

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN 4C SISWA

DEVELOPMENT OF STEM-BASED PHYSICAL TEACHING TO IMPROVE 4C STUDENT SKILLS

Khairun Nisya*, Derlina, Wawan Bunawan

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar/Pasar V, Medan, Sumatera Utara, 20221, Indonesia

*e-mail: ichanisya95@gmail.com

Disubmit: 14 Juli 2021, Direvisi: 06 Juni 2023, Diterima: 06 Juni 2024

Abstrak. Bahan ajar perlu dikembangkan untuk meningkatkan kualitas pendidikan karena dapat membantu guru dalam menyampaikan materi. Pembelajaran perlu didukung oleh ketersediaan bahan ajar, begitu juga pembelajaran STEM. Pembelajaran di abad-21 tidak hanya berpusat pada kemampuan kognitif, tetapi juga mencakup sejumlah keterampilan personal dan sosial. Keterampilan tersebut dikenal dengan istilah 4C. Penelitian ini untuk menganalisis kelayakan, keefektifan dan kepraktisan bahan ajar fisika berbasis STEM, dan untuk mengetahui peningkatan sebagian keterampilan 4C siswa yang diajarkan menggunakan bahan ajar fisika berbasis STEM. Penelitian ini merupakan *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model ADDIE meliputi tahap *analyze, design, development, implementation, dan evaluation*. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIA MAS Ponpes Darul Qur'an. Instrumen dan teknik pengumpulan data menggunakan lembar validasi bahan ajar oleh tim ahli materi dan desain, lembar penilaian keefektifan bahan ajar, dan lembar penilaian kepraktisan bahan ajar. Hasil penelitian diperoleh bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM yang dikembangkan dalam kategori sangat layak menurut ahli materi dan desain, sangat efektif ditinjau dari hasil belajar dan penilaian guru terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM, dan sangat praktis ditinjau dari respon siswa dan penilaian para ahli terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM. Hasil belajar siswa yang di uji dengan analisis N-gain menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM mampu meningkatkan sebagian keterampilan 4C siswa. Jadi bahan ajar fisika berbasis STEM telah memenuhi kriteria layak, efektif, praktis, dan mampu meningkatkan sebagian keterampilan 4C siswa kelas XI MIA MAS Ponpes Darul Qur'an sebagai sumber belajar pendukung dalam proses pembelajaran materi suhu dan kalor.

Kata Kunci : *Pengembangan, Bahan Ajar Fisika, STEM*

Abstract. Teaching materials need to be developed to improve the quality of education because they can help teachers in delivering the material. Learning needs to be supported by the availability of teaching materials, as does STEM learning. Learning in the 21st century does not only focus on cognitive abilities, but also includes a number of personal and social skills. These skills are known as the 4C. This research is to analyze the feasibility, effectiveness and practicality of STEM-based physics teaching materials, and to determine the improvement of some students' 4C skills taught using STEM-based physics teaching materials. This research is a Research and Development (R&D) using the ADDIE model covering the analyze, design, development, implementation, and evaluation stages. The subjects in this study were students of class XI MIA MAS Ponpes Darul Qur'an. Instruments and data collection techniques used teaching materials validation sheets by a material and design expert team, teaching materials effectiveness assessment sheets, and teaching materials practicality assessment sheets. The results showed that the STEM-based physics teaching materials developed in the very appropriate category according to the material and design experts, were very effective in terms of learning outcomes and teacher evaluations of STEM-based physics teaching materials, and very practical in terms of student responses and expert assessments of the materials. STEM-based physics teaching. Student learning outcomes tested with N-gain analysis showed that STEM-based physics teaching materials were able to improve some of the students' 4C skills.

So STEM-based physics teaching materials have met the criteria of being feasible, effective, practical, and able to improve some of the 4C skills of class XI MIA MAS Ponpes Darul Qur'an students as a supporting learning resource in the process of learning temperature and heat material.

Keywords: *Development, Physics Teaching Materials, STEM*

PENDAHULUAN

Di abad ke-21 ini, pembelajaran tidak hanya berpusat pada kemampuan kognitif, tetapi juga mencakup sejumlah keterampilan personal dan sosial. Keterampilan tersebut dikenal dengan istilah 4C (*Critical thinking, Creativity, Collaboration, dan Communication*). Tujuan utama dari kemampuan berpikir kritis atau *critical thinking* adalah mengarahkan anak untuk dapat menyelesaikan masalah (*problem solving*). Pola pikir yang kritis juga perlu diterapkan agar anak dapat melatih diri untuk mencari kebenaran dari setiap informasi yang didupakannya. Sementara *creativity* tidak selalu identik dengan anak yang pintar menggambar atau merangkai kata dalam tulisan. Namun, kreativitas juga dapat dimaknai sebagai kemampuan berpikir *outside the box* tanpa dibatasi aturan yang cenderung mengikat. Anak-anak yang memiliki kreativitas tinggi mampu berpikir dan melihat suatu masalah dari berbagai sisi atau perspektif. Hasilnya, mereka akan berpikiran lebih terbuka dalam menyelesaikan masalah. Sedangkan *collaboration* adalah aktivitas bekerja sama dengan seseorang atau beberapa orang dalam satu kelompok untuk mencapai tujuan yang ditetapkan bersama. Aktivitas ini penting diterapkan dalam proses pembelajaran agar anak mampu dan siap untuk bekerja sama dengan siapa saja dalam kehidupannya mendatang. Saat berkolaborasi bersama orang lain, anak akan terlatih untuk mengembangkan solusi terbaik yang bisa diterima oleh semua orang dalam kelompoknya. Dan *communication* dimaknai sebagai kemampuan anak dalam menyampaikan ide dan pikirannya secara cepat, jelas, dan efektif. Keterampilan ini terdiri dari sejumlah *sub-skill*, seperti kemampuan berbahasa yang tepat sasaran, kemampuan memahami konteks, serta kemampuan membaca pendengar (*audience*) untuk memastikan pesannya tersampaikan.

Namun faktanya, berdasarkan observasi awal yang dilakukan dengan cara membagikan instrumen soal berfikir kreatif dan berfikir kritis kepada siswa kelas XI MIA MAS Ponpes Darul Qur'an Medan guna untuk mengetahui kemampuan awal yang dimiliki oleh siswa. Berdasarkan hasil observasi maka diperoleh hasil bahwa siswa kelas XI MIA MAS Ponpes Darul Qur'an Medan masih memiliki kemampuan berfikir kreatif dan berfikir kritis yang masih minim. Hal ini didasarkan oleh perolehan nilai siswa yang masih sangat rendah ketika menjawab soal observasi yang saya berikan. Siswa kelas XI MIA MAS Ponpes Darul Qur'an Medan rata-rata hanya menjawab satu sampai dengan tiga poin dari pertanyaan-pertanyaan yang

terkait dengan indikator soal berfikir kreatif dan berfikir kritis yang saya berikan.

Pembelajaran yang sesuai pada abad 21 juga bisa dikatakan sebagai sarana mempersiapkan generasi abad 21. Di mana kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) yang berkembang begitu pesat memiliki pengaruh terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk pada proses belajar-mengajar. Contohnya, peserta didik diberi kesempatan dan dituntut untuk mampu mengembangkan kecakapannya dalam menguasai teknologi informasi dan komunikasi. Dengan begitu, peserta didik memiliki kemampuan dalam menggunakan teknologi pada proses pembelajaran yang bertujuan untuk mencapai kecakapan berpikir dan belajar peserta didik.

Teknologi merupakan bentuk penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari. Teknologi merupakan bentuk penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari. Pemahaman terhadap teknologi merupakan salah satu keterampilan yang diperlukan di abad 21. Teknologi berkaitan dengan bagaimana orang menggunakan dan memanipulasi alam untuk kepentingan dan kemudahan kehidupan manusia. Rekayasa teknologi sebagai wujud penerapan sains sangat ditentukan oleh kemampuan matematik dan rancang bangun, oleh karena itu beberapa penelitian telah mengembangkan pembelajaran sains berbasis STEM. Pendidikan STEM memberikan peluang kepada guru untuk memperlihatkan kepada peserta didik betapa konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, enjiniring, dan matematika digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari mereka (Firman, H.2015). Salah satu upaya yang ditempuh pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan adalah melalui pengembangan bahan ajar (Bappenas, 2013). Bahan ajar perlu dikembangkan karena dapat membantu guru dalam menyampaikan materi. Pembelajaran perlu didukung oleh ketersediaan bahan ajar, begitu juga pembelajaran STEM.

Bahan ajar merupakan suatu bahan/ materi pelajaran yang disusun secara sistematis yang digunakan guru dan siswa dalam pembelajaran untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Menurut National Centre for Competency Based Training (2007), pengertian bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan proses pembelajaran. Saat ini masih banyak bahan ajar yang tidak sesuai dengan kebutuhan kurikulum yang ditetapkan oleh Kemendikbud dan tidak mendukung siswa untuk siap menghadapi tantangan revolusi industri 4.0.

Penelitian dapat dikatakan berhasil apabila bahan ajar memenuhi aspek validitas, antara lain : (1) valid, (2) praktis, dan (3) efektif (Nieveen, 2007). Sehingga dapat dinyatakan bahwa bahan ajar yang berkualitas adalah yang memenuhi ketiga aspek tersebut. Validitas diperoleh dari validasi perangkat oleh pakar (*expert*) dan teman sejawat berisikan validasi isi (*content*), konstruk dan bahasa. Kepraktisan berarti bahan ajar dapat diterapkan oleh guru sesuai dengan yang direncanakan dan mudah dipahami oleh peserta didik. Sedangkan keefektifan dilihat dari hasil penilaian autentik yang meliputi penilaian terhadap proses pembelajaran dan hasil belajar.

Fakta bahwa dalam pembelajaran sehari-hari bahan ajar yang digunakan belum menunjukkan sebuah perangkat pembelajaran yang valid, praktis dan efektif. Bahan ajar yang digunakan guru hanya dari penerbit sebagai satu-satunya sumber pembelajaran di kelas dan belum mengembangkan bahan ajar secara optimal yang dapat membantu mempermudah penyampaian pembelajaran.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Millah, E.S., etal (2012), buku ajar yang beredar sangat banyak, namun masih terdapat beberapa kekurangan salah satunya adalah buku yang dirancang belum mampu membuat siswa berpikir tingkat tinggi dalam memecahkan masalah autentik dalam kehidupan sehari-hari. Pada umumnya, bahan ajar yang ada masih belum mengintegrasikan antara sains, teknologi, enjiniring dan matematika (STEM) serta kurang mengangkat tema kontekstual pada kehidupan sehari-hari. Bahan ajar mata pelajaran Fisika yang ada hanya mengajarkan konten pengetahuan secara langsung, tidak disertai metode ilmiah sehingga siswa kurang mampu menggunakan cara bagaimana mengembangkan pengetahuan sains, mengaplikasikan konsep dan metode sains. Dalam hal ini, peran guru sangat penting. Guru juga dapat mengembangkan bahan ajar sendiri sesuai dengan kebutuhan pada saat pembelajaran, pengembangan bahan ajar dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan. Salah satu pendekatan pembelajaran saat ini yang sangat mendukung tercapainya kompetensi abad 21 adalah pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematic* (STEM).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Oktavia Rani (2019) mengatakan bahwa pembelajaran dengan pendekatan Sains, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) cocok digunakan dalam pembelajarn IPA terpadu karena dapat meningkatkan hasil belajar, keretampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif siswa.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian merupakan penelitian pengembangan dengan menerapkan model ADDIE yang terdiri dari lima langkah yaitu analisis (*analyze*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi(*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*). Penelitian pengembangan bahan ajar

fisika berbasis STEM dilakukan di MAS Ponpes Darul Qur'an. Pelaksanaan penelitian di semester genap tahun pelajaran 2020/2021. Subjek penelitian siswa kelas XI MIA dengan objek bahan ajar fisika berbasis STEM. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa anget validas, anket penilaian ahli/guru, dan anket respon siswa.

Kelayakan bahan ajar divalidasi dan diujikan kepada dua dosen ahli materi, satu guru ahli dan dua dosen ahli desain, satu guru ahli.

Analisis kelayakan bahan ajar menggunakan rumus :

$$P = \frac{\sum X}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Ket : P = persentase skor

$\sum X$ = jumlah jawaban tiap responden

N = total skor jawaban

Hasil validasi ahli kemudian dipersentasekan sesuai kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Bahan Ajar

Persentase (%)	Kriteria
0 – 20	Sangat Lemah
21 – 40	Lemah
41 – 60	Cukup
61 – 80	Layak
81 – 100	Sangat Layak

Selanjutnya, untuk mengetahui keefektifan bahan ajar fisika berbasis STEM dilihat dari peningkatan hasil belajar siswa setelah diajarkan dengan bahan ajar fisika berbasis STEM dan penilaian anket respon guru terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM. Untuk mengetahui hasil belajar siswa menggunakan rumus :

$$N - Gain = \frac{\text{score posttest} - \text{score pretest}}{\text{score maksimum} - \text{score pretest}} \quad (2)$$

Tingkat perolehan *gain score* ternormalisasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Perolehan *Gain Score* Ternormalisasi

Rata-rata (N-gain)	Klasifikasi
$0,70 \leq N - gain$	Tinggi
$0,30 \leq N - gain < 0,70$	Sedang
$N - gain < 0,30$	Rendah

Untuk mengetahui keefektifan bahan ajar fisika berbasis STEM berdasarkan anket respon guru menggunakan rumus :

$$P = \frac{\sum f}{N} \times 100\% \quad (3)$$

Ket : P = Persentase yang diperoleh

f = Perolehan skor

N = Skor maksimum

Hasil anket respon guru kemudian dipersentasekan sesuai kriteria pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Efektifitas Bahan Ajar

Presentase	Kriteria
$\geq 80\%$	Sangat efektif
$60\% < P \leq 80\%$	Efektif
$40\% < P \leq 60\%$	Cukup efektif
$20\% < P \leq 40\%$	Kurang efektif
$P \leq 20\%$	Tidak efektif

Selanjutnya, untuk mengetahui kepraktisan bahan ajar fisika berbasis STEM dilihat dari penilaian para ahli terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM dan angket respon siswa terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM. Untuk mengetahui penilaian para ahli dan respon siswa terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM dapat menggunakan rumus :

$$P = \frac{\sum f}{N} \times 100\% \quad (4)$$

Ket : P = Persentase yang diperoleh
 f = Perolehan skor
 N = Skor maksimum

Hasil penilaian para ahli dan angket respon siswa kemudian dipersentasekan sesuai kriteria pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Kepraktisan Bahan Ajar

Persentase (%)	Kriteria
$80 < P \leq 100$	Sangat Praktis
$60 < P \leq 80$	Praktis
$40 < P \leq 60$	Cukup Praktis
$20 < P \leq 40$	Kurang Praktis
$P \leq 20$	Tidak Praktis

Selanjutnya, untuk mengetahui peningkatan sebagian keterampilan 4C siswa setelah diajarkan menggunakan bahan ajar fisika berbasis STEM dapat menggunakan rumus :

$$N - Gain = \frac{score\ posttest - score\ pretest}{score\ maksimum - score\ pretest} \quad (5)$$

Tingkat perolehan *gain score* ternormalisasi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat Perolehan *Gain Score* Ternormalisasi

Rata-rata (N-gain)	Klasifikasi
$0,70 \leq N - gain$	Tinggi
$0,30 \leq N - gain < 0,70$	Sedang
$N - gain < 0,30$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa memberikan hasil yang akan dibahas sebagai berikut ini :

Tahap Analisis (*Analyze*)

Pada tahap ini, peneliti menganalisis kebutuhan dengan melakukan analisis kurikulum, analisis bahan

ajar pegangan guru dan siswa, dan analisis bahan ajar yang beredar di toko-toko buku.

1. Analisis Kebutuhan

Kebutuhan ini mengacu pada kurikulum tiga belas revisi (K-13 Revisi) di MAS Ponpes Darul Qur'an kelas XI MIA 2. Materi Fisika yang dikembangkan dalam bahan ajar ini adalah suhu dan kalor yang merupakan bagian dari pokok bahasan Fisika SMA. Dalam kurikulum tersebut tercantum capaian pembelajaran dan sub capaian pembelajaran Fisika SMA untuk materi suhu dan kalor.

2. Analisis Bahan Ajar

Pada tahap analisis bahan ajar peneliti melakukan observasi awal pada buku ajar pegangan guru, siswa, dan buku-buku yang beredar dipasaran (seperti : buku Kajian Konsep Fisika karangan Muhammad Farchani Rosyid dkk, buku *Sains* Fisika karangan Hari Subagya dan Agus Taranggono, buku Fisika Untuk SMA/MA karangan Sunardi dan Siti Zenab, dan Buku Fisika SMA/MA karangan Hari Subagya). Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa buku ajar fisika yang digunakan guru, siswa, dan yang beredar saat ini masih banyak yang tidak sesuai dengan kebutuhan kurikulum yang ditetapkan oleh Kemendikbud dan tidak mendukung siswa untuk siap menghadapi tantangan revolusi industri 4.0.

Kemudian fakta menunjukkan bahwa dalam pembelajaran sehari-hari bahan ajar yang digunakan belum menunjukkan sebuah perangkat pembelajaran yang valid, efektif, dan praktis. Bahan ajar yang digunakan guru hanya dari penerbit sebagai satu-satunya sumber pembelajaran di kelas dan belum mengembangkan bahan ajar secara optimal yang dapat membantu mempermudah penyampaian pembelajaran. Hal ini diperoleh berdasarkan hasil wawancara guru fisika MAS Ponpes Darul Qur'an. Kemudian peneliti melakukan observasi dengan siswa kelas XI MIA di MAS Ponpes Darul Qur'an dengan memberikan beberapa soal berpikir kreatif dan kritis dalam bentuk essay. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa bahwa siswa kelas XI MIA MAS Ponpes Darul Qur'an Medan masih memiliki kemampuan berfikir kreatif dan berfikir kritis yang masih minim. Hal ini didasarkan oleh perolehan nilai siswa yang masih sangat rendah ketika menjawab soal observasi yang diberikan.

Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap ini peneliti membuat dan mengkonsepkan bahan ajar fisika yang akan dikembangkan yang terdiri dari materi, contoh soal, instrumen soal, referensi materi dan soal, LKPD, merancang angket dan validasi, serta membuat desain cover dan isi dari bahan ajar fisika berbasis STEM.

1. Pembuatan Desain Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM

Pada tahap ini dilakukan kegiatan pembuatan desain cover bahan ajar fisika berbasis STEM, membuat peta konsep, menetapkan standart kompetensi, indikator dan tujuan pembelajaran, peta konsep.

2. Pengumpulan dan Penyusunan Materi, Soal dan Referensi

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan ajar dan referensi yang berkaitan dengan materi suhu dan kalor yang akan dimasukkan ke dalam bahan ajar yang akan dikembangkan dilengkapi dengan contoh soal dan penyelesaiannya, soal latihan, info-info fisika terkait materi suhu dan kalor, dan teknologi yang terkait dengan materi suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari, serta instrumen test yang digunakan untuk mengukur kemampuan 4C siswa. Materi pembelajaran disesuaikan dengan capaian pembelajaran yang ada pada rancangan pelaksanaan pembelajaran (RPP) mata pelajaran Fisika SMA/MA. Selain menyusun materi dan soal dilakukan pengumpulan referensi seperti gambar, tabel, dan grafik yang berkaitan dengan materi suhu dan kalor yang akan digunakan dalam pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM. Peneliti mencari referensi dalam pembuatan bahan ajar fisika berbasis STEM dari berbagai macam sumber baik dari buku-buku pelajaran fisika SMA/MA, buku-

buku Fisika Terapan, buku-buku yang beredar dipasaran, jurnal-jurnal dari penelitian sebelumnya, dan berbagai sumber dari internet.

Tahap Pengembangan (Development)

1. Pembuatan Produk

Pada tahap ini dilakukan dengan pembuatan bahan ajar fisika berbasis STEM pada materi suhu dan kalor. Adapun yang terdapat pada bahan ajar seperti: cover buku, daftar isi, peta konsep, indikator dan tujuan pembelajaran, isi materi, contoh soal dan pembahasan, uji kompetensi, info fisika dan teknologi, rangkuman, glosarium, dan daftar pustaka.

2. Penilaian Uji Kelayakan Materi dan Desain Bahan Ajar Berbasis STEM

Pada tahap ini, bahan ajar fisika berbasis STEM divalidasi menggunakan standar kelayakan Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yang telah dimodifikasi. Bahan ajar yang telah dikembangkan di validasi oleh ahli materi dan ahli desain (produk) sebagai validator. Hasil rekapitulasi validasi ahli materi dan desain dipersentasekan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Indikator	Skala Penilaian			\sum f Indikator	\sum Aspek	Pres (%)	Kriteria
		V1	V2	V3				
Kelayakan Isi	Cakupan materi	22	20	27	69	202	84%	Sangat Layak
	Keakuratan	19	17	19	55			
	Kemutairan	15	11	13	39			
	Menumbuhkan karakter produktif siswa	5	5	8	18			
	Merangsang keingintahuan	6	7	8	21			
Kelayakan Bahasa	Sesuai dengan perkembangan siswa	7	7	8	22	125	87%	Sangat Layak
	Komunikati	7	7	7	21			
	Dialogis dan interaktif	6	5	7	18			
	Lugas	8	6	7	21			
	Koherensi dan keruntunan alur berfikir	7	7	7	21			
	Penggunaan istilah simbol dan lambang	8	7	7	22			
Jumlah		110	99	118	327	327	85%	Sangat Layak

Tabel 7. Hasil Rekapitulasi Validasi Ahli Desain

Aspek Penilaian	Skala Penilaian			\sum Indikator	Presentase (%)	Kriteria
	V1	V2	V3			
Desain Cover	14	17	16	47	78%	Layak
Penggunaan font : Jenis dan Ukuran huruf	9	9	12	30	83%	Sangat Layak
Layout Isi Bahan Ajar	37	42	37	116	80%	Sangat Layak
Ilustrasi Isi Bahan Ajar	13	13	13	39	81%	Sangat Layak
Jumlah	73	81	78	232	80%	Sangat Layak

Tahap Implementasi (Implementation)

Pada tahap ini bahan ajar yang dikembangkan telah divalidasi dan diperbaiki sesuai dengan saran dari para validator, sehingga telah layak untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika pada materi suhu dan kalor. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan

hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan bahan ajar fisika berbasis STEM dan untuk mengetahui keefektifan bahan ajar fisika yang dikembangkan melalui uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan. Keefektifan bahan ajar yang dikembangkan juga

dianalisis melalui respon guru fisika terhadap bahan ajar.

A. Deskripsi Data Hasil Belajar Pretest dan Posttest

1) Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil dilakukan kepada 10 peserta didik dengan kemampuan bervariasi yang diajarkan dengan menggunakan bahan ajar fisika berbasis STEM. Tujuan dari uji coba kelompok kecil ini adalah untuk mengidentifikasi kekurangan produk dan efektifitas terhadap produk yang telah dikembangkan. Dengan penerapan pembelajaran dengan bahan ajar yang dikembangkan, maka hasil perhitungan *N-gain* pada kelompok kecil sebesar 0,78 dengan (kategori *gain tinggi*).

Maka dapat diambil kesimpulan bahwa gain siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar fisika berbasis STEM pada materi suhu dan kalor tergolong dalam tinggi. Bahan ajar yang di kembangkan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika.

2) Uji Coba Lapangan

Uji coba lapangan dilakukan kepada 37 peserta didik di kelas XI MIA 2 MAS Ponpes Darul Qur'an.

Aspek yang dinilai pada uji coba lapangan adalah meningkatnya hasil belajar siswa dan menganalisis keefektifan bahan ajar yang dikembangkan berdasarkan meningkatnya hasil belajar siswa dalam pembelajaran fisika. Dengan penerapan pembelajaran dengan bahan ajar yang dikembangkan, maka hasil perhitungan *N-gain* pada uji lapangan sebesar 0,74 dengan (kategori *gain tinggi*).

Maka dapat diambil kesimpulan bahwa gain siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar fisika berbasis STEM pada materi suhu dan kalor tergolong dalam tinggi. Bahan ajar yang di kembangkan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika.

B. Respon Guru Terhadap Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM

Uji Keefektifan bahan ajar fisika berbasis STEM dilakukan dengan penilaian guru mata pelajaran fisika. Adapun instrumen yang digunakan untuk memperoleh data persepsi guru adalah angket yang berisi pertanyaan mengenai hal-hal yang diperhatikan dalam penggunaan bahan ajar. Hasil persepsi guru terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Analisis Persepsi Guru terhadap Keefektifan Bahan Ajar Fisika

No	Indikator	\sum Indikator	Presentase(%)	Kriteria
1	Ketercapaian tujuan pembelajaran	5	80%	Sangat Efektif
2.	Bahan ajar membantu siswa berfikir kritis dan kreatif	5	60%	Efektif
3.	Bahan ajar dapat memotivasi siswa dalam belajar	5	80%	Sangat Efektif
4.	Kemudahan dalam menyajikan fenomena dan teknologi terkait konsep suhu dan kalor dalam kehidupan sehari-hari	5	100%	Sangat Efektif
Jumlah		20	80%	Sangat Efektif
Presentase Nilai Keefektifan Oleh Guru Fisika			80%	Sangat Efektif

Tahap Evaluasi (Evaluation)

Fase evaluasi mencakup kegiatan evaluasi internal, evaluasi eksternal, dan revisi sistem yang dikembangkan (Sani, dkk. 2018). Aspek kepraktisan merupakan kriteria kualitas bahan ajar ditinjau dari penilaian ahli dan tingkat kemudahan siswa dalam menggunakan bahan ajar yang dikembangkan. Hasil kepraktisan bahan ajar berbasis STEM ditinjau dari penilaian ahli dan persepsi siswa terhadap bahan ajar yang dikembangkan dalam bentuk angket.

1. Penilaian Ahli Terhadap Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM

Uji Kepraktisan bahan ajar fisika berbasis STEM dilakukan dengan penilaian oleh dua orang ahli dalam fisika. Adapun yang terlibat dalam penilaian ini adalah dua orang dosen Fisika Unimed. Instrumen yang digunakan untuk memperoleh penilaian para ahli adalah angket yang berisi 15 butir pertanyaan yang mencakup kedalam tiga aspek mengenai hal-hal yang diperhatikan dalam penggunaan bahan ajar. Hasil penilaian ahli terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM dapat dilihat pada Tabel 9 :

Tabel 9. Analisis Penilaian Ahli terhadap Kepraktisan Bahan Ajar

Aspek Penilaian	Skala Penilaian		\sum Indikator	Presentase (%)	Kriteria
	D1	D2			
Kemudahan Penggunaan	26	27	64	83%	Sangat Praktis
Kemenarikan Sajian	8	10	24	75%	Praktis
Manfaat	12	13	32	78%	Praktis
Jumlah	46	50	120	80%	Sangat Praktis

2. Respon Siswa Terhadap Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM

Pada tahap akhir pembelajaran fisika dengan menggunakan bahan ajar fisika berbasis STEM pada materi suhu dan kalor siswa memberikan persepsi terhadap bahan ajar tersebut. Adapun instrumen yang

digunakan untuk memperoleh data persepsi siswa adalah angket yang berisi 20 butir pertanyaan yang mencakup kedalam lima aspek mengenai hal-hal yang diperhatikan dalam penggunaan bahan ajar. Hasil analisis persepsi siswa terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM dapat dilihat pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Analisis Angket Persepsi Siswa terhadap Kepraktisan Bahan Ajar

Aspek Penilaian	Skala Penilaian	Σ Penilaian	Presentase(%)	Kriteria
Pengorganisasian Materi	271	320	85%	Sangat Praktis
Evaluasi/Latihan Soal	333	384	87%	Sangat Praktis
Bahasa	117	128	91%	Sangat Praktis
Strategi Pembelajaran	276	320	86%	Sangat Praktis
Tampilan Visual	100	128	78%	Sangat Praktis
Jumlah	1.098	1.280	86%	Sangat Praktis

Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM Meningkatkan Sebagian Keterampilan 4C Siswa

Bahan ajar fisika berbasis STEM untuk meningkatkan sebagian keterampilan 4C siswa ini sudah efektif, hal ini dapat dilihat dari peningkatan keterampilan 4C siswa dengan analisis

N-gain pada kategori tinggi melalui hasil *pretest* dan *posttest* siswa. Penelitian ini diawali dengan peneliti memberikan soal *pretest* dan *posttest* berbentuk 15 soal essay dengan indikator berpikir kritis dan kreatif kepada seluruh siswa dalam untuk melihat peningkatan keterampilan 4C siswa.

Berdasarkan hasil *pretest* yang diberikan kepada 37 orang siswa SMA Ponpres Darul Qur'an kelas XI MIA 2 diperoleh nilai rata-rata sebesar 31. Hal ini menunjukkan bahwa siswa kelas XI MIA 2 belum memenuhi kompetensi kelulusan materi Suhu dan Kalor.

Langkah selanjutnya yang dilakukan peneliti adalah melakukan proses belajar mengajar dengan bahan fisika berbasis STEM, dengan harapan dapat meningkatkan keterampilan 4C siswa, sehingga memicu kenaikan nilai *pretest*. Berdasarkan hasil *posttest* yang diberikan kepada kepada 37 orang siswa SMA Ponpres Darul Qur'an kelas XI MIA 2 setelah proses belajar sebanyak 5 kali pertemuan secara diperoleh rata-rata nilai siswa mengalami kenaikan menjadi sebesar 81. Adapaun nilai rata-rata pada tiap indikator berpikir kritis dan kreatif dapat dilihat pada Tabel 11 :

Tabel 11. Nilai Rata-Rata Indikator Keterampilan Berpikir Kritis dan Berfikir Kreatif Siswa

Keterampilan 4C Siswa	Indikator	Pretest	Posttest	Analisis N-Gain (%)	Kategori
Berpikir Kritis	Assesmen	36,00	71,50	55,5	Sedang
	Tahap Penyimpulan	34,67	75,50	62,3	Sedang
	Asumsi	38,67	73,00	55,9	Sedang
	Interpretasi	42,50	74,00	54,8	Sedang
Berpikir Kreatif	Kefasihhan	52,00	70,50	38,6	Sedang
	Keluwehan	31,4	85,4	79	Tinggi
	Keaslian	31,18	82,21	74	Tinggi
	Merincikan	42,67	69,00	45,9	Sedang

KESIMPULAN

Kesimpulan pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM adalah : 1) Kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM berdasarkan validator ahli materi sebesar 85% dengan kategori sangat layak dan validator ahli desain sebesar 80% dengan katagori sangat layak. 2) Keefektifan bahan ajar fisika berbasis STEM berdasarkan hasil belajar siswa mengalami peningkatan perhitungan *N-gain* sebesar 0,74 (kategori *gain tinggi*) dan penilaian persepsi guru tentang uji efektivitas bahan ajar fisika berbasis STEM diperoleh jumlah total persentase 80% dengan kategori sangat baik. 3) Kepraktisan bahan ajar fisika berbasis STEM berdasarkan penilaian para ahli terhadap bahan ajar

fisika berbasis STEM diperoleh jumlah total persentase 80% dengan kategori sangat praktis dan berdasarkan persepsi siswa terhadap bahan ajar sebesar 86% dengan kategori sangat praktis. 4) Hasil olah data dengan analisis *N-gain* menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM mampu meningkatkan keterampilan 4C siswa.

SARAN

Pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM pada materi suhu dan kalor disusun berdasarkan kompetensi kurikulum yang digunakan dan disesuaikan dengan perkembangan kebutuhan siswa. Oleh karena itu bahan

ajar fisika berbasis STEM perlu disusun untuk materi fisika lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldoobie, N. (2015). ADDIE Model. *American International Journal Of Contemporary Reseach*, 6(6): 68-72
- Alwi, A., Ida. S., Umi. I. (2014). *Panduan Implementasi Kurikulum 2013 Untuk Pendidik Dan Tenaga Pendidik*. Jakarta: saraz publishing
- Barcelona, K. (2017). 21st Century Curriculum Change Initiative: A Focus on STEM Education as an Integrated Approach to Teaching and Learning. *American Journal of Educational Research*. 2(10):826-875.
- Bear. J. (2011). *How divergent thinking tests mislead Us: Are the Torrance Tests still relevant in the 21 st century? The division 10 dabate*. Psychology of aesthetics, creativity, and the art., 4.(4):309-313.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach (Vol. 722)*. Springer Science & Business Media.
- Daryanto, & Syaiful, K. (2017). *Pembelajaran abad 21*. Yogyakarta: Gava Media
- Depdiknas. (2008). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta : Dikmenum Depdiknas
- Djamarah, S. B. (2010). *Prestasi Belajar Dan Kompetensi Guru*. Surabaya: Usaha Nasional
- H. Diana., Rahmatsyah., R.A. Sani., W. Bunawan., R. H Lubis. (2019). Effect Of Collaborative Inquiry Learning Model To 4C Student Skills In High School. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 8(1):29-38.
- Ika, P. K.,. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and, Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *UNNES Physic Education Jurnal*. 6(3):54-58.
- Kadek, A.,P. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Sma Berbasis Kontekstual Pada Materi Suhu Dan Kalor. *Jurnal Pembelajaran Sains*.3(1):29-34.
- Kemendikbud. (2014). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 58 Tahun 2014*. Jakarta: Sekertariat Jendral.
- Kyungsuk, P. (2011). Effects Of Integrative Approaches Among Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Subjects On Students' Learning: A Preliminary Meta-Analysis. *Journal of STEM Education, Utah State University*. 12(5):23-37.
- Mariati, P.S., Nurdin, B., Yenni, D.W.A.S., Rahma, K., Zaskya, L.U., Motlan. (2019). Desain Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap 4C. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*. 7(3):38-46.
- Oktavia, R. (2019). Bahan Ajar Berbasis Science, Technology, Engineering, Mathematics (Stem) untuk Mendukung Pembelajaran IPA Terpadu. *Departemen Pendidikan IPA, Universitas Negeri Padang*. 9(1):29-38
- Resnick, Halliday. (1979) *Fisika Jilid 1 Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.
- Ritz, J.M & Fan, S. (2014). "STEM and Technology education: International state-of-the-art." *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4):23-29.
- Rusyati, Anna, P., Didi. A. (2019). Rekonstruksi Bahan Ajar Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Literasi Sains Dan Tekonologi Siswa Pada Konsep Kemagnetan. *Journal of Science Education And Practice*.,2(2):10-23.
- Surapranata, S. (2005). *Analisis, Validitas, Reliabilitas Dan Interpretasi Hasil Tes*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Yenni, D. A. S., Mariati, P.S., Nurdin, B., Motlan. (2019). Penerapan Project Based Learning Berbasis LKS Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*.8(2):85-90.
- Yuni, W., E. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia Di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Kanjuruhan Malang*.1(1):263-278.
- Zaskya, L.U., Nurdin, B., Mariati, P.S., Motlan. (2019). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Pada Materi Fulida Dinamis Di SMA. *Jurnal Pendiidkan Fisika*.1(1):263-278.