

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model STEM Untuk Meningkatkan Kreativitas Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Suhu dan Kalor

Lutfiah Dina Aulia^{1*}, Wahyudi¹, Aris Doyan¹

¹Prodi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Mataram, Jl. Majapahit no.62, Mataram, NTB, 83125. Indonesia

*Corresponding Author: lutfiahdina77@gmail.com

Article History

Received : March 28th, 2022

Revised : April 23th, 2022

Accepted : May 09th, 2022

Abstrak: Penelitian pengembangan ini dilatar belakangi karena rendahnya kreativitas sains dan berpikir kritis peserta didik yang disebabkan oleh kurangnya minat dan peran aktif peserta didik selama proses belajar mengajar di kelas. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan produk yang berupa perangkat pembelajaran fisika model STEM untuk meningkatkan kreativitas sains dan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi suhu dan kalor yang layak, praktis, dan efektif. Produk yang dikembangkan antara lain silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), lembar kerja peserta didik (LKPD), dan instrumen tes. Desain penelitian yang digunakan adalah model 4D yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Kelayakan produk diperoleh dari hasil penilaian enam validator menggunakan lembar validasi yang disusun berdasarkan skala *likert*. Kepraktisan produk diperoleh berdasarkan hasil respon peserta didik yang dianalisis menggunakan *skala likert*. Keefektifan produk diperoleh dari hasil uji coba terbatas dengan memberikan instrumen tes berupa *pretest* dan *posttest* yang kemudian dianalisis menggunakan uji *N-Gain*. Hasil penilaian oleh validator menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan memiliki rata-rata persentase sebesar 77.10% hingga 98.00% yang berada pada kriteria valid dan sangat valid. Kemudian respon peserta didik memperlihatkan hasil kepraktisan perangkat yang mendapat nilai rata-rata 3.70 dengan kriteria praktis. Kreativitas sains dan berpikir kritis peserta didik juga meningkat dengan melihat hasil uji *N-Gain* yang memperoleh nilai rata-rata sebesar 0.68 dalam kategori sedang. Sehingga, diperoleh kesimpulan bahwa perangkat pembelajaran fisika dengan model STEM pada materi suhu dan kalor sudah layak, praktis, dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: Perangkat Pembelajaran, Model STEM, Kreativitas Sains, Berpikir Kritis, Suhu dan Kalor.

PENDAHULUAN

Menurut Lestari (2018) dalam *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, pada perkembangan pendidikan abad 21 dibutuhkan keterampilan berpikir yang meliputi keterampilan berpikir analisis, logis, kritis, dan kreatif. Kemampuan-kemampuan tersebut sangat penting bagi peserta didik agar peserta didik dapat menghubungkan antara materi dengan konsep secara tepat sehingga mampu untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Namun, berdasarkan hasil survei oleh *Organization for Economic CO-operation and Development (OECD)* melalui program *Trends in Internasional Mathematics and Science Study (TIMSS)* tahun 2011 menunjukkan bahwa prestasi sains yang

dimiliki oleh peserta didik di Indonesia masih di bawah rata-rata. Soal-soal TIMSS tersebut dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skill*) yang salah satunya adalah kemampuan berpikir kritis. Berdasarkan hasil survei tersebut, dapat dikatakan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih rendah.

Salah satu ciri khas dari abad 21 adalah berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dengan sangat pesat. Sehingga, ilmu pengetahuan dan teknologi penting untuk dikuasai agar dapat menghadapi berbagai tantangan pada abad 21. Berdasarkan *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara* (Widiyanti dan Mizan, 2020) disebutkan bahwa salah satu paradigma pendidikan

nasional pada abad 21 yaitu Pendidikan mengenai ilmu pengetahuan tidak hanya membuat peserta didik memiliki pengetahuan saja, tetapi juga dapat berpikir kritis, logis, kreatif, dan analitis yang disertai dengan kemampuan untuk beradaptasi.

Oleh karena itu, diperlukan literasi sains yang kuat pada peserta didik agar dapat menghadapi berbagai tantangan tersebut, khususnya yang berkaitan dengan matematika dan teknologi. Hasil penelitian yang terdapat dalam jurnal berjudul “STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains” (Permanasari, 2016) menunjukkan bahwa literasi sains peserta didik dapat ditingkatkan dengan menggunakan pembelajaran sains yang juga dikaitkan dengan teknologi. Dengan begitu, arti penting dari sains dapat lebih dimengerti oleh peserta didik karena sains tersebut digunakan dalam perkembangan teknologi saat ini, begitu pula sebaliknya.

Seperti yang disebutkan sebelumnya, kemampuan berpikir kritis dan kreatifitas sains sangat diperlukan agar peserta didik dapat mempersiapkan diri dalam menghadapi tantangan pada abad 21. Hidayati (2019) berpendapat bahwa peserta didik yang mempunyai kemampuan berpikir kritis, maka akan cenderung memiliki kepercayaan diri serta dapat berpikir secara logis dan terarah dalam memecahkan berbagai permasalahan. Kreatifitas menurut Herak dan Lamanepa (2019) yaitu kemampuan seseorang dalam memberikan berbagai pemikiran yang unik dengan menggunakan kemampuan berpikir kreatif untuk menghasilkan sesuatu yang sifatnya menuntut perhatian, keinginan, pemusatan, dan kerja keras. Pendidikan pada abad 21 tersebut mengharuskan peserta didik memiliki kreatifitas yang nantinya bermanfaat bagi peserta didik untuk dapat mengenali kemampuannya sendiri.

Salamah dan Mursal (2017) dalam *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* menyatakan bahwa pada pembelajaran IPA, khususnya pelajaran fisika, kreatifitas yang paling diperlukan adalah kreatifitas dalam bidang sains. Karena, pada mata pelajaran fisika terdapat banyak sekali materi dimana peserta didik akan terlibat secara langsung dengan melakukan berbagai praktikum yang tentunya membutuhkan keterampilan serta kreatifitas sains tersebut. Gunawan (2018) juga berpendapat bahwa pada dasarnya fisika adalah proses, perilaku, dan hasil, sehingga dalam pembelajaran fisika tidak hanya disediakan hasil saja (hanya berupa fakta, konsep, dan prinsip) tetapi juga memerlukan perilaku dan proses sains yang menjadi dasar pemikiran dalam mempelajari fisika tersebut.

Namun, berdasarkan hasil wawancara guru di SMAN 8 Mataram, masih banyak peserta didik yang tidak memiliki minat dalam belajar fisika. Hal tersebut dikarenakan banyaknya rumus yang harus dihafalkan, pembelajaran yang masih berpusat pada guru, serta pembelajarannya yang masih menggunakan metode ceramah. Faktor-faktor tersebut membuat kreativitas sains dan kemampuan berpikir kritis peserta didik di SMAN 8 Mataram masih rendah. Karena itu, pendidik membutuhkan suatu perangkat pembelajaran yang dikembangkan demi tercapainya proses pembelajaran yang efektif dan efisien dimana peserta didik dapat mengaitkan antara materi fisika dengan perkembangan teknologi. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan sebagai alternatif dalam pembelajaran fisika untuk menghadapi berbagai tantangan pada abad 21 adalah model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Menurut Mulyani (2019), dalam pembelajaran fisika STEM dapat membantu peserta didik untuk menggunakan perkembangan teknologi dalam melakukan berbagai eksperimen yang dapat membuktikan hukum ataupun konsep sains. Sujito (2018) juga berpendapat bahwa dengan pembelajaran STEM, peserta didik diajak untuk dapat berpikir secara kreatif, inovatif, produktif, dan efektif sehingga akan memunculkan pengaruh baik bagi pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik. Lestari (2018) menyatakan bahwa penggunaan model STEM dalam pembelajaran, baik berupa bahan ajar ataupun LKPD dapat memberikan dampak positif, diantaranya dapat meningkatkan keterampilan berpikir logis, kemampuan berpikir kritis dan kreatif, serta meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Karena itu pembelajaran dengan menggunakan model STEM dapat membantu peserta didik, khususnya peserta didik di SMAN 8 Mataram dalam memecahkan berbagai permasalahan di dunia nyata serta dapat memberikan kesimpulan dari pembelajaran yang telah dilaksanakan dengan mengaitkannya pada aspek-aspek sains, matematika, rekayasa, dan teknologi.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D) menurut Borg dan Gall (Sugiyono, 2015). Model yang digunakan yaitu model 4D oleh Thiagarajan dengan tahapan-tahapan yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebarluasan (*disseminate*). Terdapat empat instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar validasi, angket respon, dan instrument tes kreativitas sains dan berpikir kritis. Kelayakan produk diperoleh berdasarkan hasil pada lembar validasi, kepraktisan produk diperoleh dari hasil angket respon peserta didik, sedangkan keefektifan produk diperoleh melalui instrumen tes.

Kriteria kevalidan dari lembar validasi yang menggunakan skala *likert* dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Kevalidan

No.	Interval	Kriteria
1.	$85.00\% \leq P$	Sangat Valid
2.	$70.00\% \leq P < 85.00\%$	Valid
3.	$50.00\% \leq P < 70.00\%$	Cukup Valid
4.	$0.00\% \leq P < 50.00\%$	Tidak Valid

(Latifa *et al.*, 2016)

Rumus untuk analisis validitas sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = angka persentase

f = skor yang diperoleh

N = skor maksimal

Angket respon juga dianalisis menggunakan skala *likert* dengan pilihan jawaban 5 berarti sangat setuju (SS), 4 berarti setuju (S), 3 berarti kurang setuju (KS), 2 berarti tidak setuju (TS), dan 1 berarti sangat tidak setuju (STS). Angket respon dianalisis dengan rumus:

$$X = \frac{\sum Y}{n}$$

Keterangan:

X = skor kepraktisan

$\sum Y$ = jumlah skor yang diperoleh

n = skor maksimal

Instrumen tes kreativitas sains dan berpikir kritis (*pretest* dan *posttest*) dianalisis dengan uji *N-*

Gain yang kemudian dikategorikan seperti pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kategori Penilaian Keefektifan

No.	Interval	Kategori
1.	$N_{gain} > 0,70$	Tinggi
2.	$0,30 \leq N_{gain} \leq 0,70$	Sedang
3.	$N_{gain} < 0,30$	Rendah

(Azwar, 2007)

Besarnya *N-Gain* dihitung menggunakan rumus:

$$N - \text{gain (g)} = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Keterangan:

S_{pre} = skor pretest

S_{post} = skor posttest

S_{max} = skor maksimal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian merupakan tahap awal dalam penelitian untuk mengumpulkan berbagai informasi yang dibutuhkan dalam mengembangkan suatu produk. Pada tahap ini, dilakukan wawancara terhadap guru fisika di SMAN 8 Mataram untuk mengetahui permasalahan apa saja yang terdapat di dalam pembelajaran. Hasil wawancara tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan telah sesuai dengan kurikulum 2013, akan tetapi terdapat beberapa peserta didik yang belum dapat mengikuti pembelajaran dengan baik. Keterbatasan waktu pembelajaran menjadi salah satu faktornya, dimana saat pandemi *covid-19*, satu pertemuan berlangsung selama 90 menit. Hal tersebut mengakibatkan beberapa materi pembelajaran belum sepenuhnya tersampaikan. Faktor lainnya yaitu pembelajaran tatap muka yang masih belum efektif, karena masih banyak peserta didik yang tidak menghadiri kelas akibat takut akan pandemi *covid-19* atau karena sakit.

Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap ini merupakan tahap untuk menyusun perangkat pembelajaran (*draft I*) yang akan digunakan dalam materi suhu dan kalor. Sehingga, pada tahap ini dihasilkan

produk berupa silabus, RPP, LKPD, dan instrumen tes kreativitas sains dan berpikir kritis yang nantinya akan dilakukan uji validitas pada masing-masing perangkat.

Tahap Develop (Pengembangan)

Tahap ini dilakukan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang telah divalidasi oleh para validator. Hasil penilaian validasi perangkat pembelajaran oleh validator ahli seperti yang disajikan pada tabel 3 dan hasil validator praktisi seperti pada tabel 4 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Validasi oleh Validator Ahli

Perangkat Pembelajaran	Persentase (%)	Kriteria
Silabus	82.60	Valid
RPP	77.10	Valid
LKPD	78.00	Valid
Instrumen Tes	78.10	Valid

Tabel 4. Hasil Validasi oleh Validator Praktisi

Perangkat Pembelajaran	Persentase (%)	Kriteria
Silabus	93.00	Sangat Valid
RPP	94.00	Sangat Valid
LKPD	96.00	Sangat Valid
Instrumen Tes	98.00	Sangat Valid

Berikutnya dilakukan uji coba terbatas kepada peserta didik kelas XI MIA 2 di SMAN 8 Mataram. Setelah uji coba terbatas, diperoleh hasil dari respon peserta didik terhadap model mengajar dan LKPD seperti yang terlihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil Respon Peserta Didik

Penilaian	Rata-Rata	Kriteria
Model Mengajar	3.62	Praktis
LKPD	3.70	Praktis

Setelah uji coba terbatas, diperoleh juga rata-rata hasil tes dengan menggunakan uji *N-Gain* seperti yang terlihat pada tabel 6 berikut di bawah ini.

Tabel 6. Hasil Uji *N-Gain*

\bar{X} Pre	\bar{X} Post	<i>N-Gain</i>	Kategori
3.08	68.85	0.68	Sedang

Perolehan peningkatan kreativitas sains dan berpikir kritis pada setiap indikator menggunakan uji *N-Gain* seperti yang terlihat pada tabel 7 dan tabel 8 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Uji *N-Gain* per Indikator Kreativitas Sains

Indikator	<i>N-Gain</i>	Kategori
<i>Fluency</i>	0.67	Sedang
<i>Elaboration</i>	0.56	Sedang
<i>Flexibility</i>	0.69	Sedang
<i>Originality</i>	0.56	Sedang

Tabel 8. Hasil Uji *N-Gain* per Indikator Berpikir Kritis

Indikator	<i>N-Gain</i>	Kategori
Memahami Masalah	0.65	Sedang
Analisis Masalah	0.69	Sedang
Evaluasi Masalah	0.61	Sedang
Menarik Kesimpulan	0.63	Sedang

Berdasarkan tabel 7 dan 8, dapat dilihat bahwa setiap indikator pada kreativitas sains dan berpikir kritis memperoleh hasil *N-Gain* yang berada pada kategori sedang.

Tahap Disseminate (Penyebarluasan)

Pada tahap ini, produk yang telah dikembangkan berikutnya diberikan kepada guru-guru bidang studi fisika di SMAN 8 Mataram dan SMAN 4 Mataram. Guru-guru di SMAN 8 Mataram menerima dengan baik perangkat yang diberikan. Hal tersebut dikarenakan peserta didik dapat lebih berperan aktif selama pembelajaran setelah dilakukan uji coba terbatas. Guru di SMAN 4 Mataram juga memberikan timbal balik yang baik, karena perangkat yang dikembangkan sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran offline pada masa pandemi *covid-19* seperti sekarang.

Pembahasan

Kelayakan perangkat pembelajaran diperoleh berdasarkan hasil validasi oleh tiga orang validator ahli (dosen fisika) dan tiga orang validator praktisi (guru fisika). Perangkat yang dikembangkan dapat dikatakan layak apabila memenuhi kriteria kevalidan yang dianalisis menggunakan skala *likert*. Rata-rata penilaian validitas silabus oleh validator ahli sebesar 82.60% pada kriteria valid dan validator praktisi sebesar 93.00% pada kriteria sangat valid. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa silabus yang dikembangkan telah valid sehingga layak digunakan sebagai pedoman dalam menyusun RPP.

Hasil penilaian validitas RPP oleh validator ahli mendapat persentase sebesar 77.10% yang berada pada kriteria valid dan penilaian oleh validator praktisi sebesar 94.00% pada kriteria sangat valid. Artinya, RPP dalam tahap pengembangan ini telah layak untuk digunakan sebagai pedoman dalam pembelajaran. RPP yang dikembangkan juga telah sesuai dengan langkah-langkah model STEM yang digunakan.

LKPD disusun berdasarkan model STEM, dimana peserta didik diarahkan untuk melakukan percobaan sederhana dan berdiskusi untuk meningkatkan kreativitas sains dan berpikir kritis. LKPD dalam tahap pengembangan ini juga telah mencapai kriteria kevalidan karena memperoleh persentase sebesar 78.00% oleh validator ahli yang berada pada kriteria valid dan 96.00% oleh validator praktisi yang berada pada kriteria sangat valid.

Instrumen tes yang dikembangkan dibuat berdasarkan pada indikator kreativitas sains dan berpikir kritis yang terdiri dari 5 soal uraian. Instrumen tes memperoleh nilai validitas oleh validator ahli sebesar 78.10% dan 98.00% oleh validator praktisi. Keduanya masuk dalam kategori valid dan sangat valid. Hal tersebut menunjukkan bahwa instrumen tes telah mencapai kategori kevalidan sehingga layak untuk digunakan.

Kepraktisan perangkat diperoleh berdasarkan hasil respon peserta didik setelah pembelajaran berlangsung melalui angket respon. Rata-rata respon peserta didik terhadap model mengajar memperoleh nilai 3.62 pada kriteria praktis dan penilaian terhadap LKPD memperoleh nilai 3.70 pada kriteria praktis. Hasil respon peserta didik mendapat penilaian praktis dikarenakan masih terdapat beberapa kekurangan dalam pembelajaran di kelas. Salah satunya yaitu penyampaian materi selama pembelajaran yang masih terkesan terburu-buru karena keterbatasan waktu mengajar. Akan tetapi, perangkat pembelajaran dengan model STEM yang dikembangkan sudah menacapai kriteria kepraktisan.

Keefektifan perangkat diperoleh berdasarkan hasil uji *N-Gain* dengan menggunakan instrumen tes kreativitas sains dan berpikir kritis berupa *pretest* dan *posttest*. Sebelum belajar mengajar dimulai, guru memberikan *pretest* pada peserta didik untuk mengetahui pengetahuan awal mereka mengenai materi suhu dan kalor. Kemudian *posttest* diberikan di akhir pertemuan setelah peserta didik mengikuti berbagai rangkaian dalam pembelajaran dengan model STEM. Rata-rata perolehan hasil tes dengan uji *N-Gain* sebesar 0.68 dan masuk pada kategori sedang. Sehingga, dapat dikatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan model STEM

untuk mengembangkan berpikir kritis dan kreativitas sains peserta didik sudah efektif untuk diaplikasikan dalam pembelajaran.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yaitu perangkat pembelajaran fisika model STEM untuk meningkatkan kreativitas sains dan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi suhu dan kalor sudah berada pada kriteria kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan sehingga tepat untuk diterapkan dalam pembelajaran.

REFERENSI

- Azwar, S. (2007). *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajaran.
- Gunawan (2018). Pendekatan Saintifik dalam Pembelajaran Kooperatif untuk Meningkatkan Kompetensi Pengetahuan, Sikap, dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Vidya Karya*. 33(2): 131-142.
- Herak, R., & Lamanepa, G.H. (2019). Meningkatkan Kreativitas Siswa Melalui STEM dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal EduMatSains*. 4(1): 89-98.
- Hidayati, N., Irmawati, F., & Prayitno, T.A. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi melalui Multimedia STEM Education. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 4(2): 84-92.
- Latifa, S., Setiawati, E., & Basith, A. (2016). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi Nilai-Nilai Agama Islam Melalui Pendekatan Inkuiri Terbimbing Pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika AlBiRuNi*. 5(1): 43-51.
- Lestari, D.A.B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 4(2): 202-207.
- Mulyani, T. (2019). *Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi Revolusi Industry 4.0*. Seminar Nasional

- Pascasarjana: Universitas Negeri Semarang.
- Permanasari, A. (2016). *STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains*. Seminar Nasional Pendidikan Sains: Guru Besar Bidang Pendidikan Kimia UPI.
- Salamah, U., & Mursal (2017). Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Menggunakan Metode Eksperimen Berbasis Inkuiri pada Materi Kalor. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 5(1): 59-65.
- Sugiyono (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujito, Shelita D.S., Hari W., Asim, Kadim M., & Sentot K. (2018). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Science, Technology, Engineering, and Mathematics dengan Modifikasi ADDIE Sub Materi Suhu*. Seminar Nasional FST: Universitas Negeri Malang.
- Widiyanti, I.S.R., & Mizan, S. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Mahasiswa PGSD. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*. 5(2): 330-345.