

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Pada tahun 1895, Nikola Tesla berhasil menemukan teknologi ini dengan memanfaatkan kekuatan dari air terjun. Mengembangkan proyek transmisi AC hingga berhasil membangun PLTA pertama didunia.

Menurut Taufiq Hidayat, PLTA merupakan sumber pembangkit listrik yang menggunakan energi potensial dan kinetik dari air guna menghasilkan energi listrik. Di Indonesia sendiri, pembangkit listrik tenaga air memanfaatkan dari bendungan yang sengaja dibuat untuk menghasilkan listrik.

Menurut Hasriani, PLTA merupakan salah satu sumber yang pertama dari energi mekanik dan sumber daya energi terbarukan tertua di dunia. Referensi yang dikenal paling awal adalah ditemukan dalam sebuah tulisan Yunani dari 85 sebelum masehi dan ada referensi dalam teks romawi terdahulu. Roda sederhana yang digunakan untuk menggerakkan pabrik dan menggiling gandum dikenal di Cina selama abad ke-1, dan pada awal milenium kedua teknologi secara luas dikenal di seluruh Asia dan Eropa¹.

Menurut Aris Munandar dan Kuwahara, Pembangkit listrik tenaga air adalah bentuk sumber daya energi terbarukan, yang berasal dari air yang mengalir. Untuk menghasilkan listrik, maka sumber air yang digunakan sebagai sumber energi harus bergerak (air terjun atau air mengalir). Ketika air yang jatuh dari ketinggian tertentu akibat gaya gravitasi, maka di dalam air tersebut memiliki energi potensial yang dapat digunakan sebagai sumber energi listrik. Sebelum dikonversi menjadi

¹Hasriani, Muh. Said L, and Andi Ferawati Jafar, "Penerapan Media Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Terhadap Keterampilan Siswa," *Jurnal Pendidikan Fisika* 5, no. 2 (2017): 89–95, <http://journal.uin-alauddin.ac.id/indeks.php/PendidikanFisika>.

energi mekanik oleh turbin, energi potensial yang digunakan dikonversi terlebih dahulu menjadi energi kinetik².

Energi kinetik dari air kemudian memberikan daya dorong (tekanan) terhadap sudu atau baling-baling turbin, sehingga bentuk energi kinetik dari air dikonversi menjadi energi mekanik. Turbin tersebut digunakan untuk menggerakkan rotor generator yang kemudian mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik dan sistem ini disebut pembangkit listrik tenaga air. Sistem listrik tenaga air pertama dikembangkan pada tahun 1880. Menurut lembaga energi internasional (IEA), pasokan pembangkit listrik tenaga air skala besar saat ini mencapai 16% dari kebutuhan listrik dunia³.

PLTA adalah suatu pembangkit listrik dengan media kerja air. Secara umum, PLTA adalah mesin konversi energi yang terdiri dari dam (bendungan), *reservoir*, *penstock* (pipa pesat), turbin, *draft tube*, *power house* dan *electricity terminal*. Dalam suatu sistem PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), turbin merupakan suatu peralatan utama selain generator. Sistem kerjanya adalah dengan memanfaatkan arus aliran air dari sungai yang kemudian di tampung pada sebuah dam (bendungan) yang kemudian dialirkan pada suatu rangkaian pipa agar energi potensial air dapat diubah menjadi energi kinetik, sehingga pada akhirnya diubah kembali menjadi energi mekanis untuk menggerakkan atau memutar turbin hal tersebut menyebabkan generator yang seporos dengan turbin dapat berputar, maka dengan proses yang terjadi tersebut induksi elektromagnetik yang menghasilkan energi listrik.

Alat peraga pendidikan merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan

²Arismunandar, A., dan Kuwahara, S. (2004). Teknik Tenaga Listrik Pembangkit Listrik dengan Tenaga Air. Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta.

³Kusnadi et al., "Transisi Energi: Kerjasama Indonesia-IEA (International Energy Agency) Terhadap Perkembangan Energi Terbarukan."

untuk dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, ketrampilan dan kemauan siswa. Sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar pada siswa. Turbin air yang dapat mengubah tenaga listrik menjadi tenaga air.

Sebagaimana dijelaskan dalam Al-quran surah Al-Nahl (16) : (125) yang berbunyi :

أَدْعُ إِلَى سَبِيلِ رَبِّكَ بِالْحُكْمِ وَالْمَوْعِظَةِ الْحَسَنَةِ ۗ وَجِدِلْهُمْ بِآيَاتِي هِيَ أَحْسَنُ ۚ إِنَّ رَبَّكَ هُوَ أَعْلَمُ بِمَنْ ضَلَّ عَنْ سَبِيلِهِ ۗ وَهُوَ أَعْلَمُ بِالْمُهْتَدِينَ

Artinya : *“Serulah (manusia) kepada jalan Tuhan-mu dengan hikmah dan pelajaran yang baik dan bantahlah mereka dengan cara yang baik. Sesungguhnya Tuhanmu Dialah yang lebih mengetahui tentang siapa yang tersesat dari jalan-Nya dan Dialah yang lebih mengetahui orang-orang yang mendapat petunjuk⁴”*.

Energi terbarukan adalah energi yang dilakukan dari sumber alami seperti matahari, angin, dan air dan dapat dihasilkan lagi dan lagi. Sumber akan selalu tersedia dan tidak merugikan lingkungan. Energi terbarukan berasal dari elemen-elemen alam yang tersedia di bumi dalam jumlah besar, misal: matahari, angin, sungai, tumbuhan. Energi terbarukan merupakan sumber energi paling bersih yang tersedia di planet ini. Sumber-sumber energi terbarukan dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah keterbatasan elektrifikasi. Sumber- sumber tersebut dapat digunakan sebagai alternatif ketergantungan listrik terhadap pasokan PLN⁵.

Energi listrik dalam kehidupan sehari-hari memiliki peranan penting dalam hal ini dapat dilihat bahwa energi listrik dan kondisi ekonomi suatu wilayah sangat erat pengaruhnya. Hal ini ditandai pula oleh besar kecilnya pemanfaatan energi listrik, akan menunjukkan tingkat kesejahteraan suatu wilayah. Namun pada beberapa wilayah masih belum mendapatkan suplai energy listrik yang disebabkan oleh kondisi topografi wilayah tersebut. Untuk mengatasi masalah kondisi topografi dan

⁴Al-Qur'an, Al-Nahl:125

⁵Lari Andres Sanjaya, Agus Setyo Budi, and I Made Astra, *“Pengembangan Alat Peraga Energi Terbarukan”* V (2016): SNF2016–RND–45–SNF2016–RND–48.

ketersediaan supply sumber daya listrik bagi masyarakat tersebut, maka perlu dilakukan pencarian supply energi listrik alternative untuk menggantikan pelayanan dari PLN tersebut, salah satu sumber energi listrik alternative adalah dengan memanfaatkan tenaga mekanik dari sumber daya aliran air yang banyak terdapat di kedua daerah tersebut.

Untuk memanfaatkan sumber daya mekanik air tersebut adalah dengan membangun fasilitas pembangkit listrik skala kecil (*mikrohydro*) yang sesuai dengan kondisi topografis /geografis daerah tersebut.

Sebagaimana dijelaskan dalam Al-quran surah Al-Baqarah (2) : (164) yang berbunyi :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلُوكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَضْرِيفِ الرِّيحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya : “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hiduapkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan⁶”.*

B. Kajian Pustaka

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang berjudul “*Pengembangan Pemodelan PLTA Sebagai Alat Peraga Pada Materi Energi Terbarukan Untuk Siswa SMP Kota Bengkulu*”. Guna mendukung penyusunan skripsi ini maka penulis mengambil beberapa rujukan dari penelitian terdahulu diantaranya sebagai berikut:

1. Nurjan Didik Purwanto, Sugiarto, A. Sulasin (2020) melakukan penelitian tentang *Pemodelan Alat Peraga Praktikum Sistem*

⁶ Al-Qur'an, Al-Baqarah:164

Pembangkit Listrik Tenaga Air Pico Hydro dengan Turbin Propeller Type Open Flume Tc 60. Penelitian ini bertujuan untuk memperlancar proses kegiatan belajar-mengajar di laboratorium. Pengujian tahap pertama ini adalah pengujian perbandingan antara masukan air (*inlet*) dengan keluaran air (*outlet*) pada bak penenang (*forebay*) melalui pipa pembuangan (*penstock*) adapun tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara *inlet* dan *outlet* agar didapatkan keseimbangan, sehingga kondisi bak penenang tetap terisi penuh ketika turbin generator dioperasikan. Karena faktor tinggi jatuhan air efektif (*Head*) dan debit inilah yang akan dimanfaatkan untuk operasional turbin. Adapun kondisi bak penenang (*forebay*) dengan posisi bukaan stop kran 75%. Dari data tersebut terlihat bahwa perbandingan antara pembukaan stop kran sebesar 75% dengan rata-rata debit air 2,58 liter/detik dan bukaan 100% dengan rata-rata 3,22 liter/detik dan pengisian (*inlet*) air pada bak penenang dengan rata-rata 0,82 liter/detik maka terdapat ketimpangan antara *inlet* dan *outlet* dimana *outlet* lebih besar dari pada *inlet*. Hal ini akan menyebabkan kekurangan volume air bak penenang pada waktu tertentu karena *outlet* tidak sebanding dengan *inlet* sehingga terjadi drop volume. Pengujian tahap kedua adalah perbandingan antara debit air *outlet* dengan tegangan *output* turbin generator. Dari data yang telah didapat pada bukaan stop kran 75% pada saluran pembuangan (*penstock*) dengan rata-rata debit air 2,58 liter/detik didapatkan tegangan *output* pada generator sebesar 105 volt dengan kondisi tanpa beban sedangkan kondisi tegangan *output* terbebani sebesar ± 60 volt sehingga lampu terlihat redup. dari data diatas dapat disimpulkan bahwa tegangan *output* generator pada debit 2,58 liter/detik belum mencapai 220 volt sehingga perlu dinaikan lagi debitnya sampai tegangan *output* generator mencapai 220 volt, untuk itu perlu dilakukan bukaan sebesar 100% untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan sebesar 220 volt. Tahap berikutnya adalah menaikan debit air dengan cara membuka stop kran 100%, dan dari data terlihat

bahwa dengan bukaan 100% didapatkan debit air rata-rata sebesar 3,22 liter/detik tegangan output generator sebesar ± 300 Volt tanpa beban. Dengan bukaan 100% didapatkan debit air sebesar 3,22 liter/detik dan tegangan output pada generator sebesar ± 300 volt tanpa beban dan tegangan 220 volt dengan beban, dari data ini maka dapat disimpulkan bahwa faktor tinggi jatuhnya air efektif (*Head*) dan debit air inilah yang akan dimanfaatkan untuk operasional turbin⁷.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Meyrika Maharani dkk (2017) dengan judul *Pengembangan Alat Peraga Pada Materi Usaha Dan Energi Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Melalui Model Inquiry Discover Learning (IDL) Terbimbing*. Hasil penelitiannya adalah produk penelitian yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sehingga dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan kriteria yang dimaksudkan antara lain sebagai berikut:
 - a. Validasi alat peraga beserta LKS secara keseluruhan termasuk valid
 - b. Kepraktisan alat peraga termasuk dalam kategori sangat praktis
 - c. Efektivitas alat tergolong sangat efektif hal itu dapat dilihat dari hasil belajar siswa pada aspek pengetahuan yang termasuk dalam kategori *gain tinggi* dan pada aspek keterampilan yang baik⁸.
3. Penelitian yang dilakukan oleh V. A. C. Saputri dan N. R. Dewi (2014) dengan judul *Pengembangan Alat Peraga Sederhana Eye Lens Tema Mata Kelas VIII Untuk Menumbuhkan Keterampilan Peserta Didik*. Hasil penelitiannya adalah hasil validasi presentase sebesar 95,37% untuk validasi materi dan 88,89% untuk validasi media dengan masing-masing kriteria sangat layak, kemudian untuk ketuntasan klasikal sebesar 87,5% yang mengindikasikan bahwa alat peraga sederhana *eye lens* sangat efektif untuk digunakan dalam proses

⁷N D Purwanto and S Sugiarto, "Pemodelan Alat Peraga Praktikum Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Pico Hydro Dengan Turbin Propeller Type Open Flume Tc 60," *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian* ... 12, no. April 2020 (2020): 35–46.

⁸Meyrika Maharani, Mustika Wati, and Sri Hartini, "Pengembangan Alat Peraga Pada Materi Usaha Dan Energi Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Melalui Model Inquiry Discover Learning (IDL Terbimbing)," *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika* 5, no. 3 (2017): 351.

pembelajaran IPA. Kriteria keterampilan proses sains peserta didik setelah diajar menggunakan alat peraga *eye lens* ialah sangatbaik⁹.

4. Penelitian yang dilakukan oleh K. Rohmah dkk (2017) dengan judul *Penggunaan Alat Peraga Musschenbroek Bimetal Terhadap Keterampilan Proses Sains*. Hasil penelitiannya adalah terdapat pengaruh yang signifikan dengan digunakannya alat peraga *musschenbroek* terhadap keterampilan proses sains, dimana hasil uji hipotesis t pihak kanan dari hasil posttest menunjukkan bahwa nilai hitung > ttabel yaitu $4,35 > 1,67$ ¹⁰.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Lisa Nika Silviati dkk (2017) dengan judul *Pengembangan Alat Peraga Pengatur Arus Beban Berbasis Triac Pada Materi Listrik Dinamis*. Hasil penelitiannya adalah alat peraga pengatur arus beban layak dan dapat digunakan dalam pembelajaran fisika. Berdasarkan validasi kelayakan alat peraga oleh dosen ahli dan respon guru fisika kelas XA terhadap alat peraga dengan nilai baik dan layak digunakan dalam pembelajaran¹¹.
6. Hasil penelitian oleh, Tugiyono Aminoto, Rahma Dani, Edi Yuversana (2019) yang berjudul “Perngembangan Termometer Gas Sebagai Alat Peraga Pembelajaran Pokok Bahasan Skala Suhu Mutlak”.¹² Hasil penelitian sebelumnya yaitu alat peraga menunjukkan proses ekstrapolasi pengukuran suhu terendah di alam ini sudah dapat dilakukan dan mencukupi, alat peraga untuk menunjukkan proses

⁹V. A.C. Saputri and N. R. Dewi, “Pengembangan Alat Peraga Sederhana Eye Lens Tema Mata Kelas Viii Untuk Menumbuhkan Keterampilan Peserta Didik,” *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 3, no. 2 (2014): 109–115.

¹⁰Khozinator Rohmah, Susilawati Susilawati, and Ernawati Saptaningrum, “Penggunaan Alat Peraga Musschenbroek Bimetal Terhadap Keterampilan Proses Sains,” *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 8, no. 2 (2017): 89–93.

¹¹Lisa Nika Silviati, Yusro Al Haki, and Ashari, “Pengembangan Alat Peraga Pengatur Arus Beban Berbasis Triac Pada Materi Listrik Dinamis,” *Jurnal Berkala Pendidikan Fisika* 10, no. 1 (2017): 24–28, <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/radiasi/article/view/185>.

¹²Tugiyono Aminoto, Rahma Dani, and Edi Yuversana, “Pengembangan Termometer Gas Sebagai Alat Peraga Pembelajaran Pokok Bahasan Skala Suhu Mutlak,” *EduFisika* 4, no. 02 (2019): 48–55.

ekstrapolasi pengukuran suhu terendah di alam ini sudah dapat dilakukan dan mencukupi.

7. Hasil penelitian oleh, B. Hartati (2010) “Pengembangan Alat Peraga Gays Gesek Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA”.¹³ Persamaan penelitian sebelumnya dan penelitian yang dilakukan peneliti adalah mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang disampaikan. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan peneliti yaitu penelitian sebelumnya mengemangkan alat peraga untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA sedangkan penelitian yang dilakukan untuk siswa SMP.
8. Hasil penelitian oleh, Fita Tri Wahyuningsih, Yusro Al Hakim, Ashari (2019) yang berjudul “Pengembangan Alat Peraga pengukur Debit Air Menggunakan Sensor Flow Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fluida”.¹⁴ Hasil dari penelitian sebelumnya adalah pengembangan tersebut menghasilkan alat peraga pengukur debit air menggunakan sensor flow berbasis arduino sebagai media pembelajaran pada materi fluid yang valid dan praktis, sehingga alat peraga pengukur debit air menggunakan Sensor Flow berbasis Arduino sebagai media pembelajaran layak digunakan dalam pratikum untuk menjelaskan pokok satuan Fluida.
9. Hasil penelitian oleh, Dwi Norma Gupitasari, Woro Sumarni Wardan (2019) yang berjudul “Pengembangan Alat Peraga Destilasi Berbahan Limbah Untuk Meningkatkan Psikomotorik Siswa”.¹⁵ Hasil penelitian bahwa alat peraga destilasi sangat digunakan.

¹³B Hartati, “Pengembangan Alat Peraga Gaya Gesek Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sma,” *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 6, no. 2 (2010): 128–132.

¹⁴Fita Tri Wahyuningsih, Yusro Al Hakim, and Ashari Ashari, “Pengembangan Alat Peraga Pengukur Debit Air Menggunakan Sensor Flow Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fluida,” *Radiasi : Jurnal Berkala Pendidikan Fisika* 12, no. 1 (2019): 38–45.

¹⁵Hayyu Fitriah, F. Widhi Mahatmanti, and Sri Wahyuni, “Abstrak Abstra Ct,” *PENGARUH KONSENTRASI PADA PEMBUATAN MEMBRAN KITOSAN TERHADAP SELEKTIVITAS ION Zn(II) DAN Fe(II)* 1, no. 2 (2012): 1110–1115, <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs..>

10. Hasil penelitian oleh, Siti Komariyah, Sunaryo, I Made Astra (2017) yang berjudul “Pengembangan Model Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis”¹⁶. Hasil penelitian bahwa media hasil pengembangan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran di sekolah.
11. Hasil penelitian oleh, Arum Permatasari, Yuberti, Welly Anggraini (2019), yang berjudul “Pengembangan Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno Sebagai Alat Peraga Fisika”.¹⁷ Hasil penelitian yaitu dapat digunakan.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah dasar pemikiran dari penelitian yang disintesiskan dari fakta-fakta, observasi dan kajian kepustakaan. Oleh karena itu, kerangka berpikir memuat teori, dalil atau konsep-konsep yang akan dijadikan dasar dalam penelitian. Di dalam kerangka berpikir variabel-variabel penelitian dijelaskan secara mendalam dan relevan dengan permasalahan penelitian¹⁸.

Pembelejaran tematik guru dituntut untuk dapat menciptakan suasana belajar yang menarik, menyenangkan dan siswa harus berpartisipasi aktif dalam pembelajaran dengan kemampuan yang relatif berbeda-beda dalam memahami konsep IPA. Dengan adanya alat peraga

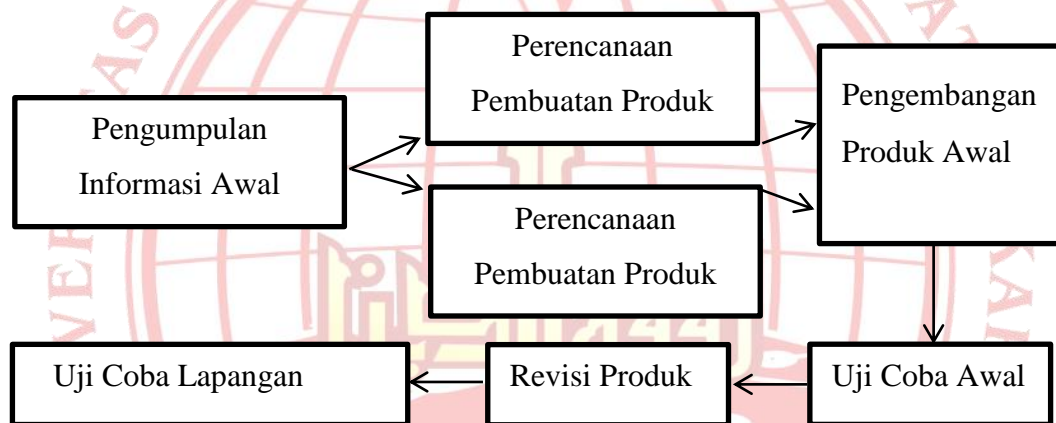
¹⁶Siti Komariyah, Sunaryo Sunaryo, and I Made Astra, “Pengembangan Model Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis” VI (2017): SNF2017–RND–27–SNF2017–RND–34.

¹⁷ Arum Permatasari, Welly Anggraini, and Prodi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, “Indonesian Journal of Science and Mathematics Education 02 (3) (2019) 380-387 PENGEMBANGAN LAMPU SENSOR BERBASIS ARDUINO UNO SEBAGAI ALAT PERAGA FISIKA DEVELOPMENT OF SENSOR LIGHTS BASED ON ARDUINO UNO AS PHYSICS PROPS” 02, no. November (2019): 380–387, <https://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/IJSME/index>.

¹⁸Ismail Nurdin and Sri Hartati, *Metodologi Penelitian Sosial*, (2019).

diharapkan dapat membantu peserta didik dalam mempelajari konsep IPA¹⁹.

Salah satu alat peraga IPA yang dapat digunakan yaitu PLTA. PLTA dibuat untuk mengetahui pemahaman siswa tentang energi terbarukan. Alat ini dapat membantu siswa dalam kesulitan memahami energi terbarukan yang tidak dapat mereka lihat dan rasakan. Dengan menggunakan alat peraga yang layak diharapkan akan tercipta pembelajaran menyenangkan dan mudah dipahami oleh siswa. Maka peneliti merancang suatu alat peraga yang sederhana yang layak digunakan sebagai alat bantu guru dan suatu alat pembelajaran yang memenuhi aspek kevalidan kepraktisan.



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

¹⁹Dina Sekar Vusparatih, "Peranan Komunikasi Guru Dalam Implementasi Kurikulum 2013," *Humaniora* 5, no. 1 (2014): 387.