

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR SAINS BERBASIS STEM UNTUK PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Ngadinem
SMA Negeri 6 Yogyakarta
bungadinem98@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan validitas dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) peserta didik terhadap pengembangan bahan ajar sains purwarupa kapal boat dalam bentuk perangkat pembelajaran Fisika pada pokok bahasan penerapan hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum berbasis STEM dengan model pembelajaran PjBL (*project based learning*) untuk siswa SMA/MA kelas X. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research & Development*) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *analysis, design, development, implementation,* dan *evaluation*. Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif, dengan cara menghitung persentase nilai hasil validasi. Untuk keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) digunakan instrumen soal penilaian HOTS. Untuk respon peserta didik digunakan instrumen penilaian diri. Perangkat pembelajaran telah melalui tahap uji validasi oleh ahli materi dengan persentase rata-rata 92,44% (kriteria layak) dan oleh ahli media sebesar 93,54% (kriteria layak), sehingga bahan ajar itu layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran di kelas. Hasil persentase rata-rata respon siswa 76,54%, hasil rata-rata keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar 52,58% dan 73,64%. Karena ada kenaikan dari hasil sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar, maka bahan ajar sains berbasis STEM purwarupa kapal boat yang dikembangkan dengan model pembelajaran PjBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Kata kunci: bahan ajar sains, STEM, model PjBL, HOTS

PENDAHULUAN

Sekolah merupakan tempat berlangsungnya pendidikan formal dan tempat untuk memperoleh pendidikan dalam cabang ilmu yang beragam. Fisika merupakan salah satu bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam atau dikenal dengan sains. Sains merupakan sebuah proses karena merupakan suatu rangkaian kegiatan yang terstruktur dan sistematis yang dilakukan untuk menemukan konsep, prinsip, dan hukum tentang gejala alam, termasuk di dalamnya kemampuan berpikir untuk menyusun dan menemukan konsep-konsep baru. Pada dewasa ini sains dan teknologi berkembang sangat pesat, sehingga berdampak pada pengembangan metode dan media pembelajaran di dunia pendidikan, khususnya dalam

pengembangan bahan ajar. Sistem pendidikan semakin berfokus pada pembelajaran abad 21 yang memberikan gerakan-gerakan pembaharuan pendidikan, terutama dalam bidang sains dan matematika.

Pembelajaran sains dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)* melatih peserta didik dalam berpikir kritis, kreatif, berkolaborasi, dan berkomunikasi. Oleh karena itu, pembelajaran dengan pendekatan *STEM* mendukung tuntutan pendidikan dalam menghadapi abad 21 yang juga merupakan target kompetensi di dalam kurikulum 2013. Pembelajaran abad 21 merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan kemampuan literasi, kecakapan pengetahuan, keterampilan dan sikap, serta penguasaan terhadap teknologi. Kecakapan yang dibutuhkan abad 21 yaitu keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* yang sangat diperlukan dalam mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan global.

Dengan demikian, proses pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*) di antaranya dengan menggunakan bahan ajar sains berbasis *STEM* materi penerapan hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum. Bahan ajar ini berisi pedoman untuk guru dalam menyajikan pembelajaran materi penerapan hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum. Pembelajaran ini dirancang menggunakan pendekatan *STEM*. Melalui pembelajaran yang menggunakan bahan ajar berbasis *STEM*, peserta didik belajar tentang sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk menjadi pemecah masalah, inovator, pencipta, dan kolaborator dan terus mengisi jalur kritis insinyur, ilmuwan, dan inovator yang sangat penting bagi masa depan. Pembelajaran berbasis *STEM* melatih keterampilan peserta didik berpikir tingkat tinggi (*HOTS*).

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Mendikbud) Muhadjir Effendy melalui Kompas.com (2018) mengimbau guru terus mengembangkan pembelajaran di sekolah dengan model cara berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking skills (HOTS)*. Pengembangan model tersebut diharapkan dapat menghasilkan anak-anak berkemampuan berpikir kritis, keterampilan berkomunikasi yang baik, berkolaborasi, berpikir kreatif, dan percaya diri dalam mempersiapkan era milenium.

Bahan ajar yang dikembangkan oleh guru dewasa ini di antaranya modul dan lembar kerja peserta didik (LKPD) yang disusun secara terpisah. Kebanyakan bahan ajar yang dikembangkan belum mengintegrasikan atau menggabungkan sains, teknologi, enjineri, dan matematik. Pada dewasa ini di tingkat SMA/MA terutama di Kota Yogyakarta, bahan ajar yang digunakan guru masih didominasi dengan bahan ajar berbentuk modul atau buku latihan soal yang dikemas dalam bentuk ringkasan materi satu semester. Bahan ajar yang melatih peserta didik dalam berpikir kritis, kreatif, berkolaborasi, berkomunikasi (4C), dan kecakapan abad 21 masih jarang, baik penggunaan maupun pengembangannya.

Berdasarkan latar belakang di atas, dicoba untuk dilakukan penelitian pengembangan bahan ajar sains berbasis *STEM*, dengan harapan agar peserta didik mudah memahami materi dan memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*), berdaya pikir kritis, kreatif, berkolaborasi, berkomunikasi, dan kecakapan abad 21. Maka, penelitian ini dilakukan dengan basis Pengembangan Bahan Ajar Sains Berbasis *STEM* untuk Peningkatan Berpikir Tingkat Tinggi (*HOTS*) Purwarupa Kapal Boat.

Bahan Ajar Sains Berbasis *STEM*

Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran di kelas. (Depdiknas, 2008). Bahan ajar merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Bahan ajar akan mengurangi beban guru dalam menyajikan materi (tatap muka), sehingga guru lebih banyak waktu untuk membimbing dan membantu peserta didik dalam proses pembelajaran. Bahan ajar berguna membantu pendidik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran (Nurdyansyah, 2015).

Bahan ajar sains berbasis *STEM* memberikan peluang kepada guru untuk memperlihatkan kepada peserta didik betapa konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, enjineri, dan matematika digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem dalam kehidupan sehari-hari mereka. Oleh karena itu, mengadopsi definisi pendidikan *STEM* yang dikemukakan oleh Reeve sebagai pendekatan interdisiplin pada

pembelajaran, yang di dalamnya peserta didik menggunakan sains, teknologi, enjineri, dan matematika dalam konteks nyata yang mengoneksikan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global, sehingga mengembangkan literasi *STEM* yang memberikan kemampuan kepada peserta didik bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan (Firman, 2015).

Pembelajaran *STEM* Model *PjBL*

Karakteristik pembelajaran *STEM* adalah mengintegrasikan sains, teknologi, enjineri, dan matematika dalam memecahkan masalah nyata. Namun, terdapat beragam cara digunakan dalam praktik untuk mengintegrasikan disiplin *STEM*, yang pola dan derajat keterpaduannya bergantung pada banyak faktor. Penyajian pembelajaran dengan pendekatan *STEM* harus memenuhi beberapa aspek *Scientific, Engineering Practice*, juga menggambarkan adanya *Crosscutting Concept* atau irisan konsep di antara pengetahuan sains, teknologi, enjineri, dan matematika. (Kandi, 2018)

Desain pembelajaran topik Hukum III Newton dan Hukum Kekekalan Momentum dengan pendekatan *STEM*. Model *Project Based Learning (PjBL)* merupakan model yang disarankan dalam implementasi Kurikulum 2013, sedangkan *STEM* merupakan sebuah strategi pembelajaran. Pembelajaran *STEM* menekankan proses mendesain, enjineri, atau merekayasa. Tahapan proses/langkah pembelajaran *STEM PjBL* disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tahapan Proses/Langkah Pembelajaran *STEM PjBL*

Langkah <i>STEM PjBL</i>	Deskripsi
1. Refleksi (<i>Reflection</i>)	Tahap pertama, membawa peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada siswa agar dapat segera mulai menyelidiki/ investigasi. Fase ini dimaksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dengan apa yang perlu dipelajari.

2. Penelitian (<i>Research</i>)	Tahap kedua, bentuk penelitian siswa. Guru memberikan pembelajaran sains, memilih bacaan, atau metode lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Proses belajar lebih banyak terjadi selama tahap ini, kemajuan belajar siswa mengonkritkan pemahaman abstrak dari masalah. Selama fase <i>research</i> , guru lebih sering membimbing diskusi untuk menentukan apakah siswa telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek.
3. Penemuan (<i>Discovery</i>)	Tahap penemuan, umumnya melibatkan proses menjembatani <i>research</i> dan informasi yang diketahui dalam penyusunan proyek ketika siswa mulai belajar mandiri dan menentukan apa yang masih belum diketahui. Model dari <i>STEM PjBL</i> membagi siswa menjadi kelompok kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk masalah, berkolaborasi, dan membangun kerjasama antarteman dalam mengembangkan kemampuan siswa dalam membangun habit of mind dari proses merancang untuk mendesain.
4. Penerapan (<i>Application</i>)	Tahap aplikasi, bertujuan menguji produk/solusi dalam memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, siswa menguji produk yang dibuat dari ketentuan yang ditetapkan sebelumnya. Hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya. Pada tahapan ini siswa belajar konteks yang lebih luas di luar <i>STEM</i> atau menghubungkan antara disiplin bidang <i>STEM</i> .
5. Komunikasi (<i>Communication</i>)	Tahap akhir dalam setiap proyek, dalam membuat produk/solusi dengan mengomunikasikan antarteman maupun lingkup kelas. Presentasi merupakan langkah penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan

berkomunikasi dan berkolaborasi maupun kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif.

(Sumber: Adaptasi dari Laboy-Rush (2010))

HOTS menjadi keharusan di dalam pembelajaran maupun penilaiannya. Kompetensi Dasar yang harus dicapai melalui pembelajaran ini adalah: KD.3.7 menganalisis interaksi gaya dan hubungan antara gaya, massa, dan gerakan benda pada gerak lurus. KD.4.7 melakukan percobaan berikut presentasi hasilnya terkait interaksi gaya serta hubungan gaya, massa, dan percepatan dalam gerak lurus serta makna fisisnya. KD.3.10 menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari. KD.4.10 menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana. Sebelum belajar dengan pendekatan *STEM* peserta didik harus menguasai konsep-konsep prasyarat seperti: pemuaian, hukum Newton, dan hukum kekekalan momentum. Hubungan pengetahuan sains, teknologi, teknik, dan matematik pada mata pelajaran topik purwarupa kapal boat diuraikan sebagai berikut. Sains: pengetahuan sains yang diperoleh siswa terdiri atas konsep hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum. Teknologi: teknologi yang dilatihkan kepada siswa-siswa berkaitan dengan pembuatan purwarupa kapal boat yang sesuai dengan kebutuhan pemecahan masalah. Enjinerling: enjinerling atau perekayasaan pada pembelajaran ini melatih siswa merekayasa purwarupa kapal boat sederhana dengan prinsip hukum III Newton. Matematika: matematika pada pembelajaran ini digunakan dalam proses rekayasa komponen kapal boat agar seimbang, dapat bergerak, dan menghitung massa lilin yang diperlukan untuk menempuh jarak 1 meter.

Bahan ajar pembelajaran ini disusun sebagai pedoman bagi guru Fisika di SMA dalam mengembangkan perencanaan pembelajaran, pelaksanaan, dan penilaian. Bahan ajar ini terdiri atas tiga bagian, yaitu: bagian I, Pendahuluan: memuat penjelasan umum, pembelajaran *STEM* pada topik pembuatan purwarupa kapal boat, deskripsi bahan ajar pembelajaran pembuatan kapal boat; bagian II, Pembelajaran dengan pendekatan *STEM* memuat kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, analisis materi pembelajaran *STEM*, desain pembelajaran, kemampuan prasyarat, pengembangan keterampilan abad 21,

pengembangan penguatan pendidikan karakter, skenario pembelajaran, sumber belajar, alat, dan bahan; bagian III, Penilaian pembelajaran yang memuat teknik dan bentuk penilaian, instrumen penilaian, dan lembar kerja peserta didik.

Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*HOTS*)

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dikenal dari konsep Benjamin S. Bloom dkk. dalam buku berjudul *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals* (1956) yang mengategorikan berbagai tingkat pemikiran bernama taksonomi Bloom, mulai dari yang terendah hingga yang tertinggi. Konsep ini merupakan tujuan-tujuan pembelajaran yang terbagi ke dalam tiga ranah, yaitu kognitif (keterampilan mental seputar pengetahuan), afektif (sisi emosi seputar sikap dan perasaan), dan psikomotorik (kemampuan fisik seperti keterampilan). Konsep taksonomi untuk menentukan tujuan belajar ini dapat disebut sebagai tujuan akhir dari sebuah proses pembelajaran. Setelah proses pembelajaran tertentu, siswa diharapkan dapat mengadopsi keterampilan, pengetahuan, dan sikap yang baru.

HOTS sendiri merupakan bagian dari ranah kognitif yang ada dalam taksonomi Bloom dan bertujuan untuk mengasah keterampilan mental seputar pengetahuan. Ranah kognitif versi Bloom ini kemudian direvisi oleh Lorin Anderson dan David Karthwohl. Urutannya diubah menjadi enam, yaitu: mengingat (*remembering*), memahami (*understanding*), mengaplikasikan (*applying*), menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan mencipta (*creating*). Tingkatan 1 hingga 3 dikategorikan sebagai kemampuan berpikir tingkat rendah (*LOTS*), sedangkan tingkat 4 sampai 6 dikategorikan sebagai kemampuan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*). (Anderson L, dkk, 2010)

Tujuan *HOTS* menurut Direktur Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kemenristekdikti, Prof. Intan Ahmad, Ph.D., *HOTS* adalah satu cara untuk menguji apakah seseorang bisa menganalisis, membandingkan, menghitung, dan sebagainya. "Jadi, memang diperlukan kemampuan yang tidak biasa. Bukan hanya sekedar mengingat atau menghafal saja," jelas Intan dalam Ruangguru LIVE Spesial SBMPTN pada Selasa, 30 Oktober 2018.

Soal model *HOTS* ini mendorong peserta didik untuk melakukan penalaran tingkat tinggi, sehingga peserta didik tidak terpaku hanya pada satu pola jawaban yang dihasilkan dari proses menghafal, tanpa mengetahui konsep ilmunya. *HOTS* merupakan salah satu tuntutan keterampilan dalam pembelajaran abad 21, yaitu berpikir kritis dan kreatif.

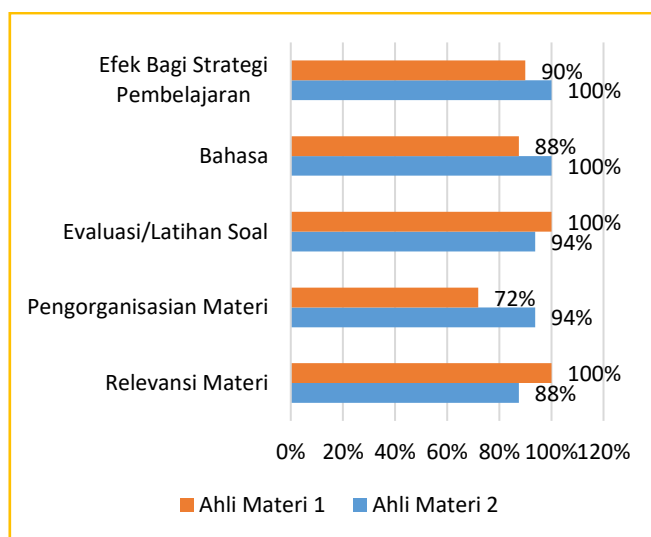
METODE PENELITIAN

Penelitian **Pengembangan atau *Research and Development (R&D)*** Menurut Gay (1990) merupakan suatu usaha atau kegiatan untuk mengembangkan suatu produk yang efektif untuk digunakan sekolah, dan bukan untuk menguji teori. Prosedur penelitian ini didesain mengacu pada model pengembangan ADDIE yang meliputi lima tahap, yaitu: *analysis* (analisis), *design* (perencanaan), *development* (produksi), *implementation* (implementasi), *evaluation* (evaluasi). Ujicoba produk akan divalidasi oleh beberapa ahli di antaranya 2 ahli media, 2 ahli materi, dan akan diuji pemakaiannya kepada siswa (Aprilia Adkk, 2019). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data ini diperoleh melalui lembar validasi dan angket sebagai instrumen penelitian. Skor penilaian angket disajikan menggunakan skala Likert dengan ketentuan skor sangat baik/sangat setuju (4), baik/setuju (3), kurang/tidak setuju (2), sangat kurang/sangat tidak setuju (1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

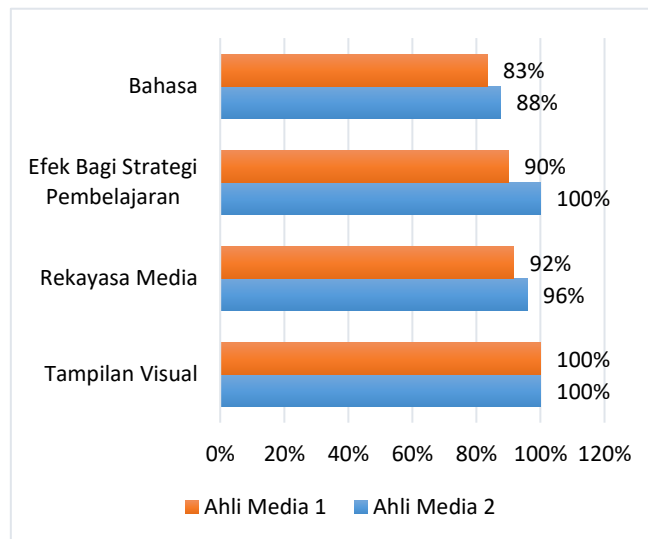
Hasil yang diperoleh dalam pengembangan ini adalah produk berupa bahan ajar sains berbasis *STEM* dengan model *PjBL (Project Best Learning)* yang didesain dan dikembangkan oleh peneliti. Desain pengembangan perangkat pembelajaran Fisika pada materi penerapan hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum memuat konsep tentang hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum. Bahan ajar yang dikembangkan menyajikan materi pembelajaran tentang konsep-konsep hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum. Selain itu, bahan ajar yang dikembangkan juga disajikan pendahuluan yang memuat pentingnya pembelajaran *STEM*, keterampilan abad 21, penguatan pendidikan karakter, skenario pembelajaran berbasis *STEM*, LKPD *STEM*, dan instrumen penilaian *HOTS*.

Pengembangan bahan ajar pembelajaran ini diawali dengan menganalisis materi dan kurikulum yang akan digunakan. Kemudian, merancang dan membuat tampilan bahan ajar dan membuat angket untuk uji validitas ahli media dan ahli materi. Langkah selanjutnya merupakan pengembangan bahan ajar yang telah dirancang sebelumnya dengan berbasis *STEM*. Setelah itu, dilanjutkan dengan uji validasi oleh 2 ahli materi, 2 ahli media, dan uji coba kepada peserta didik. Hasil validasi ahli materi dan ahli media ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2 berikut ini.



Gambar 1. Persentase hasil validasi oleh ahli materi.

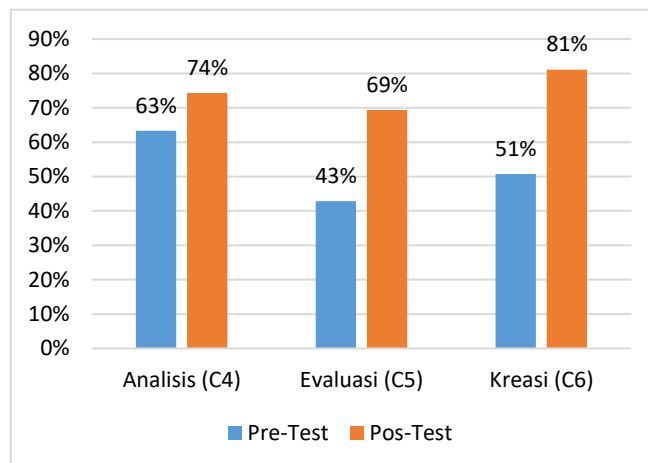
Hasil validasi bahan ajar oleh ahli materi menunjukkan persentase rata-rata sebesar 92,44% dengan kriteria nilai layak digunakan untuk membantu proses pembelajaran Fisika pada materi penerapan hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum. Beberapa saran yang diberikan oleh ahli materi di antaranya: penambahan instrumen penilaian *HOTS* untuk tingkat berpikir mengevaluasi (C5), beberapa kesalahan penulisan kata, dan satuan yang mengacu sistem internasional.



Gambar 2. Persentase hasil uji validasi oleh ahli media.

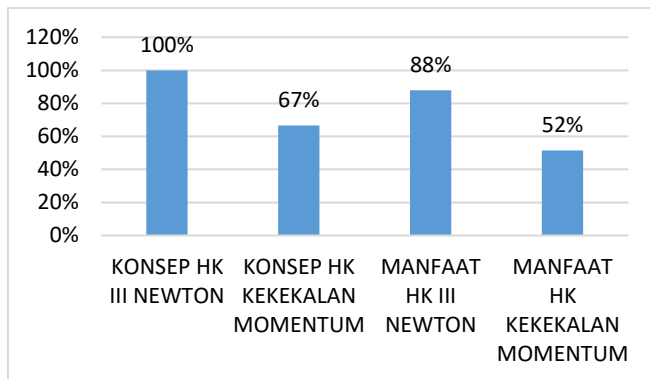
Hasil validasi bahan ajar oleh ahli media diperoleh persentase rata-rata sebesar 93,54% dengan kriteria nilai layak digunakan untuk membantu proses pembelajaran Fisika. Ada beberapa saran yang diberikan oleh ahli media di antaranya: penampilan gambar kurang jelas dan *lay out*.

Berdasarkan pengukuran keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*) siswa sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar dengan menggunakan instrumen soal *HOTS* dan respon siswa terhadap proses pembelajaran, diperoleh hasil seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase *HOTS* Peserta Didik.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan untuk menentukan *HOTS* siswa, peneliti menggunakan instrumen soal pengetahuan. Hasil persentase rata-rata yang diperoleh sebelum menggunakan bahan ajar sebesar 52,58% dan setelah menggunakan bahan ajar sebesar 73,64%. Terdapat kenaikan dari hasil sebelum dan sesudah menggunakan bahan ajar. Hasil persentase respon siswa melalui instrumen penilaian diri terhadap hasil pembelajaran ditunjukkan pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Persentase Respon Siswa Melalui Penilaian Diri terhadap Hasil Pembelajaran.

Hasil respon siswa tentang pembelajaran yang diperoleh dengan menggunakan penilaian diri dan dianalisis, sehingga diperoleh persentase rata-rata sebesar 76,52% dengan kriteria baik. Berdasarkan hasil validasi dan ujicoba tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar sains yang dikembangkan dapat dijadikan perangkat pembelajaran bagi guru dalam pembelajaran Fisika di sekolah atau pun untuk panduan belajar peserta didik, baik didampingi guru maupun tidak. Berikut adalah tampilan sampul bahan ajar sains berbasis *STEM* purwarupa kapal boat berbasis ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Sampul Bahan Ajar *STEM*.

Implementasi bahan ajar *STEM* model *PjBL* pada pembelajaran lebih menekankan proses mendesain, enjinerig, atau merekayasa. Tahapan proses implemantasi bahan ajar *STEM* dalam pembelajaran dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Tahapan Proses Implementasi *STEM PjBL* pada Pembelajaran.

Tahap 1: Refleksi (*Reflection*)

Guru menampilkan serangkaian gambar tentang peluncuran roket dan kapal boat. Guru memberikan pertanyaan *ill-define problem* tentang prinsip kerja peluncuran roket dan kapal boat. Peserta didik menjawab pertanyaan stimulan. Guru menyampaikan masalah terkait proyek pembuatan purwarupa kapal boat sederhana.

Tahap 2: Penelitian (*Research*)

Peserta didik mengumpulkan informasi mengenai pembuatan model kapal boat sederhana. Guru membimbing siswa untuk dapat menerapkan konsep hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum dalam penyelesaian proyek dengan bantuan LKPD. Peserta didik berdiskusi untuk menemukan pemecahan masalah tentang pembuatan model kapal boat.

Tahap 3: Penemuan (*Discovery*)

Peserta didik berdiskusi membuat rancangan model kapal boat sederhana, menentukan pilihan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan proyek. Guru menekankan kembali proses desain rekayasa (*Engineering Design Process*) dalam proyek yang akan dibuat peserta didik. Guru meminta peserta didik untuk menuliskan semua rencana/ide dari setiap anggota yang muncul. Peserta didik menentukan rancangan model kapal boat sederhana terbaik hasil diskusi kelompok dan menggambar rancangannya sesuai panduan yang terdapat dalam LKPD. Peserta didik secara berkelompok mempresentasikan hasil rancangan model kapal boat sederhana.

Tahap 4: Penerapan (*Application*)

Peserta didik membuat dan mengujicoba rancangan kapal boat di rumah melalui kerja kelompok sesuai LKPD yang telah dibagikan. Guru menginformasikan siswa untuk mendokumentasikan seluruh proses pembuatan dan ujicoba model kapal boat sederhana. Peserta didik mengisi lembar penilaian diri dan penilaian antarteman saat melakukan kerja kelompok pembuatan model kapal boat sederhana.

Tahap 5 : Komunikasi (*Communication*)

Guru menyampaikan aturan teknis presentasi. Peserta didik mempresentasikan hasil proyek yang telah diujicoba dan menekankan pada komunikasi yang persuasif. Guru memberikan kesempatan bertanya kepada kelompok lain, memonitor jalannya presentasi kelompok. Jika diperlukan peserta didik ujicoba

produk di sekolah. Guru meminta setiap peserta didik memilih produk kapal boat terbaik dari kelompok lain

Maka berdasarkan hasil penelitian serta pemaparan di atas ada beberapa kelebihan bahan ajar berbasis *STEM*. Kelebihannya adalah guru lebih mudah membimbing peserta didik memahami konsep Fisika, peserta didik mampu menerapkan konsep Fisika dalam kehidupan sehari-hari.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan bahan ajar sains berbasis *STEM* untuk pembelajaran Fisika pada materi penerapan hukum III Newton dan hukum kekekalan momentum. Berdasarkan penilaian terhadap bahan ajar yang dilakukan oleh ahli materi, ahli media, serta uji coba kepada peserta didik, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar sains berbasis *STEM* yang dikembangkan telah dinyatakan layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran Fisika dan dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*) peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, Lorin W dan David R. Krathwohl, Kerangka Landasan Untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen Revisi Taksonomi Pendidikan Bloom, terj. Agung Prihantoro, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010
- Aprilia A, Sulisworo D. 2019. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Creative Problem Solving (CPS)* untuk Peningkatan Hasil Belajar pada Pembelajaran IPA Fisika di Madrasah Tsanawiyah (MTs)
- Becker, K. & Park, K. 2011. Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12, 23-36.
- Bloom, Benjamin S., etc. 1956. Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals, Handbook I Cognitive Domain. New York : Longmans, Green and Co.
- Blackley, S., Rahmawati, Y., Fitriani, E., Sheffield, R., & Koul, R. 2018. Using a makerspace approach to engage Indonesian primary students with *STEM*. *Issues in Educational Research*, 28(1), 18-4.
- Chin, C., & Chia, L. 2004. Implementing project work in biology through: Problem based learning. *Journal of Biological Education*, 38(2), 69-75. <https://dx.doi.org/10.1080/00219266.2004.9655904>
- Depdiknas. 2008. *Pengembangan Bahan Ajar*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta
- Depdikbud. 2016. Permendikbud No. 22. 2016. Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Fathurrohman, P. dan Sutikno, S. 2007. *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: Refika Aditama.
- Ferrari, A., Cachia, R., dan Punie, Y. 2009. Innovation and Creativity in Education and Training in The EU Member States: Fostering Creative Learning And Supporting Innovative Teaching. Luxembourg: JRC European Commission. Diunduh dari http://www.eurosfair.pr.d.fr/7pc/doc/1300702480_jrc62370_learning_teaching_2010.pdf
- Firman, H. 2015. *Pendidikan Sains Berbasis STEM*. Bogor: Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH Program Pascasarjana Universitas Pakuan.

- Hake R R .1999. *Analyzing Change/Gain Scores* (Indiana: Indiana University)
<https://edukasi.kompas.com/read/2018/11/12/21323171/mendikbud-imbau-guru-kembangkan-pembelajaran-hots>
- Herman, H., & Aslim, A. 2015. Oktober. Pengembangan LKPD Fisika Tingkat SMA Berbasis Keterampilan Proses Sains. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 4, pp. SNF2015-II).
- Huda, M. 2013. *Model-model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kandi. 2018. *Unit Pembelajaran STEM Fisika SMA Purwarupa Perahu Layar*.
- Mardapi, D. 2012. *Pengukuran Penilaian & Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Nuha Litera.
- Laboy-Rush, D. (2010). *Integrated STEM education through project-based learning*.
[www.learning.com/stem/whitepaper/integ-rated-STEM-through-Project-based Learning](http://www.learning.com/stem/whitepaper/integ-rated-STEM-through-Project-based-Learning).
- Riduwan. 2011. *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Roberts, A. 2012. A justification for *STEM* education. *Technology and Engineering Teacher*, 74(8), 1-5.
- Rosa dan Widodo. 2017. *Pengembangan LKPD Berbasis Sainifik untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Dasar IPA pada Pokok Bahasan Kalor di SMP Muhammadiyah 2 Yogyakarta*.
- Supahar. 2018. *Pengembangan Asesmen Kinerja Berbasis STEM untuk Meningkatkan Softskill dan Hardskill Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika SMA Daerah Istimewa Yogyakarta*, Yogyakarta: Jurnal Penelitian UNY.