

## Pelatihan Integrasi STEM dalam Pembelajaran Pada Kelompok MGMP Fisika SMA Kota Langsa

Dona Mustika<sup>1\*</sup>, Hasby Hasby<sup>2</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Universitas Samudra

\*Corresponding author, e-mail: [dona.phys@gmail.com](mailto:dona.phys@gmail.com).

### Abstract

STEM education is a way out to create quality and competitive human resources in the 21st century world of work. However, the current STEM movement in Indonesia is still minimal. This is partly due to the lack of understanding of teachers about STEM education itself. Obtained from the results of interviews with the head of the Langsa City High School Physics MGMP, teachers do not yet know how to integrate STEM into learning, and there are no workshops or trainings that provide knowledge about STEM. Therefore, in this activity, a workshop by STEM integration training in Physics learning will be held for teachers in the Physics MGMP (Senior High School) group at Langsa City. Activities are carried out by providing STEM-related materials, preparing STEM-based learning tools by teachers, and evaluating activities. Measurement of the achievement of this activity is carried out through data collection using a questionnaire. The results from this training activity are an increase in the understanding of Physics teachers about the concept of STEM education and the selection of models for STEM learning.

**Keywords:** Education; Integrated; STEM.

**How to Cite:** Mustika, D. & Hasby, H. (2022). Pelatihan Integrasi STEM dalam Pembelajaran Pada Kelompok MGMP Fisika SMA Kota Langsa. *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2), 426-432.



This is an open access article distributed under the Creative Commons Share-Alike 4.0 International License. If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. ©2022 by author.

## Pendahuluan

Dalam menghadapi revolusi industri 4.0, pendidikan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) dianggap sebagai jalan keluar untuk terwujudnya SDM yang berkualitas dan berdaya saing. Dimana, esensi dari pendidikan STEM adalah menyiapkan tenaga kerja abad 21 melalui aktivitas pendidikan STEM sehingga mereka dapat mengaplikasikan apa yang dipelajari di kelas maupun laboratorium untuk pekerjaannya dimasa depan dalam dunia nyata (Ejiwale, 2010). Banyak negara maju maupun berkembang telah mengembangkan pendidikan STEM seperti Jepang, Korea, Australia, United Kingdom, Thailand, Singapura, dan Malaysia) (Rustaman & Nuryani, 2016). Berdasarkan survey, pertumbuhan lapangan kerja di bidang STEM lebih tinggi dibandingkan non-STEM, dan income yang di dapat dari pekerjaan bidang STEM lebih tinggi dari non-STEM (Hapizoh, 2019). Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia sendiri telah menggemakan tren pendidikan STEM sejak 2018 (Kemendikbud, 2018). Walau demikian, gerakan pendidikan STEM di Indonesia masih jarang ditemukan sehingga perlu adanya pengembangan pendidikan STEM.

Penerapan pendidikan STEM tidak dapat dilakukan secara instan, dibutuhkan paling sedikit satu dekade untuk tiga fase pengembangannya : (1) tahap desain, pengembangan dan implementasi model-model unit pembelajaran STEM, (2) memasukkan pendidikan STEM ke dalam kurikulum, dan (3) membangun kapasitas sekolah untuk peningkatan berkelanjutan pendidikan STEM (Bybee, 2010 ; Firman, 2015). Dalam upaya pengembangan pendidikan STEM perlu diatasi hambatan-hambatan yang menjadi akar masalah dalam implementasi STEM. Ejiwale (2013) menjelaskan beberapa hambatan tersebut. Dua diantara adalah persiapan mengajar yang buruk dan kurangnya ketersediaan guru STEM yang berkualitas dan persiapan bahan ajar yang kurang (Hapizoh, 2019). Hal ini sesuai dengan penemuan Nugroho dkk, bahwa pengetahuan guru-guru Indonesia akan pendidikan STEM masih minim (Nugroho et al, 2019).

Berdasarkan hasil diskusi dengan ketua Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Fisika SMA Kota Langsa, juga ditemukan hal yang sama. Guru-guru dalam kelompok MGMP Fisika ini belum

mengetahui benar tentang pendidikan STEM, dan sejauh ini belum pernah diadakan mengenai pengenalan pendidikan STEM dan cara mengintegrasikan STEM dalam pelajaran. Ketua MGMP Fisika menyatakan, istilah STEM sudah tidak awam bagi guru namun pemahaman lebih jauh tentang pendidikan STEM belum pernah didapatkan. Guru-guru MGMP Fisika tersebut menyadari pentingnya inovasi pembelajaran agar siswa memiliki keterampilan yang sesuai dengan tuntutan zaman, namun pendidikan STEM ini sendiri dianggap masih baru dan guru-guru belum mendapatkan pengetahuan mendalam tentang pendidikan STEM. Dengan demikian, maka dianggap sangat penting untuk memperkenalkan pendidikan STEM dan cara mengintegrasikan pendidikan STEM dalam pembelajaran Fisika kepada guru-guru dalam wadah MGMP Fisika SMA Kota Langsa. Lebih lanjut, hal tersebut menjadi upaya dalam peningkatan profesionalisme guru. Disisi lain juga, guru-guru dalam kelompok tersebut juga berharap mendapat gagasan/ide proyek bagi siswa yang menerapkan juga konsep teknologi. Biasanya guru hanya memberikan proyek sederhana bagi siswa tanpa mempertimbangkan penambahan unsur teknologi di dalamnya. Dengan demikian, pendekatan STEM ini sangat tepat diterapkan agar konsep teknologi juga dapat terintegrasi dengan baik, sebagaimana dunia nyata dan perkembangan zaman bekerja.

Berdasarkan permasalahan yang ditemui dalam kelompok MGMP Fisika SMA Kota Langsa dan adanya urgensi peningkatan pendidikan STEM di Indonesia, maka perlu memperkenalkan pendidikan STEM dan cara mengintegrasikan pendidikan STEM dalam pembelajaran Fisika sebagai upaya dalam peningkatan profesionalisme guru. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan memberi bekal yang cukup kepada guru mengenai pendidikan STEM itu sendiri (NSEC, 2014). Dan tentu hal tersebut tidak cukup jika hanya sebatas pendekatan saja (Permanasari, 2016 ; Roberts, 2012). Selain itu, fisika merupakan sains dasar yang tidak dapat berdiri sendiri saat diaplikasi pada dunia nyata. Oleh karena itu, mendekatkan fisika kepada dunia nyata serta mendekatkan fisika pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan menerapkan pembelajaran berbasis STEM merupakan upaya yang sangat tepat.

Terdapat berbagai cara yang dapat dilakukan dalam upaya peningkatan profesionalisme guru seperti mengikuti pendidikan pelatihan, mengikuti pelatihan pelaksanaan tugas, melakukan kegiatan penelitian tindakan kelas, dan lesson study (Bybee, 2013). Demikian, dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, permasalahan yang ditemukan dalam kelompok MGMP Fisika SMA Kota Langsa dapat dilakukan dengan melakukan workshop berupa pelatihan integrasi STEM dalam pembelajaran. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan profesionalisme guru dalam wadah MGMP Fisika SMA Kota Langsa dalam mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran.

## Metode Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian ini dilakukan dalam bentuk pelatihan integrasi STEM dalam pembelajaran Fisika kepada guru-guru Fisika dalam wadah MGMP Fisika SMA Kota Langsa, yang dilaksanakan di SMA Muhammadiyah Langsa. Peserta pelatihan berjumlah 11 orang, dengan tim pengabdian berjumlah 5 orang. Adapun rincian tahap kegiatan pelatihan ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data persepsi awal guru tentang pendidikan STEM sebelum dilakukan kegiatan pengabdian
2. Pengenalan materi meliputi :
  - Konsep dan Urgensi Pendidikan STEM
  - Pola Integrasi Pendidikan STEM
  - Model Pembelajaran untuk Integrasi STEM
  - Perangkat Pembelajaran STEM (Contoh Media, LKPD, dan Instrumen Pengukuran 4C)
3. Penyusunan dan pengembangan perangkat pembelajaran oleh guru MGMP Fisika SMA dengan model STEM-PjBL
4. Diskusi perangkat pembelajaran STEM
5. Pengumpulan data persepsi akhir guru tentang pendidikan STEM setelah dilakukan kegiatan pengabdian. Pengumpulan data ini dilakukan dengan menggunakan angket yang sudah divalidasi. Kisi-kisi penilaian persepsi meliputi : (1) kegiatan guru dalam upaya pengembangan keterampilan abad 21, (2) model-model pembelajaran inovatif yang pernah diterapkan guru, dan ini menjadi data pembandingan untuk aspek selanjutnya, (3) sejauh mana guru sudah menerapkan pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM, (4) pemahaman guru mengenai pentingnya pembelajaran STEM.
6. Diskusi hasil evaluasi angket

## Hasil dan Pembahasan

Kegiatan tahap awal pengabdian ini dilakukan untuk mengetahui persepsi guru tentang pendidikan STEM, serta bentuk pembentukan pembelajaran yang dilakukan oleh guru di sekolah. Hal ini untuk

memastikan, apakah guru memahami perbedaan pembelajaran dengan model PjBL, PBL dan inkuiri biasa dengan PjBL, PBL dan inkuiri yang menggunakan pendekatan STEM. Tabel 1 merupakan hasil data persepsi guru terhadap keterampilan abad 21, model pembelajaran inovatif yang diimplementasikan, pendekatan STEM yang pernah dilakukan, serta esensi dari pendidikan STEM. Tabel 1 memberikan persentase jumlah guru yang menyetujui pernyataan setiap aspek.

**Tabel 1. Angket Persepsi Guru Tentang STEM**

No	Aspek	Pernyataan	Persentase Tanggapan	
			Ya	Rata-Rata
1	Keterampilan abad 21	Saya memberikan kesempatan kepada saya untuk dapat berinovasi	90,91%	90,91%
		Saya melakukan pembelajaran yang menghasilkan gagasan atau pernyataan yang bervariasi	81,82%	
		Saya memberikan kesempatan kepada siswa untuk dapat memberikan argument	90,91%	
		Saya melakukan pembelajaran dengan memecahkan permasalahan yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari	81,82%	
		Saya mewadahi siswa untuk saling bekerja sama menyelesaikan suatu pekerjaan/masalah	100%	
		Saya melatih siswa untuk mengkomunikasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas	100%	
2	Model Pembelajaran Inovatif	Saya menggunakan model pembelajaran berbasis masalah dalam pembelajaran fisika	63,64%	60,61%
		Saya menggunakan model pembelajaran berbasis proyek dalam pembelajaran fisika	90,91%	
		Saya menggunakan model pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran fisika	27,27%	
3	Pendekatan STEM	Saya mempromosikan interdisipliner melalui pembelajaran STEM	27,27%	18,18%
		Saya mengaktifkan proses belajar melalui pembelajaran STEM	27,27%	
		Saya memberikan pembelajaran yang nyata (kongkret) dengan pendekatan STEM	27,27%	
		Saya menerapkan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) untuk pembelajaran STEM	0%	
		Saya menerapkan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) untuk pembelajaran STEM	27,27%	
		Saya menerapkan model pembelajaran inquiry untuk pembelajaran STEM	0%	
4	Esensi Pembelajaran STEM	Pendidikan STEM dapat membantu meningkatkan kreativitas dan Inovasi Siswa	100%	90,91%
		STEM berkontribusi dalam menciptakan siswa yang mampu berpikir kritis	100%	
		STEM membantu keterampilan kolaborasi	90,91%	
		STEM membantu untuk memecahkan masalah kehidupan sehari-hari	72,73%	

Berdasarkan data Tabel 1, persentase rata-rata aspek keterampilan abad 21 mencapai 90,91% guru telah mengupayakan pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan siswa yang dibutuhkan di abad 21 seperti keterampilan kreativitas dan inovasi, kritis, mampu memecahkan permasalahan, kolaborasi dan komunikasi. Model pembelajaran yang dilakukan untuk meningkatkan keterampilan tersebut meliputi model PBL, PjBL dan inkuiri. Diantara ketiga kegiatan tersebut, PjBL merupakan model yang paling banyak diterapkan khususnya pada sekolah-sekolah penggerak yang sudah mengadaptasi kurikulum merdeka belajar, dimana kegiatan pembelajaran harus dilakukan berbasis project. Untuk pembelajaran inkuiri masih

sangat jarang dilakukan karena kurangnya alokasi waktu yang kurang untuk penerapan pembelajaran inkuiri. Secara keseluruhan, guru-guru mengakui pembelajaran disekolah masih banyak menggunakan model konvensional dikarenakan keterbatasan waktu, dan lagi setiap sekolah memiliki latar belakang kemampuan siswa yang berbeda-beda. Terlebih lagi, kurikulum menuntut untuk mencapai semua topik materi dan sistem ujian juga masih fokus kepada penilaian kognitif siswa. Belum adanya sistem ujian yang menilai keterampilan-keterampilan seperti berpikir kritis, kreatif, inovasi dan kolaborasi membuat guru bimbang untuk menerapkan model-model pembelajaran inovatif.



**Gambar 1. Pengisian Angket Kegiatan Pelatihan**

Pada aspek pendekatan STEM, persentasi rata-rata implementasi pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM hanya 18,18%. Model pembelajaran yang diterapkan untuk STEM hanya model PjBL dengan persentase 27,27%. Artinya hanya Sebagian kecil guru saja yang sudah mengintegrasikan STEM ke dalam pembelajaran fisika. Berbeda dengan data pada aspek kedua, model pembelajaran inovatif, dimana penggunaan model PjBL sudah mencapai 90,91%. Data tersebut telah dikonfirmasi, dan ditemukan bahwa perbedaan data tersebut karena guru-guru masih belum mengetahui benar konsep teknologi dan teknik di dalam konsep pembelajaran STEM.

Pada aspek esensi pembelajaran STEM diperoleh data rata-rata 90,91% yang artinya sebagian besar guru sudah memahami tujuan dan sasaran dari pembelajaran STEM. Walaupun demikian, implementasi pembelajaran fisika dengan integrasi STEM belum dilakukan karena belum mengetahui teknis integrasi STEM di dalam pembelajaran. Data tersebut sesuai dengan data observasi dan wawancara awal dengan ketua MGMP Fisika SMA Kota Langsa mengenai pemahaman guru tentang integrasi STEM dalam pembelajaran.



**Gambar 2. Penjelasan Contoh Pengembangan Media Praktikum Berbasis Arduino untuk Pembelajaran STEM**

Data Tabel 1 menjadi penguatan terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Oleh karena itu, pada kegiatan pelatihan ini diberikan penyampaian materi mengenai Konsep dan Urgensi Pendidikan STEM, Pola Integrasi Pendidikan STEM, Model Pembelajaran untuk Integrasi STEM, Perangkat Pembelajaran STEM. Pada model pembelajaran untuk integrasi STEM diberikan contoh proyek yang dapat dilakukan untuk pembelajaran STEM PjBL, STEM PBL dan STEM inkuiri. Pada perangkat pembelajaran STEM diberikan contoh media dan mensimulasi media tersebut. Selain itu diberikan juga contoh media serta LKPD untuk pembelajaran inkuiri dengan pendekatan STEM.

Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan perbedaan hasil persepsi guru terhadap pemahaman dalam integrasi STEM sebelum dan sesudah dilakukannya pelatihan ini.

**Tabel 2. Angket Persepsi Guru Sebelum Pelatihan Integrasi STEM**

No	Aspek	Pernyataan	Persentase Tanggapan	
			Ya	Rata-Rata
1	Konsep STEM	Saya memahami konsep <i>Science</i> dalam pembelajaran STEM	100%	60,51%
		Saya memahami konsep <i>Technology</i> dalam pembelajaran STEM	45,45%	
		Saya memahami konsep <i>Engineering</i> dalam pembelajaran STEM	54,55%	
		Saya memahami konsep <i>Mathematics</i> dalam pembelajaran STEM	72,73%	
		Saya memahami esensi dan karakteristik pembelajaran STEM	27,27%	
		Saya memahami urgensi pendidikan STEM	27,27%	
2	Model Pembelajaran untuk Pendekatan STEM	Saya mengetahui cara implementasi model pembelajaran berbasis masalah dalam pembelajaran fisika untuk integrasi STEM	0%	9,09%
		Saya mengetahui cara implementasi model pembelajaran berbasis proyek dalam pembelajaran fisika untuk integrasi STEM	27,27%	
		Saya mengetahui cara implementasi model pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran fisika untuk integrasi STEM	0%	

**Tabel 3. Angket Persepsi Guru Sesudah Pelatihan Integrasi STEM**

No	Aspek	Pernyataan	Persentase Tanggapan	
			Ya	Rata-Rata
1	Konsep STEM	Saya memahami konsep <i>Science</i> dalam pembelajaran STEM	100%	100%
		Saya memahami konsep <i>Technology</i> dalam pembelajaran STEM	100%	
		Saya memahami konsep <i>Engineering</i> dalam pembelajaran STEM	100%	
		Saya memahami konsep <i>Mathematics</i> dalam pembelajaran STEM	100%	
		Saya memahami esensi dan karakteristik pembelajaran STEM	100%	
		Saya memahami urgensi pendidikan STEM	100%	
2	Model Pembelajaran untuk Pendekatan STEM	Saya mengetahui cara implementasi model pembelajaran berbasis masalah dalam pembelajaran fisika untuk integrasi STEM	100%	100%
		Saya mengetahui cara implementasi model pembelajaran berbasis proyek dalam pembelajaran fisika untuk integrasi STEM	100%	
		Saya mengetahui cara implementasi model pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran fisika untuk integrasi STEM	100%	
3	Fasilitas	Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Fisika memberikan dampak terhadap peningkatan pemahaman guru terhadap integrasi STEM dalam pembelajaran	100%	100%

Berdasarkan perbandingan kedua data Tabel 2 dan Tabel 3 terlihat bahwa adanya kegiatan pelatihan ini memberi dampak terhadap pemahaman guru mengenai konsep Sains, Teknologi, Teknik dan Matematika yang dimaksud dalam pembelajaran STEM. Selain itu, guru-guru juga sudah memahami

bagaimana cara mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran Fisika. Akan tetapi, dari hasil wawancara, guru-guru belum benar-benar akan dapat mengimplementasikan pembelajaran STEM karena secara teknis pembelajaran STEM membutuhkan alokasi waktu yang lebih banyak dalam praktek, dan pembelajaran berbasis STEM ini belum di dukung oleh tuntutan Kurikulum 2013. Sedangkan untuk sekolah-sekolah penggerak STEM dapat diimplementasikan dengan menggunakan kurikulum Merdeka, namun demikian integrasi STEM dengan pola integrated hanya maksimal dilakukan untuk kelas X. Hal ini dikarenakan, untuk kelas X pelajaran fisika sudah dileburkan dengan kimia dan biologi menjadi kesatuan dalam IPA. Selain itu, topik materi fisika di kelas X sangat sesuai untuk diterapkan pembelajaran STEM. Dimana, materi fisika kelas X pada kurikulum merdeka hanya meliputi pengukuran, energi baru dan terbarukan, serta pemanasan global.



Gambar 3. Pelaksana Kegiatan Pengabdian

Kegiatan pengabdian ini juga menjadi agenda bagi MGMP Fisika SMA untuk meningkatkan profesionalisme guru dalam pembelajaran Fisika. Berdasarkan hasil angket Tabel 3 aspek fasilitas, semua guru menyetujui bahwa kegiatan pelatihan ini memberi pengetahuan baru dan ide baru dalam mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran Fisika. Berdasarkan hasil ini terlihat adanya antusiasme guru dalam keinginan untuk mengembangkan potensi diri agar menjadi guru yang lebih profesional.

Esensi pendidikan STEM adalah menyiapkan tenaga kerja abad 21 melalui aktivitas pendidikan STEM sehingga mereka dapat mengaplikasikan apa yang dimasa depan dalam dunia nyata (Ejiwale, 2010). Dengan kata lain yang menjadi sasaran utama dalam pendidikan STEM adalah siswa. Oleh karenanya, guru dituntut untuk dapat memadukan berbagai disiplin ilmu dalam satu kesatuan, dalam konteks ini terhubung dengan konsep-konsep fisika (Handayani, Astuti, & Bhakti, 2020). Pemahaman, gagasan dan keterampilan yang diperoleh dalam kegiatan pelatihan ini dapat dilanjutkan dengan menyusun rencana pembelajaran yang lebih kreatif dan inovatif dengan menggunakan pendekatan STEM. Bagaimanapun guru harus mampu menyusun rencana pembelajaran yang efektif dan sesuai dengan kompetensi dasar serta sesuai dengan tuntutan keterampilan abad 21 (Meylani, Putra & Ardiansyah, 2018).



Gambar 4. Tim dan Peserta Kegiatan Pelatihan Integrasi STEM

---

## Kesimpulan

Kegiatan pengabdian berupa pelatihan integrasi STEM dalam Pembelajaran telah dilakukan pada kelompok MGMP Fisika SMA Kota Langsa. Kegiatan ini memberikan pemahaman baru bagi guru-guru Fisika dalam pentingnya pendidikan STEM dan cara integrasinya dalam pembelajaran. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan pemahaman guru terhadap integrasi STEM namun guru-guru belum yakin untuk mengintegrasikan pembelajaran STEM dengan kurikulum 2013 karena ruang lingkup kajian materi fisika pada kurikulum 2013 masih banyak menuntut kemampuan matematis. Berdasarkan hasil diskusi, implementasi pembelajaran STEM pola integrated (terintegrasi penuh) dapat dilaksanakan jika kurikulum mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek/masalah dengan memberika alokasi waktu tersendiri bagi pengerjaan proyek/penyelesaian masalah.

## Daftar Pustaka

- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. 2013. *The case for STEM education: Challenges and opportunity*. Arlington, VI: National Science Teachers Association (NSTA) Press
- Ejiwale, J. A. 2013. Barrier to Successful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63-74. DOI:10.11591/edulearn.v7i2.220
- Firman, H. (2015). Pendidikan Sains Berbasis STEM : Konsep, Pengembangan dan Peranan Riset Pascasarjana. Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH Program Pascasarjana Universitas Pakuan. Agustus 2015.
- Handayani, S., Astuti, I. A. D., & Bhakti, Y. B. (2020). Peningkatan Keterampilan Guru Melalui Pembelajaran Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Prosiding Seminar Nasional Sains (1) 2020, 93-98.
- Hapizoh, H. (2019). Penerapan Discovery Learning Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik SMP Negeri 26 Palembang. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pasca Sarjana Universitas PGRI Palembang 03 Mei 2019. (293-304)
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2018). Kemendikbud Sambut Revolusi Industri 4.0 Melalui Praktik Baik STEM dan HOTS. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2018/12/kemendikbud-sambut-revolusi-industri-40-melalui-praktik-baik-stem-dan-hots> diakses 15 Maret 2021
- Meylani, V., Putra, R. R., & Ardiansyah, R. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan Pengayaan Materi Biologi Dalam Mata Pelajaran IPA Sesuai Kurikulum Nasional Bagi Guru IPA di Lingkungan SMP / Sederajat Se-Kota Tasikmalaya. *Jurnal Pengabdian Siliwangi*, 4(1), 13–17.
- National STEM Education Center. (2014). *STEM Education Network Manual*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.
- Nugroho, O. F., Permanasari, A. dan Firman H. (2019). The Movement of STEM Education in Indonesia : Science Teacher's Perspectives. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3). 417-425
- Permanasari, A. (2016). STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS) 2016.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 74(8), 1-5.
- Rustaman, N. Y. (2016). Pembelajaran Sains Masa Depan Berbasis STEM Education. Prosiding Seminar Nasional Biologi Edukasi 2016.