

EFEKTIVITAS MODEL PJBL BERBANTUAN E-MODUL BERBASIS STEM DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF PADA MATERI ENERGI TERBARUKAN

Robi Aryanta Sembiring¹, Inov Ivoel Situmorang², Muhammad Ridho³, Pio
Situmorang⁴, Mariati Purnama Simanjuntak⁵
^{1,2,3,4,5} Universitas Negeri Medan
robisembiring466@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the effectiveness of the Project Based Learning (PjBL) model assisted by STEM-based e-modules in improving students' creative thinking skills on renewable energy material. The study used a quantitative descriptive method with a mini-research approach on 25 grade XI students and one physics teacher at SMA Negeri A. Data were collected through interviews and questionnaires using Google Forms, then analyzed descriptively quantitatively and qualitatively. The results showed that students' creative thinking skills were still low because learning was teacher-centered. The majority of students responded positively to the implementation of PjBL assisted by STEM-based e-modules because it was more interesting, interactive, and helped understand the material. Thus, the model has the potential to improve students' creative thinking skills in physics learning.

Keywords: *critical thinking skills, physics learning, project based learning, renewable energy, STEM-based e-module*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas model Project Based Learning (PJBL) berbantuan e-modul berbasis STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi energi terbarukan. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan mini riset pada 25 siswa kelas XI dan satu guru fisika di SMA Negeri A. Data dikumpulkan melalui wawancara dan angket menggunakan Google Form, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif peserta didik masih rendah karena pembelajaran berpusat pada guru. Mayoritas peserta didik memberikan respons positif terhadap penerapan PJBL berbantuan e-modul berbasis STEM karena lebih menarik, interaktif, dan membantu memahami materi. Dengan demikian, model tersebut berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik dalam pembelajaran fisika.

Kata Kunci: e-modul berbasis STEM, energi terbarukan, kemampuan berpikir kritis, pembelajaran fisika

A. Pendahuluan

Pendidikan merupakan aspek penting dalam meningkatkan kualitas

sumber daya manusia di era globalisasi dan perkembangan teknologi abad ke-21. Pendidikan

tidak hanya berorientasi pada penguasaan pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (Higher Order Thinking Skills/HOTS) (Trilling & Fadel, 2021; Redhana, 2021). Oleh karena itu, proses pembelajaran perlu dirancang secara inovatif agar mampu menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan berpusat pada peserta didik.

Salah satu kemampuan yang penting dikembangkan dalam pembelajaran fisika adalah kemampuan berpikir kreatif. Kemampuan berpikir kreatif merupakan kemampuan menghasilkan ide baru, menemukan berbagai alternatif solusi, serta mengembangkan gagasan secara orisinal dalam menyelesaikan masalah (Munandar, 2020). Dalam pembelajaran fisika, kemampuan ini diperlukan karena peserta didik tidak hanya dituntut memahami konsep dan rumus, tetapi juga mampu menghubungkan konsep fisika dengan fenomena kehidupan sehari-hari (Astuti & Nugroho, 2023). Namun, kemampuan berpikir kreatif peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan laporan PISA,

peserta didik Indonesia masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah dan berpikir tingkat tinggi (OECD, 2023).

Rendahnya kemampuan berpikir kreatif dipengaruhi oleh proses pembelajaran yang masih berpusat pada guru (teacher centered learning). Pembelajaran fisika umumnya masih didominasi metode ceramah, latihan soal, dan hafalan rumus sehingga peserta didik kurang terlibat dalam proses eksplorasi dan pemecahan masalah (Rahmawati et al., 2022; Kurniawan et al., 2023). Selain itu, penggunaan media dan bahan ajar interaktif masih terbatas sehingga pembelajaran kurang menarik dan kurang mampu meningkatkan partisipasi peserta didik (Pratiwi & Handayani, 2021). Padahal, pemanfaatan teknologi digital seperti e-modul interaktif dapat membantu peserta didik memahami konsep abstrak melalui visualisasi, simulasi, dan video pembelajaran (Putra et al., 2022).

Salah satu materi fisika yang relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan saat ini adalah energi terbarukan. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang berasal dari alam dan dapat diperbarui

secara berkelanjutan, seperti energi matahari, air, angin, biomassa, dan panas bumi (Sutrisno, 2020). Materi ini penting dipelajari karena dunia sedang menghadapi krisis energi dan pencemaran lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil (IEA, 2024). Namun, pembelajaran energi terbarukan di sekolah masih cenderung teoritis dan belum dikaitkan secara optimal dengan penerapan nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan guru fisika di SMA Negeri A, pembelajaran pada materi energi terbarukan masih didominasi metode ceramah dan penggunaan buku paket. Peserta didik jarang melakukan kegiatan proyek maupun praktikum sehingga kemampuan berpikir kreatif belum berkembang secara optimal. Selain itu, penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi masih terbatas sehingga peserta didik kurang aktif dan kurang tertarik dalam pembelajaran fisika.

Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif adalah Project Based Learning (PJBL). PJBL merupakan model

pembelajaran yang berpusat pada peserta didik melalui kegiatan proyek untuk menyelesaikan masalah nyata (Thomas, 2020). Model ini memungkinkan peserta didik melakukan investigasi, bekerja sama, serta menghasilkan suatu produk sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Dalam materi energi terbarukan, peserta didik dapat membuat proyek sederhana seperti panel surya mini atau kincir angin sederhana untuk melatih kreativitas dan pemecahan masalah.

Penerapan PJBL dapat didukung dengan penggunaan e-modul berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Pendekatan STEM mengintegrasikan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam proses pembelajaran sehingga mampu melatih peserta didik berpikir logis, kreatif, dan aplikatif (Lestari & Wijaya, 2024). E-modul berbasis STEM juga dapat disajikan secara interaktif melalui gambar, video, animasi, dan simulasi sehingga mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam belajar (Putra et al., 2022).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa PJBL dan e-

modul berbasis STEM mampu meningkatkan kreativitas, hasil belajar, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik (Sari & Wulandari, 2022; Hidayat et al., 2023). Model PJBL memiliki kelebihan karena mampu melibatkan peserta didik secara aktif melalui kegiatan investigasi, kolaborasi, dan penyelesaian proyek nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual (Thomas, 2020). Selain itu, penggunaan e-modul berbasis STEM dapat membantu peserta didik memahami konsep fisika secara lebih interaktif melalui integrasi gambar, video, animasi, dan simulasi pembelajaran (Putra et al., 2022). Pendekatan STEM juga mampu melatih kemampuan berpikir logis, kreatif, pemecahan masalah, serta keterampilan abad ke-21 peserta didik (Lestari & Wijaya, 2024). Dengan demikian, penerapan model PJBL berbantuan e-modul berbasis STEM berpotensi menciptakan pembelajaran fisika yang lebih inovatif, menarik, dan berpusat pada peserta didik. Namun, penelitian mengenai efektivitas model PJBL berbantuan e-modul berbasis STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif pada materi energi

terbarukan masih terbatas, khususnya pada jenjang SMA. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan sebagai upaya memberikan solusi inovatif terhadap permasalahan pembelajaran fisika serta menjadi referensi bagi guru dalam menerapkan pembelajaran berbasis proyek dan teknologi digital.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan mini riset. Metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan kondisi pembelajaran secara sistematis berdasarkan data yang diperoleh di lapangan serta menganalisis fenomena yang terjadi secara objektif (Sugiyono, 2022). Pendekatan mini riset dipilih karena penelitian difokuskan pada identifikasi kondisi pembelajaran fisika, kemampuan berpikir kreatif siswa, serta kebutuhan terhadap penerapan model Project Based Learning (PJBL) berbantuan e-modul berbasis STEM pada materi energi terbarukan.

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri A dengan subjek penelitian terdiri atas 25 siswa kelas XI IPA 2 dan

satu orang guru fisika. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi terstruktur dan penyebaran angket. Wawancara dilakukan kepada guru fisika menggunakan 10 pertanyaan wawancara untuk memperoleh informasi mengenai proses pembelajaran fisika, penggunaan model dan media pembelajaran, kondisi kemampuan berpikir kreatif siswa, serta kendala yang dihadapi selama pembelajaran berlangsung. Menurut Moleong (2021), wawancara digunakan untuk memperoleh informasi secara mendalam terkait kondisi dan permasalahan yang terjadi di lapangan.

Selain itu, pengumpulan data juga dilakukan melalui penyebaran angket kepada siswa menggunakan Google Form. Angket terdiri atas 15 pernyataan dengan skala Likert yang bertujuan untuk mengetahui pengalaman belajar siswa, tingkat kemampuan berpikir kreatif, serta kebutuhan siswa terhadap penerapan pembelajaran PJBL berbantuan e-modul berbasis STEM. Penggunaan angket dipilih karena mampu memperoleh data dari responden dalam jumlah besar secara efektif dan efisien (Arikunto, 2021).

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dalam bentuk persentase untuk mengetahui kecenderungan jawaban responden. Selanjutnya, hasil analisis data didukung dengan analisis deskriptif kualitatif berdasarkan hasil wawancara guru sehingga diperoleh gambaran yang lebih mendalam mengenai kondisi pembelajaran fisika pada materi energi terbarukan (Miles, Huberman, & Saldaña, 2020).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi pembelajaran fisika, kemampuan berpikir kreatif siswa, serta kebutuhan terhadap penerapan model Project Based Learning (PJBL) berbantuan e-modul berbasis STEM pada materi energi terbarukan di SMA Negeri A. Data diperoleh melalui penyebaran angket Google Form kepada 25 siswa kelas XI dan wawancara kepada guru fisika.

Berdasarkan hasil angket, proses pembelajaran fisika pada materi energi terbarukan masih didominasi metode ceramah. Sebagian besar siswa menyatakan bahwa guru lebih sering menjelaskan materi secara langsung tanpa

melibatkan aktivitas praktik atau proyek. Dari 25 responden, sebanyak 48% siswa memilih kategori sangat setuju, 36% setuju, dan 16% cukup setuju terhadap pernyataan bahwa pembelajaran fisika lebih banyak menggunakan metode ceramah.

Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran masih berpusat pada guru (*teacher centered learning*). Kondisi tersebut menyebabkan siswa kurang terlibat aktif dalam menemukan konsep secara mandiri, sehingga pemahaman yang diperoleh cenderung bersifat hafalan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dikaji, yaitu bahwa pembelajaran konvensional cenderung kurang efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif karena siswa hanya menerima informasi tanpa pengalaman belajar yang kontekstual.

Hasil angket menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa masih tergolong rendah. Sebagian besar siswa menyatakan bahwa mereka mengalami kesulitan ketika diminta menganalisis masalah fisika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Siswa juga mengaku jarang diminta memberikan

solusi atau melakukan investigasi terhadap suatu fenomena.

Pada indikator berpikir kreatif, mayoritas siswa menyatakan bahwa mereka hanya mampu menjawab soal berdasarkan contoh yang diberikan guru. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum terbiasa melakukan analisis, evaluasi, maupun penarikan kesimpulan secara mandiri.

Temuan ini sesuai dengan jurnal acuan yang menunjukkan bahwa pembelajaran fisika tanpa model inovatif belum mampu melatih kemampuan berpikir kreatif secara optimal. Rendahnya kemampuan tersebut disebabkan karena siswa tidak diberi kesempatan untuk terlibat dalam proses pemecahan masalah secara nyata.

Hasil angket menunjukkan bahwa mayoritas siswa tertarik pada pembelajaran yang melibatkan proyek nyata. Siswa menyatakan lebih mudah memahami materi jika mereka melakukan praktik langsung dan menghasilkan suatu produk.

Sebagian besar siswa juga menyatakan setuju bahwa penggunaan e-modul berbasis STEM dapat membantu mereka memahami konsep energi terbarukan karena materi disajikan lebih interaktif melalui

gambar, animasi, dan langkah-langkah proyek.

Temuan ini menunjukkan bahwa siswa membutuhkan model pembelajaran yang lebih kontekstual dan berorientasi pada aktivitas nyata. Model PJBL memungkinkan siswa belajar melalui penyelesaian masalah dan pembuatan proyek, sedangkan e-modul berbasis STEM mendukung integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika.

Berdasarkan hasil penelitian, pembelajaran fisika di SMA Negeri A pada materi energi terbarukan masih cenderung menggunakan pendekatan konvensional berupa ceramah. Kondisi ini menyebabkan siswa lebih banyak menerima informasi secara pasif sehingga kurang terlibat dalam proses pembelajaran. Pembelajaran yang berpusat pada guru berpotensi menghambat perkembangan keterampilan abad ke-21, khususnya kemampuan berpikir kreatif.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Rahmawati et al. (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran *teacher centered* menyebabkan siswa kurang aktif dalam membangun konsep dan kurang terlatih dalam menyelesaikan masalah secara mandiri. Dalam

konteks materi energi terbarukan, pembelajaran yang hanya bersifat teoritis membuat siswa sulit menghubungkan konsep dengan penerapan nyata di lingkungan sekitar.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa masih rendah. Hal ini terlihat dari kecenderungan siswa yang kesulitan menemukan ide baru, hanya mengandalkan contoh dari guru, dan belum mampu menghasilkan solusi yang bervariasi. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya model pembelajaran yang memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam merancang dan menghasilkan produk.

Salah satu model yang sesuai adalah *Project Based Learning* (PJBL). Model PJBL memungkinkan siswa belajar melalui proses investigasi dan penyelesaian masalah nyata. Pada materi energi terbarukan, siswa dapat diarahkan untuk membuat proyek sederhana seperti model panel surya mini, kincir angin, atau alat pemanas tenaga surya. Aktivitas tersebut dapat melatih kemampuan berpikir kreatif karena siswa dituntut untuk merancang,

mengembangkan, dan memodifikasi ide menjadi produk nyata.

Penggunaan e-modul berbasis STEM juga dinilai relevan berdasarkan hasil penelitian. Mayoritas siswa sudah memiliki kemampuan dasar menggunakan perangkat digital sehingga e-modul dapat menjadi media yang efektif. E-modul berbasis STEM mampu mengintegrasikan konsep sains dengan penerapan teknologi dan rekayasa sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual. Hal ini sejalan dengan penelitian Putra et al. (2022) yang menyatakan bahwa e-modul berbasis STEM mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar dan memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Dengan demikian, penerapan model PJBL berbantuan e-modul berbasis STEM pada materi energi terbarukan berpotensi menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan pembelajaran di SMA Negeri A. Model ini tidak hanya mendukung pemahaman konsep, tetapi juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Tabel 1 Hasil Analisis Kondisi Pembelajaran Fisika di SMA Negeri A

No	Pernyataan	SS (%)	S (%)	CS (%)	TS (%)
1.	Guru lebih sering menggunakan metode ceramah	48	36	16	0
2.	Siswa jarang melakukan praktikum/proyek	44	40	16	0
3.	Materi energi terbarukan lebih banyak dijelaskan secara teori	40	44	16	0
4.	Pembelajaran kurang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari	36	48	12	4
5.	Siswa membutuhkan pembelajaran yang lebih interaktif	52	36	12	0

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa proses pembelajaran fisika di sekolah masih dominan menggunakan metode ceramah. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran masih berpusat pada guru sehingga siswa kurang memperoleh pengalaman belajar secara aktif.

Tabel 2 Hasil Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa

No	Pernyataan	SS (%)	S (%)	CS (%)	TS (%)
1.	Siswa kesulitan menganalisis masalah fisika	40	40	20	0
2.	Siswa hanya mengikuti contoh guru saat mengerjakan soal	44	36	20	0
3.	Siswa jarang diminta memecahkan masalah nyata	48	32	20	0

No	Pernyataan	SS (%)	S (%)	CS (%)	TS (%)
4.	Siswa sulit menarik kesimpulan dari hasil pengamatan	36	44	20	0
5.	Siswa ingin pembelajaran yang melatih berpikir kritis	56	32	12	0

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa masih rendah, terlihat dari tingginya persentase siswa yang mengalami kesulitan dalam menganalisis dan menyelesaikan masalah fisika.

Tabel 3 Hasil Analisis Kebutuhan PJBL Berbantuan E-Modul Berbasis STEM

No	Pernyataan	SS (%)	S (%)	CS (%)	TS (%)
1.	Siswa tertarik belajar melalui proyek	56	32	12	0
2.	Proyek membuat materi lebih mudah dipahami	48	40	12	0
3.	E-modul interaktif membantu memahami materi	52	36	12	0
4.	STEM membuat pembelajaran lebih menarik	44	40	16	0
5.	PJBL berbantuan e-modul STEM cocok diterapkan	60	28	12	0

Berdasarkan Tabel 3, mayoritas siswa menunjukkan respons positif terhadap penerapan model PJBL berbantuan e-modul berbasis STEM. Hal ini menunjukkan bahwa model tersebut relevan untuk diterapkan

dalam pembelajaran energi terbarukan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pembelajaran fisika pada materi energi terbarukan masih didominasi metode ceramah sehingga kemampuan berpikir kritis peserta didik tergolong rendah. Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menganalisis masalah dan menghubungkan konsep fisika dengan kehidupan sehari-hari. Penerapan model Project Based Learning (PjBL) berbantuan e-modul berbasis STEM memperoleh respons positif dari peserta didik karena dinilai lebih menarik, interaktif, dan membantu memahami materi energi terbarukan. Dengan demikian, model PjBL berbantuan e-modul berbasis STEM berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika.

Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa guru dapat menggunakan model PjBL berbantuan e-modul berbasis STEM sebagai alternatif pembelajaran yang lebih inovatif dan berpusat pada peserta didik. Penelitian ini masih terbatas pada satu sekolah dan

menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode eksperimen dengan cakupan sampel yang lebih luas agar diperoleh hasil yang lebih mendalam dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2021). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Astuti, R., & Nugroho, A. (2023). Pembelajaran fisika berbasis keterampilan berpikir kreatif di abad 21. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 19(2), 115–123.
- Hidayat, M., Prasetyo, D., & Lestari, N. (2023). Penggunaan e-modul berbasis STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 12(1), 45–54.
- International Energy Agency. (2024). *Renewables 2024: Analysis and Forecast to 2030*. Paris: IEA Publications.
- Kurniawan, D., Sari, M., & Putri, R. (2023). Pengaruh model Project Based Learning terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1), 45–53.
- Lestari, N., & Wijaya, H. (2024). Implementasi pendekatan STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 8(1), 21–30.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (4th ed.). California: SAGE Publications.
- Moleong, L. J. (2021). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Munandar, U. (2020). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results: Creative Minds, Creative Schools*. Paris: OECD Publishing.
- Pratiwi, S., & Handayani, T. (2021). Pemanfaatan media digital dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 13(2), 87–95.
- Putra, A., Ramadhani, F., & Yusuf, M. (2022). Pengembangan e-modul berbasis STEM pada materi energi terbarukan untuk siswa SMA. *Jurnal Pendidikan IPA*, 10(3), 201–210.
- Rahmawati, I., Dewi, P., & Susanto, E. (2022). Analisis pembelajaran teacher centered terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 29(4), 310–318.
- Redhana, I. W. (2021). Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), 2239–2253.
- Sari, D., & Wulandari, F. (2022). Penerapan Project Based Learning dalam meningkatkan kreativitas dan pemecahan masalah pada pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 98–107.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sutrisno. (2020). *Energi Terbarukan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Modern*. Yogyakarta: Deepublish.
- Thomas, J. W. (2020). *A Review of Research on Project-Based Learning*. California: The Autodesk Foundation.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2021). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco: Jossey-Bass.