

PENGARUH PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING BERINTEGRASIKAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) TERHADAP HASIL BELAJAR GEOGRAFI DI SMA NEGERI 1 GORONTALO

Novia Ayu Lestari^a, Sunarty Suly Eraku^b, Rusiyah^c

^{abc} Universitas Negeri Gorontalo, Jl.Prof. Dr Ing Habibie, Kabupaten Bone Bolango 96119, Indonesia

INFO ARTIKEL	ABSTRACT
<p>Status artikel: Diterima: 06-09-2021 Disetujui: 28-09-2021 Tersedia online: 29-09-2021</p> <p>Kata kunci: STEM; Project Based Learning; Learning Outcomes</p> <p>Penulis korespondensi: Novia Ayu Lestari Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia Email: ayulestarinovia691@gmail.com DOI: 10.34312/jgej.v2i2.11587</p> <p>Copyright © 2021 The Author(s)</p>	<p>The influence of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) Integrend Learning Process on the Learning Outcomes of 1 th Grade Student (An Experimental Research Implementend in SMA 1 State Senior High School if Gorontalo). This study aimed to determine the differences in learning outcomes of student with the implementation of the Ppa-STEM learning model whilw the control class implemented the learning cycle (5E) learning model on the topic of “population planning and Development Dynamis in Indonesia”. To achieve these objecives, this research employed experimental design with post-test Control Group Design. Data collection techniques involved learning result test, which was provided towards the sample of research. The sample of the study consisted of two classes; class XIb3 of social science as the control class employed the learning cycle (5E) model. During the hypothesis testing, the homogeneity and normality test of the data was conducted in order to conduct hypothesis testing by using parametric statistics. The data normality test employed a chi-square statistical test of the pair of null hypothesis H_0 and its match H_1 with $\alpha = 0,05$ significal rate. The test result showed that $\chi^2_{count} < \chi^2_{table}$ for the experimental class with 3,449 < 11,070 and the control class of 1,023 \leq 9,488. The result revealed that the two data classes can be normally distributed. Based on the results of normality test data, the average score pg students learning outcomes used the statistical test. The hypothesis test results obtained $t_{count} > t_{table}$ which was 6,58 > 2,02. All in all, the results revealed that there were differences in the learning outcomes of students who used the two aforeentioned learning models</p>

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil belajar peserta didik menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* yang diintegrasikan dengan *Science, Technology, Engineering, And Mathematics* pada materi dinamika kependudukan di Indonesia. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah desain *posttest Control Group Design*. Teknik pengumpulan data melalui tes hasil belajar yang diberikan pada sampel penelitian. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas yaitu kelas XIb3 IPS sebagai kelas eksperimen sedangkan XIb5 IPS sebagai kelas kontrol. Pengujian normalitas data menggunakan uji *statistic* chi-kuadrat untuk pasangan hipotesis H_0 dan H_1 dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$. Hasil pengujian normalitas tes hasil belajar peserta didik menunjukkan bahwa $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ yaitu untuk kelas eksperimen sebesar 3,449 < 11,070 dan untuk kelas kontrol sebesar 1,023 \leq 9,488. Data hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedua kelas tersebut dapat berdistribusi normal berdasarkan hasil pengujian normalitas data. Rata-rata skor hasil belajar peserta didik dengan menggunakan *statistic* uji *t* maka hasil pengujian hipotesis didapatkan $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu 6,58 > 2,02. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar peserta didik yang menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dengan hasil belajar yang menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle* (5E).



This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC-BY-NC) 4.0 International License

1. Pendahuluan

Era *disruption* pada Abad 21 telah menjadi kenyataan yang harus dihadapi oleh bangsa dan negara Indonesia. Oleh karena itu, institusi pendidikan termasuk sekolah dan perguruan tinggi perlu mampu menumbuhkan generasi berkualitas yang mampu beradaptasi dengan tantangan era disrupsi ini (Oey et al., 2017). Pendidikan dituntut aktif dan inovatif dalam menerapkan strategi pembelajaran. Hal ini untuk memenuhi tuntutan agar peserta didik mempunyai sejumlah keterampilan yang dituntut era abad 21, yaitu mempunyai keterampilan berpikir kritis, kreatif, memiliki kemampuan memecahkan masalah, dan membuat keputusan. Oleh karena itu, pendidik mempunyai kewajiban untuk mempersiapkan generasi yang memiliki kemampuan antara lain manusia melek teknologi juga melek pikir, yang mampu “*think globally but act locally*” pembangunan generasi masa depan merupakan syarat dari upaya pembaharuan pendidikan (Tirtaharja & Sulo, 2005). Berbagai guru melakukan upaya dan strategi agar materi atau topik mudah dicerna oleh topik pembelajaran, yaitu untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Tujuan ini adalah deskripsi dari perilaku yang diharapkan dimiliki oleh subjek belajar yang diharapkan (Asmani & Ma'mur, 2012).

Penerapan kurikulum kampus merdeka merupakan upaya mengingat persaingan di abad 21 membutuhkan sumber daya manusia yang kompetitif di bidang sains, teknologi, desain teknik dan matematika, maka pemerintah akan mengembangkan pendidikan di Indonesia (Widayanti et al., 2019). STEM Terintegrasi adalah cara untuk membuat pembelajaran lebih terhubung dan relevan dengan siswa (Stohlmann et al., 2012). Pembelajaran sangat diperlukan interaksi positif antara guru dan peserta didik yang menyenangkan, dan tidak membosankan (Otoluwa et al., 2019). Pembelajaran diperlukan adanya suatu pendekatan, pendekatan merupakan titik tolak dalam memandang sesuatu, suatu filsafat atau keyakinan yang tidak selalu mudah membuktikannya (Mulyono, 2016). Bahwa pada dasarnya peserta didik memiliki keterampilan dalam penguasaan konsep dan keterampilan berpikir yang baik, seperti halnya keterampilan berpikir kritis dalam belajar, tetapi terkadang keterampilan tersebut tidak dapat berkembang dengan baik (Yustyan et al., 2015).

STEM adalah pendekatan yang melibatkan peserta didik dalam kegiatan metakognitif *Stem* memiliki sebuah implementasi di kelas yang menyediakan peluang bagi para peserta didik untuk memahami pentingnya integrasi yang berbeda disiplin dan aplikasinya (Anwari et al., 2015). Hasil belajar merupakan pemahaman dan kemampuan peserta didik yang telah dimiliki setelah mendapatkan pengalaman baru pada pembelajaran. Warsito dalam (Depdiknas, 2006). STEM memberikan arahan pada pendidik agar memberikan proses belajar berbasis proyek serta mengkaitkan beberapa bidang ilmu diantaranya yaitu, teknologi, seni, sains, matematika, dan rekayasa (Zubaidah, 2019). STEM adalah suatu pedagogi yang baru guna merespon apa yang dibutuhkan peserta didik dalam meningkatkan minatnya didunia teknologi, sains, dan matematika (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019).

Project Based Learning berbasis (STEM) juga memberikan tantangan dan motivasi bagi para peserta didik, karena hal tersebut mampu memberikan pola pikir kritis peserta didik, dan mampu meningkatkan keterampilan serta analisis tingkat tinggi dalam berpikir (Afriana et al., 2016). STEM juga telah berhasil menjadikan perancangan dan diskusi sebagai topik pertama di Amerika Serikat dalam beberapa tahun ini karena persaingan negara bergantung dengan tingkat pendidikan yang kuat yang mempersiapkan para ilmuwan dan insinyur yang inovatif yang akan memberikan inovasi penting untuk ekonomi yang berkembang di era teknologi ini (Suwarma et al., 2015).

Selama implementasi, STEM dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran eksplorasi, dan pembelajaran berbasis pertanyaan (Dewi, 2017; LaForce et al., 2017; Redkar, 2012). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pendidikan STEM dalam pembelajaran sains sangat diminati karena dapat menumbuhkan keterampilan kognitif, penggunaan teknologi, penggunaan terapan, manipulasi, dan desain (Capraro et al., 2013; White, 2014). Pembelajaran berbasis proyek adalah metode pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan dukungan pendidik. Dalam hal ini, siswa memahami melalui pertanyaan-pertanyaan yang dapat dijawab secara emosional dan rasa ingin tahunya (Fernandes et al., 2014).

2. Metode

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2020 pada semester genap, dari mulai tahap penyusunan proposal selama 4 bulan hingga pada tahap penelitian sampai pada tahap olah data sekitar kurang lebih 4

bulan lamanya. Menjadi lokasi penelitian adalah SMA Negeri 1 Gorontalo terletak di Jalan. M.H Thamrin No.8. Kelurahan Ipiolo. Kecamatan Kota Timur, Kota Gorontalo.

2.2. Populasi dan Sampel

Populasi yang dimaksud penelitian ini ialah seluruh peserta didik kelas XI IPS semester genap SMA Negeri 1 Gorontalo pada tahun ajaran 2020/2021. Adapun sampel pada penelitian yaitu, dua kelas yaitu kelas XIb3 IPS dan kelas XIb5 IPS SMA Negeri 1 Gorontalo, dimana kelas XIb3 IPS jumlahnya 25 sebagai kelas eksperimen dan kelas XIb5 IPS jumlahnya 26 sebagai kelas kontrol. Dengan demikian Sampel keseluruhan berjumlah 51 peserta didik.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel bebas, pembelajaran berintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) model PJBL-STEM. Variabel terikat, hasil belajar peserta didik kelas XIb3 dan XIb5 IPS SMA I Gorontalo pada materi dinamika Kependudukan di Indonesia untuk Perencanaan Pembangunan.

2.4 Jenis dan Desain Eksperimen

Pada *Pretest-Posstest Control Group Design* [tabel 1](#) merupakan desain yang membandingkan tes awal dan tes akhir.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Treatment/Perlakuan	Post test
Eksperimen	A ₁	X ₁	A ₂
Kontrol	B ₁	X ₂	A ₂

2.4 Teknik Analisis Data

Untuk menguji data, apakah data hasil penelitian yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak berdistribusi normal. Uji normalitas yang digunakan adalah *chisquare test* (tes kali kuadrat) dengan persamaan sebagai berikut:

$$X^2_{hitung} = \sum \frac{(F_o - F_e)^2}{f_e}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh pada penelitian ini ialah data yang terkumpul dari tes hasil belajar geografi berupa *pretest* dan *posstest* yang dilakukan pada dua kelas yang berbeda, untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen menggunakan pendekatan *Science, Technology Engineering, and Mathematics* (STEM) model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) pada kelas XIb3 IPS (31 peserta didik), sedangkan kelas kontrol menggunakan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) model *Learning Cycle* (5E) pada kelas XIb5 IPS (30 peserta didik).

3.1 Data Hasil Dimensi Kognitif Pada Pretest dan Post test

Sebelum diberikan perlakuan, masing-masing kelas diberikan tes awal (*pretest*) terlebih dahulu. Hal ini dilakukan untuk melihat sejauh mana pengetahuan awal peserta didik konsep yang akan diajarkan, yakni materi perencanaan dan pembangunan di Indonesia. Nilai rata-rata diperoleh dari penjumlahan skor masing-masing peserta didik kemudian dibagi jumlah keseluruhan peserta didik pada tiap kelas. Dengan kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang ditetapkan sekolah untuk mata pelajaran geografi yaitu sebesar 70 dari nilai maksimum 100.

Tabel 2. Data hasil Pretest dan Post test

Data	Pretest		Post test	
	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen	Kontrol
N	37	40	37	40
Skor Rendah	10	16.7	70	50
Skor Tinggi	53.3	83.3	96.7	83.3
Rata-rata	35.5	38.00	81.35	64.41
Modus	36.7	36.7	80	63.3
Median	36.7	36.7	80	63.3
SD	11.2	13.50	5.8	7.26

Data *pretest* [tabel 2](#) menunjukkan bahwa pemahamannya peserta didik terhadap materi perencanaan pembangunan di Indonesia pada kedua kelas masih cenderung rendah. Rendahnya hasil belajar peserta didik dirasa wajar dikarenakan memang belum dilakukan kegiatan pembelajaran pada pendekatan *Science, Technology Engineering, and Mathematics* (STEM) khususnya model PjBL-STEM dan *Learning Cycle* (5E) pada sekolah tersebut.

3.2. Deskripsi Data Lembar Kerja Peserta Didik

aspek psikomotorik peserta didik diberikan lembar kerja peserta didik sesuai pendekatan yang diberikan pada masing-masing kelas. Hasil lembar kerja peserta didik kelas kontrol dan kelas eksperimen disajikan dalam bentuk skor yang didapat pada setiap nomor soal. Hasil tersebut dapat dilihat [Tabel 3](#) dan [tabel 4](#)

Tabel 3. Hasil lembar kerja peserta didik kelas eksperimen model PjBL-STEM

Tahap	Pertemuan ke				Rata-rata
	1	2	3	4	
Observe	68	93,4	94	70	85,13
New idea	80	60	95,3	68	78,43
Innovation	75,2	96,2	90	68	86,8
Creativity	85,72	92,6	92,18	82	90,17
Society	76	60	76	76	0,67

Tabel 4. Hasil lembar kerja peserta didik kelas kontrol model 5E (Bybee)

Tahap	Kelompok					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	80	47	72	80	78	57
2	54	86	84	62	70	71,2
3	82	85	93	85	86	86,2
4	86	54	70	62	84	71,2

Lembar kerja pada kelas eksperimen dirancang berdasarkan tahapan tertentu yang mendorong peserta didik untuk lebih menggali wawasannya terhadap masalah yang dikemukakan dalam soal serta membutuhkan nalar peserta didik dalam menciptakan gagasan atau ide yang mereka tuliskan dalam sebuah desain atau rancangan penelitian. Berbeda dengan lembar kelas kontrol, pertanyaan dalam soal hanya menguji pemahaman dari pembelajaran terkait dan sedikit analisis dari fakta-fakta tersedia.

3.3 Distribusi Frekuensi Kelas Eksperimen dan kelas Kontrol

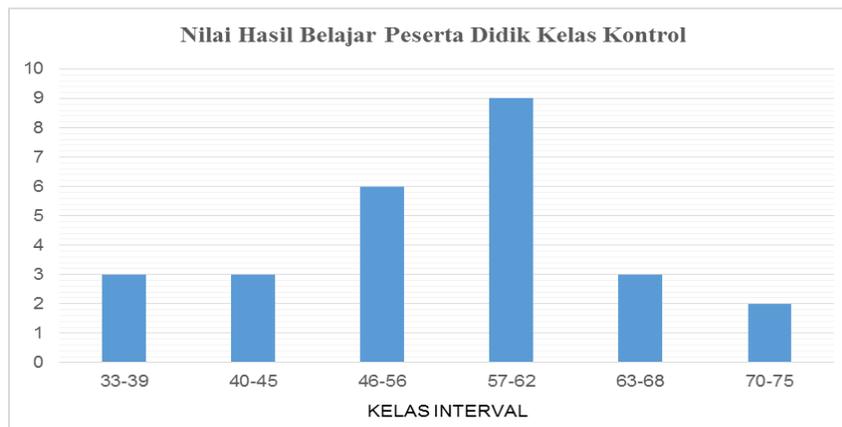
a. Kelas Eksperimen



Gambar 1. Grafik Distribusi Frekuensi Kelas Eksperimen

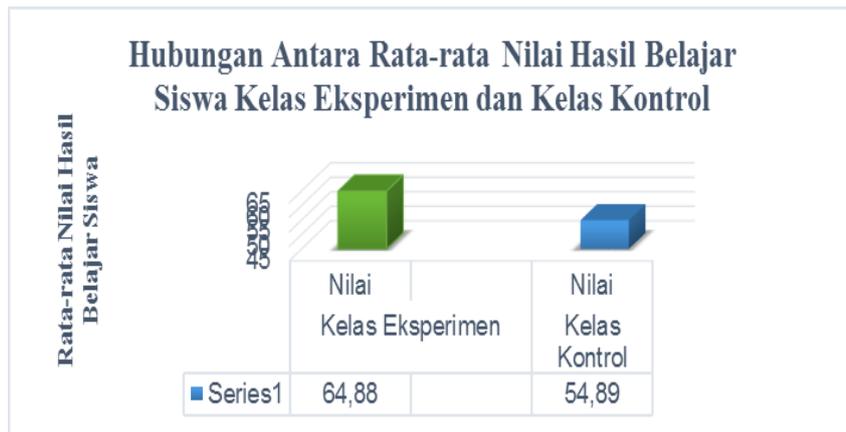
Berdasarkan data pada Grafik Distribusi Frekuensi Kelas Eksperimen [gambar 1](#) yang menunjukkan hasil data perhitungan yang telah dilakukan peneliti diketahui terdapat 2 orang peserta didik yang telah memperoleh skor tertinggi pada rentang 85-88, ada sebanyak 2 peserta didik yang menjawab dengan benar dengan rentang 79-84, kemudian 2 orang peserta didik yang menjawab dengan benar dengan rentang 72-78, 8 orang peserta didik yang menjawab dengan benar pada rentang 65-71, 3 orang peserta didik yang menjawab dengan benar pada rentang 58-64, dan 8 orang peserta didik yang menjawab benar pada rentang 45-57.

b. Kelas Kontrol



Gambar 2. Grafik Distribusi Frekuensi Kelas Kontrol

Berdasarkan data [gambar 2](#) diketahui bahwa terdapat 2 orang peserta didik yang memperoleh skor tertinggi pada rentang 70-75, sebanyak 3 peserta didik yang menjawab dengan benar pada rentang 63-68, 9 orang peserta didik yang menjawab dengan benar pada rentang 57-62, 6 orang peserta didik yang telah menjawab benar rentang 46-56, 3 orang peserta didik yang menjawab benar pada rentang 40-45, dan 3 orang peserta didik yang menjawab dengan benar pada rentang 33-39.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Rata-rata Nilai Hasil Belajar Peserta Didik Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Berdasarkan [gambar 3](#) rata-rata hasil pembelajaran pada peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol di atas, dapat dilihat bahwa rata-rata hasil belajar peserta didik kelas eksperimen sebesar 64,88 sedangkan rata-rata hasil belajar kelas kontrol sebesar 54,89. Disimpulkan rata-rata hasil belajar kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Hal tersebut dapat terjadi karena pada kelas yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM memiliki kelebihan sehingga peserta didik dapat lebih aktif dalam mengikut proses pembelajaran yang disajikan oleh guru atau peneliti dan dapat membangkitkan minat serta keinginan belajar peserta didik sehingga dapat berdampak pada hasil akhir pembelajaran.

Pelaksanaan percobaan penerapan pembelajaran *Science, Technology Engineering, and Mathematics* (STEM) pada penelitian ini dirasa cukup baik. Hal ini, didukung oleh hasil lembar observasi pencapaian aktivitas belajar mengajar dalam kelas. Pada kelas eksperimen aktifitas peserta didik meningkat dari setiap pertemuannya. Pada pertemuan pertama aktifitas peserta didik hanya mencapai rata-rata 50% hal ini dikarenakan pendekatan yang digunakan masih terasa asing dan membingungkan bagi peserta didik. Sehingga dinilai pengamat belum maksimal. Setelah pertemuan kedua, ketiga dan keempat terus mengalami peningkatan dikarenakan peserta didik lebih antusias dalam proses belajar dan juga sudah mulai memahami arah dari proses pembelajaran ini. Sedangkan pada kelas kontrol mencapai rata-rata baik karena penggunaan pendekatan yang sama tetapi model yang berbeda yang dirasa ada kemiripan dalam pembelajaran. Namun, mengalami penurunan pada pertemuan akhir menurut pengamat bisa terjadi karena peserta didik merasakan jenuh dengan kegiatan pembelajaran yang hampir sama dengan pembelajaran pendekatan saintifik.

Kerja *Science, Technology Engineering, and Mathematics* (STEM) membuat peserta didik menggunakan alasan logis dalam menjawab pertanyaan logis dan menjawab pertanyaan kompleks, menginvestigasi isu global, dan mengembangkan solusi untuk tantangan dan masalah dunia. Proses tersebut terdapat dalam tahapan kreatif dalam tahap *Science, Technology Engineering, and Mathematics* (STEM). Berbeda dengan lembar kerja pada model *Learning Cycle* (5E) yang hanya mengukur pemahaman peserta didik pada tahap mencoba dengan pertanyaan sederhana yang hanya memerlukan jawaban dari apa yang sudah mereka pelajari. Dalam mengaplikasikan teknologi dalam penyelesaian masalah peserta didik tidak hanya dilatih untuk sekedar mengidentifikasi dan memahami teknologi yang dibutuhkan untuk mengembangkan solusi terhadap masalah atau jawaban atas pertanyaan kompleks. *Science, Technology Engineering, and Mathematics* (STEM) juga menganalisis batas, resiko, dan dampak dari penggunaan teknologi serta meningkatkan teknologi baru untuk memperluas kemampuan manusia.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah *Science, Technology Engineering, and Mathematics* (STEM) melatih kemampuan kreatif peserta didik dalam mengaitkan empat bidang ilmu eksakta sehingga peserta didik memiliki wawasan yang mendalam dan dinamis dalam menyelesaikan terkait materi pembelajaran yang telah diberikan. Pembelajaran *Science, Technology Engineering, and Mathematics* (STEM) juga mempengaruhi terhadap hasil belajar peserta didik. Uji hipotesis menunjukkan perbandingan $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $6,58 > 2,02$. Hal tersebut menunjukan perbedaan yang signifikan antara hasil belajar kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Kelas eksperimen memiliki hasil belajar yang lebih baik dari kelas kontrol.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Gorontalo yang telah memberikan izin melakukan penelitian kepada siswa. Ucapan terima kasih juga yang sebesar-besarnya kepada Bapak dan Ibu Dosen Pembimbing yang telah memberikan dukungan, arahan dan bimbingan sehingga hambatan dan kesulitan dapat peneliti selesaikan dan juga terima kasih untuk kedua orang tua saya dan kaka telah memberikan dukungannya kepada saya baik materil maupun moril.

Referensi

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212.
- Anwari, I., Yamada, S., Unno, M., Saito, T., Suwarma, I., Mutakinati, L., & Kumano, Y. (2015). Implementation of Authentic Learning and Assessment through STEM Education Approach to Improve Students' Metacognitive Skills. *K-12 STEM Education*, 1(3), 123–136.
- Asmani, & Ma'mur, J. (2012). *7 Tips Aplikasi PAKEM (Pembelajaran Aktif, kreatif, Efektif, Dan Menyenangkan)*. DIVA Press.
- Capraro, R. M., Capraro, M., & Morgan, J. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Tchnology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Sense Publisher.
- Depdiknas. (2006). *Bunga Rampai Keberhasilan Guru dalam Pembelajaran (SMA, SMK, dan SLB)*. Depdiknas.
- Dewi, H. R. (2017). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Penerapan Inkuiri Terbimbing Berbasis STEM. *Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)*, 47–53.
- Fernandes, S., Mesquita, D., & Flores, M. A. (2014). Engaging students in learning: Findings from a studi of project-led education. *European Journal of Engineering Education*, 39(1), 55–67.
- LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-based learning (PBL) and student interest in STEM careers: The roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences*, 7(4), 92.
- Mulyono, N. (2016). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Rizki Press.
- Oey, M., Rahayu, S. I., Amin, M., Effendi, S., Darma, Y., Dartanto, T., & Aruan, C. D. (2017). *Era disrupsi peluang dan tantangan pendidikan tinggi Indonesia*. Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Otoluwa, Y., Eraku, S., & Yusuf, D. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Lectora Inspire Yang Diintegrasikan Dengan Camtasia Studio Pada Mata Pelajaran Geografi Materi Sistem Informasi Geografi. *JAMBURA GEO EDUCATION JOURNAL*, 1(1), 01–08.
<https://doi.org/10.34312/jgej.v1i1.4041>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43.
- Redkar, S. (2012). Teaching Advanced Vehicle Dynamics Using a Project Based Learning (PBL) Approach. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 13(3).
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34.
- Suwarma, I., Puji, A., & Endah, N. (2015). Ballon Powered Car “sebagai media pembelajaran IPA berbasis STEM (Science Technology Engineering Mathematic). *Prosinding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains*.
- Tirtaharja, U., & Sulo, S. (2005). *Pengantar Pendidikan*. Rineka Cipta.
- White, D. (2014). What is STEM education and why is it important. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1–9.

- Widayanti, Abdurrahman, & Suyatna, A. (2019). Future Physics Learning Materials Based on STEM Education: Analysis of Teachers and Students Perceptions. *Journal of Physics: Conference Series*, 115.
- Yustyan, S., Widodo, N., & Pantiwati, Y. (2015). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dengan pembelajaran berbasis scientific approach siswa kelas X SMA Panjura Malang. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2).
- Zubaidah, S. (2019). STEM (Science, technology, Engineering, Arts, and Mathemtics): Pembelajaran untuk Memperdayakan Keterampilan Abad ke-21. *Seminar Nasional Matematika Dan Sains*, 1–18.