Konten	84,00 %	Sangat Baik
Konsep	82,50 %	Sangat Baik
Bahasa	85,00 %	Sangat Baik
Desain	77,50 %	Baik
Rata-rata	85,00 %	Sangat Baik

Hasil validasi ahli materi fisika tersebut disajikan dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar 4.2. Diagram hasil validasi ahli materi fisika

Dari hasil validasi yang diperoleh dari 2 ahli materi fisika dengan rata-rata skor nilai 85,00%. Rata-rata skor nilai tersebut termasuk kedalam klasifikasi sangat baik, sehingga media pembelajaran aquarium mandiri energi layak diuji coba.

b. Validasi Ahli Media Pembelajaran Fisika

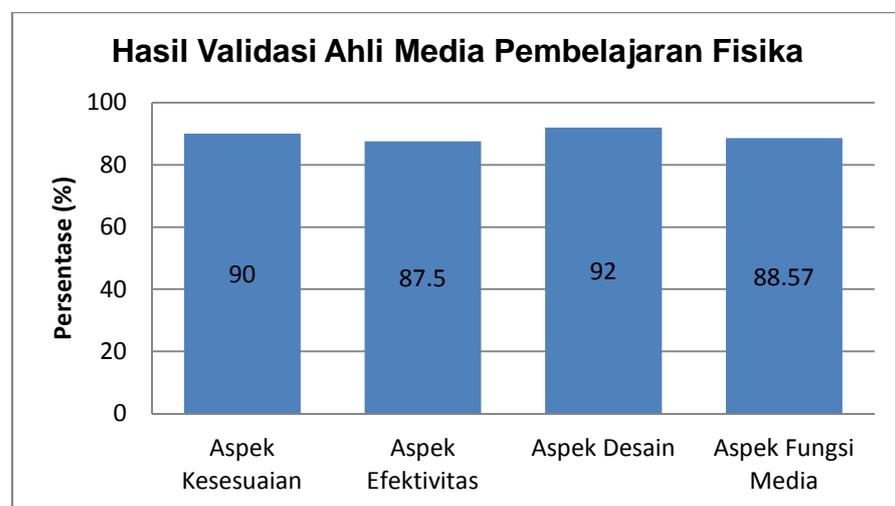
Data yang didapatkan dari hasil validasi 2 ahli media pembelajaran fisika adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5. Hasil Validasi Ahli Media Pembelajaran Fisika

Aspek	Presentase Skor	Klasifikasi
Kesesuaian	90,00 %	Sangat Baik
Efektivitas	87,50 %	Sangat Baik
Desain	92,00 %	Sangat Baik
Fungsi Media	88,57 %	Sangat Baik
Rata-rata	89,40 %	Sangat Baik

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa aspek desain mendapatkan skor tertinggi dengan nilai 92,00%, aspek kesesuaian 90,00 %, aspek fungsi media 88,57 %, dan untuk nilai skor terendah adalah aspek efektivitas sebesar 87,50 %.

Hasil validasi ahli media pembelajaran fisika tersebut disajikan dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar 4.3. Diagram Hasil Validasi Ahli Media Pembelajaran Fisika

Dari hasil validasi yang diperoleh dari 2 ahli media pembelajaran fisika dengan rata-rata skor nilai 89,40%. Rata-rata skor nilai tersebut termasuk kedalam klasifikasi Sangat Baik, sehingga media pembelajaran aquarium mandiri energi layak untuk diuji coba.

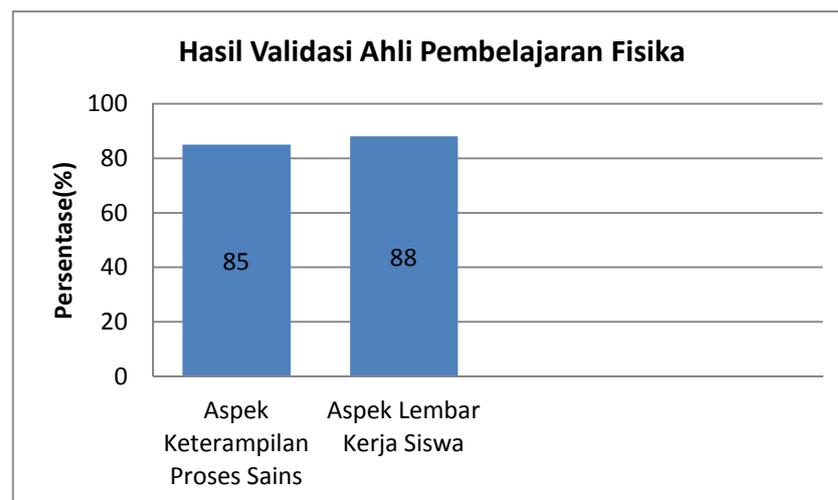
c. Validasi Ahli Pembelajaran Fisika

Data yang didapatkan dari hasil validasi 2 ahli pembelajaran fisika adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6. Hasil Validasi Ahli Pembelajaran Fisika

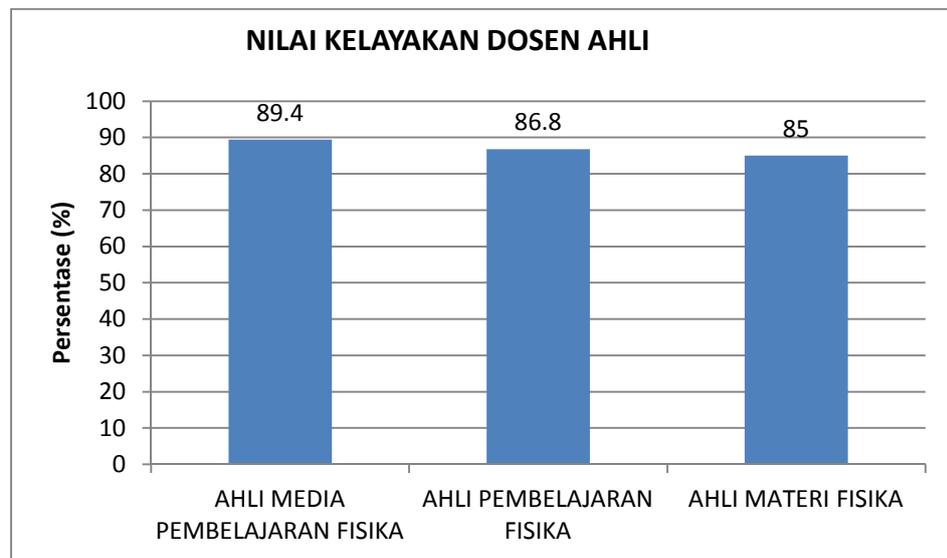
Aspek	Presentase Skor	Klasifikasi
Keterampilan Proses Sains	85,00 %	Sangat Baik
Lembar Kerja Siswa	88,00 %	Sangat Baik
Rata-rata	86,80 %	Sangat Baik

Hasil validasi ahli media pembelajaran fisika tersebut disajikan dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar 4.4. Diagram Hasil Validasi Ahli Pembelajaran Fisika

Berdasarkan analisis data validasi ahli, maka rata-rata nilai kelayakan ahli materi fisika adalah 85%. Rata-rata nilai kelayakan ahli media pembelajaran fisika adalah 89,4% dan rata-rata nilai kelayakan ahli pembelajaran fisika adalah 86,8%. Nilai kelayakan ini secara keseluruhan ditampilkan kedalam bentuk diagram, seperti pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Diagram Hasil Validasi Ahli

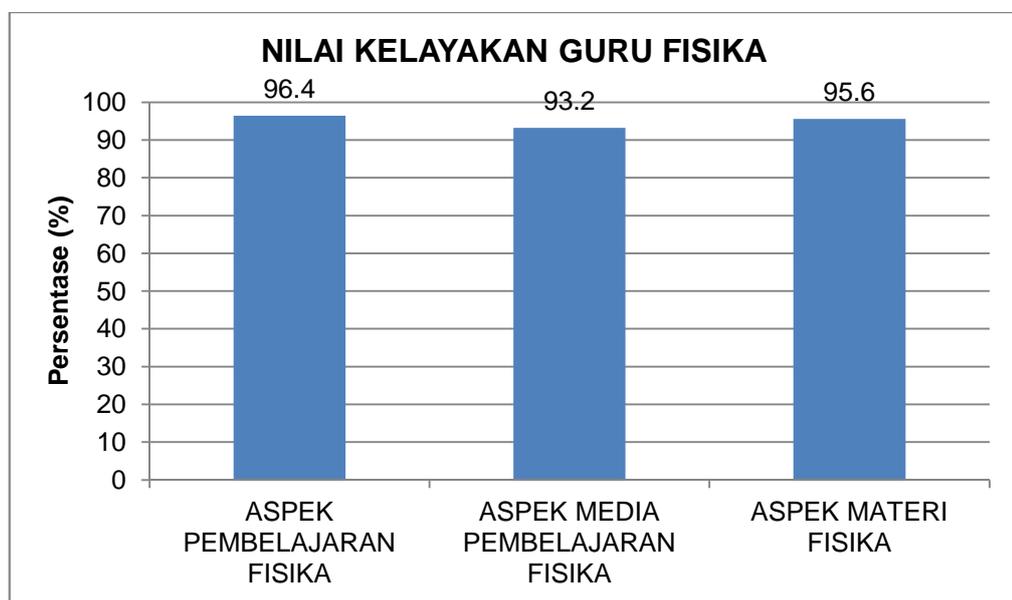
2. Hasil Validasi Guru Fisika

Validasi guru fisika dilakukan untuk menilai aspek materi fisika, aspek media pembelajaran fisika, dan aspek pembelajaran fisika. Data yang didapatkan dari hasil validasi 2 guru fisika untuk aspek materi fisika, aspek media pembelajaran fisika, dan aspek pembelajaran fisika adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7. Hasil validasi Guru Fisika

Aspek	Presentase Skor	Klasifikasi
Materi fisika	95,60 %	Sangat Baik
Media pembelajaran fisika	93,20 %	Sangat Baik
Pembelajaran fisika	96,40 %	Sangat Baik
Rata-rata Skor	95,07 %	Sangat Baik

Dari hasil validasi yang diperoleh dari 2 guru fisika mendapatkan rata-rata skor nilai 95,07%. Rata-rata skor nilai tersebut termasuk kedalam klasifikasi Sangat Baik, sehingga media pembelajaran aquarium mandiri energi layak untuk diuji coba. Nilai kelayakan ini secara keseluruhan ditampilkan kedalam bentuk diagram, seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Diagram Hasil Validasi Guru Fisika

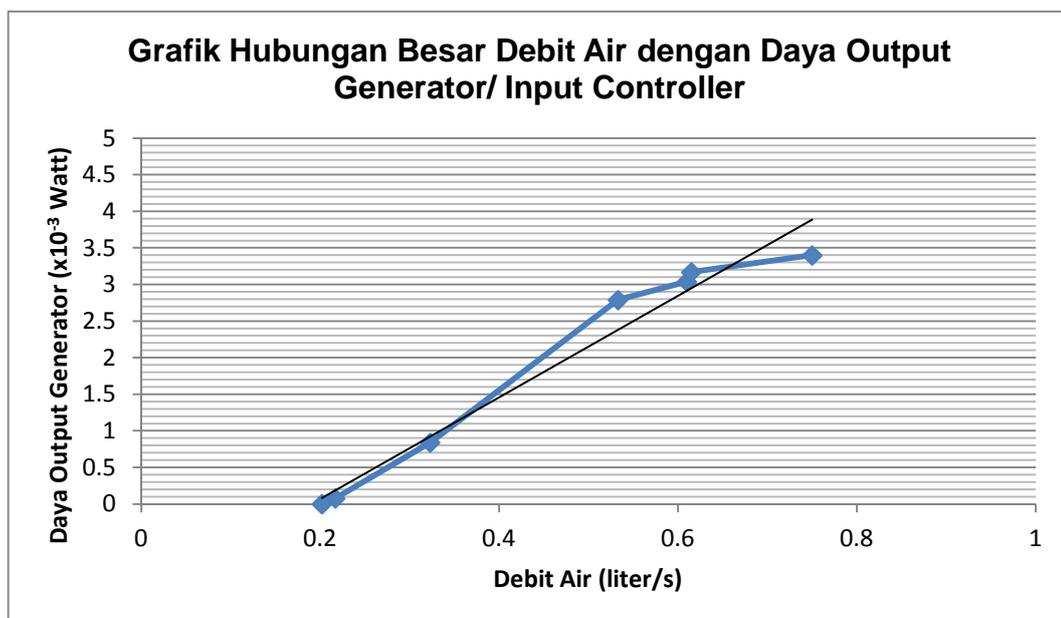
Kelayakan media pembelajaran juga dengan melakukan pengujian terhadap media yang sudah dikembangkan melalui pengukuran untuk mendapatkan besar debit air, arus listrik, dan tegangan listrik dengan merubah variasi jatuhnya air yang melalui pipa aliran air.

Data yang didapat dari hasil ujicoba Aquarium Mandiri Energi mendapatkan data hasil pengukuran seperti tabel 4.8.

Tabel 4.8. Data Hasil Pengukuran Aquarium Mandiri Energi

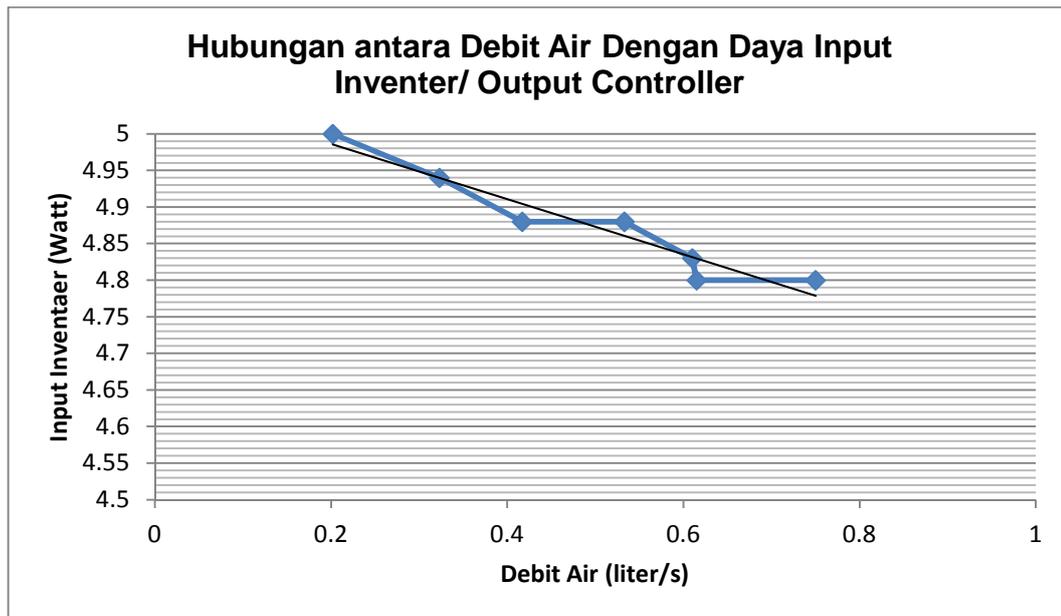
No	Variasi Pipa	Debit Air (Diameter Pipa: 18 mm)		Input Controller/ Output Generator PLTMH			Output Controller/ Input Inverter		
		liter/s	m ³ /s	I (mA)	V(V)	P (VA)	I (mA)	V(V)	P (VA)
1	Atas	0,202	2,02 x 10 ⁻⁴	0	0	0	360,1	14	5,04
2	Tengah	0,417	4,17 x 10 ⁻⁴	0,03	2,6	7,8 x 10 ⁻⁵	353,2	14	4,942
3	Bawah	0,610	6,10 x 10 ⁻⁴	0,34	6,0	2,04 x 10 ⁻³	349,2	14	4,886
4	Atas-Tengah	0,323	3,23 x 10 ⁻⁴	0,20	4,2	0,84 x 10 ⁻³	346,4	14	4,884
5	Atas-Bawah	0,533	5,33 x 10 ⁻⁴	0,41	6,8	2,79 x 10 ⁻³	345,2	14	4,830
6	Tengah-Bawah	0,615	6,15 x 10 ⁻⁴	0,44	7,2	3,17 x 10 ⁻³	343,7	14	4,802
7	Atas-Tengah-Bawah	0,750	7,50 x 10 ⁻⁴	0,46	7,4	3,4 x 10 ⁻³	343,7	14	4,802

Dari data tersebut terlihat bahwa besar kecilnya daya yang keluar dari generator mikrohidro tergantung dari besar kecilnya debit air yang menimpa turbin air. Semakin besar debit air yang menimpa turbin air maka semakin besar daya yang dihasilkan oleh generator, semakin kecil debit air yang menimpa turbin maka daya yang keluar dari generator juga semakin kecil. Hasil ini dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik hubungan besar debit air terhadap daya output generator

Daya yang masuk Controller yang digunakan untuk menjalankan pompa air 220V/50Watt sangat kecil, sedangkan daya yang terpakai sangat besar sehingga daya output dari controller terjadi penurunan walaupun nilainya sangat kecil, seperti ditunjukkan pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik hubungan Besar Debit Air dengan Daya Output Controller

C. Efektivitas Model

Pengujian keefektifan media pembelajaran dilaksanakan pada saat kegiatan praktikum. Kegiatan ini dilakukan di SMA Negeri 1 Lohbener dengan jumlah 60 peserta didik. Pengujian keefektifan dilakukan dengan cara menghitung nilai N-Gain dari nilai pretest dan nilai posttest. Data hasil posttest peserta didik nilai terendah adalah 65 sebanyak dua peserta didik dan nilai tertinggi adalah 90 sebanyak satu peserta didik. Nilai rata-rata keterampilan proses sains mengalami peningkatan ketika dilihat dari nilai pretest ke posttest, nilai pretest sebesar 25 dan 78 pada

saat postest. Peningkatan keterampilan proses sains juga dapat terlihat dari nilai N-Gain sebesar 0,705 dengan kriteria peningkatan tinggi.

Penilaian keterampilan proses sains peserta didik pada saat praktikum menggunakan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi, dinilai menggunakan dua instrumen, yaitu format observasi dan laporan praktikum. Format observasi digunakan pada saat peserta didik praktikum menggunakan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi secara berkelompok, keterampilan sains terlihat dari aktivitas belajar masing-masing peserta didik. Keterlaksanaan praktikum menggunakan Aquarium Mandiri terlihat pada gambar 4.7.



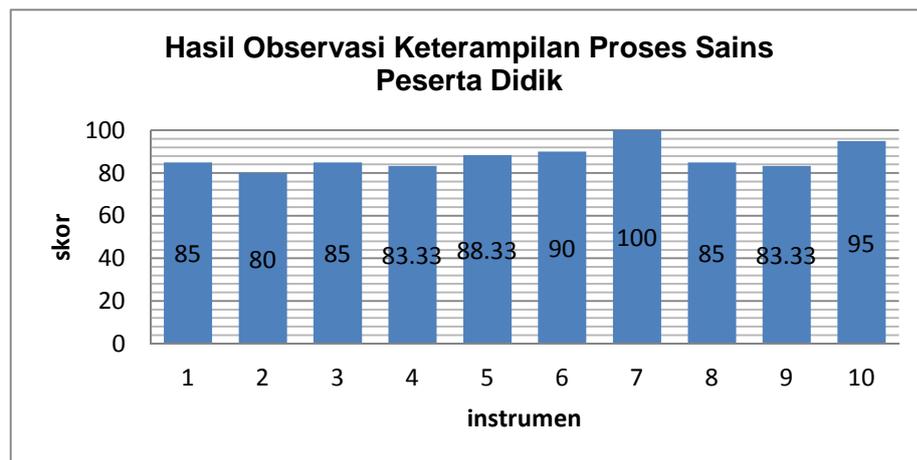
Gambar 4.9 Dokumen Implementasi Aquarium Mandiri Energi

Hasil pengukuran ketrampilan proses sains menggunakan format observasi dari 60 orang peserta didik, berupa nilai rata-rata untuk setiap butir observasi, disajikan pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.9. Hasil Observasi Ketrampilan Proses Sains Peserta Didik

No. Butir	Butir Instrumen	Skor
1	Memperhatikan kesiapan alat sesuai dengan fungsi yang dipilih	85
2	Mengamati kondisi dimana pengukuran dapat dilakukan	80
3	Mengamati setiap perubahan besaran fisis yang terjadi saat eksperimen	85
4	Menyetarakan satuan besaran-besaran fisika yang digunakan pada eksperimen	83,33
5	Menciptakan kondisi dimana pengukuran dapat dilakukan dengan tepat	88,33
6	Mengukur besaran fisika yang teramati saat eksperimen	90
7	Mempresentasikan hasil eksperimen secara berkelompok	100.00
8	Memilih variable-variabel penelitian secara mandiri	85
9	Melakukan percobaan sesuai dengan pilihan variable penelitian	83,33
10	Mengolah data hasil percobaan di dalam kelompok	95
	Rerata	87,50

Hasil keterampilan proses sains peserta didik praktikum menggunakan Aquarium Mandiri Energi, disajikan pada gambar 4.10.



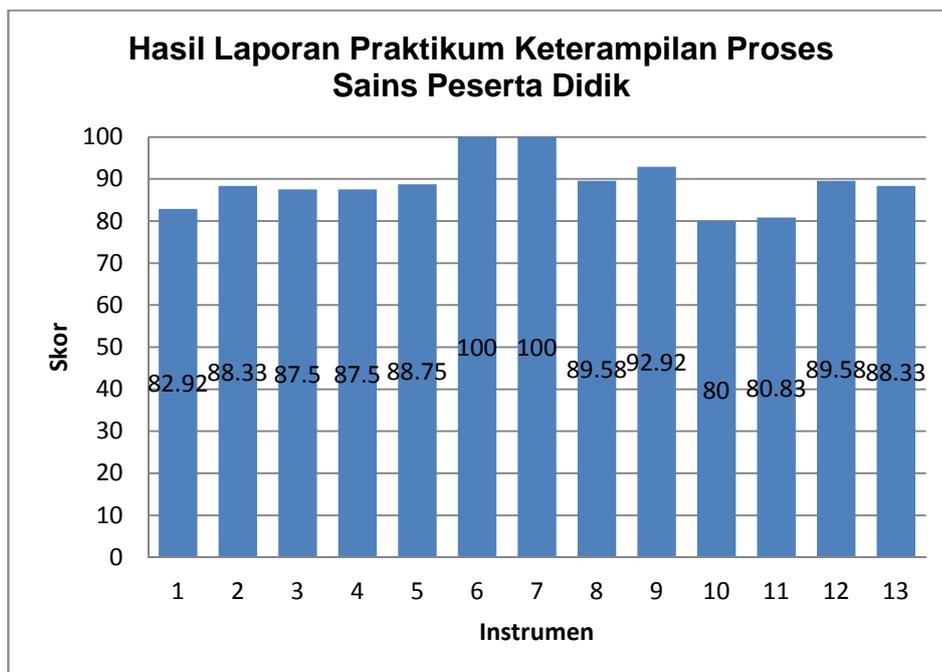
Gambar 4.10 Hasil Observasi Keterampilan Proses Sains Siswa

Untuk penilaian keterampilan proses sains yang diukur dari laporan praktikum yang ditulis oleh 60 orang peserta didik, berupa nilai rata-rata untuk masing-masing butir penilaian, disajikan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil Penilaian ketrampilan Proses Sains dari Laporan Praktikum

No. Butir	Butir Instrumen	Skor
1	Menggunakan skala yang tepat saat melukis grafik	82,92
2	Menetapkan variabel-variabel penelitian.	88,33
3	Memilih nilai besaran sesuai kebutuhan percobaan	87,50
4	Mencatat data hasil pengukuran	87,50
5	Mengolah data hasil penelitian sesuai petunjuk LKS	88,75
6	Menulis hasil percobaan sesuai format yang terdapat dalam LKS	100.00
7	Mempresentasikan hasil percobaan secara berkelompok	100.00
8	Melukis grafik hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat	89,58
9	Menginterpretasikan grafik hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat	82,92
10	Membandingkan hasil yang diperoleh dengan percobaan sebelumnya	80
11	Mempformulasikan hubungan antara variabel beban dengan variabel terikat	80,83
12	Membandingkan hasil yang diperoleh dengan informasi pada sumber belajar	89,58
13	Menyusun kesimpulan	88,33
	Rata-rata	87.50

Hasil penilaian keterampilan proses sains peserta didik menggunakan laporan kegiatan praktikum, disajikan pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Diagram Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Menggunakan laporan Praktikum

Untuk tingkat kepuasan peserta didik terhadap media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi dilakukan dengan pengisian angket oleh peserta didik, dengan hasil seperti pada tabel 4.11.



Gambar 4.12. Aktivitas peserta didik

Tabel 4.11. Tingkat kepuasan Peserta Didik terhadap Aquarium Mandiri Energi

No Butir	Butir Instrumen	Skor
1	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" mempermudah memahami materi pembelajaran	96,30
2	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" memberi kesempatan pada peserta didik untuk mencoba/ melakukan	95,70
3	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" membuat siswa tertantang untuk berbuat.	91,30
4	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" dan kelengkapannya mudah dipasang	90,20
5	Skala pada media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" mudah dibaca	96,00
6	Alat ukur multimeter yang digunakan pada media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" berfungsi dengan baik	93,70
7	Peralatan pelengkap media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" mudah digunakan	95,00
8	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri energi" praktis untuk melakukan percobaan menghitung debit air.	94,70
9	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" praktis untuk melakukan percobaan hubungan roda-roda.	93,30
10	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri energi" praktis untuk mengukur arus dan tegangan.	94,70
11	Media pembelajaran "aquarium Mandiri energi" praktis untuk melakukan percobaan energy terbarukan.	94,70
12	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" mudah direkayasa untuk menyesuaikan fungsinya dengan tujuan	94,70
13	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" mudah dirawat	96,70
14	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi"	95,30

	mudah disimpan	
15	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" mudah dibawa	89,70
16	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" mudah dibongkar	93,30
17	Media pembelajaran "Aquarium Mandiri Energi" mudah dipasang	95,30
	Rata-Rata	94,15

Dari hasil yang didapat mengenai kepuasan peserta didik menggunakan media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi mendapat rata-rata skor nilai 94,15 dan termasuk dalam katagori sangat setuju atau sangat puas.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Secara garis besar pengembangan media pembelajaran ini diawali dengan tahap pengumpulan data analisis kebutuhan dari peserta didik dan guru fisika. Langkah ini bertujuan untuk melihat sejauh mana kebutuhan akan pengembangan media pembelajaran yang berkaitan dengan energi terbarukan.

Tahap selanjutnya pembuatan desain dari media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi. Pembuatan desain ini dikonsultasikan dengan dosen pembimbing. Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan alat dan bahan serta pembuatan media pembelajaran awal.

Setelah itu media pembelajaran divalidasi oleh dosen ahli yang terdiri dari 2 dosen ahli materi fisika, 2 dosen ahli media pembelajaran fisika, dan 2 dosen ahli pembelajaran fisika.

Hasil validasi ahli materi fisika memberikan nilai rata-rata skor 85,00 dengan kategori sangat baik. Hasil validasi ahli media pembelajaran fisika memberikan nilai skor rata-rata 89,40 dengan kategori sangat baik, dan ahli pembelajaran memberikan nilai skor rata-rata 86,80 dengan kategori sangat baik.

Sedangkan hasil validasi dari guru fisika, untuk aspek materi pembelajaran memberikan nilai rata-rata skor 95,60 dengan kategori sangat baik, aspek Media Pembelajaran Fisika memberikan nilai skor rata-rata 93,20 dengan kategori sangat baik, aspek pembelajaran fisika memberikan nilai skor 96,40 dengan kategori sangat baik.

Setelah divalidasi, media pembelajaran diujikan ke peserta didik untuk mendapatkan nilai peningkatan keterampilan proses sains dan kepuasan peserta didik terhadap media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi.

Hasil dari perhitungan N-gain soal pretest dan postes terhadap keterampilan proses sains mendapatkan nilai 0,705 dengan kategori tinggi sehingga media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Peningkatan juga data terlihat dari tingkat kepuasan peserta didik dengan mendapatkan skor 94, termasuk dalam kategori sangat setuju atau

sangat puas terhadap Aquarium Mandiri Energi sebagai media pembelajaran.

Dari hasil observasi untuk melihat aktivitas keterampilan proses sains pada saat praktikum mendapatkan nilai rata-rata 87,50. Kemudian dari laporan praktikum mendapat nilai rata-rata 87,50. Dengan hasil yang terlihat tersebut, maka dengan menggunakan aquarium mandiri energi dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Untuk pengembangan media pembelajaran pada penelitian ini adalah dengan mengembangkan aquarium sebagai media pembelajaran. Aquarium yang dibuat dapat digunakan untuk mengukur debit air, menghitung perbandingan hubungan roda-roda dan mengukur besar arus dan tegangan listrik. Dengan merubah variasi jatuhnya ketinggian air maka didapatkan besar debit air yang bervariasi. Dari hasil yang didapatkan, turbin akan berputar pada saat debit air yang keluar sebesar 0,417 liter/s. Dengan berputarnya turbin maka roda gigi berputar, dan generator juga ikut berputar. Output generator menghasilkan arus 0,03 mA dan tegangan 2,6 volt. Untuk debit yang paling besar adalah 0,75 liter/s dengan menghasilkan arus sebesar 0,46 mA dan tegangan 7,4 volt. Energi listrik yang keluar dari generator masuk ke controller yang berfungsi sebagai charger aki dalam bentuk tegangan 12 Vdc. Kemudian energi listrik dari aki dinaikkan melalui

inverter menjadi 220 Vac. Tegangan ini yang digunakan untuk menghidupkan pompa air.

Penelitian yang dikembangkan memiliki kelebihan dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian Miroah (2015) media yang dikembangkan hanya untuk mengukur debit air, serta arus dan tegangan yang keluar dari generator dan masih menggunakan listrik PLN. Pada penelitian ini Aquarium yang dikembangkan sudah tidak menggunakan sumber listrik dari PLN, dan dapat digunakan untuk mengukur debit air, putaran hubungan roda gigi, arus dan tegangan yang keluar dari generator PLTMH.

Karena energi listrik yang digunakan lebih besar dari energi listrik yang dihasilkan maka energi listrik aquarium yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya bisa dipakai untuk beberapa saat, tidak untuk selamanya. Tetapi konsep untuk layak digunakan sebagai media pembelajaran sudah terpenuhi. Maka untuk itu perlu dikembangkan penelitian selanjutnya agar energi yang dihasilkan dari generator PLTMH lebih besar dan lama tersimpan pada aki.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI dan SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil validasi ahli materi fisika, ahli media pembelajaran fisika, ahli pembelajaran fisika, validasi oleh guru fisika serta ujicoba kepada peserta didik, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Aquarium Mandiri Energi layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika SMA di sekolah.
2. Aquarium Mandiri Energi sebagai media pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

B. Implikasi

Media pembelajaran Aquarium Mandiri Energi yang telah dikembangkan dapat digunakan sebagai sumber belajar dan media praktikum bagi peserta didik di sekolah.

Dengan menggunakan Aquarium Mandiri Energi kegiatan praktikum lebih mudah, waktu melakukan praktikum lebih singkat, dan menarik bagi peserta didik maupun bagi guru. Peserta didik terlibat langsung dalam kegiatan pembelajaran, sehingga ketrampilan proses sains dapat terasah dengan baik.

Selain itu, Aquarium Mandiri Energi yang telah dikembangkan dapat membuka wawasan peserta didik untuk dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif.

C. Saran

Penelitian yang telah dilakukan masih terdapat kekurangan, oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas media pembelajaran fisika, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Pengembangan lebih lanjut terhadap media pembelajaran ini dengan desain yang lebih menarik.
2. Energi yang dihasilkan dari generator masih kecil, sehingga perlu dipilih generator yang *low speed* tetapi menghasilkan keluaran energi yang besar.
3. Multimeter digital yang digunakan masih belum efektif, maka perlu dipilih multimeter yang sesuai, supaya lebih efektif dan menarik perhatian peserta didik,
4. Rancang bangun turbin air yang belum sempurna sehingga perlu dilakukan modifikasi agar berfungsi sesuai kebutuhan.
5. Penelitian lebih lanjut untuk menciptakan Aquarium Mandiri Energi dengan material yang lebih bagus, tahan karat dan mudah digunakan oleh peserta didik.