

Integrasi Project Based Learning dalam Science Technology Engineering and Mathematics untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika

¹Surya Jatmika, ²Sri Lestari, ¹Rahmatullah, ¹Pujianto, ¹Wipar Sunu Brams Dwandaru

¹ Prodi Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl Colombo 1, Sleman, 55281, Indonesia

² SMA Negeri 1 Yogyakarta, Jalan H.O.S Cokroaminoto 10, Yogyakarta, 55253, Indonesia

E-mail: suryajatmika.2019@student.uny.ac.id; bcl.fisika@gmail.com; rahmatullah.2019@student.uny.ac.id; pujianto@uny.ac.id, wipsarian@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *project based learning* (PjBL) berbasis *science technology engineering and mathematics* (STEM) terhadap kemampuan keterampilan proses sains peserta didik dalam pembelajaran Fisika. Penelitian ini menggunakan rancangan pre-experiment dengan jenis *one-group pretest-posttest design*. Penelitian ini menggunakan satu kelompok (kelas) dengan teknik pengambilan *sample random* (acak). Kelas yang digunakan, yaitu kelas X MIPA 4 di SMA N 1 Yogyakarta. Responden penelitian sebanyak 36 peserta didik. Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil tes awal dan tes akhir. Semua indikator keterampilan proses sains yang diukur juga mengalami peningkatan. Peningkatan yang terjadi termasuk dalam kategori sedang. Hasil analisis uji-t *one group pretest and posttest* menunjukkan bahwa model PjBL terintegrasi STEM mempengaruhi keterampilan proses sains peserta didik. Berdasarkan hasil angket tanggapan peserta didik terhadap penerapan PjBL berbasis STEM secara keseluruhan sebesar 78,21%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan model PjBL terintegrasi STEM dalam pembelajaran fisika memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan proses sains peserta didik.

Kata Kunci: Keterampilan proses sains, PjBL, STEM, pembelajaran Fisika.

Integration of Project Based Learning in Science Technology Engineering and Mathematics to Improve Science Process Skills in Physics Learning

Abstract

This study aims to determine the effect of project based learning (PjBL) based on science technology engineering and mathematics (STEM) towards the ability of students' science process skills in physics learning. This study uses a pre-experimental design with a one-group pretest-posttest design. This study uses one group (class) with random sampling technique. The class used is class X MIPA 4 at SMAN 1 Yogyakarta. The study respondents are 36 students. The results of the analysis shows that there is an increase in the results of the initial and final tests. All indicators of measured science process skills also increased. The increase that occurred is included in the medium category. The results of the one group pretest and posttest t-test analysis shows that the integrated STEM-based PjBL model affects the science process skills of students. The results of the student questionnaire responses to the application of STEM-based PjBL as a whole is 78.21%. These results indicate that the use of the STEM-based PjBL model in physics learning has a positive influence on students' science process skills.

Keywords: Science process skill, PjBL, STEM, physics learning.

How to Cite: Jatmika, S., Lestari, S., Rahmatullah, R., Pujianto, P., Sunu Brams Dwandaru, W. (2020). Integrasi Project Based Learning dalam Science Technology Engineering and Mathematics untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 6(2), 107-119. <http://doi.org/10.25273/jpfk.v6i2.8688>

PENDAHULUAN

Peradaban manusia berkembang sangat cepat. [Toffler \(1981\)](#) menjelaskan bahwa peradaban manusia melalui tiga gelombang. Gelombang pertama manusia berfokus pada agraris (pertanian). Gelombang kedua adalah revolusi industri yang ditandai peralihan manusia menggunakan produk teknologi berbahan bakar. Perkembangan revolusi industri juga tidak lepas dari perkembangan teori fisika dengan masuknya teori termodinamika. Gelombang ketiga adalah gelombang informasi yang ditandai dengan kemajuan alat komunikasi. Saat ini, manusia sudah berada pada masa ekonomi digital. Proses transaksi ekonomi sudah tidak perlu secara langsung dan dengan benda berwujud. Masyarakat sudah menggunakan teknologi dalam proses transaksi. Kemajuan peradaban tidak terlepas dari kemajuan sains dan teknologi yang menjadi sentral peradaban yang selalu bergerak kedepan ([Ariyanto, 2018](#)). Oleh karena itu, Abad ke-21 menuntut manusia untuk terus mengembangkan dan mengasah kemampuannya.

Konsep sains, matematika, teknologi, dan teknik pada abad 21 sudah terakulturasi menghasilkan produk yang membantu kehidupan. Kemajuan ini adalah hasil perkembangan olah pikir manusia yang mengembangkan ragam riset ilmiah. Kemajuan sebuah negara disertai dengan peningkatan kemampuan pengembangan inovasi dalam sains dan teknologi penduduknya ([Nasution, 2016](#)). Negara-negara besar dan maju memiliki jumlah riset dan publikasi yang banyak. Data Scimago per 20 Januari 2020 mencatat lima besar negara dengan jumlah publikasi ilmiah terbanyak adalah negara maju. Lima negara tersebut ialah: Amerika, China, Inggris, Jerman, dan Jepang. Pesatnya kemajuan riset ilmiah disebabkan meningkatnya keterampilan sikap ilmiah, terutama pada peserta didik.

Dalam hal sikap ilmiah, peserta didik Indonesia masih memiliki prestasi rendah. Hal ini diindikasikan dari prestasi sains peserta didik Indonesia. Data PISA (The Programme for International Student Assessment) menunjukkan prestasi sains peserta didik menduduki peringkat 71 dari 79 negara ([PISA, 2019](#)). Selain itu, angka publikasi ilmiah Indonesia masih rendah. Pada tahun 2018, Indonesia tertinggal jauh dari Singapura, Malaysia, Thailand, Filipina, Brunei, dan Vietnam ([Gerintya, 2019](#)). Pada tahun 2020, data Scimago menunjukkan Indonesia berada masih tertinggal dengan Malaysia, Singapura, dan Thailand. Kondisi ini sangat memprihatkan ditengah jumlah penduduk dan sumber daya yang melimpah. Permasalahan ini perlu diperhitungkan demi ketahanan dan kemajuan negara. Salah satu solusi meningkatkan sikap ilmiah adalah menumbuhkan keterampilan proses sains terutama dikalangan peserta didik.

Pembelajaran fisika perlu menekankan keterampilan proses sains (KPS) pada peserta didik. Sebagai bagian dari IPA, fisika juga memiliki tiga hakikat yaitu sebagai proses, produk, dan prosedur. Fisika sebagai proses memiliki makna fisika memiliki proses guna mendapatkan pengetahuan terkait alam dan sains. Proses sains memiliki beragam definisi dari para ahli. ([Gasila et al., 2019](#)) menyatakan bahwa keterampilan berfikir dilatih dalam keterampilan proses sains guna mengembangkan teori sains. ([Zulaeha et al., 2014](#)) menjelaskan bahwa KPS adalah segala proses yang dilakukan yang berhubungan dengan sains. Pendekatan KPS didefinisikan sebagai pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang diaplikasikan dalam kehidupan yang diperoleh melalui penekanan proses belajar dan kreativitas pada diri peserta didik ([Mulyasa, 2015](#)). Dengan demikian, secara sederhana, KPS adalah berbagai usaha yang dilakukan peserta didik untuk mendapatkan dan mengembangkan pengetahuan sains.

Para ahli merumuskan beberapa indikator KPS. [Verawati \(2013\)](#) merumuskan sebelas indikator KPS meliputi: mengobservasi, menentukan keterkaitan ruang/waktu, merancang hipotesis, merancang riset, menentukan variabel, pemaknaan, membuat kesimpulan, menduga (meramal), mengaplikasikan, dan mengkomunikasikan. [Perbukuan \(1999\)](#) menentukan lima indikator ketrampilan dasar KPS yaitu: mengobservasi, mengukur, mengkomunikasikan, meramalkan, dan klasifikasi. [Rustaman \(2005\)](#) merumuskan sepuluh indikator KPS yang hampir mirip dengan rumusan Semiawan. Perbedaan keduanya terletak pada keberadaan mengajukan pertanyaan. Penelitian ini menggunakan lima indikator KPS yaitu: mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menafsirkan, dan mengkomunikasikan.

Pembelajaran sains dengan pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) melatih beragam kemampuan peserta didik. STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis ([Sukmana, 2018](#)), keterampilan ilmiah ([Wisnu Wibowo, 2018](#)), kolaborasi ([Mu'minah & Aripin, 2019](#)), dan berpikir kreatif ([Heryanti, 2020](#)). Dalam ranah pendidikan dasar dan menengah, pendekatan STEM ditujukan membentuk setidaknya empat sikap peserta didik yang sadar STEM ([Bybee, 2013](#)). Pertama, peserta didik memiliki kemampuan memahami dan menjelaskan permasalahan disekitarnya dan menemukan solusinya. Kedua, peserta didik mengenali ciri-ciri disiplin STEM. Ketiga, peserta didik menyadari bahwa lingkungan material, intelektual, dan kultural dibentuk oleh disiplin STEM. Terakhir, peserta didik menunjukkan sikap peduli terhadap isu-isu yang sedang terjadi dan terkait dengan STEM (pengamanan energi, energi terbarukan, lingkungan berkualitas).

Keunggulan pembelajaran dengan pendekatan STEM yang utama adalah peningkatan kemampuan sikap ilmiah serta proses ilmiah ([Stohlmann et al., 2012](#)). Kecakapan tersebut dibutuhkan di abad 21 oleh peserta didik untuk menghadapi tantangan global. Dengan pembelajaran STEM, peserta didik diminta mengamati kondisi alam dan sosial yang ada disekitar mereka. Selanjutnya, peserta didik diajak untuk mengasah kemampuan literasi yang baik dari ragam disiplin ilmu terutama teknologi dan sains. Tahap tersebut mengajak siswa mempertajam konsep sains. Kemudian, peserta didik memecahkan dan atau menciptakan solusi berupa produk teknologi melalui rangkaian kemampuan sains yang telah diasah. Akhirnya, peserta didik melakukan proses dan sikap ilmiah (sains) untuk memecahkan masalah yang dihadapi masyarakat sekitar.

Salah satu model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan STEM adalah PjBL. Project Based Learning (PjBL) menjadi salah satu model pembelajaran yang ditekankan di kurikulum 2013. Hal ini dikarenakan kurikulum 2013 berfokus pada proses pembelajaran dengan mengajak siswa mencari dan membangun konsep ([Rahayu, 2017](#)). Model pembelajaran ini menuntun peserta didik belajar aktif dan memberikan pengalaman bermakna dalam proses pembelajaran. Peserta didik membangun konsep dan pengalaman dari produk yang mereka hasilkan dalam proses pembelajaran berbasis proyek. Pembelajaran berbasis proyek sangat cocok digunakan dalam pembelajaran interdisipliner. Hal ini dikarenakan pembelajaran melibatkan beragam keterampilan akademik dalam diri peserta didik, seperti: menulis, berhitung, literasi dan sebagainya. Selain itu, model pembelajaran tersebut sesuai untuk membentuk pemahaman konsep dengan asimilasi ragam mata pelajaran ([Capraro et al., 2013](#)). Dengan demikian, model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM diharapkan mampu meningkatkan ketrampilan proses sains pada peserta didik.

Penggunaan model pembelajaran PjBL terintegrasi dapat diterapkan pada pelajaran fisika. Salah satu materi yang sangat cocok dengan metode pembelajaran tersebut adalah usaha dan energi. Usaha dan energi merupakan materi yang sangat dekat dengan kehidupan manusia. Saat ini, energi menjadi isu global yang hangat diperbincangkan. Peningkatan populasi manusia disertai dengan peningkatan konsumsi energi. Beberapa negara di dunia tengah bereksperimen menghasilkan energi yang murah dan ramah lingkungan. Setelah mempelajari materi usaha dan energi dengan pembelajaran PjBL terintegrasi STEM, peserta didik diharapkan mampu menjawab permasalahan energi. Salah satu contoh solusi dari pembelajaran usaha dan energi adalah peserta didik dapat menghasilkan energi dari gerak (usaha) seperti PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air).

Integrasi model pembelajaran PjBL dengan pendekatan STEM adalah langkah baik untuk meningkatkan kemampuan proses sains peserta didik. Sejauh ini, penelitian memperoleh hasil bahwa pembelajaran PjBL dengan integrasi STEM mampu meningkatkan minat belajar peserta didik (Tseng et al., 2013). Penelitian integrasi PjBL dengan STEM pada materi usaha dan energi masih belum dilakukan. Penelitian senada pernah dilakukan pada materi momentum dan impuls dengan integrasi TPACK (Purwita, 2019). Selain itu, Kristiani et al. (2017) menerapkan pembelajaran STEM-PjBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Variabel proses ilmiah juga belum diamati oleh beberapa peneliti. Penelitian sebelumnya lebih berfokus pada pemecahan masalah (Maya, 2019), penguasaan konsep (Maya, 2019) dan berpikir kreatif (Usdiana, 2019).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penulis merasakan pentingnya menciptakan pembelajaran yang variatif guna meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Oleh karena itu, penulis melakukan sebuah penelitian mengenai pengaruh model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM pada materi usaha dan energi terhadap keterampilan proses sains peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran PjBL terintegrasi STEM dalam meningkatkan KPS peserta didik. Selain itu, penelitian ini juga untuk mengetahui ketertarikan peserta didik pada model pembelajaran yang diberikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan pre-experiment dengan jenis one-group pretest-posttest design. Jenis penelitian tersebut menggunakan satu kelompok (kelas) yang diberikan uji sebelum dan setelah perlakuan. Uji pre-test bertujuan untuk mengetahui kelemahan siswa sebelum perlakuan diberikan (Hastjarjo, 2019). Jenis penelitian ini telah banyak diterapkan dalam penelitian pendidikan (Dewantara, 2019; Jatmika et al., 2021; Shofiyah, 2020). Penelitian menggunakan satu kelompok (kelas) yaitu X MIPA 4 di SMA Negeri 1 Yogyakarta. Responden penelitian sebanyak 36 peserta didik. Pada pertemuan awal, peserta didik melakukan pre-test (tes awal). Tujuannya sebagai bentuk observasi kemampuan awal KPS peserta didik sebelum diberi perlakuan. Setelah itu, peserta didik diberikan perlakuan berupa model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM pada materi usaha dan energi. Kegiatan akhir peserta didik yaitu mengerjakan soal-soal post-test (tes akhir). Berikut ini adalah rancangan penelitian yang dilakukan (Setyosari, 2010).



Gambar 1. Desain rancangan one-group pretest-posttest design.

Keterangan :

- Z_1 : Kelas melakukan tes awal
- Y : Kelas menerapkan pembelajaran model PjBL terintegrasi STEM
- Z_2 : Kelas melakukan tes akhir

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tiga tahap yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan akhir. Tahap perencanaan meliputi pembuatan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan soal pre-test dan post-test keterampilan proses sains. Tahap pelaksanaan merupakan bentuk penerapan dari setiap perencanaan yang telah disiapkan. Peserta didik mengerjakan tes awal, melaksanakan pembelajaran menggunakan model PjBL terintegrasi STEM dan melakukan tes akhir. Selama pembelajaran peserta didik mengerjakan beberapa LKPD. Tahap akhir berupa analisis data dan penulisan artikel untuk dipublikasi.

Data penelitian diperoleh dari hasil tes tertulis dan angket minat peserta didik. Soal tes yang diberikan kepada peserta didik dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan proses sains. Soal berbentuk esai dengan jumlah sepuluh soal yang meliputi lima indikator proses sains. Indikator yang diukur diantaranya mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menafsirkan, dan mengkomunikasikan. Selain itu, angket minat peserta didik terhadap pembelajaran dengan menggunakan skala Likert 1-4. Angket tanggapan peserta didik berupa pernyataan-pernyataan positif mengenai suatu objek tanggapan.

Analisis data diawali dengan menilai dan menghitung nilai pretest dan posttest. Pengaruh model PjBL terintegrasi STEM dianalisis menggunakan uji t one group pretest and posttest menggunakan aplikasi SPSS 21. Uji-t one group pre-test and post-test digunakan guna menguji/membandingkan satu variabel bebas. Peningkatan hasil perlakuan terhadap keterampilan proses sains peserta didik menggunakan analisis uji n-gain dengan persamaan sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria gain Normalisasi

Gain Normal (g)	Kriteria
$\langle g \rangle \geq 0.7$	Tinggi
$0.3 < \langle g \rangle < 0.7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0.3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Efektivitas PjBL Terintegrasi STEM dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini yaitu pengintegrasian model PjBL dengan STEM learning dalam pembelajaran di kelas. Keterampilan proses sains peserta didik menjadi target peningkatan sehingga perlakuan dapat dikatakan berpengaruh. Berikut ini adalah kisi-kisi indikator keterampilan

proses sains yang digunakan dalam penelitian ini (Rustaman et al., 2005; Tyas et al., 2020).

Tabel 2. Penjelasan Kisi-Kisi Indikator Keterampilan Proses Sains

No.	Aspek Keterampilan Proses Sains	Penjelasan Indikator
1	Mengajukan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pertanyaan mengenai mengapa, apa, dan bagaimana. • Meminta penjelasan.
2	Merumuskan hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan pertanyaan yang didasari hipotesis. • Mengenali pertanyaan dan/atau pernyataan yang bisa dan/atau tidak bisa diuji. • Merancang pernyataan seperti: pertanyaan, dugaan, dan simpulan yang dapat diujikan melalui percobaan (eksperimen). • Mengajukan dugaan akibat yang terjadi terkait keberadaan suatu faktor dalam suatu kondisi.
3	Merencanakan percobaan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengenali sesuatu yang diukur pada suatu pengamatan/ penelitian. • Menguji hipotesis dengan rancangan penelitian yang tepat • Mengenali batasan-batasan masalah/metode dan alata bahan yang digunakan dalam penelitian.
4	Menafsirkan	<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan penelitian dengan prosedur yang sesuai standar. • Mengaitkan hasil-hasil eksperimen dan pengamatan. • Menyimpulkan • Mengidentifikasi pola pada suatu pengamatan
5	Mengkomunikasikan	<ul style="list-style-type: none"> • Melaporkan hasil pengamatan dengan sistematis. • Mengkonversi hasil pengamatan dalam bentuk lain seperti: tabel, grafik, diagram, dan bentuk lainnya. • Memahami hasil/laporan pengamatan dalam beragam bentuk. • Memutuskan langkah yang tepat berdasarkan informasi yang diberikan.

Seluruh tahap penelitian yang dilakukan berjalan dengan lancar. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan bantuan aplikasi SPSS 21. Data yang tercantum dalam hasil uji menggunakan SPSS 21 adalah gain, N-gain dan kategori yang dihasilkan. Gain digunakan untuk melihat rentang selisih pretest dan posttest peserta didik. N-gain menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains peserta didik untuk kemudian dinyatakan dalam bentuk kategori. Hasil analisis data menggunakan aplikasi SPSS 21 dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Analisis Pretest dan Posttest Keterampilan Proses Sains Peserta Didik

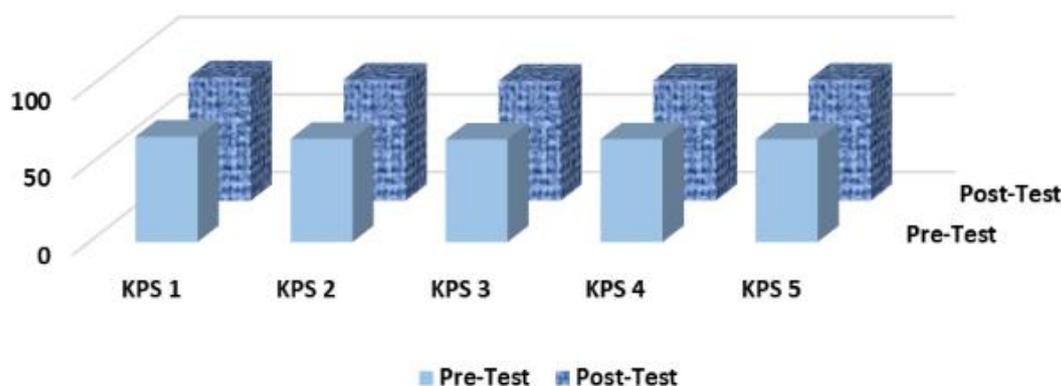
Sumber Data	Rata-Rata						
	N	Pretest	Posttest	Sig*	Gain	N-gain	Kategori
KPM	32	66,8	78,4	0,00	11,6	0,60	Sedang

*level signifikansi 0,05

Berdasarkan tabel 2, nilai rerata posttest peserta didik sebesar 78,4 lebih besar dibanding dengan nilai pretest yaitu sebesar 66,8. Artinya, terjadi peningkatan (gain) sebesar 11,6 setelah diberikan perlakuan model PjBL terintegrasi STEM. Kategori peningkatan hasil tes didapatkan menggunakan uji N-gain (nilai gain yang ternormalisasi). Hasil perhitungan memperoleh N-gain sebesar 0,60. Berdasarkan kategori dari sumber yang digunakan, nilai tersebut masuk kedalam kategori sedang. Jadi, secara umum keterampilan proses sains peserta didik setelah diberi perlakuan mengalami peningkatan dalam kategori sedang.

Secara khusus, penelitian ini juga mengamati peningkatan keterampilan proses sains peserta didik pada setiap indikator. Grafik peningkatan keterampilan

proses sains dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan kategori peningkatan keterampilan proses sains untuk tiap-tiap indikator dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 2. Grafik perkembangan rata-rata pre-test dan post-test untuk setiap indikator KPS

Tabel 3. Peningkatan tiap indikator keterampilan proses sains peserta didik

No.	Aspek KPS	N-Gain	Kategori
1	Mengajukan pertanyaan	0,60	Sedang
2	Merumuskan hipotesis	0,58	Sedang
3	Merencanakan percobaan	0,59	Sedang
4	Menafsirkan	0,64	Sedang
5	Mengkomunikasi	0,59	Sedang

Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil post-test peserta didik lebih besar dibandingkan hasil pre-test untuk semua indikator keterampilan proses sains. Berdasarkan tabel 3, keterampilan menafsirkan memiliki skor nilai kenaikan paling besar dengan skor N-Gain ($\langle g \rangle$) pada 0,64. Tetapi di sisi lain, peningkatan N-Gain terendah terjadi pada keterampilan merumuskan hipotesis yaitu sebesar 0,58. Padahal, semua pertanyaan yang dikembangkan (pre-test dan post-test) untuk kedua aspek ini berada dalam tingkat kesulitan yang sama yaitu kategori sedang. Temuan ini senada dengan temuan (Ratnasari et al., 2017) yang juga memperoleh hasil bahwa kemampuan merumuskan hipotesis adalah yang terendah dari semua indikator yang diujikan.

Pada aspek menafsirkan peserta didik mampu memperoleh peningkatan terbesar. Peserta didik mampu memahami keterkaitan antar variabel dalam persamaan usaha dan energi. Pemahaman keterkaitan variabel yang baik memudahkan siswa menarik kesimpulan. Sebagai contoh, siswa menyimpulkan bahwa hubungan energi potensial dengan ketinggian adalah sebanding. Artinya, semakin tinggi posisi benda semakin besar energi potensialnya. Pengetahuan ini sangat dibutuhkan siswa, sehingga mereka tidak hanya pandai menghitung dan menghafalkan rumus saja. Tingginya kemampuan menafsirkan tidak terlepas dari pengaruh keberadaan praktikum. Lemahnya kemampuan sains disebabkan keterlaksanaan praktikum Fisika di sekolah masih kurang (Putri et al., 2017). Padahal praktikum mampu menguatkan pemahaman konsep siswa. Hal ini dikarenakan praktikum adalah teknik untuk menguatkan konsep fisika, menunjukkan keterkaitan antara variabel dan konsep dengan kondisi riil di dunia nyata (Prihatiningtyas et al., 2013).

Pada aspek keterampilan komunikasi terjadi peningkatan yang cukup besar (0,59). Hal ini dikarenakan keterampilan komunikasi sering dilatih dalam berbagai bentuk dalam proses pembelajaran. Dari analisis hasil pekerjaan siswa (post-test), siswa mampu menjelaskan grafik mengenai energi potensial dan energi kinetik. Akan tetapi, tidak sedikit siswa mengalami kesulitan menjelaskan grafik tersebut. Selain itu, siswa juga dapat membuat grafik dari data yang diberikan. Dalam pelaksanaan LKPD, siswa dapat membuat laporan percobaan secara sistematis dan dengan bahasa yang dapat dipahami. Dalam pelaksanaan proyek, beberapa siswa dapat mempresentasikan hasil proyek mereka dengan baik. Di abad ke-21 ini, kemampuan komunikasi diperlukan oleh peserta didik. [Usman Moh \(2008\)](#) menjelaskan bahwa kemampuan komunikasi diperlukan untuk membantu memudahkan seseorang memahami informasi yang disampaikan.

Pada aspek merencanakan percobaan terjadi peningkatan sebesar (0,59). Namun, berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan selama pembelajaran, peserta didik tidak sepenuhnya memahami bagaimana merencanakan suatu percobaan, merencanakan cara memproses dan menginterpretasikan data (baik dari tabel ke grafik), serta cara mengamati suatu hubungan antara hasil percobaan dengan kesimpulan. Banyak siswa bertanya setiap langkah proyek yang akan dilakukan sebelum mereka berusaha sendiri dengan membaca atau mencari literatur lain. Salah satu penyebab kelemahan tersebut adalah pembelajaran sains di Indonesia mayoritas diarahkan hanya sebatas pada nilai kognitif belaka ([Suastra, 2005](#)). Prestasi belajar fisika masih terfokus pada aspek kognitif dan mengabaikan kemampuan peserta didik untuk mengasah keterampilan guna mendapatkan pembelajaran yang bermakna dan pengalaman ([Nurlaila, 2013](#)).

Pada keterampilan memprediksi, peserta didik menguasai keterampilan dalam memecahkan suatu masalah dengan baik. Banyak siswa menjawab dengan tepat pada soal yang meminta siswa untuk memprediksi dan menjelaskan suatu kasus. Hal ini dikarenakan pendekatan pembelajaran yang diterapkan menggunakan model pembelajaran PjBL berbasis STEM. Di awal pembelajaran, siswa dijelaskan materi dengan empat sudut pandang yaitu: sains, teknologi, matematika, dan teknik. Siswa juga diajak untuk mencari pustaka yang relevan dan terpercaya. Selain itu, pembelajaran PjBL menghadapkan peserta didik dengan permasalahan konkret di kehidupan sehari-hari, dan menyelesaikannya melalui produk ciptaannya. [Kubiatko and Vaculová \(2011\)](#) menyatakan bahwa peserta didik dengan pembelajaran PjBL-STEM memiliki keunggulan dalam mengevaluasi setiap kasus yang dihadapkan.

Pada aspek mengajukan hipotesis siswa memperoleh gain terendah. Siswa masih mengalami kesulitan dalam mengajukan pertanyaan (rumusan masalah) yang dapat diuji. Mereka sering mengajukan pertanyaan terkait apa. Selain itu, kemampuan siswa untuk menduga/memperkirakan akibat yang terjadi dari suatu faktor masih lemah. Sebagai contoh, sebelum eksperimen, siswa masih belum bisa memperkirakan bahwa semakin tinggi posisi benda dari titik acuan, semakin besar energi potensialnya. [Kartimi et al. \(2013\)](#) menyatakan bahwa rendahnya keterampilan mengajukan hipotesis karena pengetahuan yang sempit yang dimiliki siswa. Selain itu, kemampuan literasi siswa sangat berpengaruh pada kemampuan menghipotesis. Selain kemampuan literasi siswa Indonesia masih lemah karena nilainya masih jauh dari nilai tertinggi dari beberapa negara yang diuji ([Pakpahan, 2016](#)). Selanjutnya, keterampilan bereksperimen siswa juga lemah karena mereka jarang melakukan praktikum. Pembelajaran PjBL terintegrasi STEM memanfaatkan eksperimen (praktikum) dalam pembelajaran. Eksperimen mengajak dan menuntut

siswa untuk terlibat langsung dalam merancang dan melaksanakan eksperimen, mengajukan hipotesis, dan menarik kesimpulan, sehingga siswa mampu memahami semua peristiwa data/fakta selama bereksperimen, dan tidak hanya beropini dari pemikiran saja (Djamarah & Zain, 2010).

Uji hipotesis penelitian dilakukan guna menentukan efektivitas pembelajaran PjBL terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi usaha dan energi. Uji hipotesis melalui beberapa uji prasyarat yang harus dilalui yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Sebelumnya, penelitian ini telah menentukan dua hipotesis yaitu H_0 dan H_a . H_0 menyatakan bahwa pembelajaran PjBL terintegrasi STEM tidak memberikan pengaruh peningkatan KPS pada peserta didik. Disisi lain, H_a menyatakan bahwa pembelajaran PjBL terintegrasi STEM mampu meningkatkan KPS peserta didik. Setelah lolos melalui uji prasyarat dan data N-Gain keterampilan proses sains, uji statistik parametrik diarahkan pada uji-t one group pre-test and post-test. Uji-t one group pre-test and post-test dikarenakan data penelitian berbentuk numerik dan terdistribusi secara normal. Kriteria keputusan ditetapkan jika signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka H_0 ditolak dan sebaliknya.

Hasil uji parametrik memperoleh nilai signifikansi sebesar 0.00 (lihat tabel 3). Nilai sig^* yang lebih kecil dari 0 yaitu $0,00 < 0,05$, maka hipotesis H_0 secara otomatis ditolak. Hal ini menunjukkan terdapat peningkatan ketrampilan proses sains setelah diberikan pembelajaran dengan model PjBL terintegrasi STEM pada materi usaha dan energi. Hasil menunjukkan bahwa pembelajaran PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Oleh karena itu, pembelajaran fisika untuk materi usaha dan energi dapat menggunakan pembelajaran PjBL terintegrasi STEM.

2. Tanggapan Peserta didik Terhadap Model PjBL Terintegrasi STEM

Teknik angket mengenai sikap digunakan untuk mengetahui respon (ketertarikan) peserta didik terhadap pembelajaran dengan model PjBL terintegrasi STEM. Angket berisikan 15 pernyataan positif dengan 4 skala disetiap pernyataannya. Penyebaran angket bertujuan menghimpun data respon peserta didik terhadap pembelajaran dengan model PjBL terintegrasi STEM. Penyebaran angket dilakukan pasca perlakuan dilaksanakan seluruhnya. Dengan teknik ini, kami memperoleh kecenderungan atau tendensi peserta didik terhadap pembelajaran yang diberikan. Selain itu, angket ini untuk memperkuat temuan hasil uji hipotesis bahwa pembelajaran PjBL terintegrasi STEM cocok diterapkan pada pembelajaran fisika, khususnya materi usaha dan energi.

Pernyataan angket memuat empat indikator diantaranya: senang dan termotivasi dengan model pembelajaran yang diberikan; memudahkan dalam memahami konsep, terbentuknya sikap kreatif, dan kesadaran dalam tindakan hemat energi; senang bekerjasama dan membantu; berkeinginan menggunakan kembali model pembelajaran yang telah diberikan. Setiap indikator dilakukan analisis untuk diketahui persentase kecenderungan peserta didik.

Hasil analisis data dari jawaban angket peserta didik menunjukkan presentase bahwa peserta didik merasa senang dan termotivasi belajar dengan PjBL berbasis STEM sebesar 78,46 %. Sebesar 76,85% beranggapan bahwa pembelajaran dengan model PjBL terintegrasi STEM membantu mereka dalam memahami materi pembelajaran, terbentuk sikap kreatif, dan sadar dengan tindakan hemat energi. Sebesar 80,48% peserta didik merasa senang dengan kerjasama dan saling tolong menolong. Sebesar 77,65% peserta didik

berkeinginan menggunakan model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM untuk materi dan pelajaran yang lainnya. Rata-rata respon peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan secara keseluruhan sebesar 78,21%. Dengan demikian, temuan ini memperkuat hasil uji hipotesis bahwa model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM cocok untuk diterapkan pada materi usaha dan energi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran PjBL disenangi oleh peserta didik. Siswa merasa senang dalam mempelajari materi pencemaran udara menggunakan pembelajara PjBL terintegrasi STEM (Afriana, 2016). Astuti et al. (2019) memperoleh hasil bahwa siswa menjadi lebih aktif dengan pembelajara PjBL terintegrasi STEM pada pelajaran Biologi. Pembelajaran Biologi materi pencemaran dengan model PjBL terintegrasi STEM mampu meningkatkan ketertarikan siswa (Lutfi et al., 2018). Ketertarikan peserta didik dengan pembelajaran PjBL terintegrasi STEM karena peserta didik dihadapkan fenomena konkrit dan benda yang ada disekitarnya melalui penyampaian yang menarik (berbasis IT) (Bimo, 2013). Oleh karena itu, hasil analisis angket data tambah memperkuat argumen bahwa pembelajaran dengan model PjBL terintegrasi STEM pada materi usaha dan energi sangat diminati oleh peserta didik.

KESIMPULAN

Pembelajaran fisika materi usaha dan energi dengan menggunakan model pembelajaran PjBL terintegrasi STEM mampu meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik SMA. Peningkatan keterampilan proses sains peserta didik mengalami peningkatan disemua indikator KPS yang diujikan dalam penelitian ini. Peningkatan terbesar terjadi pada keterampilan menafsirkan, dan peningkatan terendah terjadi pada keterampilan merumuskan hipotesis. Keterampilan mengajukan pertanyaan mengalami peningkatan N-Gain sebesar 0,6. Keterampilan merumuskan hipotesis mengami peningkatan Ngain sebesar 0.58. Keterampilan merencanakan percobaan mengalami peningkatan N-Gain sebesar 0,59. Keterampilan menafsirkan mengalami peningkatan N-gain sebesar 0,64. Keterampilan mengkomunikasikan mengalami peningkatan N-gain sebesar 0.59. Respon peserta didik terhadap pembelajaran PjBL terintegasi STEM menunjukkan kecenderungan positif dengan ditunjukkan rasa senang dan harapan diterapkan di materi yang lain. Empat indikator tanggapan peserta didik pada pembelajaran memiliki presentasi di atas 70%. Tanggapan peserta didik terhadap penerapan PjBL berbasis STEM secara keseluruhan adalah sebesar 78,21%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J. (2016). Permanasari A dan Fitriani A 2016 Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2, 202-212.
- Ariyanto, D. A. S. (2018). Sains dan teknologi dalam perkembangan peradaban manusia. Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif,
- Astuti, I. D., Toto, T., & Yulisma, L. (2019). Model Project Based Learning (Pjbl) Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Aktivitas Belajar Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(2), 93-98.

- Bimo, D. (2013). Penerapan lembar kegiatan siswa (LKS) discovery berorientasi keterampilan proses sains untuk meningkatkan hasil belajar IPA. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(2).
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM project-based learning. *An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*, 2.
- Dewantara, D. (2019). Penerapan Pembelajaran Dengan Metode Mindmapping Menggunakan Coggle™. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 2(1), 13-18.
- Gasila, Y., Fadillah, S., & Wahyudi, W. (2019). Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Dalam Menyelesaikan Soal IPA di SMP Negeri Kota Pontianak. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 6(1), 14-22.
- Hastjarjo, T. D. (2019). Rancangan eksperimen-kuasi. *Buletin Psikologi*, 27(2), 187-203.
- Heryanti, A. D. (2020). Pembelajaran berbasis STEM untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Energi dan Keterampilan Berpikir Kreatif melalui Proyek PLTMH. *Jurnal Wahana Pendidikan*, 7(1), 77-84.
- Jatmika, S., Lestari, S., Rahmatullah, R., Pujiyanto, P., & Dwandaru, W. S. B. (2021). Integrasi Project Based Learning dalam Science Technology Engineering and Mathematics untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 6(2).
- Kartimi, K., Gloria, R. Y., & Ayani, A. (2013). Penerapan pendekatan keterampilan proses dalam pengajaran biologi untuk mengetahui hasil belajar siswa pada pokok bahasan ekosistem kelas VII di SMPN 1 TALUN. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 2(1), 65-76.
- Kristiani, K. D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2017). Pengaruh pembelajaran STEM-PjBL terhadap keterampilan berpikir kreatif. Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika),
- Kubiatko, M., & Vaculová, I. (2011). Project-based learning: characteristic and the experiences with application in the science subjects. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3(1), 65-74.
- Lutfi, L., Azis, A. A., & Ismail, I. (2018). Pengaruh project based learning terintegrasi stem terhadap literasi sains, kreativitas dan hasil belajar peserta didik. Seminar Nasional Biologi,
- Maya, S. A. (2019). PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN FISIKA DENGAN MODEL STEM-PjBL TERINTEGRASI TPACK PADA SUB MATERI HUKUM KEKALAN MOMENTUM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH. *SKRIPSI Jurusan Fisika-Fakultas MIPA UM*.

- Mu'minah, I. H., & Aripin, I. (2019). Implementasi Pembelajaran IPA Berbasis STEM Berbantuan ICT untuk Meningkatkan Keterampilan Abad. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 8(2), 28-35.
- Mulyasa, E. (2015). Menjadi guru profesional, menciptakan pembelajaran kreatif dan menyenangkan.
- Nasution, M. K. (2016). Hilirisasi penelitian berbasis teknologi pada perguruan tinggi. *Harian Analisa*.
- Nurlaila, N. (2013). Suparmi, & Sunarno, W.(2013). Pembelajaran Fisika dengan PBL Menggunakan Problem Solving dan Problem Posing Ditinjau dari Kreativitas dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Inkuiri*, 2(2), 114-123.
- Pakpahan, R. (2016). Faktor-faktor Yang Memengaruhi Capaian Literasi Matematika Siswa Indonesia Dalam Pisa 2012. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 1(3), 331-348.
- Perbukuan, I. D. P. d. K. P. (1999). *Belajar dan pembelajaran*. Rineka Cipta. <https://books.google.co.id/books?id=e4-0AAAACAAJ>
- PISA, O. (2019). Results, Combined executive summaries. *Volume I, II, & III Paris, France: OECD*.
- Prihatiningtyas, S., Prastowo, T., & Jatmiko, B. (2013). Implementasi simulasi PhET dan KIT sederhana untuk mengajarkan keterampilan psikomotor siswa pada pokok bahasan alat optik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1).
- Purwita, S. S. (2019). PENGARUH PEMBELAJARAN STEM-PjBL (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING & MATHEMATICS-PROJECT BASE LEARNING) TERINTEGRASI TPACK TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK PADA SUB MATERI HUKUM KEKEKALAN MOMENTUM. *SKRIPSI Jurusan Fisika-Fakultas MIPA UM*.
- Putri, D. H., Risdianto, E., & Sutarno, S. (2017). Identifikasi keterlaksanaan praktikum fisika SMA dan pembekalan keterampilan abad 21.
- Rahayu, S. (2017). Mengoptimalkan aspek literasi dalam pembelajaran kimia abad 21. Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY,
- Ratnasari, D., Sukarmin, S., & Suparmi, S. (2017). Analisis implementasi instrumen two-tier multiple choice untuk mengukur keterampilan proses sains. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 2(2), 166-179.
- Shofiyah, N. (2020). PENGARUH PENERAPAN MODUL DINAMIKA PARTIKEL TERINTEGRASI PERMAINAN TRADISIONAL TERHADAP PERSEPSI MAHASISWA TENTANG IPA. Prosiding Seminar Nasional Rekarta 2020,
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.

- Suastra, I. W. (2005). *MEREKONSTRUKSI ASLI (INDIGENOUS SCIENCE) DALAM RANGKA MENGEMBANGKAN PENDIDIKAN SAINS BERBASIS BUDAYA LOKAL DISEKOLAH* Universitas Pendidikan Indonesia].
- Sukmana, R. W. (2018). Implementasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Dasar. *Primaria Educationem Journal (PEJ)*, 1(2), 113-119.
- Toffler, A. (1981). *The Third Wave*. Bantam Books.
<https://books.google.co.id/books?id=5pQpAQAAMAAJ>
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.
- Tyas, R. A., Wilujeng, I., & Suyanta, S. (2020). Pengaruh pembelajaran IPA berbasis discovery learning terintegrasi jajan lokal daerah terhadap keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 114-125.
- Usdiana, E. N. (2019). Pengembangan Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM) Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM (Science, Technology, Engineering, dan Mathematics) Berbantuan Schoology Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA Materi Alat Optik. *SKRIPSI Jurusan Fisika-Fakultas MIPA UM*.
- Verawati, N. N. S. P. (2013). Meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa melalui pengembangan program pembelajaran fisika menggunakan model inkuiri. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 1(2), 125-132.
- Wisnu Wibowo, I. (2018). Peningkatan Keterampilan Ilmiah Peserta Didik dalam Pembelajaran Fisika Melalui Penerapan Pendekatan STEM dan E-Learning. *Journal of Education Action Research*. <https://doi.org/10.23887/jea.v2i4.16321>.
- Zulaeha, Z., Darmadi, I. W., & Werdhiana, K. (2014). Pengaruh Model Pembelajaran Predict, Observe And Explain terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X Sma Negeri 1 Balaesang. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 2(2), 1-8.