

## Integrasi STEM Pada Bahan Ajar Fisika: Dampaknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Kreatifitas Siswa SMA

<sup>1</sup>Teti Dian Sari\*, <sup>2</sup>Nuridin Siregar, <sup>3</sup>Rahmatsyah

<sup>1</sup>SMA Negeri 18 Medan, Medan, Sumatera Utara, 20221, Indonesia

<sup>2,3</sup>Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan, Medan, Sumatera Utara, 20221, Indonesia

### INFO ARTIKEL

#### Article History:

Submitted: 02-02-2025

Revised : 16-04-2025

Accepted : 21-05-2026

Published: 28-06-2025

#### Keywords:

STEM;

Physics Teaching Materials;

Conceptual Understanding;

Creativity;

#### Kata Kunci:

STEM;

Bahan Ajar Fisika;

Pemahaman Konsep;

Kreativitas;

### ABSTRACT

The current condition in schools is still very minimal in teaching materials that can improve conceptual understanding and at the same time increase student creativity, therefore a study has been conducted on the development of teaching materials using the STEM approach. The purpose of this study is to create teaching materials that can improve students' conceptual understanding and increase student creativity through the STEM approach. This study uses the research and development (R&D) research method referring to the steps of the Dick and Carey process. The research instruments include interview sheets, questionnaires, observation sheets, tests, and validation test sheets. Limited trials using observation and test sheets and validation of teaching material prototypes using validation test sheets, and usage trials using response questionnaires and tests. The collected data were analyzed using qualitative and quantitative descriptive methods. The sample of this study was students of SMA Negeri 18 Medan Class XI. After the research was conducted, the following results were obtained: Teaching materials with a STEM approach to optics material can improve students' creativity starting from the aspects of fluency, flexibility, and originality.

### ABSTRAK

Kondisi yang ada pada sekolah saat ini ternyata masih sangat minim bahan ajar yang bisa meningkatkan pemahaman konsep dan sekaligus meningkatkan kreatifitas siswa, maka dari itu telah dilakukan penelitian pengembangan bahan ajar dengan menggunakan pendekatan STEM. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat bahan ajar yang dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dan meningkatkan kreatifitas siswa melalui pendekatan STEM. Penelitian ini menggunakan metode penelitian *research and development* (R&D) mengacu pada langkah-langkah *Dick and Carey* proses. Instrumen penelitian meliputi lembar wawancara, angket, lembar observasi, tes, dan lembar uji validasi. Uji coba terbatas menggunakan lembar observasi dan tes dan validasi prototipe bahan ajar menggunakan lembar uji validasi, dan ujicoba pemakaian menggunakan angket tanggapan dan tes. Data yang terkumpul dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Sampel penelitian ini adalah siswa SMA Negeri 18 Medan Kelas XI. Setelah penelitian dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut: Bahan ajar dengan pendekatan STEM pada materi optik dapat meningkatkan pemahaman konsep. Bahan ajar dengan pendekatan STEM pada materi optik dapat meningkatkan kreatifitas siswa mulai dari aspek kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), dan keaslian (*originality*).



© 2025 the author(s)

\*Corresponding Author

E-mail Adress: tetidiansari@gmail.com

## PENDAHULUAN

Pendidikan ialah suatu proses formal atau informal yakni berfokus dalam keterampilan, nilai-nilai, norma-norma dan transfer pengetahuan dari generasi ke generasi berikutnya. Pendidikan ditunjukkan untuk sadar dan terstruktur untuk memberikan pengajaran, pelatihan, atau pembelajaran kepada individu agar siswa dapat mengembangkan potensi dan kemampuan secara holistik. Maka dari itu, Kemendikbud menegaskan bahwa pendidikan dan kebudayaan selalu menjadi suatu agenda utama dan isu pokok setiap periode pemerintahan karena merupakan janji kemerdekaan yang perlu dilunasi oleh segenap komponen bangsa (Hadiansah, 2022)

Dinamika global pendidikan abad 21, menurut pantauan kemendikbud (2020) terdapat empat isu yang diperhitungkan, yaitu: (1) majunya teknologi yang mendorong Revolusi Industri 4.0, (2) pergeseran profil sosio ekonomi dan demografi, (3) meningkatkan air dan kebutuhan energi, serta, (4) perubahan dunia kerja di masa depan (Hadiansah, 2022). Dari keempat isu tersebut, kemendikbud telah mengidentifikasi beberapa tantangan yang dihadapi dalam pemajuan bidang pendidikan ke depan. Tantangan itu yakni: (1) memerdekakan dengan sistem yang tertutup, menjadi sistem yang terbuka, (2) memerdekakan pendidik untuk menerus pengetahuan menjadi pendidik sebagai fasilitator belajar, (3) memerdekakan belajar dengan beban menjadi pembelajaran dengan pengalaman yang seru, (4) memerdekakan suatu ekosistem dalam pendidikan dalam kendali pemerintah untuk suatu ekosistem yang diwarnai dengan partisipasi aktif dan otonomi yang berkepentingan, (5) memerdekakan belajar dengan tatap muka menjadi belajar yang terfasilitasi dengan teknologi, (6) memerdekakan melalui pedagogi dengan bersifat sama rata yang berpusat dengan personalisasi dan siswa, (7) memerdekakan pendidikan yang terbebani melalui perangkat administrasi dengan bebas, (8) melakukan inovasi memerdekakan program pendidikan dan dikendalikan melalui pemerintah dengan pogram yang relevan untuk industri, (9) dan memerdekakan kurikulum, asesmen, dan pedagogi yang dikendalikan melalui konten

dengan berbasis nilai-nilai dan kompetensi (Hadiansah, 2022).

Peringkat Indonesia di bidang pendidikan meliputi pemahaman matematika, sains, dan literasi yang masih sangat rendah. Salah satu organisasi yang melakukan penilaian tersebut adalah OECD, Dan OECD ialah sebuah Organisasi untuk Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan yang merupakan sarana penilaian internasional mengenai kemajuan sistem pendidikan dalam mempersiapkan peserta didiknya untuk dinamika kehidupan yang nyata nantinya. OECD inilah yang mengeluarkan PISA (*The Program for International Student Assessment*). Hasil terakhir yang di dapat dari penilaian PISA pada penilaian tahun 2022 adalah peringkat 65 untuk sains dari 81 negara. Penilaian PISA membuktikan bahwa nilai yang di dapat oleh negara Indonesia masih sangat rendah walaupun ada kenaikan dari tahun 2018, dimana Indonesia berada di urutan 71 dari 78 negara di dunia yang artinya ada kenaikan hingga 6 peringkat dari yang sebelumnya dikemukakan oleh Menteri Kemendikbudristek pada tanggal 5 Desember 2023. Data lainnya dari data TIMSS (*Trends International Mathematic and Science Study*) menunjukkan posisi Indonesia juga sangat jauh tertinggal dari negara lain untuk bidang pendidikan khususnya pada bidang sains dan matematika ( ).

Kemajuan pendidikan di daerah salah satunya adalah daerah Sumatera Utara telah memasuki peringkat 10 besar dalam hal peningkatan pendidikan (Kemendikbudristek, 2022) dan nomor 4 dalam tingkat penerimaan masuk perguruan tinggi. Kemajuan pendidikan yang telah tercapai oleh Sumatera Utara akan memberikan dampak yang sangat baik apalagi ditambah dengan memberikan inovasi di dalam kelas. Melalui kebijakan program Merdeka Belajar dan meluncurkan Kurikulum Merdeka pemerintah berusaha dalam membuat warna baru dalam dunia pendidikan di Indonesia. Kebijakan merdeka belajar dalam hakikatnya dalam tujuan kemerdekaan tiap unit pendidikan yang ter inovasi. Yang harus disesuaikan dengan situasi dimana pembelajaran berjalan, dalam infrastruktur, kearifan lokal, dalam budaya, dan dalam sosio-ekonomi. Maksud dalam merdeka belajar ialah mengidentifikasi kemampuan terbesar para pendidik maupun pesertadidik

dalam meningkatkan kualitas aktivitas belajar secara berinovasi dan mandiri. Dan pembelajaran mandiri juga tidak selalu mengikuti prosesnya birokrasi pendidikan, tetapi sungguh-sungguh menginovasi pendidikan (Mendikbudristek, 2020).

Berdasarkan hasil observasi di sekolah SMA negeri 18 Medan, dengan melakukan wawancara dan menyebarkan angket kepada siswa dan guru. Menunjukkan hasil sebanyak, 48,1% menyatakan masih sedikit memahami materi pelajaran fisika, 43,4% siswa masih kesulitan memahami konsep pelajaran fisika, 38,9% siswa dapat menerima penjelasan pelajaran dari guru, 33,3% siswa menggunakan bahan ajar tambahan, 46,3% siswa senang belajar secara berkelompok, 35,8% siswa senang belajar menggunakan bahan ajar atau buku bacaan, 42,6% siswa mau bertanya jika tidak memahami materi pelajaran, 44,4% siswa merasa dirinya memiliki kreatifitas dalam belajar, 11,1% siswa masih sangat kurang untuk mampu memecahkan masalah, 42,6% siswa sangat menginginkan pembelajaran yang bisa meningkatkan kreatifitas mereka, 37% siswa menganggap lingkungan belajar sangat mendukung dalam pembelajaran yang kreatif, 34% siswa sangat sering terlibat dalam pembelajaran fisika yang mendorong kreatifitas, dan 57,4% siswa menganggap pelajaran berbasis proyek sangat penting dalam meningkatkan kreatifitas siswa. Berdasarkan hasil angket guru diperoleh sebesar 57,1% mengatakan siswa masih kurang dalam hal pemahaman konsep, 57,1% guru mengatakan siswa belum mampu memecahkan masalah dalam konsep fisika, 85,7% pembelajaran fisika dengan menerapkan praktikum dan eksperimen lebih disukai, 57,1% guru sering menggunakan media lainnya dalam pembelajaran, 57,1% siswa memiliki tingkat kreatifitas di kelas, 42,9% guru melihat siswa kurang dalam menunjukkan ide-ide baru, 71,4% guru melihat siswa kurang dalam menyelesaikan tugas, 71,4% guru melihat antusias siswa dalam pembelajaran bersifat mengembangkan kreatifitas, 83,3% guru mengatakan pembelajaran eksperimen ataupun praktik sangat meningkatkan kreatifitas siswa, 100% guru mendukung pengembangan kreativitas siswa di kelas, 42,9% siswa terdorong dalam kreatifitas saat mereka saling kolaboratif.

Berdasarkan hasil angket yang dilakukan oleh peneliti, terlihat bahwa masih rendahnya minat dan kreatifitas dalam pembelajaran fisika. Siswa juga ingin mendapatkan pembelajaran yang menarik yang menggugah mereka untuk menyukai pembelajaran fisika. Sejalan melalui hasil angket yang telah dibagikan untuk guru, guru juga ingin membuat pembelajaran fisika yang menarik minat yang dapat meningkatkan pemahaman konsep dan meningkatkan kreatifitas siswa, maka peneliti mengambil tindakan yaitu melakukan inovasi pembuatan bahan ajar berbasis STEM.

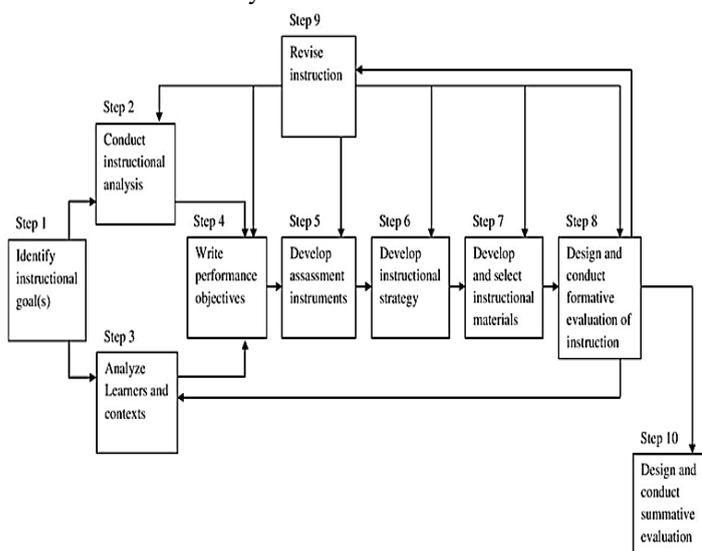
Untuk menghasilkan inovasi tersebut, peneliti menambahkan STEM (*Science, technology, Engineering, and mathematic*) sehingga diharapkan dengan menggunakan bentuk pendekatan pembelajaran berbasis STEM, akan memberikan warna baru dan cara pembelajaran baru dalam pembelajaran di kelas dari segi pemahaman konsep siswa dan kreatifitas siswa yang akhirnya akan memberikan kontribusi yang baik bagi siswa. Sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) adalah pendekatan tematik dalam perkembangan ilmu pendidikan. STEM pendidikan dikonstruksikan sebagai suatu kumpulan pengetahuan baru yang utuh dan holistik berdasarkan konstitusi disiplin ilmu. STEM merupakan komponen penting dalam pendidikan abad ke-21, hal ini begitu penting untuk mempromosikan STEM sebagai bentuk peningkatan kreatifitas siswa saat ini. Sejalan juga dengan dengan hasil penelitian Nuryani (2021) yang menyatakan jika Pendekatan STEM akan membantu siswa dengan kemampuan analitis dan pemecahan masalah untuk mempersiapkan mereka menghadapi lingkungan kerja kehidupan nyata.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan maka rumusan masalah dalam penelitian adalah Apakah Bahan Ajar melalui pendekatan STEM bisa meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, dan apakah Bahan Ajar melalui pendekatan STEM dapat meningkatkan kreatifitas peserta didik.

## METODE PENELITIAN

Tempat penelitian adalah di SMA Negeri 18 Medan Jl. Wahidin NO. 15-A Pandau Hulu 1,

Kecamatan Medan Kota, Kota Medan yang dilaksanakan di semester genap tahun pelajaran 2023/2024. Jenis penelitian yang digunakan dalam pengembangan bahan ajar ini mengadaptasi model pengembangan Dick and Carry, yaitu model pengembangan yang terdiri dari sepuluh tahapan yakni: (1) menganalisis kebutuhan untuk mengidentifikasi tujuan; (2) menganalisis pembelajaran; (3) menganalisis pebelajar dan konteksnya; (4) menuliskan tujuan untuk kerja; (5) mengembangkan instrumen penilaian; (6) mengembangkan strategi pembelajaran; (7) mengembangkan dan memilih bahan pembelajaran; (8) merancang dan melaksanakan evaluasi formatif; (9) merevisi pembelajaran, dan (10) merancang dan melaksanakan evaluasi sumatif. Namun pada penelitian ini dibatasi hanya sampai tahap revisi saja. Peneliti memodifikasi model pengembangan sesuai dengan kebutuhan. Prosedur pengembangan “Pengembangan Bahan Ajar dengan Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Kreatifitas Siswa di SMA Negeri 18 Medan”. Berikut skema tahapan pengembangan modek Dick and Carey:



**Gambar 1.** Desain penelitian model Dick and Carey

Penelitian R & D menurut Dick and Carey memiliki sepuluh langkah, sebagai berikut:

1. *Identify Instructional goal* (Mengidentifikasi tujuan pembelajaran)

Langkah pertama yaitu menentukan tujuan pembelajaran dengan melakukan analisis kebutuhan untuk menentukan tujuan suatu

produk atau program. Kegiatan analisis kebutuhan ini di lakukan dengan melihat keadaan nyata yang ada di lapangan, bagaimana kesenjangan yang terjadi, apa yang harus dipenuhi dan apa yang kurang dalam suatu pembelajaran yang ada di lapangan. Pada tahap ini dilakukan wawancara kepada guru SMA di kota Medan untuk melihat dan mengkaji antara harapan dan kenyataan yang akan ditetapkan menjadi suatu standar atau tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

2. *Conduct Instructional Analys* (Melakukan analisis instruksional)

Setelah melihat latar belakang untuk menentukan suatu tujuan pembelajaran, langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis pembelajaran dalam menentukan tujuan pembelajaran.

3. *Analyze learners and contexts* (Analisis pelajar dan konteks pembelajaran)

Pada tahap ini dilakukan analisis siswa dan konteks pembelajaran siswa, yaitu menganalisis karakteristik peserta didik dan menentukan materi-materi pembelajaran apa saja yang diperlukan oleh anak. Setelah menganalisis siswa, peneliti perlu menganalisis konteks belajar siswa.

4. *Write performace objectives* (Merumuskan tujuan perfomansi pembelajaran)

Dalam mendesain suatu produk, peneliti harus menetapkan tujuan pembelajaran secara spesifik.

5. *Develop assesment instrument* (Mengembangkan instrumen penilaian).

Langkah selanjutnya yaitu mengembangkan instrumen penilaian yang secara langsung berkaitan dengan tujuan khusus operasional. Dalam menyusun instrumen penilaian mencakup indikator-indikator tertentu dan penilaian untuk mengukur suatu produk yang dikembangkan apakah sudah baik atau belum.

6. *Develop instructional strategy* (Mengembangkan strategi instruksional)

Strategi insruksional dirancang khusus untuk tujuan tertentu yang menyangkut pada produk yang dikembangkan. Strategi ini lebih kepada bagaimana peneliti dalam mempromosikan atau mempresentasikan desain produk yang dikembangkan kepada anak.

7. *Develop and select instructional materials (Mengembangkan dan memilih bahan ajar)*

Langkah ini merupakan kegiatan yang nyata dilakukan oleh peneliti yaitu, mengembangkan dan memilih bahan pembelajaran. Pengembangan materi pembelajaran perlu dilakukan mulai dari penyusunan perencanaan pembelajaran agar dapat tercapai pemahaman konsep yang optimal.

8. *Design and conduct formative evaluation of instruction (Mendesain dan melakukan evaluasi formative)*

Merancang dan melakukan evaluasi formative, yaitu evaluasi yang dilakukan saat proses, prosedur, atau produk yang dikembangkan. Evaluasi formative adalah proses untuk memperoleh data yang dapat digunakan untuk meninjau kembali produk yang dikembangkan agar lebih efisien dan efektif.

9. *Revise instruction (Melakukan revisi terhadap produk yang dikembangkan)*

Berdasarkan masukan, kritikan dan saran dari tim penilai dan melihat hasil observasi di lapangan terhadap produk yang dikembangkan dilakukan revisi sesuai dengan kekurangan yang ada. Semua revisi dan pertimbangan terhadap produk yang dikembangkan menjadi referensi untuk membuat produk lebih efektif.

10. *Design and conduct summative evaluation (Merancang dan mengembangkan evaluasi sumatif)*

Evaluasi sumatif dilakukan setelah produk yang dikembangkan selesai dievaluasi secara formatif dan direvisi. Apabila produk pengembangan ingin digunakan dalam kalangan yang cakupannya lebih luas, perlu dilakukan evaluasi sumatif.

Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data pada penelitian ini berupa angket dan lembar observasi. Pedoman wawancara diperlukan agar proses wawancara dengan sumber data dalam hal ini guru Fisika di SMA Negeri 18 Medan, lebih mudah dan terstruktur. Wawancara bertujuan untuk menggali informasi tentang karakteristik dan kemampuan awal peserta didik, kebutuhan akan pembelajaran yang menyenangkan. Teknik angket yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini

meliputi angket validasi media pembelajaran untuk ahli materi dan ahli media, serta angket penilaian kelayakan media oleh peserta didik atau subjek uji coba.

Berikut ini instrumen untuk ahli produk yang terdiri dari aspek pembelajaran, isi materi, dan komponen pembelajaran dengan pendekatan STEM pada materi Optik dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Kisi-kisi instrument Uji Validitas Ahli Media

Kualitas Penilaian	Kriteria
Isi dan Tujuan	a. Ketepatan b. Kepentingan c. Kelengkapan d. Keseimbangan e. Kesesuaian dengan situasi siswa
Instruksional	a. Memberikan kesempatan belajar b. Memberikan bantuan untuk belajar c. Kualitas memotivasi
Teknis	a. Keterbacaan b. Mudah digunakan c. Kemenarikn tampilan/tayangan

**Tabel 2.** Kisi-kisi instrument Uji Validitas Ahli Materi

Kualitas Penilaian	Kriteria
Isi dan Tujuan	a. Bahasa menjelaskan keseluruhan b. Menarik dan menimbulkan minat c. Pemaparan tujuan d. Struktur eksperimen e. Gaya penulisan
Instruksional	a. Proporsional materi b. Memotivasi siswa c. Menggugah berpikir saintifik d. Tahap mengamati e. Tahap menyusun hipotesis f. Tahap merancang eksperimen g. Tahap melakukan pengukuran h. Tahap menginterpretasikan data i. Tahap menyimpulkan j. Tahap mengomunikasikan

Teknik analisis validitas konstruk yang digunakan yaitu *categorical judgments* yang dimodifikasi dari Boslaugh & Watters (1984), validator diberikan lembar berupa angket yang berisi pernyataan dan validator memberikan penilaian berupa skor berdasarkan skala *Likert* empat, dengan 4 tingkatan dikarenakan agar mengurangi kemungkinan responden menjawab pilihan jawaban pada kategori tengah jika diberikan skala *Likert* dengan tingkatan ganjil ini berlaku untuk semua penilaian dari ahli dan responden (siswa). Data diambil melalui sebuah angket dengan menggunakan skala *Likert* empat pilihan jawaban yang akan dikonversikan menjadi nilai dengan beberapa skala nilai yang sudah dibuat peneliti dijelaskan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kategori Penilaian

Penilaian	Keterangan	Skor
SS	Sangat Setuju	4
S	Setuju	3
KS	Kurang Setuju	2
TS	Tidak Setuju	1

Proses selanjutnya adalah memaparkan mengenai kelayakan produk. Setelah data tersebut diperoleh maka selanjutnya yang dilakukan untuk melihat bobot masing-masing tanggapan dan menghitung skor reratanya. Penilaian setiap aspek pada produk yang dikembangkan menggunakan skala *Likert*, dimana produk dapat dikatakan layak jika rata-rata dari setiap penilaian minimal mendapat kriteria baik menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{N} 100\% \quad (1)$$

Keterangan: P = Persentase  
f = Skor yang diperoleh  
N = Skor maksimal

Kategori persentase kevalidan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kategori Kevalidan

Skala	Persentase	Kategori
4	76%-100%	Sangat Valid
3	51%-75%	Valid
2	26%-50%	Kurang Valid
1	0%-25%	Tidak Valid

Instrumen angket kepraktisan untuk siswa dan guru meliputi isi materi, pembelajaran, tampilan dan penyajian, video simulasi, dan pemrograman. Upaya mendapatkan data kepraktisan bahan ajar maka dilakukan pengambilan data respon siswa. Lembar respon siswa dianalisis dengan menghitung persentase banyak siswa yang memberikan respon positif dan pada setiap kategori yang dinyatakan dalam lembar respon dengan menggunakan skala *Likert*. Peneliti menggunakan 5 kategori sesuai skala *Likert*, maka antara nilai 0% sampai dengan 100% dibagi rata sehingga menghasilkan kategori kepraktisan.

**Tabel 5.** Kategori Penilaian Kepraktisan

Tingkatan Pencapaian	Kategori
81% - 100%	Sangat Praktis
61% - 80%	Praktis
41% - 60%	Cukup Praktis
21% - 40%	Kurang Praktis
0% - 25%	Tidak Valid

Analisis data efektifitas diperoleh dari lembar penilaian hasil belajar siswa. Analisis belajar pada data hasil belajar siswa pada ranah kognitif. Sudjana (2019) menyatakan bahwa e-modul berbasis problem solving yang dikembangkan dikatakan efektif jika pemahaman siswa secara kalsikal berada di atas kriteria ketuntasan minimal (KKM) sekolah. Data yang diperoleh dari hasil *posttest* siswa disetiap akhir uji coba, dianalisis untuk mengetahui presentase siswa yang telah dapat menguasai konsep fisika. Setiap siswa dikatakan tuntas hasil belajarnya jika jawaban benar siswa  $\geq 70$  dengan kategori pemahaman siswa dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Kategori Pemahaman Siswa terhadap Konsep

Tingkat Keberhasilan	Kategori
81% - 100%	Sangat Tinggi
61% - 80%	Tinggi
41% - 60%	Sedang
21% - 40%	Rendah
0% - 25%	Sangat Rendah

Kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam penelitian dilihat dari peningkatan nilai.

Peningkatan nilai dilihat dari perbandingan skor antara posttest dan pretest yang dianalisis menggunakan skor N-Gain ternormalisasi dengan rumus sebagai berikut:

$$(G) = \frac{S_f - S_i}{100 - S_i} \quad (2)$$

Keterangan: (G) = Nilai gain  
 $S_i$  = Nilai pretest  
 $S_f$  = Nilai posttest

Nilai 100 dalam rumus merupakan nilai maksimum pretest atau posttest. Setelah didapat nilai N-gain dari masing-masing siswa kemudian digolongkan berdasarkan nilai N-gain untuk mengetahui kualitas peningkatan pemahaman konsep Interpretasi N-gain ternormalisasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Interpretasi N-Gain Ternormalisasi

Nilai Gain Ternormalisasi (g)	Kategori
$(g) \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > (g) \geq 0,3$	Sedang
$(g) < 0,3$	Rendah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

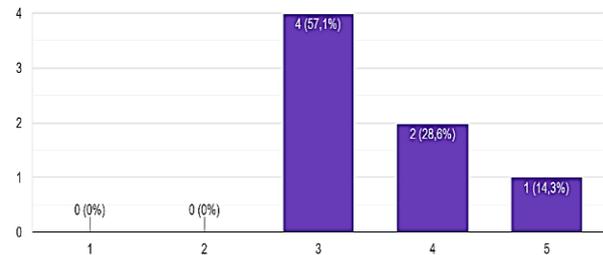
### Deskripsi Produk Awal

Berdasarkan hasil observasi awal angket guru, diperoleh sebesar 57,1% mengatakan siswa masih cukup dalam hal pemahaman konsep, 57,1% guru mengatakan siswa belum mampu memecahkan masalah dalam konsep fisika, 85,7% pembelajaran fisika dengan menerapkan praktikum dan eksperimen lebih disukai, 57,1% guru sering menggunakan media lainnya dalam pembelajaran, 57,1% siswa memiliki tingkat kreatifitas di kelas, 42,9% guru melihat siswa kurang dalam menunjukkan ide-ide baru, 71,4% guru melihat siswa kurang dalam menyelesaikan tugas, 71,4% guru melihat antusias siswa dalam pembelajaran bersifat mengembangkan kreatifitas, 83,3% guru mengatakan pembelajaran eksperimen ataupun praktik sangat meningkatkan kreatifitas siswa, 100% guru mendukung pengembangan kreatifitas siswa di kelas, 42,9% siswa terdorong dalam kreatifitas saat mereka saling kolaboratif.

Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.

Bagaimana Anda menilai pemahaman konsep siswa secara keseluruhan dalam mata pelajaran yang Anda ajarkan?

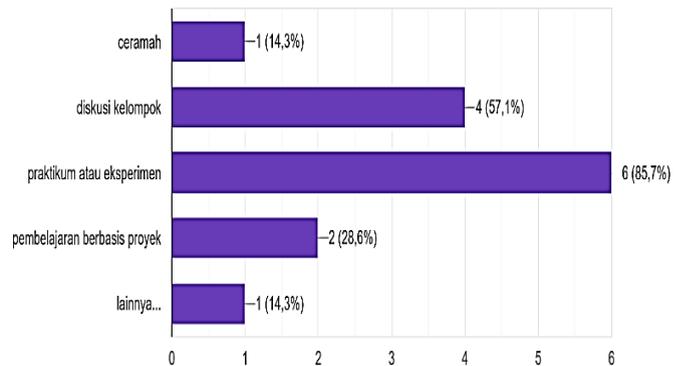
7 jawaban



Gambar 2. Diagram Penilaian Pemahaman Konsep Siswa Secara Keseluruhan

Metode pembelajaran apa yang paling efektif dalam membantu siswa memahami konsep?

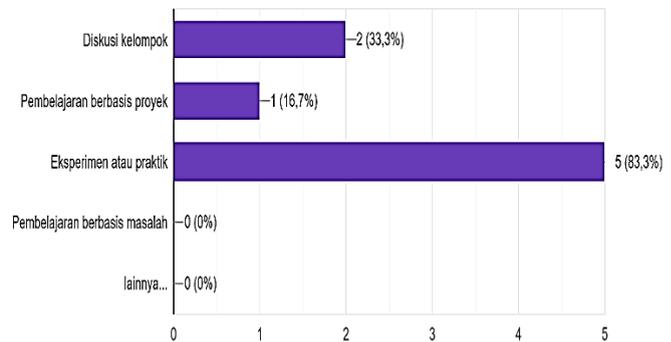
7 jawaban



Gambar 3. Diagram Metode Pembelajaran

Metode pengajaran apa yang paling sering Anda gunakan untuk mendorong kreatifitas siswa?

6 jawaban



Gambar 4. Diagram Pengajaran Mendorong Kreatifitas Siswa

Berdasarkan hasil angket yang dilakukan oleh peneliti, terlihat bahwa masih rendahnya pemahaman konsep dan kreatifitas dalam pembelajaran fisika. Siswa juga ingin

mendapatkan pembelajaran yang menarik yang menggugah mereka untuk menyukai pembelajaran fisika. Sejalan dengan hasil angket yang diberikan kepada guru, guru juga ingin membuat pembelajaran fisika yang menarik minat yang dapat meningkatkan pemahaman konsep dan meningkatkan kreatifitas siswa, maka peneliti mengambil tindakan yaitu melakukan inovasi pembuatan bahan ajar berbasis STEM.

Tahap perancangan dilaksanakan dengan penyusunan standar test, pemilihan media, format penyajian, serta desain awal mengenai bahan ajar yang akan dibangun. Perancangan bahan ajar perlu dilandasi untuk mengoptimalkan pemakaian materi ajar dalam mekanisme pengembangan bahan ajarnya. Berikut adalah bahan ajar dengan pendekatan STEM pada materi optik yang dikembangkan. Tampilan-tampilan dari bahan ajar yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 5. Dimana dalam bahan ajarnya sendiri telah mencakup bagian-bagian yang menarik dan bisa menjadi bahan bacaan bagi siswa.



Gambar 5. Contoh Tampilan Bahan Ajar

### Deskripsi Data Hasil Uji Coba Data Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi terhadap pengembangan bahan ajar dengan pendekatan STEM dilakukan oleh Togi Tampubolon dan Maryati Doloksaribu. Penilaian dilakukan untuk mendapatkan informasi yang akan digunakan untuk meningkatkan kualitas bahan ajar dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan pemahaman konsep dan kreatifitas siswa pada mata pelajaran Fisika

khususnya untuk siswa kelas XI SMA Negeri 18 Medan. Data hasil validasi ahli materi terhadap kelayakan isi dapat dilihat pada Tabel 8.

### Data Hasil Validasi Ahli Media

Validasi ahli desain pembelajaran dilakukan oleh 2 orang yaitu Karya Sinulingga dan Debora R. Sihite yang merupakan Dosen Universitas Negeri Medan dan guru senior di SMA Negeri 18 Medan. Berdasarkan penilaian dari ahli media tentang pengembangan bahan ajar dengan pendekatan STEM berdasarkan aspek kelayakan kegrafikan menurut BSNP dinilai "sangat valid".

Tabel 9. Persentase Rata-Rata Hasil Validasi Ahli Media Terhadap Pengembangan Bahan Ajar dengan Pendekatan STEM

No	Aspek	Persentase (%) Rata-rata	Kriteria
1	Ukuran Modul	100,00	Sangat Valid
2	Desain Sampul Modul (Cover)	91,07	Sangat Valid
3	Desain Isi Modul	88,19	Sangat Valid
<b>Rata-rata</b>		<b>93,09</b>	<b>Sangat Valid</b>

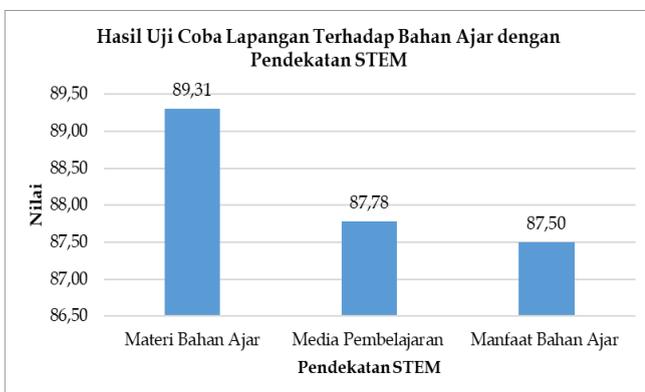
Ahli media menilai pengembangan bahan ajar dengan pendekatan STEM berdasarkan tiga indikator yaitu ukuran modul 100%, desain sampul modul (cover) 91,07% dan desain isi modul 88,19% dengan rata-rata persentase 93,09 dengan kategori Sangat Baik secara keseluruhan, yang berarti bahan ajar dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan pemahaman konsep dan kreatifitas siswa pada pembelajaran Fisika.

### Data Hasil Uji Coba Tahap II Uji Coba Perorangan

Persentase rata-rata hasil penilaian bahan ajar dengan pendekatan STEM pada uji coba lapangan yang dilakukan pada 36 orang siswa SMA Negeri 18 Medan dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 8. Data Penilaian Ahli Materi Berdasarkan Aspek Kelayakan Isi, Penyajian dan Kontekstual

Aspek Kelayakan Isi		Kesesuaian materi dengan KD	Keakuratan Materi	Kemutakhiran Materi	Mendorong keingintahuan	Total	Mean Skor &
Penilai 1	Jumlah skor	12	19	7	8	46	3,83
	Jumlah item	3	5	2	2	12	
Penilai 2	Jumlah skor	10	15	6	6	37	3,08
	Jumlah item	3	5	2	2	12	
<b>Total skor</b>		22	34	13	14	83	
<b>Mean skor</b>		3,67	3,40	3,25	3,50	3,46	
<b>Persentase</b>		91,67%	85,00%	81,25%	87,50%	86,46	
<b>Hasil penilaian</b>		Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	
Aspek Kelayakan Penyajian		Teknik Penyajian	Pendukung Penyajian	Penyajian Pembelajaran	Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	Total	Mean Skor &
Penilai 1	Jumlah skor	4	18	4	8	34	3,78
	Jumlah item	1	5	1	2	9	
Penilai 2	Jumlah skor	3	15	3	6	27	3,00
	Jumlah item	1	5	1	2	9	
<b>Total skor</b>		7	33	7	14	61	
<b>Mean skor</b>		3,50	3,30	3,50	3,50	3,39	
<b>Persentase</b>		87,50%	82,50%	87,50%	87,50%	84,72%	
<b>Hasil penilaian</b>		Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	
Aspek Kelayakan Kontekstual		Lugas Komunikatif		Dialogis dan Interaktif Kesesuaian dengan Perkembangan Peserta didik		Total	Mean Skor &
Penilai 1	Jlh skor	7		25		32	3,56
	Jlh item	2		7		9	
Penilai 2	Jlh skor	6		20		26	2,89
	Jlh item	2		7		9	
<b>Total skor</b>		13		45		58	
<b>Mean skor</b>		3,25		3,21		3,22	
<b>Persentase</b>		81,25%		80,36%		80,56%	
<b>Hasil penilaian</b>		Sangat Valid		Sangat Valid		Sangat Valid	



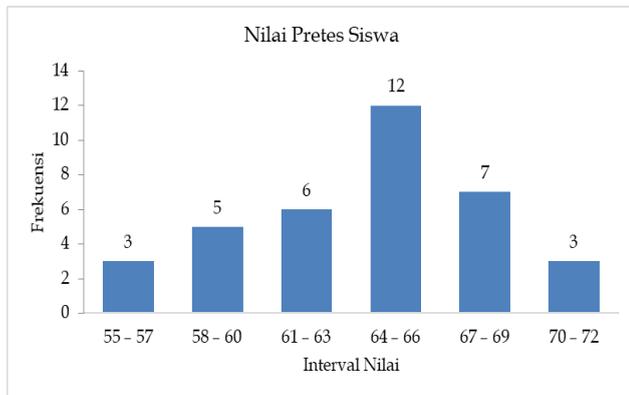
Gambar 6. Diagram batang Perolehan Skor Empiris Evaluasi Bahan Ajar dengan Pendekatan STEM Pada Uji Coba Lapangan

### Hasil Penelitian Uji Keefektifan Produk

Pengukuran efektivitas dilakukan dengan melakukan pretest dan posttest. Pada saat melakukan pretest kepada peserta didik sebelum diberikan bahan ajar dengan pendekatan STEM, sedangkan pada fase posttest dilakukan setelah peserta didik mendapatkan mekanisme belajar mengajar dengan mengaplikasikan bahan ajar dengan pendekatan STEM pada mata pelajaran Fisika. Peneliti melakukan enkripsi terhadap nama-nama peserta didik untuk mendapatkan objektifitas tanpa adanya intervensi dari pendidik terhadap penilaian dimana peserta

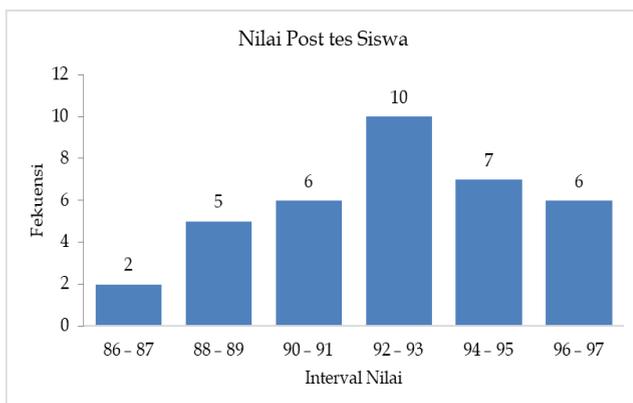
didik melakukan tes sesuai soal evaluasi yang termuat dalam bahan ajar.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap hasil belajar pre tes pada siswa sebelum diajarkan dengan menggunakan bahan ajar, ditemukan bahwa hasil belajar siswa dari 36 siswa tersebar pada rentang 55-72 seperti yang ditampilkan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Histogram Hasil Pretest

Selanjutnya nilai posttest didapatkan setelah diajarkan dengan bahan ajar dengan pendekatan STEM pada materi Optik diimplementasikan pada pembelajaran di kelas XI SMA Negeri 18 Medan. Nilai posttest menunjukkan perolehan belajar dari 36 peserta didik berada pada rentang nilai 86 - 97, dengan nilai rata-rata 92,25.



**Gambar 8.** Histogram Hasil Posttest

## Pembahasan

Sejalan dengan hasil penelitian Nisya et al (2024) bahwa bahan ajar fisika melalui pendekatan STEM memenuhi kriteria dengan kualitas sangat layak sebagai salah satu media pembelajaran yang digunakan peserta didik SMA. Penelitian lainnya adalah Ardiyanti et al (2022), bahwa pengembangan produk bahan

ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk SMA Sedangkan, analisis data kualitatif berdasarkan saran dan komentar dari validator. Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan bahan ajar fisika berbasis STEM untuk kelas X. Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM dalam kategori sangat layak untuk digunakan sebagai sumber belajar. Bahan ajar yang memiliki kepraktisan baik dapat mendorong kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik, meningkatkan peserta didik belajar mandiri serta memudahkan peserta didik dalam mempelajari kompetensi yang harus dikuasai (Syarah Syahiddah et al., 2021).

Sejalan juga dengan Sari et al (2022) mendefinisikan *Development of Audio-Visual Physics Animation Media to Improve Students' Understanding of Concepts and Creativity*, sehingga sangat sesuai dengan pengembangan bahan ajar ini yang menyediakan bahan bacaan sangat interaktif. Pada hasil penelitian A. Busyairi et al (2023) menyatakan bahwa pembelajaran STEM juga dapat meningkatkan kreatifitas siswa dalam belajar. Dari penelitian lainnya yang dapat mendukung adalah hasil penelitian Nazifah, N et al (2022) yang menyatakan bahwa *Development of STEM Integrated Physics E-Modules to Improve 21st Century Skills of Students* bahwa STEM yang diintegrasikan dalam e-Modul fisika bisa meningkatkan keterampilan abad-21 siswa, sehingga dapat disimpulkan bahwa Bahan ajar dengan pendekatan STEM dapat diaplikasikan dalam mekanisme belajar mengajar antara pendidik dan siswa.

Berdasarkan hasil uji *N-gain* di atas menunjukkan bahwa perolehan nilai *N-gain* berada pada kategori tinggi dengan mean skor 0,79. Dengan kata lain buku ajar yang dikembangkan tersebut efektif. Buku ajar yang efektif ditandai dengan meningkatnya hasil belajar peserta didik. Melalui pengembangan bahan ajar dengan pendekatan STEM, siswa dapat mengalami secara langsung proses pembelajaran sehingga kemampuan kognitifnya semakin terasah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Ate et al (2022) buku ajar berbasis PjBL dengan pendekatan STEM

dapat membantu siswa meningkatkan pemahaman konsep siswa terhadap materi fluida statis kelas XI SMA. Pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar berbasis STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kreatifitas belajar siswa. Berdasarkan hasil perhitungan uji t diperoleh  $t_{hitung} = 43,332 > t_{0,05; 35} = 2,030$  disimpulkan untuk menolak  $H_0$ , artinya pernyataan bahwa ada perbedaan yang signifikan rata-rata *pre tes* dan *post test* setelah diterapkan Bahan Ajar dengan pendekatan STEM pada materi Optik pada mata pelajaran Fisika. Sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh pengembangan bahan ajar dengan pendekatan STEM pada materi Optik terhadap peningkatan pemahaman konsep dan kreatifitas siswa pada mata pelajaran Fisika di kelas XI SMA Negeri 18 Medan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa Bahan Ajar dengan pendekatan STEM pada materi Optik efektif dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada mata pelajaran Fisika sebesar 78,51%.

Berdasarkan sejumlah deskripsi di atas, bisa disimpulkan bahan ajar dengan pendekatan STEM yang dikembangkan ini layak diaplikasikan pada mekanisme belajar mengajar di kelas ataupun menjadi media pembelajaran mandiri untuk pelajar khususnya pada pelajaran Fisika pada materi optik. Serta secara umum dinilai efektif dalam kenaikan perolehan belajar pelajar dalam upaya meraih tujuan belajar mengajar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di SMA Negeri 18 Medan, didapatkan disimpulkan bahwa; (1) Bahan ajar dengan pendekatan STEM pada materi optik dapat meningkatkan pemahaman konsep. Dibuktikan dengan rata-rata nilai gain yang di dapat sebesar 0,79 termasuk dalam kriteria tinggi dan berbanding lurus juga dengan uji validasi dari materi dan media yang bernilai tinggi yaitu 83,65% dan 83,80%; (2) Bahan ajar dengan pendekatan STEM pada materi optik dapat meningkatkan kreatifitas siswa mulai dari aspek kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), dan keaslian (*originality*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abiyu, M. F., Situmorang, R., & Wirasti, M. kusuma. (2021). Pengembangan Strategi Pembelajaran Kontekstual Mata Kuliah Fotografi Pendidikan Program Studi Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 4(1). <https://doi.org/10.21009/jpi.041.08>
- Ardiyanti, F., Ristanto, S., & Nuroso, H. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk SMA Kelas X Semester Ganjil. *Lontar Physics Today*, 1(3). <https://doi.org/10.26877/lpt.v1i3.13015>
- Boslaugh, S., & Watters, P. A. (1984). Statistics in a nutshell: a desktop quick reference. In *Canadian Medical Association journal* (Vol. 130, Issue 5).
- Busyairi, A., Rokhmat, J., Kosim, Gunawan, & Ardhuha, J. (2022). Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Berbasis Potensi Lokal Bagi Guru di SMPN 3 Batukliang. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(4). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v5i4.2215>
- Hadiansah, Deni. (2022). Kurikulum Merdeka dan Paradigma Pembelajaran Baru. Bandung: Yrama Widya.
- Nazifah, N., & Asrizal, A. (2022). Development of STEM Integrated Physics E-Modules to Improve 21st Century Skills of Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1820>
- Nisya, K., Derlina, D., & Bunawan, W. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Keterampilan 4c Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(1), 48. <https://doi.org/10.24114/jpf.v13i1.26739>
- Nuryani, H. S. (2021). Pembelajaran Berbasis Stem (Science Engineering Mathematics And Science) Untuk Meningkatkan Kemampuan Teknik Siswa. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 6(2), 232-242.
- Sari, F. P., Subroto, S. H., & Haroky, F. (2022). Development of Audio-Visual Physics Animation Media to Improve Students' Understanding of Concepts and Creativity. *Jurnal Penelitian &*

*Pengembangan Pendidikan Fisika*, 8(1).  
<https://doi.org/10.21009/1.08112>

Sasmita, P. R., & Hartoyo, Z. (2020). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project Based Learning terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 2(2).  
<https://doi.org/10.31540/sjpif.v2i2.1081>

TIMSS 2019. (n.d.). TIMSS 2019.  
<https://Timss2019.Org/International-Database/>.