

IMPLEMENTASI MODEL *PROJECT-BASED LEARNING* DENGAN PENDEKATAN STEAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK

Tafuz Mahabatis Shoba^{1*}, Risa Dwita Hardianti¹

¹Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

*Email korespondensi: tafuzmahabatis883@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Persaingan abad 21 menuntut sumber daya manusia yang unggul dan dibekali keterampilan untuk bersaing secara global. Salah satu keterampilan yang penting di abad 21 dan dapat dikembangkan melalui sistem pendidikan adalah kemampuan pemecahan masalah. Observasi di sekolah menunjukkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dalam pembelajaran IPA masih rendah. Hal ini dapat ditingkatkan melalui implementasi model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM yang mengintegrasikan sintaks pembelajaran dengan aspek STEAM untuk menciptakan lingkungan belajar yang mendukung kemampuan akademis dan mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan dunia nyata secara interdisipliner. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis perbedaan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada implementasi dari model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM. Jenis desain penelitian yang digunakan *quasi experiment* berbentuk *nonequivalent control group design*. Populasi penelitian adalah seluruh kelompok belajar SMP kelas 7 sebanyak sembilan kelompok dengan jumlah 288 peserta didik. Sampel penelitian meliputi kelas VII F dan VII I yang dipilih menggunakan teknik *simple random sampling*. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik wawancara, observasi pra-penelitian, tes, dan dokumentasi. Data dianalisis menggunakan uji homogenitas, uji normalitas, dan uji t independen. Instrumen yang digunakan sebagai alat ukur pemecahan masalah berbentuk uraian yang memiliki karakteristik keabsahan data yang baik. Hasil penelitian dengan analisis statistik parametrik menggunakan uji t independen menunjukkan bahwa nilai *sig. (2 tailed)* $0,000 < 0,05$, artinya implementasi model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Kata kunci: kemampuan pemecahan masalah; *Project-based Learning*; STEAM.

PENDAHULUAN

Dunia secara global saat ini mengalami perubahan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan sangat pesat (Bircan & Akman, 2023). Dalam proses perubahan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kualitas manusia yang dibutuhkan untuk memenuhi kondisi saat ini dan masa depan berupa keterampilan abad 21 perlu dipersiapkan (Belet-Boyacı & Güner-Özer, 2019; Sari & Prasetyo, 2021). Trilling & Fadel (2009) mengemukakan bahwa klasifikasi keterampilan abad 21 yang paling dasar untuk kebutuhan kualitas manusia adalah keterampilan belajar dan inovasi, terdiri dari *critical thinking and problem solving skills, creativity and innovation, collaboration skills, communication skills*, dan disebut sebagai “4C”. Tanggung jawab paling penting dalam membawa keterampilan tersebut dapat dicapai melalui transformasi sistem pendidikan dengan melatih peserta didik berpartisipasi secara aktif dalam pencarian, pengelolaan, penggunaan informasi, dan proses kerja sama untuk memecahkan masalah yang kompleks (Lubis et al., 2023).

Kualitas peserta didik untuk mampu menghadapi tantangan saat ini dan masa depan harus terjamin dengan penguasaan keterampilan pemecahan masalah yang baik (Treepob et al., 2023). Hal tersebut dikarenakan dalam masyarakat global saat ini berbagai macam tindakan bersifat kompleks dan penuh ketidakpastian menjadikan masalah baru selalu muncul dalam kehidupan sehari-hari dan menantang langkah-langkah pemecahan masalah yang relevan sehingga membutuhkan proses kognitif yang kompleks dalam kerangka pemecahan masalah (Ling et al., 2024). PISA mendefinisikan kemampuan pemecahan masalah sebagai kemampuan individu untuk terlibat dalam pemrosesan kognitif dalam memahami dan menyelesaikan situasi masalah disekitarnya yang tidak memiliki solusi jelas dan tidak dapat langsung diatasi (OECD, 2017). Proses kognitif atau indikator untuk menyelesaikan suatu permasalahan terdiri atas 6 tahap yang mengacu penjelasan dari Liliarsari (2013), diantaranya, yaitu (1) identifikasi masalah; (2) pengumpulan informasi; (3) perumusan hipotesis atau alternatif solusi; (4) perencanaan dan implementasi solusi; (5) analisis dan evaluasi hasil; (6) refleksi dan penyimpulan.

Penilaian kemampuan peserta didik secara internasional, seperti *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah, menganalisis, dan menalar secara logis masih menjadi tantangan global, khususnya di bidang sains. Skor Indonesia hanya mencapai 397 pada TIMSS 2015 jauh di bawah rata-rata internasional sebesar 500 sedangkan beberapa negara dengan performa terbaik mencatatkan skor di atas 600. Data ini mencerminkan tantangan global dalam penguasaan kemampuan pemecahan masalah, sekaligus memberikan gambaran tentang perlunya peningkatan kualitas pembelajaran sains di Indonesia agar mampu memenuhi standar kompetensi internasional (Mullis et al., 2019, 2015). Pembelajaran di sekolah Indonesia jarang sekali melatih kemampuan pemecahan masalah (Ermawan & Fauziah, 2023), seperti halnya hasil observasi di SMP Negeri 2 Semarang yang menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah peserta didik dalam pembelajaran IPA masih rendah. Hal tersebut terlihat dari hasil pengerjaan ulangan harian peserta didik yang tergolong rendah pada indikator identifikasi masalah, perencanaan dan implementasi solusi.

Pada indikator identifikasi masalah, peserta didik diharapkan mampu menganalisis situasi dan mengidentifikasi penyebab utama dari masalah yang dihadapi (Liliarsari, 2013). Hal ini bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami maksud dari masalah yang tersaji dalam soal dan akan memudahkan peserta didik dalam membuat rencana penyelesaian masalah (Astuti et al., 2020). Namun faktanya peserta didik cenderung tidak menguraikan masalah secara sistematis sehingga peserta didik kesulitan memahami konteks masalah yang diberikan dan tidak mampu menemukan penyebab utamanya. Ketidakmampuan mengidentifikasi akar

masalah menyebabkan peserta didik tidak memiliki ide untuk membuat rencana solusi. Rencana yang dirumuskan menjadi tidak relevan karena peserta didik merencanakan solusi yang tidak mempertimbangkan sumber daya dan waktu sehingga kemampuan perencanaan dan implementasi solusi peserta didik menurut Liliyasi (2013) yang diharapkan mampu untuk merancang rencana tindakan yang terperinci untuk mengimplementasikan solusi dan mampu untuk mengimplementasikan solusi dengan mengikuti rencana yang telah disusun masih belum maksimal.

Kenyataan saat ini menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran untuk melatih keterampilan pemecahan masalah di Indonesia belum terlaksana dengan baik sehingga diperlukan model dan pendekatan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik (Bina & Ramadhani, 2021; Fitria et al., 2023). Beberapa karakteristik utama dari kemampuan pemecahan masalah, seperti permasalahan kontekstual, kompleksitas dan tantangan dari proses pemecahan masalah, serta persyaratan untuk partisipasi aktif peserta didik, berkaitan dengan karakteristik model *Project-based Learning* (PjBL) atau model pembelajaran berbasis proyek (Ruslan et al., 2021). PjBL adalah model pembelajaran yang memiliki potensi untuk meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan, berkontribusi positif terhadap prestasi akademik, sikap afektif, dan keterampilan berpikir. Peserta didik perlu merumuskan tujuan tugas, merencanakan, memantau, mengatur, dan mengevaluasi seluruh proses untuk memecahkan masalah, menyelesaikan konflik, dan mencapai tujuan (Tu et al., 2025).

Karakteristik lain dari kemampuan pemecahan masalah, yaitu bersifat interdisipliner, tidak dapat dicapai hanya melalui satu disiplin ilmu, tetapi memerlukan literasi yang mencakup berbagai disiplin ilmu (Hardy et al., 2021). Pendekatan STEAM, meliputi *Science, Technology, Engineering, Art, dan Mathematic*, mendukung pengembangan keterampilan pemecahan masalah dengan mengaitkan pengetahuan antar disiplin ilmu, mendorong diskusi, dan penerapan solusi dalam situasi nyata sehingga peserta didik dapat berpikir lintas disiplin dalam memecahkan masalah (Adriyawati et al., 2020). Dengan demikian, integrasi antara Model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM dalam pembelajaran IPA mendorong peserta didik bekerja sama untuk membangun pengetahuan secara mandiri, mengkonstruksi ide, berpikir kompleks dalam menganalisis masalah dengan bidang STEAM kemudian solusi diselesaikan dalam bentuk proyek (Astriani et al., 2023). Penerapan Model *Project-based Learning* dengan Pendekatan STEAM harus dilakukan sesuai dengan langkah-langkah pembelajarannya. Sintaks yang digunakan berdasarkan Lucas (2007), yaitu: 1) Penentuan Pertanyaan Mendasar; 2) Mendesain Perencanaan Proyek; 3) Menyusun Jadwal; 4) Memonitor Peserta Didik dan Kemajuan Proyek; 5) Menguji Hasil; 6) Mengevaluasi Pengalaman.

Beberapa penelitian terdahulu mendukung penerapan model *Project-based Learning* dengan Pendekatan STEAM, termasuk penelitian Ling et al. (2024) yang menunjukkan bahwa kegiatan Pembelajaran Berbasis Proyek Interdisipliner meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan menunjukkan peningkatan kinerja akademik dan minat dalam Kimia dan Teknik Kimia. Selain itu, penelitian Karan & Brown (2022) melakukan penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui Pembelajaran Berbasis Proyek di kelas pengantar STEM dan menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan dalam tingkat kepercayaan diri peserta didik dalam memecahkan masalah sebelum dan sesudah menggunakan Pembelajaran Berbasis Proyek, dengan nilai yang lebih tinggi yang dicapai oleh peserta didik dalam kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Berdasarkan kajian penelitian relevan tersebut memiliki persamaan bahwa semua penelitian berfokus pada pengembangan kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui pembelajaran berbasis proyek. Namun hal yang membedakan, yaitu penelitian tersebut memiliki bidang yang berbeda, seperti menekankan pada bidang kimia dan teknik kimia dan

STEM. Dengan demikian, pembaruan kajian yang ingin dilakukan peneliti lebih berfokus pada implementasi dari model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik dengan bidang materi Energi Ramah Lingkungan. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM yang menekankan komponen panel surya pada aspek teknologi dan desain kreatif pada aspek seni dalam konteks energi ramah lingkungan melalui proyek aplikatif berbasis masalah nyata, sekaligus mengukur dampaknya terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini, yaitu untuk menganalisis perbedaan kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui implementasi dari model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM dibandingkan peserta didik yang tidak mendapatkan perlakuan yang sama.

METODE PENELITIAN

Pendekatan dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis desain penelitian *quasi experiment* dalam bentuk *nonequivalent control group design*, sebagaimana disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian *Nonequivalent control group design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Kelompok Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kelompok Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

- O₁ = Kelompok peserta didik dalam kelas eksperimen sebelum mendapat perlakuan
- O₂ = Kelompok peserta didik dalam kelas eksperimen setelah mendapat perlakuan model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM
- O₃ = Kelompok peserta didik kelas kontrol sebelum mendapat perlakuan
- O₄ = Kelompok peserta didik kelas kontrol yang tidak mendapat perlakuan model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM
- X₁ = Perlakuan melalui model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM
- X₂ = Perlakuan melalui model *Discovery Learning*

Lokasi Penelitian, Sampel, dan Populasi

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 2 Semarang yang beralamat di Jalan Brigjen Katamso No. 14, Karangtempel, Kecamatan Semarang Timur, Jawa Tengah 50242 pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VII SMP Negeri 2 Semarang berjumlah 288 peserta didik yang telah dinyatakan homogen melalui uji homogenitas ($sig. 0,27 > 0,05$). Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *simple random sampling*. Sampel diambil dari dua kelas, yakni kelas VII F sebagai kelas eksperimen dan kelas VII I sebagai kelas kontrol.

Prosedur dan Instrumen

Data dikumpulkan dengan menggunakan teknik tes dalam bentuk uraian yang memuat enam indikator kemampuan pemecahan masalah. Pada awalnya, instrumen tes yang disusun terdiri dari 15 butir soal, namun hanya 10 butir soal yang terbukti memiliki karakteristik keabsahan data yang baik berupa validitas isi, yang dinilai oleh lima ahli ($\bar{x}_V = 0,98$), taraf kesukaran ($\bar{x}_{TK} = 0,50$), daya beda ($\bar{x}_{DB} = 0,34$), dan reliabilitas Cronbach's Alpha ($\alpha = 0,85$). Semua sampel diberikan soal *pretest* sebelum perlakuan untuk mengukur kemampuan awal peserta didik dan soal *posttest* setelah perlakuan untuk alat ukur implementasi model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM terhadap kemampuan pemecahan masalah.

Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan disesuaikan dengan hipotesis yang diajukan. Hipotesis penelitian ini, yaitu terdapat perbedaan signifikan untuk kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui implementasi model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM dibandingkan peserta didik yang tidak mendapatkan perlakuan yang sama.

Hipotesis diuji menggunakan analisis statistik parametrik uji t independen dengan kriteria pengujian sebagai berikut.

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui implementasi model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM dibandingkan dengan peserta didik yang tidak mendapatkan perlakuan yang sama.
- H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui implementasi model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM dibandingkan dengan peserta didik yang tidak mendapatkan perlakuan yang sama

H_0 ditolak dan H_a diterima jika nilai signifikansi $< 0,05$. Uji t independen dapat digunakan karena pada kelas eksperimen dan kelas kontrol data nilai *pretest* dan *posttest* kemampuan pemecahan masalah peserta didik menunjukkan bahwa data berdistribusi secara normal melalui uji normalitas Shapiro-Wilk (*pretest* kontrol sig. 0,234 $> 0,05$; *pretest* eksperimen sig. 0,139 $> 0,05$; *posttest* kontrol sig. 0,181 $> 0,05$; *posttest* eksperimen sig. 0,054 $> 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik Melalui Implementasi Model *Project-based Learning* dengan Pendekatan STEAM

Data nilai *pretest* dan *posttest* sebagai hasil data kemampuan pemecahan masalah peserta didik dari implementasi suatu model pembelajaran pada kelas eksperimen dan kontrol dilakukan uji hipotesis untuk mengetahui signifikan atau tidaknya perbedaan pada kemampuan pemecahan masalah peserta didik menggunakan aplikasi SPSS melalui uji t independen. Hasil uji t independen pada data nilai *pretest* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji t independen data *pretest*

	Kelas	N	M	t	p
<i>Pretest</i>	Kontrol	32	13.44	0.613	0.05
	Eksperimen	32	14.16	0.613	

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai sig. (2 tailed) 0,613 $> 0,05$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak. Kesimpulannya, yaitu tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan pemecahan masalah antara peserta didik kelas eksperimen dengan peserta didik kelas kontrol sehingga kemampuan awal masing-masing peserta didik tiap kelas sama sebelum diberikan implementasi suatu model pembelajaran. Indah & Nuraeni (2021) menyatakan bahwa kemampuan awal (*entry behavior*) dapat menggambarkan kesiapan peserta didik dalam menerima pelajaran baru yang akan disampaikan oleh guru.

Kegiatan selanjutnya, kelas eksperimen diberi pembelajaran menggunakan model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM dan kelas kontrol diberi pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* untuk materi yang sama, yaitu energi ramah lingkungan. Kegiatan akhir penelitian adalah kegiatan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui kemampuan akhir peserta didik. Hasil uji t independen pada data nilai *posttest* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji t independen data *posttest*

	Kelas	N	M	t	p
<i>Posttest</i>	Kontrol	32	21.84	0.000	0.05
	Eksperimen	32	33.94	0.000	

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai *sig. (2 tailed)* $0,000 < 0,05$ sehingga H_1 diterima dan H_0 ditolak. Kesimpulannya, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan pemecahan masalah antara peserta didik kelas eksperimen dengan peserta didik kelas kontrol. Chistyakov et al. (2023) dan Lu et al. (2021) menjelaskan bahwa model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Pembelajaran tersebut memiliki 6 sintaks yang di dalamnya terdapat aktivitas peserta didik sesuai dengan indikator kemampuan pemecahan masalah.

Sintaks pertama berupa Penentuan Pertanyaan Mendasar, sintaks ini mengarahkan peserta didik untuk menghadapi situasi yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari atau realitas di sekitarnya. Tahap awal sintaks penentuan pertanyaan mendasar, peserta didik diberi permasalahan yang diarahkan pada solusi STEAM. Permasalahan yang digunakan berupa permasalahan yang dekat dengan kenyataan dan kehidupan sehari-hari serta memiliki konsekuensi terhadap lingkungan (Kartini et al., 2021). Salah satu contohnya, yaitu dampak penggunaan energi listrik berlebih di Indonesia. Tujuan dari permasalahan yang disajikan pada peserta didik, yaitu untuk mendorong lingkungan belajar agar lebih aktif dalam mencari solusi atas permasalahan yang disajikan (Chistyakov et al., 2023). Sintaks Penentuan Pertanyaan Mendasar sesuai dengan indikator identifikasi permasalahan karena pembelajaran yang memiliki fokus penekanan pada pertanyaan mendasar dengan integrasi STEAM dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami akar masalah dan mengembangkan solusi yang relevan dengan kehidupan nyata, kedua penekanan tersebut melatih peserta didik untuk mengenali berbagai aspek masalah, memahami konsep secara mendalam, serta menerapkan pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu untuk menciptakan solusi yang bermanfaat bagi kehidupan manusia (Babullah et al., 2024; Liu & Wu, 2022).

Sintaks Penentuan Pertanyaan Mendasar juga mampu mengembangkan indikator pengumpulan informasi, peserta didik mengumpulkan informasi tentang panel surya, meliputi perubahan bentuk energi, prinsip kerja, manfaat, hambatan, proses perpindahan kalor, peran kalor dalam efisiensi alat, dan contoh pemanfaatan energi listrik bertenaga surya dalam kehidupan sebagai dasar pemahaman dan solusi pembuatan produk. Peserta didik perlu terlibat aktif dalam mengumpulkan dan mengorganisasi informasi dari masalah kompleks atau fenomena kehidupan sehari-hari untuk mengidentifikasi fakta-fakta penting. Proses tersebut memungkinkan peserta didik menghubungkan informasi dengan konteks nyata sehingga peserta didik dapat melakukan observasi, investigasi, dan menyelesaikan masalah secara lebih efektif dalam pembelajaran berbasis kehidupan nyata (Kartini et al., 2021; Saleh et al., 2019). Untuk itu, melalui pengumpulan informasi ilmiah dari berbagai sumber membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual yang kuat sebelum merancang solusi (Kesi et al., 2024).

Proses pengumpulan informasi mampu mendorong kemampuan berpikir peserta didik untuk mempertimbangkan pertanyaan yang spesifik dan relevan dengan merumuskan hipotesis awal (Ali et al., 2024). Kegiatan ini mampu mengembangkan indikator perumusan hipotesis atau alternatif solusi melalui sintaks Penentuan Pertanyaan Mendasar. Peserta didik harus mengintegrasikan pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu STEAM dalam merancang solusi sehingga hipotesis dan alternatif solusi untuk masalah penggunaan energi listrik berlebih di Indonesia lebih komprehensif.

Sintaks kedua berupa Mendesain Perencanaan Proyek, pada sintaks ini peserta didik yang telah dibentuk dalam kelompok heterogen bersama-sama saling bertukar pendapat untuk merancang solusi permasalahan melalui lembar kerja peserta didik yang telah diberikan. Peserta

didik menentukan judul proyek, tujuan, dasar teori, alat dan bahan, membuat sketsa desain proyek, serta prosedur pengerjaan proyek. Sintaks pembelajaran yang menggabungkan pemahaman teoritis dengan aplikasi praktis, seperti dalam pembuatan proyek mampu mendorong kemampuan pemecahan masalah peserta didik, khususnya pada indikator perencanaan dan implementasi solusi. Kegiatan ini peserta didik tidak hanya menguasai teori, tetapi juga terlibat aktif dalam mencari klarifikasi dan menerapkan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah nyata sehingga fokus pembelajaran lebih pada pengembangan keterampilan praktis daripada sekadar menjawab pertanyaan teoritis (Kartini et al., 2021; Mutanga, 2024).

Produk yang dibuat oleh peserta didik diarahkan untuk memadukan aspek *science*, *technology*, *engineering*, *art*, *mathematic*. Kegiatan pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan STEAM mampu membantu membangun pemahaman konsep (Lin & Tsai, 2021). Aspek *science*, peserta didik mempertimbangkan konsep solusi untuk permasalahan yang diberikan, seperti lampu bertenaga surya, kipas angin bertenaga surya, pompa air bertenaga surya, dan perahu bertenaga surya. Aspek *technology*, peserta didik diberi kebebasan untuk menggunakan alat dan bahan dalam mendesain proyek, tetapi peserta didik diberi batasan pada komponen teknologi yang digunakan, yaitu dengan menggunakan komponen teknologi panel surya. Aspek *engineering*, peserta didik dapat mengoperasikan instalasi sistem komponen produk dan desain. Aspek *art*, peserta didik merancang desain produk dengan memerhatikan elemen secara estetika. Aspek *mathematic*, peserta didik menghitung daya yang dihasilkan dari panel surya. Sigit et al. (2022) menyatakan bahwa pendekatan STEAM membantu peserta didik dalam mengembangkan pola pikir konvergen dan membangun karakter sehingga memotivasi peserta didik untuk memecahkan masalah dalam pembelajaran berbasis proyek.

Dalam kegiatan pembuatan proyek, peserta didik tidak hanya mengintegrasikan prinsip-prinsip sains, seperti investigasi dan analisis, tetapi juga memanfaatkan teknologi untuk menguji ide-ide inovatif, menerapkan prinsip teknik untuk menyusun solusi yang terstruktur, mengaplikasikan desain untuk menciptakan produk yang menarik dan relevan dengan kehidupan sehari-hari, dan mendapatkan perhitungan produk (Chistyakov et al., 2023; Fauziyah & Palennari, 2024). Kombinasi ini memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan pemahaman holistik dan keterampilan pemecahan masalah, serta kemampuan menerapkan pengetahuan multidisiplin dalam konteks dunia nyata (Atmojo et al., 2021). Dengan demikian, kegiatan pada sintaks Mendesain Perencanaan Proyek sesuai dengan indikator Perencanaan dan Implementasi Solusi.

Sintaks ketiga berupa Menyusun Jadwal Pembuatan, pada sintaks ini peserta didik membuat jadwal pembuatan proyek, termasuk tenggat waktu untuk setiap aktivitas. Peserta didik diminta untuk menyusun jadwal pembuatan proyek bersama teman satu kelompoknya masing-masing yang akan dilaksanakan selama dua minggu. Hal ini sejalan dengan pendapat Fatimah et al. (2022) bahwa tahapan dalam model *Project-based Learning* mampu membantu peserta didik dalam bersosialisasi karena dengan adanya kerja kelompok, peserta didik dapat berdiskusi, mengemukakan pendapat, berkomunikasi, dan saling bertukar informasi dan pengetahuan antar peserta didik. Peserta didik bersama-sama dengan peneliti juga menentukan kesepakatan tenggat waktu atau batas akhir pembuatan proyek.

Sintaks Menyusun Jadwal Pembuatan mengembangkan indikator perencanaan dan implementasi solusi. Hidayat et al. (2022) menyatakan bahwa manajemen waktu dan perencanaan yang baik merupakan komponen kunci dalam pemecahan masalah yang efektif. Pendekatan STEAM, khususnya aspek *Mathematics*, membantu peserta didik dalam pembuatan bagan waktu dan pengelolaan waktu secara efektif. Rohmah et al. (2022) menekankan bahwa matematika tidak hanya berperan sebagai alat bantu perhitungan dan penentuan rumus, tetapi

matematika dapat berperan sebagai bahasa esensial dalam pengorganisasian dan perencanaan proyek.

Sintaks keempat berupa Memonitor Kegiatan dan Kemajuan Proyek mengembangkan indikator perencanaan dan implementasi solusi, pada sintaks ini masing-masing kelompok telah merancang proyek solusi penggunaan energi listrik berlebih secara langsung dengan menyusun instalasi sistem, seperti penyambungan antara kabel, panel surya, dengan komponen lainnya menggunakan solder listrik, mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya menggunakan multimeter, dan menghitung daya yang dihasilkan, serta menyusun estetika desain produk sesuai konsep solusi yang dipilih. Peserta didik melaksanakan proses pembuatan produk untuk membuktikan hipotesis yang telah peserta didik buat. Keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembuatan produk dapat meningkatkan pemahaman konseptual, mengembangkan keterampilan kolaborasi, observasi, dan analisis data karena peserta didik melaksanakan proses ilmiah secara langsung sehingga dalam proses tersebut mampu mengasah keterampilan pemecahan masalah (Ali et al., 2024).

Kegiatan monitoring kegiatan dan kemajuan proyek peserta didik dilakukan pada dua kali pertemuan. Pada kegiatan ini, peneliti memonitor perkembangan masing-masing kelompok dengan mengecek lembar kerja peserta didik yang berisi kemajuan, kendala, dan rencana tindak lanjut pembuatan proyek. Tak hanya itu, pada tahap ini peneliti juga memberikan kritik dan saran untuk bagian instalasi dan bagian desain dari hasil produk masing-masing kelompok. Kegiatan monitoring dan umpan balik berkelanjutan selama proses pembelajaran berbasis proyek memegang peran krusial dalam keberhasilan peserta didik. Proses tersebut memastikan peserta didik tetap fokus pada tujuan proyek, menyempurnakan pemahaman mereka terhadap materi, serta mengatasi kesalahan secara tepat waktu, sekaligus melalui kegiatan monitoring dan umpan balik yang berulang tidak hanya membantu peserta didik menguasai konsep secara lebih mendalam, tetapi juga memastikan bahwa aktivitas dan pengembangan proyek peserta didik sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan (Agusdianita, 2023; Thomas, 2000).

Sintaks kelima berupa menguji hasil, pada sintaks ini peserta didik menguji produk yang telah dibuat, menganalisis setiap aspek STEAM produk yang ada pada lembar kerja peserta didik, dan membandingkan hasil proyek dengan hipotesis awal. Tahap ini mengembangkan indikator analisis dan evaluasi hasil. Ali et al. (2024) menyatakan bahwa peserta didik yang menyusun dan menafsirkan data secara sistematis sebelum menarik kesimpulan akhir dapat memperkuat kemampuan dalam berpikir logis dan memecahkan masalah. Masing-masing kelompok mempresentasikan hasil proyeknya dan kelompok lain memberikan tanggapan terhadap proyek tersebut. Dengan adanya kegiatan diskusi yang dilanjutkan dengan presentasi, akan memberikan banyak kesempatan kepada peserta didik untuk belajar berkomunikasi secara lisan. Agustina & Karimah (2023) menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah tidak dapat diperoleh begitu saja, harus didukung dengan pembelajaran yang aktif, komunikatif dan berorientasi pada peserta didik sehingga dapat membantu peserta didik dalam memecahkan permasalahan yang dihadapinya.

Sintaks keenam berupa mengevaluasi pengalaman, pada sintaks ini peserta didik merefleksikan keberhasilan dan kekurangan produk, menyimpulkan aspek STEAM dari produk yang dibuat, serta mengembangkan rekomendasi untuk perbaikan produk. Sintaks ini mengembangkan indikator refleksi dan penyimpulan. Setiap kelompok menampilkan hasil proyek di depan kelas kemudian menyebutkan kelebihan dan kekurangan proyek serta menerima saran dari peserta didik lain agar membuat produk menjadi lebih baik. Kegiatan pembelajaran ini mengembangkan kemampuan peserta didik dalam menemukan solusi sehingga ketika peserta didik menghadapi masalah lain, mereka sudah terbiasa dengan proses mengevaluasi dan mengembangkan solusi (Zhang & Hwang, 2023).

Pada kegiatan ini, peneliti memberikan tanggapan terhadap setiap proyek yang dihasilkan oleh kelompok dan kemudian juga memberikan kesimpulan dan refleksi terhadap konsep perubahan bentuk energi, perpindahan kalor, dan sumber energi listrik ramah lingkungan. Larmer et al. (2015) menyatakan bahwa evaluasi yang efektif terhadap pengalaman belajar berbasis proyek membantu guru mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dan memastikan bahwa peserta didik memperoleh manfaat penuh dari model pembelajaran berbasis proyek. Demikian pula, Thomas (2000) berpendapat bahwa penting untuk mengevaluasi pengalaman belajar model *Project-based Learning* secara sistematis untuk memastikan bahwa peserta didik tidak hanya menyelesaikan proyek tetapi juga mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, setelah mengimplementasikan model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM terjadi peningkatan kemampuan pemecahan masalah pada peserta didik dibandingkan dengan mengimplementasikan model *Discovery Learning*. Hal ini disebabkan perbedaan kegiatan pada model *Discovery Learning* yang ditunjukkan dari langkah-langkah atau sintaks pembelajaran model tersebut.

Sintaks Pemberian Stimulasi dan Identifikasi Masalah melibatkan peserta didik untuk menganalisis penggunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari dan menyaksikan video tentang sumber energi terbarukan. Proses identifikasi masalah bersifat teoritis dan tidak diarahkan secara terstruktur untuk memecahkan dan merancang solusi secara nyata. Hal tersebut berpengaruh pada alur kegiatan selanjutnya, yaitu sintaks Pengumpulan Data. Peserta didik mengumpulkan informasi mengenai jenis sumber energi terbarukan yang paling efisien, teknologi, dampak lingkungan, ketersediaan di Indonesia, biaya dan manfaat pengembangannya. Kegiatan tersebut kurang fokus untuk mengarah pada proses pencarian solusi yang lebih aplikatif dan menyebabkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kurang kuat. Kartini et al. (2021) menyatakan salah satu alasannya karena kegiatan pembelajaran hanya berfokus pada konsep sehingga peserta didik tidak dapat menyesuaikan apa yang telah mereka pelajari ke dalam suatu masalah dunia nyata secara mendalam.

Solusi penggunaan energi listrik berlebih dan pemanfaatan sumber energi terbarukan yang dirumuskan peserta didik berdasarkan hasil identifikasi masalah dan pengumpulan data dilaksanakan pada sintaks Pengolahan Data. Solusi pemanfaatan sumber energi terbarukan berupa pengembangan gagasan konseptual berbentuk infografis dengan fokus pada pemahaman dan komunikasi ide tanpa harus mengimplementasikan dalam wujud nyata. Kurangnya penekanan pada pengalaman praktis dan kegiatan langsung menyebabkan peserta didik tidak siap untuk memecahkan masalah dalam menghadapi kompleksitas dunia nyata padahal dalam proses pembuatan produk, peserta didik akan menghadapi beberapa masalah dan menggunakan pengetahuan mereka untuk mengatasi masalah tersebut (Mutanga, 2024).

Sintaks Pembuktian melibatkan peserta didik untuk menyampaikan gagasan yang telah disusun tentang solusi pemanfaatan sumber energi terbarukan di depan kelas dan menerima umpan balik berupa kritik, saran, dan pertanyaan sebagai proses evaluasi, kemudian peserta didik menganalisis gagasan berdasarkan kriteria, seperti kelayakan jangka panjang, dampak lingkungan, biaya implementasi, ketersediaan sumber energi, dan pengaruhnya terhadap masyarakat. Pengembangan keterampilan komunikasi, analisis, dan evaluasi untuk pemecahan masalah yang dilakukan kurang intensif karena tidak ada perbaikan solusi produk secara langsung. Peserta didik harus menghadapi tantangan teknis, mengatasi kendala, dan melakukan perbaikan iteratif berdasarkan hasil evaluasi agar peserta didik dapat mengusulkan solusi terbaik untuk menyelesaikan masalah, mempertimbangkan hubungan antara pengetahuan, keterampilan, dan masalah nyata (Abdurrahman dkk., 2019).

Peserta didik merefleksikan kelebihan dan kekurangan dari gagasan yang telah disusun kemudian menyimpulkan pemahaman baru tentang konsep energi terbarukan dan

mengembangkan rekomendasi untuk pengembangan gagasan melalui sintaks Generalisasi atau Penarikan Kesimpulan. Kegiatan dalam sintaks Generalisasi atau Penarikan Kesimpulan hanya bersifat reflektif, peserta didik tidak diajak untuk menerapkan pengetahuan tersebut dalam menyelesaikan masalah nyata. Kegiatan dalam model *Discovery Learning* lebih bersifat konseptual, tidak ada proyek nyata yang harus diselesaikan sehingga peserta didik tidak memiliki kesempatan untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam konteks nyata. Kegiatan yang berfokus pada aspek keterampilan lebih efektif dalam memicu kemampuan pemecahan masalah daripada sekedar menjawab pertanyaan tanpa diterapkan dalam proyek nyata (Kang, 2019).

Model *Project-based Learning* memiliki fokus pada proyek nyata, implementasi dan evaluasi produk, serta proses yang melibatkan refleksi dan perbaikan pada solusi produk secara langsung, serta mengintegrasikan pendekatan STEAM yang memungkinkan peserta didik untuk melihat masalah dari berbagai perspektif dan mengembangkan solusi komprehensif dibandingkan dengan model *Discovery Learning* yang hanya berupa gagasan dan kurang intensif dalam melatih keterampilan teknis dan aplikatif. Dengan demikian, model *Project-based Learning* dengan pendekatan STEAM dapat menunjukkan perbedaan signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa implementasi model *Project-based Learning* dengan Pendekatan STEAM menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dibandingkan dengan model *Discovery Learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriyawati, A., Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). STEAM-project-based learning integration to improve elementary school students' scientific literacy on alternative energy learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1863–1873.
- Astriani, D., Martini, Rosdiana, L., Fauziah, A. N. M., & Purnomo, A. R. (2023). STEAM-Project Based Learning (PjBL): Efforts to Train Critical Thinking Skills for Prospective Science Teacher. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 7909–7915. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.3823>
- Astuti, N. H., Rusilowati, A., Subali, B., & Marwoto, P. (2020). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Model Polya Materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi Siswa SMP. *Unnes Physics Education Journal*, 9(1).
- Belet-Boyacı, Ş., & Güner-Özer, M. (2019). The future of learning: Turkish language course curricula from the perspective of 21st-century skills. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9(2), 708–738.
- Bina, N. S., & Ramadhani, R. (2021). Pengaruh metode pembelajaran kooperatif tipe think-pairsquare terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. *Journal of Authentic Research on Mathematics Education (JARME)*, 3(1), 84–92.
- Bircan, M. A., & Akman, E. (2023). The Relationship Between Students' 21st-Century Skills and Academic Performance in Science and Mathematics. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 18(1), 273–291. <https://doi.org/10.29329/epasr.2023.525.13>
- Chistyakov, A. A., Zhdanov, S. P., Avdeeva, E. L., Dyadichenko, E. A., Kunitsyna, M. L., & Yagudina, R. I. (2023). Exploring the characteristics and effectiveness of project-based

- learning for science and STEAM education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/13128>
- Ermawan, M. Z. F., & Fauziah, A. N. M. (2023). *ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH IPA PADA SISWA SMP DALAM MENYELESAIKAN SOAL IPA*. <https://lentera.publikasiku.id/index.php>
- Fitria, D., Lufri, Elizar, & Amran, A. (2023). 21st Century Skill-Based Learning (Teacher Problems In Applying 21st Century Skills). *International Journal Of Humanities Education And Social Sciences (IJHESS)*, 2(4), 1366–1373.
- Hardy, J. G., Sdepanian, S., Stowell, A. F., & Aljohani, A. D. (2021). Potential for Chemistry in multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary teaching activities in higher education. *J. Chem. Educ.*, 98(4), 1124–1145.
- Indah, P., & Nuraeni, R. (2021). *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika Perbandingan Kemampuan Penalaran Deduktif Matematis Melalui Model PBL dan IBL Berdasarkan KAM*. 10(1). <http://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/mosharafa>
- Karan, E., & Brown, L. (2022). Enhancing Student's Problem-Solving Skills through Project-Based Learning. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 10(1), 74–87.
- Liliasari. (2013). *Berpikir Kompleks dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA*. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Ling, Y., Zhou, L., Zhang, B., & Ren, H. (2024). Developing middle school students' problem-solving ability through interdisciplinary project-based learning. *Education for Chemical Engineers*, 46, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.11.001>
- Lu, S. Y., Lo, C. C., & Syu, J. Y. (2021). Project-based learning-oriented STEAM: the case of micro-bit paper-cutting lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(5), 2553–2575.
- Lubis, M. U., Siagian, F. A., Zega, Z., Nuhdin, & Nasution, A. F. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Abad 21 dalam Pendidikan. *Education and Learning Journal*, 2(5), 691–695.
- Lucas, G. (2007). *How Does Project-Based Learning Work?* <https://www.edutopia.org/project-based-learning-guide-implementation>.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, Pierre., & Arora, A. (2015). *TIMSS 2015 international results in mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Mullis, Martin, M., Foy, P., Kelly, D., & Fishbein, B. (2019). *TIMSS 2019 INTERNATIONAL RESULTS IN MATHEMATICS AND SCIENCE*.
- OECD. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition*. OECD Publishing .
- Ruslan, M. S. H., Bilad, M. R., Noh, M. H., & Sufian, S. (2021). Integrated project-based learning (IPBL) implementation for first year chemical engineering student: DIY hydraulic jack project. *Education for Chemical Engineers*, 35, 54–62.
- Sari, D. M. M., & Prasetyo, Y. (2021). Project-based-learning on critical reading course to enhance critical thinking skills. *Studies in English Language and Education*, 8(2), 442–456. <https://doi.org/10.24815/siele.v8i2.18407>
- Treepob, H., Hemtasin, C., & Thongsuk, T. (2023). Development of Scientific Problem-Solving Skills in Grade 9 Students by Applying Problem-Based Learning. *International Education Studies*, 16(4), 29. <https://doi.org/10.5539/ies.v16n4p29>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.

Tu, F., Wu, L., Kinshuk, Ding, J., & Chen, H. (2025). Exploring the influence of regulated learning processes on learners' prestige in project-based learning. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12870-1>