

BAB 1

PENDAHULUAN

Pendahuluan merupakan bagian awal dari laporan penelitian yang berjudul *Pengembangan Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Sustainability Awareness Peserta Didik*. Bagian ini menyajikan uraian yang mendasari pentingnya penelitian melalui latar belakang masalah, perumusan masalah yang dirumuskan secara sistematis, serta tujuan penelitian yang hendak dicapai. Selain itu, bagian ini juga memuat pertanyaan penelitian sebagai dasar arah penyelidikan ilmiah, definisi operasional untuk memperjelas ruang lingkup istilah kunci yang digunakan, dan manfaat penelitian baik dari sisi teoretis maupun praktis yang diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran fisika, khususnya pada topik energi terbarukan.

1.1. Latar Belakang

Di era modern ini, dunia menghadapi tantangan lingkungan yang semakin serius, terutama terkait dengan perubahan iklim dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil telah menjadi sumber energi utama sejak revolusi industri, tetapi penggunaannya memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan. Selain berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca (GRK), proses ekstraksi dan pembakaran bahan bakar fosil juga dapat menyebabkan polusi udara, degradasi tanah, dan pencemaran air. Ketergantungan global pada bahan bakar fosil menimbulkan resiko ketahanan energi, karena sumber daya ini tidak terbarukan dan suatu hari akan habis (IEA, 2020). Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan transformasi besar-besaran dalam penggunaan sumber daya energi, salah satunya dengan mempromosikan energi terbarukan. Menurut *International Renewable Energi Agency* (IRENA), energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan air merupakan solusi utama untuk mengurangi emisi karbon dan menjaga kelestarian lingkungan dalam jangka panjang (IRENA, 2020).

Selain itu, teknologi energi terbarukan telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, sehingga menjadi lebih efisien dan lebih terjangkau (REN21, 2024). Sejalan dengan kebijakan energi nasional dan global, transisi dari bahan bakar fosil ke energi terbarukan menjadi kebutuhan mendesak. Pemerintah Indonesia telah menetapkan target untuk meningkatkan penggunaan sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) sebesar 23% pada tahun 2025 hingga 31% pada tahun 2030. Langkah ini tidak hanya bertujuan untuk mengantisipasi krisis energi tetapi juga untuk memenuhi komitmen dalam mengurangi emisi gas rumah kaca sesuai dengan perjanjian internasional.

Di tengah tantangan global ini, penting untuk menanamkan kesadaran berkelanjutan (*sustainability awareness*) pada generasi muda melalui pendidikan. Pendidikan yang dijalankan saat ini sangat penting untuk meningkatkan kemampuan para pemimpin dan warga masa depan agar dapat menciptakan jalan bagi masa depan yang lebih baik dan berkelanjutan (UNESCO, 2018). Pendidikan memainkan peran penting dalam mempersiapkan generasi muda yang sadar akan pentingnya keberlanjutan dan mampu memahami konsep-konsep dasar terkait energi terbarukan. Pendidikan sains, khususnya fisika, memiliki peran strategis dalam meningkatkan pemahaman peserta didik tentang energi terbarukan. Peserta didik yang memiliki *sustainability awareness* dan pemahaman yang baik tentang keberlanjutan akan lebih siap untuk mengatasi masalah-masalah ini dan berkontribusi pada solusi yang berkelanjutan. Mereka akan mampu membuat keputusan yang mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) dan berperan aktif dalam menciptakan dunia yang lebih baik dan lebih adil, dalam konteks ini, pendekatan ESD (*Education for Sustainable Development*) sangat penting untuk membentuk pemahaman peserta didik tentang pentingnya keberlanjutan

dan bagaimana teknologi dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut (UNESCO, 2018).

Kurikulum merdeka belajar yang digagas oleh kementerian pendidikan, kebudayaan, riset, dan teknologi Republik Indonesia menekankan pada pentingnya pengembangan keterampilan abad 21, termasuk keterampilan berpikir kreatif dan pemecahan masalah, yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi dunia yang terus berubah (Kemendikbudristek, 2023). Kurikulum merdeka menekankan pada pembelajaran yang fleksibel, personal, dan berbasis proyek, yang memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengeksplorasi ide-ide baru, memecahkan masalah, serta mengembangkan kreativitas melalui pengalaman belajar yang lebih kontekstual (Kemendikbudristek, 2023). Keterampilan berpikir kreatif ini tidak hanya relevan dalam konteks akademik, tetapi juga mempersiapkan peserta didik untuk beradaptasi dan berinovasi dalam berbagai bidang di kehidupan nyata, sejalan dengan kebutuhan keterampilan abad 21 yang mencakup kreativitas, inovasi, dan kemampuan berpikir kritis (Trilling dan Fadel, 2009).

Kurikulum Merdeka yang diimplementasikan di Indonesia memasukkan materi energi terbarukan ke dalam capaian pembelajaran mata pelajaran IPA pada fase E dimana peserta didik mampu menggunakan hasil analisis data dan informasi untuk menciptakan ide solusi ataupun rancang bangun (pembelajaran berbasis proyek) untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Kemendikbudristek, 2023). Hal ini dilakukan sebagai usaha untuk mencapai tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*). Proses pembelajaran kurikulum merdeka bertujuan untuk menghasilkan lulusan yang berkompeten dan menjunjung tinggi nilai-nilai karakter dengan mengacu pada profil pelajar pancasila. Terdapat 6 dimensi profil pelajar pancasila, yaitu beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia; berkebinekaan global; bergotong-royong; mandiri; bernalar kritis; dan kreatif.

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) menekankan pada kolaborasi dan pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. PjBL menggunakan permasalahan nyata sebagai langkah awal untuk mendorong peserta didik mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru melalui pengalaman langsung dalam aktivitas yang kontekstual. Model ini dinilai relevan untuk menjawab tantangan pembelajaran abad ke-21, di mana peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan berpikir kreatif, berpikir kritis dan pemecahan masalah, komunikasi, serta kolaborasi.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PjBL efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Penelitian yang dilakukan oleh Nita & Irwandi (2021) menunjukkan bahwa penggunaan model PjBL melalui praktik pembuatan awetan bioplastik dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif, meskipun penelitian tersebut dilakukan pada mata pelajaran biologi. Selanjutnya, penelitian oleh (Sinta dkk. (2022) juga menemukan bahwa penerapan model PjBL melalui proyek pembuatan miniatur tata surya dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

Namun demikian, tantangan masih dihadapi dalam penerapan model PjBL pada pembelajaran fisika, khususnya terkait integrasi materi energi terbarukan. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium yang membuat pelaksanaan praktikum energi terbarukan di sekolah menjadi kurang optimal (Fatimah, 2017). Akibatnya, peserta didik jarang memperoleh pengalaman praktis yang diperlukan untuk memahami konsep-konsep energi terbarukan secara mendalam. Lebih lanjut, Sari (2024) menegaskan bahwa sebagian sekolah di Indonesia masih menerapkan metode pembelajaran konvensional yang kurang memberikan ruang bagi peserta didik untuk terlibat secara langsung dalam praktik teknologi energi terbarukan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan praktikum berbasis energi terbarukan yang dirancang secara kontekstual dan aplikatif. Upaya ini

diharapkan dapat memperkuat pemahaman konsep fisika serta mendorong keterampilan berpikir kreatif peserta didik melalui pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran fisika, khususnya pada materi energi terbarukan, penggunaan modul praktikum yang inovatif menjadi salah satu strategi yang dapat diterapkan. Modul yang dirancang dengan pendekatan berbasis proyek tidak hanya memberikan pengalaman praktis kepada peserta didik, tetapi juga mendorong mereka untuk meningkatkan keterampilan proses sains (Mustofa dkk., 2021) dan memahami konsep secara lebih mendalam (Muslim dkk., 2020). Melalui kegiatan praktikum yang kontekstual, peserta didik dapat meningkatkan kreativitas belajar peserta didik (Novianto dkk., 2018).

Hasil survei yang dilakukan oleh penulis pada tahun 2024 mengenai pengembangan modul praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berbasis proyek di tingkat SMA se-Provinsi Lampung menunjukkan bahwa pelaksanaan praktikum energi terbarukan, khususnya yang berkaitan dengan PLTS, masih tergolong minim. Sebagian besar sekolah belum memiliki modul praktikum yang dirancang dengan pendekatan berbasis proyek, sehingga pembelajaran yang dilakukan cenderung bersifat teoretis dan belum secara optimal mendorong pengembangan keterampilan berpikir kreatif maupun kesadaran akan keberlanjutan (*sustainability awareness*) pada peserta didik.

Survei ini dilakukan menggunakan instrumen kuesioner berbasis skala Likert yang dikembangkan oleh penulis, dan disebarakan secara daring melalui platform *Google Form* kepada guru-guru SMA di Provinsi Lampung. Responden berasal dari delapan kabupaten yang mewakili wilayah survei, dengan total sebanyak 36 guru sebagai partisipan. Hasil temuan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara tujuan pembelajaran energi terbarukan dengan pelaksanaannya di

lapangan, yang berdampak pada rendahnya pemahaman peserta didik terhadap konsep energi terbarukan serta kurangnya penanaman nilai-nilai keberlanjutan lingkungan.

Untuk menjembatani kesenjangan tersebut, diperlukan pemanfaatan potensi lokal sebagai sumber belajar yang kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Salah satu potensi tersebut terdapat di Desa Trimulyo, Kabupaten Pesawaran, yang memiliki Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang digunakan untuk sistem irigasi pertanian. Keberadaan PLTS ini tidak hanya mencerminkan penerapan teknologi energi terbarukan di tingkat pedesaan, tetapi juga memberikan peluang besar bagi dunia pendidikan untuk mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam kegiatan pembelajaran fisika.

Namun demikian, potensi lokal ini belum banyak dimanfaatkan oleh sekolah-sekolah di sekitar wilayah tersebut sebagai bagian dari pembelajaran kontekstual. Padahal, integrasi langsung antara materi fisika dan kondisi nyata di lingkungan sekitar dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, meningkatkan keterlibatan peserta didik, serta mendorong pengembangan keterampilan berpikir kreatif dan kesadaran terhadap isu keberlanjutan. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan modul praktikum berbasis proyek yang tidak hanya menekankan pada aspek kognitif, tetapi juga mengaitkan pembelajaran dengan lingkungan sekitar sebagai bentuk implementasi pembelajaran yang kontekstual dan aplikatif.

Dengan memanfaatkan konteks lokal, peneliti mengembangkan modul praktikum PLTS berbasis proyek berupa purwarupa sistem irigasi tenaga surya yang diadaptasi dari implementasi teknologi serupa di Desa Trimulyo. Melalui kegiatan praktikum ini, peserta didik tidak hanya mempelajari prinsip konversi energi surya menjadi energi listrik, tetapi juga mengamati secara langsung pemanfaatan energi tersebut dalam mendukung kebutuhan masyarakat, khususnya dalam sistem pengairan

lahan pertanian. Pendekatan pembelajaran kontekstual semacam ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik melalui proses eksplorasi, perancangan, serta pemecahan masalah yang nyata dan relevan. Selain itu, keterlibatan langsung dengan teknologi ramah lingkungan yang memberikan kontribusi positif bagi masyarakat juga diharapkan dapat menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap pentingnya keberlanjutan energi dan pelestarian lingkungan.

Namun, tantangan yang dihadapi adalah rendahnya keterampilan berpikir kreatif di kalangan peserta didik. Dalam wawancara dengan salah satu guru fisika terkait keterampilan berpikir kreatif peserta didik, terungkap bahwa banyak peserta didik yang cenderung mengandalkan hafalan tanpa mengeksplorasi lebih dalam atau mengajukan pertanyaan yang menantang. Guru tersebut juga mengungkapkan bahwa sebagian besar peserta didik belum terbiasa untuk menghubungkan konsep-konsep yang dipelajari dengan situasi nyata di sekitar mereka. Kurangnya pembelajaran berbasis proyek atau aktivitas yang mendorong eksplorasi dan eksperimen menjadi salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya kreativitas dalam berpikir. Oleh karena itu, diperlukan intervensi dalam proses pembelajaran, seperti penerapan pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan pemecahan masalah nyata, penggunaan teknologi relevan, serta penerapan strategi yang dapat merangsang daya imajinasi dan pemikiran divergen peserta didik.

Selain itu, rendahnya kesadaran akan keberlanjutan (*sustainability awareness*) dalam konteks pembelajaran sains menjadi isu penting yang harus segera diatasi. Temuan penelitian menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar peserta didik memperoleh skor "Baik" hingga "Sangat Baik" pada ketiga pilar keberlanjutan (ekonomi, sosial, dan lingkungan), tingkat kesadaran tertinggi masih didominasi oleh pilar ekonomi dan sosial. Sementara itu, pada pilar lingkungan, terutama dalam aspek perilaku berkelanjutan, peserta didik cenderung berada

dalam kategori "Cukup" atau lebih rendah. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara pengetahuan keberlanjutan dan implementasi perilaku nyata yang mendukung keberlanjutan, sehingga dibutuhkan strategi pembelajaran yang lebih aplikatif dan kontekstual agar peserta didik dapat mengintegrasikan pengetahuan tersebut dalam tindakan nyata.

Pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) telah terbukti efektif dalam meningkatkan berbagai aspek keterampilan peserta didik. Modul berbasis proyek efektif dalam meningkatkan kecakapan hidup (Ilyas dkk., 2019), kemampuan berpikir kritis (Yulianti & Kaniawati, 2022), dan pemecahan masalah matematis (Gumanti dkk., 2024). Namun, sebagian besar penelitian tersebut belum mengintegrasikan aspek keberlanjutan secara khusus, terutama pada konteks energi terbarukan yang aplikatif seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan mengembangkan modul praktikum PLTS berbasis proyek yang tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik, tetapi juga menumbuhkan *sustainability awareness* melalui keterlibatan aktif dalam proyek yang langsung berkaitan dengan isu energi dan lingkungan.

Modul praktikum PLTS berbasis proyek yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan upaya inovatif yang belum banyak dikaji dalam konteks pembelajaran fisika tingkat SMA. Modul ini tidak hanya dirancang untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik melalui pengalaman langsung dalam merancang dan menguji sistem PLTS, tetapi juga bertujuan menumbuhkan *sustainability awareness* dengan melibatkan peserta didik secara aktif dalam proyek yang berkaitan langsung dengan isu energi dan lingkungan. Hal ini memberikan kebaruan dibandingkan penelitian sebelumnya, karena modul ini secara terpadu mengembangkan dua kompetensi penting, yaitu keterampilan berpikir kreatif dan kesadaran keberlanjutan melalui

pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang kontekstual. Penelitian ini sejalan dengan prinsip Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran yang bermakna, relevan, dan berbasis pengalaman nyata, serta sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) khususnya SDG 4 (pendidikan berkualitas) dan SDG 7 (energi bersih dan terjangkau). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia tetapi juga pada upaya global untuk mencapai keberlanjutan (Howell, 2021).

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimanakah pengembangan modul praktikum PLTS berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability awareness* peserta didik pada materi energi terbarukan?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengembangkan modul praktikum PLTS berbasis proyek dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability awareness* peserta didik pada materi energi terbarukan.

1.4. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan masalah penelitian, berikut dijabarkan pertanyaan-pertanyaan penelitian:

1. Bagaimanakah karakteristik modul praktikum PLTS berbasis proyek yang dikembangkan pada materi energi terbarukan?
2. Bagaimanakah peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik setelah diterapkan modul praktikum PLTS berbasis proyek?
3. Bagaimanakah peningkatan *sustainability awareness* peserta didik setelah diterapkan modul praktikum PLTS berbasis proyek?

1.5. Definisi Operasional

Untuk menghindari adanya kesalahpahaman dalam penerjemahan istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka penulis menjelaskan istilah-istilah penting sebagai berikut:

1.5.1. Karakteristik Modul Praktikum PLTS Berbasis Proyek

Modul praktikum PLTS berbasis proyek dalam penelitian ini merupakan bahan ajar yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran topik energi terbarukan melalui kegiatan praktikum yang aplikatif dan kontekstual, dengan tujuan mendukung pengembangan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability awareness* peserta didik. Modul ini memuat integrasi indikator berpikir kreatif menurut Torrance, yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*, serta dimensi *sustainability awareness* yang meliputi pilar ekonomi, sosial, dan lingkungan. Dilengkapi dengan fitur interaktif berupa barcode berisi materi, video, latihan soal, dan pengumpulan tugas, modul ini diharapkan mampu meningkatkan keterlibatan belajar siswa secara aktif. Kelayakan modul diukur melalui validasi ahli menggunakan analisis Aiken's V, uji keterbacaan oleh peserta didik yang dianalisis secara deskriptif, serta angket respon siswa untuk menilai kepraktisan dan daya tarik modul dalam proses pembelajaran.

1.5.2. Keterampilan Berpikir Kreatif.

Dalam penelitian ini, keterampilan berpikir kreatif didefinisikan sebagai keterampilan peserta didik dalam menghasilkan ide, gagasan, maupun solusi baru dalam memahami sesuatu. Variabel ini diukur menggunakan tes uraian yang dibuat berdasarkan 4 komponen berpikir kreatif menurut Torrance yang meliputi *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* dengan materi yang berhubungan dengan energi terbarukan yang akan diberikan kepada sampel penelitian sebelum dan sesudah *treatment* sehingga akan diperoleh nilai *pretest* dan *posttest* yang selanjutnya dianalisis untuk mengetahui peningkatannya. Analisis peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik, dilakukan

dengan menggunakan analisis *Rasch Model*. Sebelum instrumen diberikan kepada sampel, instrumen terlebih dulu diuji kelayakannya oleh ahli dan dilakukan uji coba terbatas oleh peserta didik.

1.5.3. *Sustainability Awareness*

Sustainability awareness (pembangunan berkelanjutan) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sikap, pengetahuan, dan perilaku manusia yang berorientasi pada pembangunan berkelanjutan berdasarkan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Variabel ini diukur menggunakan tes uraian yang dikembangkan dengan mengadaptasi indikator dari (Gericke et al., 2019), dengan materi yang berhubungan dengan energi terbarukan yang akan diberikan kepada sampel penelitian sebelum dan sesudah *treatment* sehingga akan diperoleh nilai *pretest* dan *posttest* yang selanjutnya dianalisis untuk mengetahui peningkatannya. Analisis peningkatan *sustainability awareness* dilakukan dengan menggunakan analisis *Rasch Model*.

1.6. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai maka hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak sebagai salah satu alternatif dalam upaya pembelajaran fisika, antara lain:

1. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan model pembelajaran berbasis proyek pada pendidikan sains, khususnya dalam topik energi terbarukan. Penelitian ini juga menambah wawasan mengenai efektivitas modul praktikum dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability awareness* peserta didik.
2. Secara praktis, hasil penelitian ini bermanfaat bagi pendidik dalam menyediakan alat bantu pembelajaran yang efektif dan menarik untuk materi energi terbarukan.