



## ***Meta-Analysis of the Effect of STEM Approach on Students' Creative and Critical Thinking Skills in Physics Learning in Senior High School***

**Puti Zafirah Maharani Sastra<sup>\*1)</sup>, Yunita Jellyah Jalis Putri<sup>2)</sup>,  
Fredy Pratama<sup>3)</sup>, Desnita<sup>4)</sup>.**

<sup>1,2,3,4)</sup>*Physics Education, Universitas Negeri Padang*

e-mail: <sup>1)</sup> [puti.zafirah.20@gmail.com](mailto:puti.zafirah.20@gmail.com)

<sup>2)</sup> [yunitajelijahjalisputri@gmail.com](mailto:yunitajelijahjalisputri@gmail.com)

<sup>3)</sup> [fpratama4892@gmail.com](mailto:fpratama4892@gmail.com)

<sup>4)</sup> [desnita@fmipa.unp.ac.id](mailto:desnita@fmipa.unp.ac.id)

### ***Abstract***

*This research aims to determine the effect of the STEM approach on the creative and critical thinking skills of high school students in learning physics. This research uses meta-analysis. The data in this research is secondary data from the results of research that have been investigated by other researchers. The data collection technique is using a literature study by looking for articles related to STEM learning. Sampling was carried out by purposive sampling technique. The sources of the research are 20 articles with national and international accreditation with criteria according to the problem formulation. This meta-analysis uses Cohen's d. effect size calculation method. The results obtained are first, based on the integrated learning model of the STEM approach that the STEM approach without the integrated model obtains the highest average effect value with an average effect of 2.93. Second, based on the learning material, the highest average value of the effect is on the dynamic electric material and Newton's law of gravity. Third, the application of the STEM approach to creative and critical thinking skills has an average effect of 2.66 for critical thinking skills, while creative thinking skills have an average effect of 1.47. Thus the STEM approach affects improving students' creative and critical thinking skills through integration with high school physics learning models and materials.*

***Keywords:*** *Creative thinking, critical thinking, meta-analysis, physics learning, STEM approach*

## Meta-Analisis Pengaruh Pendekatan STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Kritis Siswa pada Pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah Atas

Puti Zafirah Maharani Sastra<sup>\*1)</sup>, Yunita Jellyah Jalis Putri<sup>2)</sup>,  
Fredy Pratama<sup>3)</sup>, Desnita<sup>4)</sup>.

<sup>1,2,3,4)</sup> *Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Padang*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa SMA pada pembelajaran fisika. Penelitian ini menggunakan meta analisis. Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari hasil kajian yang telah diteliti oleh peneliti lain. Teknik pengumpulan data adalah menggunakan studi pustaka dengan mencari artikel berkaitan dengan pembelajaran STEM. Pengambilan sample dilaksanakan dengan teknik purposive sampling. Sumber kajian adalah 20 artikel terakreditasi nasional dan internasional dengan kriteria sesuai dengan rumusan masalah. Meta-analisis ini menggunakan metode perhitungan efek size Cohen's *d*. Hasil yang diperoleh yaitu pertama, berdasarkan model pembelajaran terintegrasi pendekatan STEM bahwa pada pendekatan STEM tanpa terintegrasi model memperoleh nilai rata-rata efek tertinggi ada dengan rata rata efek 2.93. Kedua, berdasarkan materi pembelajaran, nilai rata rata efek tertinggi adalah pada materi listrik dinamis, dan hukum newton tentang gravitasi. Ketiga, penerapan pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis memiliki hasil untuk kemampuan berpikir kritis rata rata efeknya bernilai 2.66, sementara untuk kemampuan berfikir kreatif memiliki rata rata efek 1.47. Dengan demikian pendekatan STEM berpengaruh pada peningkatan keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa melalui pengintegrasian dengan model dan materi pembelajaran fisika SMA.

**Kata kunci:** Berpikir kreatif, berpikir kritis, meta-analisis, pembelajaran fisika, pendekatan STEM

### Pendahuluan

Pembelajaran fisika pada tingkat sekolah menengah menjadi sesuatu yang sering kali dianggap sulit dan ditakuti oleh siswa. Hal ini muncul karena pembelajaran fisika di kebanyakan sekolah masih menerapkan sistem *teacher center* atau berpusat pada guru, dan juga masih mengandalkan hafalan, sehingga belum sampai pada tahap pengaitan dengan kehidupan nyata dan perkembangan teknologi masa kini. Akibatnya tidak memberikan dampak yang besar terhadap dunia pendidikan (Dewi et al., 2018).

Penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi di era ini dapat menjadi kunci untuk menjawab tantangan dibidang pendidikan di masa depan. Telah dituangkan fungsi dan tujuan pendidikan nasional dalam Undang-Undang no. 20 pasal 3 tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional yaitu “mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam pendidikan kehidupan nasional, berkembangnya potensi peserta didik, beriman

dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa. Peserta didik memiliki akhlak mulia, kesehatan yang baik, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, warga negara yang demokratis, serta bertanggung jawab” (UU RI, 2003).

Keterampilan merupakan aspek penting dalam pembelajaran yang akan dicapai. Peserta didik harus memiliki berbagai keterampilan agar dapat mencapai tujuan pembelajaran. Pembelajaran abad 21 ini, peserta didik harus dapat menyesuaikan diri dengan perkembangan zaman yang semakin maju. Hal ini menuntut peserta didik harus memiliki berbagai keterampilan, agar dapat bersaing dengan dunia global (Zubaidah, 2016).

Berpikir kreatif dan cepat tanggap dalam menyelesaikan masalah adalah keterampilan penting yang harus dikuasai siswa. Hal ini didasarkan pada persyaratan kurikulum 2013, yang menjelaskan standar kompetensi lulusan SMA dan SMK. Peserta didik harus memiliki kemampuan berpikir kreatif untuk memecahkan masalah produktif, kritis, mandiri kolaboratif, dan komunikatif (Kemendikbud, 2016). Melalui proses pembelajaran, guru

diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar kepada peserta didik (Faiz & Affan, 2012).

Guru masih memiliki beberapa kesulitan untuk memunculkan keterampilan pada peserta didik. Diantaranya kurang tepatnya pendekatan pembelajaran yang digunakan, sehingga keterampilan peserta didik yang diharapkan tidak muncul. Padahal keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif dan keterampilan memecahkan masalah adalah keterampilan penting yang harus dimiliki peserta didik. Apalagi seiring dengan perkembangan zaman, peserta didik harus bisa beradaptasi dengan teknologi yang semakin canggih (Wati & Karmila, 2019). Pembelajaran fisika tentunya banyak isu dan permasalahan sains yang harus dipecahkan oleh siswa. Jika siswa kurang memiliki keterampilan, akan sulit dalam proses identifikasi masalah dan mencari solusi terkait masalah yang dihadapi (Panjaitan, 2011).

Faktor lain yang membuat kurang terlatihnya keterampilan peserta didik adalah guru yang masih jarang memberikan suatu masalah tentang isu terbaru mengenai sains dan teknologi untuk memicu kemampuan berpikir kritis peserta didik. Untuk menunjang timbulnya keterampilan pada peserta didik, guru sangat dianjurkan menggunakan pendekatan STEM “(*science, technology, engineering and mathematics*)” dalam pembelajaran yang sejalan dengan perkembangan zaman abad ke 21 (Dewi, 2018).

Fakta yang terjadi di lapangan beberapa keterampilan siswa pada tingkat SMA khususnya dalam mata pelajaran fisika masih dapat dikatakan rendah. Penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa kemampuan penyelesaian masalah siswa masih berkategori rendah. Suatu kajian pada siswa SMA di Bandung menunjukkan secara keseluruhan kemampuan penyelesaian masalah siswa SMA kelas XI belum optimal yaitu 30%-50% dari nilai ideal (Wastiti & Sulus, 2019). Hal ini juga didukung oleh hasil tes PISA (*International Student Assessment Program*) 2015 yang diterbitkan OECD (2016), menunjukkan bahwa Indonesia berada pada skor rata-rata 403, sedangkan skor rata-rata internasional adalah 500 (Wastiti & Sulus, 2019). Menurut data riset TIMSS “(*International Trends in Mathematics and Scientific Research*)” 2015, Indonesia berada pada peringkat ke-69 dari 76

negara yang dilibatkan (Khoiriyah, et al., 2018).

Pendekatan STEM mengacu pada pembelajaran dibidang sains, teknologi, teknik, serta matematika. Dengan menggunakan pendekatan STEM dapat merangsang siswa untuk berpikir kreatif dan kritis serta berkolaborasi dengan teman-teman sekelas untuk memecahkan isu serta masalah sains dan teknologi terkini pada abad 21. Keterampilan siswa harus dilatih dan dirangsang dalam berpikir secara cepat dan tepat untuk menemukan solusi. Melalui pendekatan STEM ini diharapkan standar kompetensi lulusan pada kurikulum 2013 untuk siswa Sekolah Menengah Atas dapat tercapai (Santoso & Mosik, 2019).

Tujuan pendekatan STEM untuk menumbuhkan pengetahuan, pemahaman konseptual, dan keterampilan berpikir kritis. Dengan demikian guru dapat berperan dalam beberapa tugas terkait STEM, mengajak siswa untuk berkontribusi pada pembangunan ekonomi, memahami diri mereka sendiri dan dunia (Neolaka et al., 2017). Pembelajaran dengan mengintegrasikan unsur STEM menjadi strategi pembelajaran baru dalam dunia pendidikan. Pendidik dapat merancang pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa, evaluasi rencana, dan pengambilan keputusan (Lou et al. 2011). Metode ini dianggap cocok untuk diterapkan, karena menuntut siswa untuk menguasai keterampilan dibidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Melalui penerapan pendekatan STEM, diharapkan kemampuan dan keterampilan siswa akan berkembang dengan baik.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti, penggabungan pendekatan STEM dengan model pembelajaran lainnya diyakini dapat meningkatkan dampak kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa. Seperti yang dikemukakan Santoso & Mosik, (2019) yang menunjukkan bahwa tingkat penggunaan LKS sebagai alat bantu belajar mencapai 0,55, sehingga keefektifannya tergolong sedang (Slamet, 2019). Penelitian Mutowih et al. (2020) mendapatkan bahwa pembelajaran inquiri terintegrasi STEM berdampak pada kreativitas siswa, karena dapat mendorong mereka untuk berlatih di dunia nyata dan mengoptimalkan kemampuan

kreativitasnya. Selain itu penerapan inquiri dapat meningkatkan pemahaman kosep siswa (Chusni, 2016).

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan, maka perlu digunakan pendekatan STEM untuk menganalisis dampak peningkatan keterampilan 4C siswa terhadap pembelajaran fisika. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besar pengaruh pendekatan STEM terhadap peningkatan keterampilan siswa dalam pembelajaran fisika, mengetahui keterampilan yang paling cocok untuk ditingkatkan melalui STEM, serta mengetahui efektivitas pendekatan STEM dalam meningkatkan keterampilan belajar fisika siswa SMA.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan meta-analisis untuk menganalisis hasil beberapa kajian kuantitatif (Soetjipto, 1995). Data dalam riset merupakan data sekunder, karena diperoleh melalui hasil riset yang telah dilaksanakan pengkaji lain. Teknik pengumpulan data

melalui studi kepustakaan dengan menelusuri artikel-artikel yang berkaitan dengan pembelajaran STEM. Pengambilan sampel dilakukan melalui teknik purposive sampling. Untuk melakukan meta-analisis meliputi tiga langkah utama yang harus dilakukan yaitu: merumuskan pertanyaan penelitian untuk meta-analisis, mengumpulkan hasil penelitian sebagai bahan untuk meta-analisis, menentukan ukuran efek, dan menyiapkan laporan yang relevan (Retnawati, et al., 2018).

Artikel yang dipilih dalam pembuatan meta-analisis ini dengan meninjau pengaruh integrasi pendekatan STEM terhadap berbagai model pembelajaran dan materi fisika SMA dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa. Kemudian, dikumpulkan 20 artikel dari jurnal internasional dari situs IOP Publishing dan jurnal nasional menggunakan situs *Google Scholar* dan *ResearchGate* dari jurnal yang telah terakreditasi. Artikel yang dikaji adalah artikel yang terbit 4 tahun terakhir yaitu 2018-2021.

**Tabel 1.** Identitas artikel untuk meta-analisis

| No | Identitas Artikel  | Kode Artikel | Penulis dan Tahun Terbit  |
|----|--|--------------|---------------------------|
| 1  | “Penerapan pembelajaran fisika menggunakan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah siswa pada materi listrik dinamis”                              | A1           | Dewi et al., 2018         |
| 2  | “Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi”   | A2           | Khoiriyah et al., 2018    |
| 3  | “ <i>Implementation of the STEM learning to improve the creative thinking skills of high school student in the newton law of gravity material</i> ”                        | A3           | Surya & Wahyudi, 2018     |
| 4  | “Kefektifan LKS berbasis STEM ( <i>Science, Technology, Engineering and Mathematic</i> ) untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika SMA”    | A4           | Santoso & Mosik, 2019     |
| 5  | “ <i>The influence of PBL-STEM on students’ problem-solving skills in the topic of optical instruments</i> ”   | A5           | Yulianti & Ni’Mah, 2019   |
| 6  | “ <i>Implementation of STEM approach based on project-based learning to improve creative thinking skills of high school students in physics</i> ”                          | A6           | Widyasmah & Herlina, 2019 |
| 7  | “ <i>The Influence of STEM-Based 7E Learning Cycle on Students Critical and Creative Thinking Skills in Physics</i> ”  | A7           | Parno et al., 2019        |
| 8  | “Efektivitas <i>blended learning</i> berbasis pendekatan STEM education berbantuan schoology untuk meningkatkan <i>critical thinking skill</i> pada materi fluida dinamik” | A8           | Ardianti et al., 2019     |
| 9  | “ <i>Problem based learning</i> terintegrasi STEM di era pandemi covid-19 untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa”   | A9           | Putri et al., 2020        |
| 10 | “Pengaruh pembelajaran inquiri terintegrasi STEM   | A10          | Mutowi’ah et al., 2020    |

| No | Identitas Artikel  | Kode Artikel | Penulis dan Tahun Terbit  |
|----|--|--------------|---------------------------|
| 11 | terhadap kemampuan kreativitas siswa”<br>“Kemampuan berpikir kritis siswa melalui model STEM PjBL disertai penilaian otentik pada materi fluida statis”                                    | A11          | Rosyidah et al., 2020     |
| 12 | “Pengembangan lembar kerja peserta didik fisika berbasis pendekatan <i>science, technology, engineering, and mathematics</i> untuk meningkatkan berpikir kritis peserta didik”             | A12          | Ramli et al., 2020        |
| 13 | “ <i>The effect of project based learning-STEM on problem solving skills for students in the topic of electromagnetic induction</i> ”  | A13          | Yulianti et al., 2020     |
| 14 | “ <i>The impact of the use of stem education approach on the blended learning to improve student's critical thinking skills</i> ”  | A14          | Ardianti et al., 2020     |
| 15 | “Pengaruh model <i>project based learning</i> berbasis STEM terhadap kemampuan berfikir kreatif siswa padamateri pokok fluida statis di kelas XI SMA negeri 4 Tebing Tinggi T.P 2019/2020” | A15          | Mawarni & Sani, 2020      |
| 16 | “ <i>The effect of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approaches on critical thinking skills using pbl learning models</i> ”   | A16          | I Putu Yogi et al., 2021  |
| 17 | “ <i>Implementation of PjBL-STEM to improve students' creative thinking skills on static fluid topic</i> ”   | A17          | Saefullah et al., 2021    |
| 18 | “ <i>The building of students' problem solving skills through STEM approach with virtual simulation media</i> ”  | A18          | Anggraini et al., 2021    |
| 19 | “ <i>The effect of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) learning on students' problem solving skill</i> ”  | A19          | Alatas & Yakin, 2021      |
| 20 | “Efektivitas model pembelajaran <i>blended learning</i> dengan pendekatan stem dalam upaya meningkatkan kemampuan berfikir kritis peserta didik”   | A20          | Wahyunita & Subroto, 2021 |

Selanjutnya, dilakukan tabulasi data untuk menyederhanakan data-data pada artikel-artikel yang telah dikumpulkan. Prosedur tabulasi dalam meta-analisis adalah:

- 1) Mencatat variabel dari penelitian dan memasukkannya ke dalam tabel,
- 2) Mencatat skor rerata serta standar deviasi kelas eksperimen dan kontrol,
- 3) Apabila standar deviasi tidak diketahui, langkah berikutnya menganalisis nilai  $t$  untuk setiap artikel,
- 4) Menganalisis data untuk mengetahui nilai ukuran efek.

Meta-analisis ini menggunakan metode perhitungan Cohen's  $d$  yang memenuhi persamaan berikut:

- 1) Untuk uji-t dengan nilai rerata dari kelas eksperimen dan kontrol serta standar deviasi memenuhi

$$d = \frac{\bar{X}_t - \bar{X}_c}{S_{pooled}} \quad (1)$$

$d$  = efek size Cohen's  $d$

$\bar{X}_t$  = nilai rerata dari kelas eksperimen

$\bar{X}_c$  = nilai rerata dari kelas kontrol

$s$  = standar deviasi

Penentuan simpangan baku gabungan sesuai formula (2)

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_t-1)s_t^2}{n_t} + \frac{(n_c-1)s_c^2}{n_c}} \quad (2)$$

Keterangan:

$s_t$  = standar deviasi dari kelas kontrol

$s_c$  = standar deviasi dari kelas eksperimen

$n_t$  = banyak sampel kelas eksperimen

$n_c$  = banyak eksperimen kelas control

- 2) Untuk uji-t tanpa standar deviasi atau standar error

$$d = t \sqrt{\left(\frac{n_t - n_c}{n_t n_c}\right) \left(\frac{n_t + n_c}{n_t + n_c - 2}\right)} \quad (3)$$

$d$  = efek size Cohen's  $d$   
 $t$  = uji-t statistik  
 $n_t$  = banyak sampel kelas eksperimen  
 $n_c$  = banyak eksperimen kelas kontrol

Penelitian menggunakan desain pengukuran berulang dimana setiap subjek diukur beberapa kali dalam kondisi yang sama, maka digunakan formula (4)

$$d \approx \frac{2t}{\sqrt{n-2}} \quad (4)$$

- 3) Untuk kelas eksperimen yang menggunakan uji-t tidak mencantumkan standar deviasi, tetapi mencantumkan standar *error* (SE) (Thalheimer & Cook, 2002).

$$s = SE\sqrt{n} \quad (5)$$

$S$  = standar deviasi  
 $SE$  = standar *error*  
 $n$  = banyak sampel

Untuk perhitungan skor efek size menggunakan formula berikut:

- a. Rerata *pretest* dan *posttest* serta simpangan baku.

$$ES = \frac{\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre}}{SD_{pre}} \quad (6)$$

$ES$  = Effect size  
 $X_{post}$  = Nilai rerata dari *posttest*  
 $X_{pre}$  = Nilai rerata dari *pretest*  
 $SD_{pre}$  = Standard deviasi *pretest*

- b. Rerata dan standar deviasi dari dua kelompok *posttest* memenuhi

$$ES = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_C}{SD_C} \quad (7)$$

Keterangan:  
 $ES$  = Effect size  
 $X_E$  = Nilai rerata dari kelas eksperimen  
 $X_C$  = Nilai rerata dari kelas kontrol  
 $SD_C$  = Standar deviasi kelas kontrol

- c. Nilai rerata serta standar deviasi dua kelompok sebelum *posttest*.

$$ES = \frac{(\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre})_E - (\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre})_C}{\frac{SD_{preC} + SD_{preE} + SD_{postC}}{3}} \quad (8)$$

Keterangan :  
 $ES$  = Effect size  
 $X_{post E}$  = Nilai rerata dari *posttest* kelas eksperimen  
 $X_{pre E}$  = Nilai rerata dari *pretest* kelas eksperimen  
 $X_{post C}$  = Nilai rerata dari *posttest* kelas kontrol  
 $X_{pre C}$  = Nilai rerata dari *pretest* kelas eksperimen  
 $SD_{preE}$  = Standard deviasi *pretest* dari kelas eksperimen  
 $SD_{preC}$  = Standard deviasi *pretest* dari kelas kontrol  
 $SD_{postC}$  = Standard deviasi *posttest* dari kelas kontrol

- d. Jika simpangan baku tidak diketahui, maka dilakukan dengan uji-t sesuai

$$ES = t \sqrt{\frac{1}{n_E} + \frac{1}{n_C}} \quad (9)$$

Keterangan :  
 $ES$  = Effect size  
 $t$  = Hasil dari t-test  
 $n_E$  = Jumlah dari kelas eksperimen  
 $n_C$  = Jumlah dari kelas kontrol

Ukuran efek yang dihitung akan dikategorikan pada tingkatan sesuai Tabel 2.

**Tabel 2.** Kriteria Efek Size

| No | Effect Size              | Kategori        |
|----|--------------------------|-----------------|
| 1. | $ES \leq 0,15$           | Dapat Diabaikan |
| 2. | $0,15 \leq ES \leq 0,40$ | Rendah          |
| 3. | $0,40 \leq ES \leq 0,75$ | Sedang          |
| 4. | $0,75 \leq ES \leq 1,10$ | Tinggi          |
| 5. | $1,10 \leq ES \leq 1,45$ | Sangat Tinggi   |

Sumber: (Glass et al., 1981).

## Hasil dan Pembahasan

Telah dilakukan analisis 20 artikel dari tahun 2018 hingga 2021. Artikel tersebut berasal dari artikel dalam dan luar negeri,

dengan menggunakan variabel yang berbeda-beda. Dari 20 artikel, pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa dalam pembelajaran fisika SMA, dapat diklasifikasikan menurut nilai efek size dan variabel yang diuji. Artikel tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan kombinasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran yang digunakan, kombinasi pendekatan STEM dengan materi pem-

belajaran, serta kombinasi pendekatan STEM dengan kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa.

Untuk pengelompokan pertama, mengenai pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa berdasarkan model pembelajaran yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Efek size pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis berdasarkan model pembelajaran yang digunakan

| No | Pendekatan | Model             | Kode Artikel | Ukuran Efek | Rata-rata Ukuran Efek | Keterangan    |
|----|------------|-------------------|--------------|-------------|-----------------------|---------------|
| 1  |            | STEM              | A1           | 4.41        | 2.93                  | Sangat Tinggi |
|    |            |                   | A2           | 1.28        |                       |               |
|    |            |                   | A4           | 2.20        |                       |               |
|    |            |                   | A3           | 4.41        |                       |               |
|    |            |                   | A19          | 2.38        |                       |               |
| 2  |            | Inkuiri           | A10          | 0.84        | 0.84                  | Tinggi        |
| 3  | STEM       | PBL               | A9           | 6.24        | 2.63                  | Sangat Tinggi |
|    |            |                   | A5           | 0.59        |                       |               |
| 4  |            | PjBL              | A16          | 1.11        | 1.35                  | Sangat Tinggi |
|    |            |                   | A6           | 2.25        |                       |               |
|    |            |                   | A11          | 1.05        |                       |               |
|    |            |                   | A17          | 0.44        |                       |               |
|    |            |                   | A13          | 2.42        |                       |               |
| 5  |            | 7E Learning Cycle | A15          | 0.63        | 0.63                  | Sedang        |
|    |            |                   | A7           | 0.63        |                       |               |
| 6  |            | Blended Learning  | A20          | 0.37        | 2.41                  | Sangat Tinggi |
|    |            |                   | A8           | 2.83        |                       |               |
|    |            |                   | A14          | 4.04        |                       |               |

Tabel 3 memperlihatkan hasil analisis pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa berdasarkan model pembelajaran yang digunakan. Analisis artikel ini menggunakan 6 model pembelajaran yaitu STEM, *Inquiry*, PBL, PjBL, *7E Learning Cycle* dan *Blended Learning*. Terdapat 5 artikel dalam model pembelajaran STEM dan rerata nilai effect size 2,93 berkategori sangat tinggi. Ini berarti melalui penggunaan kombinasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran STEM, mampu menghasilkan proses pembelajaran yang dapat membantu mencapai kompetensi

dan mengoptimalkan keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa dengan sangat baik.

Pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa dengan model pembelajaran *Inquiry*, terdapat 1 artikel dengan nilai efek size 0,84 dengan kategori tinggi. Ini berarti penggunaan kombinasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran *inquiry* mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa menjadi lebih baik.

Pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa dengan menerapkan model pembelajaran PBL, terdapat 3 artikel dengan nilai efek size rata-

rata 2,63 berkategori sangat tinggi. Ini berarti dengan menggunakan kombinasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran PBL dapat membantu siswa mencapai kompetensi dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa dengan sangat baik.

Pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa dengan menerapkan model pembelajaran PjBL, terdapat 5 artikel dengan skor efek rerata size 1,35 yang berkategori sangat tinggi. Ini berarti penggunaan kombinasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran PjBL dapat membantu siswa mencapai kompetensi dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa dengan sangat baik sesuai kajian (Oktavia & Ridlo, 2020).

Pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa dengan penerapan model pembelajaran 7E Learning Cycle, terdapat 1 artikel dengan nilai efek rata-rata size 0,63 dalam kategori sedang. Ini berarti dengan menggunakan kombinasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran 7E Learning Cycle dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan kritis dengan cukup baik.

Terkait pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis dengan menggunakan model pembelajaran *blended learning* terdapat 3 artikel dengan nilai efek rata-rata size 2,41 berkategori sangat tinggi. Ini berarti dengan menggunakan kombinasi pendekatan STEM secara *blended learning* dapat menghasilkan proses pembelajaran yang bisa membantu siswa mencapai kompetensi dan bisa meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa dengan sangat baik.

Hasil analisis dapat diperoleh bahwa model pembelajaran yang digunakan sangat mempengaruhi dalam menimbulkan keterampilan berpikir kreatif dan kritis siswa. Hal ini didukung oleh Trianto (2007) bahwa model pembelajaran sebagai suatu pola untuk merencanakan proses pembelajaran di kelas maupun pembelajaran tutorial. Selain itu model pembelajaran sebagai konsep yang berurutan dan menggambarkan proses pengorganisasian pengalaman belajar siswa dalam

mewujudkan tujuan pembelajaran (Sagala, 2005). Dimana pengalaman belajar siswa akan menimbulkan keterampilan berpikir kritis serta keterampilan berpikir kreatif. Semakin baik pengalaman belajarnya, maka keterampilan berpikir kreatif dan kritis yang terbentuk juga semakin baik.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa kombinasi pendekatan STEM dengan model STEM dapat membuat kompetensi siswa dan keterampilan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan dalam mencari solusi terbaik untuk pemecahan masalah serta menghasilkan penemuan dan produk kreatif yang dapat digunakan dalam kehidupannya. Hal ini juga sesuai dengan kajian Parwati et al. (2015) dalam konteks lingkungan yang menunjukkan pembelajaran STEM dapat membangun dan meningkatkan kreativitas siswa serta literasi terhadap lingkungan dalam menghadapi abad 21. Penggunaan STEM dalam pembelajaran mendukung siswa mendesain, memanfaatkan teknologi, mengasah kemampuan kognitif, manipulatif dan afektif, serta menerapkan pengetahuan dalam kehidupan (Kapila & Iskander, 2014).

Pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis berdasarkan materi pelajaran yang dapat dilihat pada Tabel 4. Proses belajar-mengajar begitu penting bagi siswa untuk memahami materi pembelajaran dengan sangat baik. Pemahaman mengenai materi merupakan hal penting dalam belajar. Hasil ini sejalan temuan kajian Ulhaq et al. (2020) dimana sangat penting bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir pada tingkat yang lebih tinggi dengan mengaktifkan daya nalar dalam memahami konsep terkait materi pelajaran dan realita kehidupan.

Tabel 4 terdapat 17 artikel dengan 9 materi yang dianalisis. Untuk efek size pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif berdasarkan materi pelajaran memiliki nilai efek size sangat tinggi pada materi hukum newton, hukum newton tentang gravitasi, usaha dan energi, fluida, gelombang bunyi, optik, listrik dinamis, dan induksi elektromagnetik.

**Tabel 4.** Efek size pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis berdasarkan materi pelajaran

| No | Pendekatan | Topik                          | Kode Artikel      | Ukuran Efek | Rerata Ukuran Efek | Keterangan    |               |
|----|------------|--------------------------------|-------------------|-------------|--------------------|---------------|---------------|
| 1  | STEM       | Hukum Newton                   | A16               | 1.11        | 1.11               | Sangat Tinggi |               |
| 2  |            | Hukum Newton tentang Gravitasi | A3                | 4.41        | 4.41               | Sangat Tinggi |               |
| 3  |            | Usaha dan Energi               | A19               | 2.38        | 4.31               | Sangat Tinggi |               |
|    |            |                                | A9                | 6.24        |                    |               |               |
|    |            |                                |                   | A7          | 0.63               |               |               |
|    |            |                                |                   | A14         | 4.04               |               |               |
| 4  |            | Fluida                         | A15               | 0.63        | 1.5                | Sangat Tinggi |               |
|    |            |                                | A6                | 2.25        |                    |               |               |
|    |            |                                | A11               | 1.05        |                    |               |               |
|    |            |                                | A17               | 0.44        |                    |               |               |
| 5  |            |                                | Teori Kinetik Gas | A10         | 0.84               | 0.84          | Tinggi        |
| 6  |            |                                | Gelombang bunyi   | A2          | 1.28               | 2.71          | Sangat Tinggi |
|    |            |                                |                   | A12         | 4.14               |               |               |
| 7  |            | Optik                          | A18               | 2.64        | 1.61               | Sangat Tinggi |               |
|    |            |                                | A5                | 0.59        |                    |               |               |
| 8  |            | Listrik Dinamis                | A1                | 4.41        | 4.41               | Sangat Tinggi |               |
| 9  |            | Induksi Elektromagnetik        | A13               | 2.42        | 2.42               | Sangat Tinggi |               |

Sedangkan nilai efek size dalam kategori tinggi terdapat pada materi teori kinetik gas dengan nilai efek size 0,84. Untuk nilai efek size terbesar pada analisis artikel pengaruh pendekatan STEM terhadap materi pembelajaran yaitu 4,41 pada materi hukum newton tentang gravitasi dan listrik dinamis. Dari tabel 4, diketahui bahwa pada umumnya pengaruh pendekatan STEM terhadap materi pembelajaran adalah sangat tinggi. Ini berarti bahwa pendekatan STEM pada materi pembelajaran dapat meningkatkan kompetensi serta keterampilan berpikir kreatif dan kritis dengan sangat baik. Semakin siswa menguasai materi pembelajaran maka keterampilan berpikir kreatif dan kritis yang dihasilkan akan sangat baik. Guru berperan dalam menyampaikan materi untuk menumbuhkan pengetahuan dan keaktifan siswa. Hal ini didukung Anam (2015) yang menyatakan: “Menciptakan, merawat, serta mengembangkan suasana pembelajaran yang kondusif dan produktif adalah hal penting dalam mencapai keberhasilan proses pembelajaran. Cara mencapai keberhasilan dalam proses pembelajaran dengan meminta siswa untuk berpartisipasi aktif dalam setiap proses kegiatan belajar mengajar”.

Selanjutnya penelitian mengenai analisis pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa dapat dilihat pada Tabel.5. Berdasarkan Tabel 5 dapat dianalisis pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif. Analisis pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis terdapat 13 artikel memiliki nilai rata-rata efek size 2,66 dalam kategori sangat tinggi. Untuk pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif terdapat 7 artikel memiliki nilai rata-rata efek size 1,47 dalam kategori sangat tinggi.

Hal ini berarti dengan pendekatan STEM dapat membuat kompetensi siswa serta keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan dalam kategori sangat tinggi. Pendekatan STEM membuat keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa mengalami peningkatan yang signifikan. Keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif merupakan tujuan dalam proses pembelajaran agar siswa bisa mengaplikasikan keterampilannya dalam kehidupan nyata. Kemampuan berpikir kritis ini sangat penting dimiliki siswa agar siswa dapat memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

**Tabel 5.** Efek size pengaruh pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan kritis

| No  | Pendekatan | Kemampuan                       | Kode Artikel | Ukuran Efek | Rata-rata Ukuran Efek | Keterangan    |
|-----|------------|---------------------------------|--------------|-------------|-----------------------|---------------|
| 1   | STEM       | <i>Critical Thinking Skills</i> | A1           | 4.41        | 2.66                  | Sangat Tinggi |
|     |            |                                 | A14          | 0.37        |                       |               |
|     |            |                                 | A9           | 6.24        |                       |               |
|     |            |                                 | A4           | 2.20        |                       |               |
|     |            |                                 | A2           | 1.28        |                       |               |
|     |            |                                 | A5           | 0.59        |                       |               |
|     |            |                                 | A11          | 1.05        |                       |               |
|     |            |                                 | A12          | 4.14        |                       |               |
|     |            |                                 | A13          | 2.42        |                       |               |
|     |            |                                 | A18          | 2.64        |                       |               |
|     |            |                                 | A19          | 2.38        |                       |               |
|     |            |                                 | A14          | 4.04        |                       |               |
|     |            |                                 | A8           | 2.83        |                       |               |
|     |            |                                 | 2            |             |                       |               |
| A6  | 2.25       |                                 |              |             |                       |               |
| A3  | 4.41       |                                 |              |             |                       |               |
| A16 | 1.11       |                                 |              |             |                       |               |
| A7  | 0.63       |                                 |              |             |                       |               |
| A15 | 0.63       |                                 |              |             |                       |               |
| A17 | 0.44       |                                 |              |             |                       |               |

Hasil ini didukung menurut Faiz & Affan (2012) yang mengemukakan bahwa “Tujuan berpikir kritis adalah menjamin pemikiran tepat dan benar dalam memutuskan sesuatu. Melalui pemikiran kritis siswa dapat memutuskan solusi apa yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan yang ada”.

Keterampilan berpikir kreatif sangat penting bagi siswa untuk menciptakan hal-hal baru yang bermanfaat bagi lingkungan sekitar dan dapat menjadi solusi dalam menyelesaikan suatu isu. Hasil dari berpikir kreatif sangat sangat diperlukan untuk menghasilkan suatu produk yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini menurut Lawrence dalam Suratno (2005) yang mengemukakan bahwa “Kreativitas merupakan ide yang timbul dari pemikiran manusia yang inovatif, berdaya guna dan bisa dipahami.” Guru juga harus mampu menimbulkan keterampilan berpikir kreatif untuk memacu inovasi siswa dan dapat menyelesaikan masalah yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini menurut Sa’ud (2008) bahwa “Inovasi berfungsi untuk mencapai tujuan tertentu serta dapat mencari solusi untuk menyelesaikan masalah.”

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis 20 artikel, didapat kesimpulan yaitu pada umumnya 4 dari 6 kombinasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran menunjukkan efek size dengan kategori sangat tinggi. Umumnya 8 dari 9 artikel pengaruh pendekatan STEM dengan materi pembelajaran menunjukkan efek size dengan kategori sangat tinggi. Pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif dari 20 artikel menunjukkan nilai efek size dengan kategori sangat tinggi. Jadi dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan kompetensi serta keterampilan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa.

## Daftar Pustaka

- Alatas, F., & Yakin, N. A. (2021). The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Students’ Problem Solving Skill. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1), 1-9. [A19] <https://10.26737/jipf.v6i1.1829>

- Anam, K. (2015). *Pembelajaran Berbasis Inkuiri Metode dan Aplikasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Anggraini, R. T., Hidayat, A., Fauziyah, S., Pramono, N. A., Supriana, E., & Ali, M. (2021). The Building of Students' Problem Solving Skills Through STEM Approach with Virtual Simulation Media. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1842(1), 012073). IOP Publishing [A18].
- Ardianti, S., Sulisworo, D., & Pramudya, Y. (2019). Efektivitas Blended Learning Berbasis Pendekatan STEM Education Berbantuan Schoology untuk Meningkatkan Critical Thinking Skill pada Materi Fluida Dinamik. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan KALUNI*, 2(0), pp. 240-246 [A8].
- Ardianti, S., Sulisworo, D., Pramudya, Y., & Raharjo, W. (2020). The Impact of The Use of STEM Education Approach on The Blended Learning to Improve Student's Critical Thinking Skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3B), 24-32 [A14].
- Chusni, M. M. (2016). Penerapan Pendekatan Inkuiri Terbimbing dengan Metode Pictorial Riddle untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 111-123.
- Dewi, M., Kaniawati, I., & Suwarna, I. R. (2018). Penerapan Pembelajaran Fisika Menggunakan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah Siswa pada Materi Listrik Dinamis. *Quantum: Seminar Nasional Fisika, dan Pendidikan Fisika* (pp. 381-385) [A1].
- Faiz, F., & Affan, M. (2012). *Thinking Skill: Pengantar Menuju Berpikir Kritis*. Suka-Press.
- Glass, G. V., McGaw, B., & Smith, M. L. (1981). *Meta-Analysis in Social Research*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- I Putu Yogi, Y. S. P., Nyeneng, I., & Distrik, I. W. (2021). The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approaches on Critical Thinking Skills Using PBL Learning Models. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 9(1), 1-15 [A16].
- Kapila, V. & Iskander, M. (2014). Lessons Learned from Conducting A K-12 Project to Revitalize Achievement by Using Instrumentation in Science Education. *Journal of STEM Education*, 15(1), 46-51.
- Kemendikbud. (2016). *Permendikbud No. 21 Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia.
- Khoiriyah, N., Abdurrahman, & I Wahyudi. (2018). Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Gelombang Bunyi. *JRKPF Universitas Ahmad Dahlan*, 5(2), 53-62. [A2]. <http://dx.doi.org/10.12928/jrkpf.v5i2.9977>
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The Impact of Problem-Based Learning Strategies on STEM Knowledge Integration and Attitudes: An Exploratory Study Among Female Taiwanese Senior High School Students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215.
- Mawarni, R., & Sani, R. A. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa Padamateri Pokok Fluida Statis di Kelas XI SMA Negeri 4 Tebing Tinggi TP 2019/2020. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 8(2) [A15].
- Mutowiah, N., Supriana, E., & Sutopo, S. (2020). Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Kreativitas Siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 5(2), 125-128 [A10].
- Neolaka, Amos dan Neolaka, GraceAmalia A. (2017). *Landasan Pendidikan: Dasar Pengenalan Diri Sendiri Menuju Perubahan Hidup*. Jakarta: Kencana.
- OECD. (2016). PISA (Programme for International Student Assessment). <https://www.oecd.org/pisa/data/7>
- Oktavia, Z., & Ridlo, S. (2020). Critical Thinking Skills Reviewed from Communication Skills of the Primary School Students in STEM-Based Project-Based Learning Model. *Journal of Primary Education*, 9(3), 311-320. <https://doi.org/10.15294/jpe.v9i3.27573>
- Panjaitan, M. (2011). Pembelajaran yang Mengembangkan Keterampilan Berpikir

- dalam Pemecahan Masalah Fisika (Suatu Inovasi dalam Pembelajaran Fisika). *Prosiding Seminar Nasional Sains*, (pp. 602-631).
- Parno, E. S., Yuliati, L., Widarti, A. N., Ali, M., & Azizah, U. (2019). The Influence of STEM-Based 7E Learning Cycle on Students Critical and Creative Thinking Skills in Physics. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8, 761-769 [A7].
- Parwati, R., Anna Permanasari, Harry Firman, Tatang Suheri. (2015). Studi Pendahuluan: Potret Mata Kuliah Kimia Lingkungan di Beberapa LPTK. *Jurnal JPJII*, 4(1), 1-7. UNNES, Semarang.
- Putri, C. D., Pursitasari, I. D., & Rubini, B. (2020). Problem Based Learning Terintegrasi STEM di Era Pandemi Covid-19 untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 4(2), 193-204 [A9].
- Ramli, R., Yohandri, Y., Sari, Y. S., & Selisne, M. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Fisika Berbasis Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 4(1), 10-17 [A12].
- Retnawati, H., Apino, Ezi, A., Djidu, Hasan., Kartianom, & Anazifa, R. (2018). *Pengantar Analisis Meta*. Yogyakarta: Parama Publishing.
- Rosyidah, N. D., Kusairi, S., & Taufiq, A. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Model STEM PjBL Disertai Penilaian Otentik pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(10), 1422-1427 [A11].
- Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., Rostikawati, D. A., & Zidny, R. (2021). Implementation of PjBL-STEM to Improve Students' Creative Thinking Skills on Static Fluid Topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2), 149-157 [A17].
- Sagala, S. (2005). *Konsep dan Makna Pembelajaran untuk Membantu Memecahkan Problematika Belajar dan Mengajar*. Bandung: Alfabeta.
- Santoso, S. H., & Mosik, M. (2019). Kefektifan LKS berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic) untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Fisika SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 8(3), 248-253 [A4].
- Soetjipto, H.P. (1995). Aplikasi Meta-Analisis dalam Pengujian Validitas Aitem. *Buletin Psikologi*. No. 2 Desember 1995. Yogyakarta: Fakultas Psikologi UGM.
- Suratno, S. (2005). *Pengembangan Kreativitas Anak Usia Dini*. Jakarta: Depdiknas.
- Surya, J. P., & Wahyudi, I. (2018). Implementation of The Stem Learning to Improve The Creative Thinking Skills of High School Student in The Newton Law of Gravity Material. *Journal of Komodo Science Education*, 1(01), 106-116 [A3].
- Sa'ud, U.S. (2008). *Inovasi Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Thalheimer, W., & Cook, S. (2002). How to Calculate Effect Sizes From Published Research Articles: A Simplified Methodology. Retrieved June 7, 2021. [http://worklearning.com/effect\\_sizes.htm](http://worklearning.com/effect_sizes.htm)
- Ugras, M. (2018). The Effects of STEM Activities on STEM Attitudes, Scientific Creativity and Motivation Beliefs of the Students and Their Views on STEM Education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5).
- Ulhaq, R., Huda, I., & Rahmatan, H. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning dengan Modul Konstruktivisme Radikal terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 4(2), 244-252.
- UU RI. (2003). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- Wahyunita, I., & Subroto, W. T. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Blended Learning dengan Pendekatan STEM dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 1011-1020. [A20].
- Wastiti, L., & Sulur, S. (2019). Pengaruh STEM-Thinking Maps pada Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI pada Materi Suhu dan

- Kalor. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 4(2), 110-115 [A3].
- Wati, I., & Kamila, I. (2019). Pentingnya Guru Professional dalam Mendidik Siswa Milenial untuk Menghadapi Revolusi 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 12(01).
- Widyasmah, M., & Herlina, K. (2020). Implementation of STEM Approach Based on Project-based Learning to Improve Creative Thinking Skills of High School Students in Physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1), p. 012072). IOP Publishing [A6].
- Yuliati, L., & Ni'Mah, B. Q. A. (2019). February). The Influence of PBL-STEM on Students' Problem-Solving Skills in The Topic of Optical Instruments. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1171(1), p.012013). IOP Publishing [A5].
- Yuliati, L., Munfaridah, N., Ali, M., Rosyidah, F. U. N., & Indrasari, N. (2020). The Effect of Project Based Learning-STEM on Problem Solving Skills for Students in The Topic of Electromagnetic Induction. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(2), p.022025. IOP Publishing [A13].
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan abad ke-21: Keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. *Seminarm Nasional Pendidikan*, 2(2), 1-17.