

## **Persepsi Calon Guru Matematika Terhadap Model Pembelajaran STEM**

**Meilani Safitri<sup>1</sup>, M.Ridwan Aziz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universitas Sjakhyakirti

<sup>2</sup> Universitas Sebelas Maret

Email: [meilani\\_safitri@unisti.ac.id](mailto:meilani_safitri@unisti.ac.id)

### **ABSTRAK**

Pengetahuan yang baik tentang integrasi Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) sangat penting bagi calon guru matematika sebelum mereka menerapkan pembelajaran matematika yang sukses menggunakan model pembelajaran STEM. Penelitian ini melaporkan tentang persepsi calon matematika dalam mengintegrasikan STEM pada pembelajaran matematika di sekolah. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang melibatkan 50 orang calon guru matematika di Solo sebagai sampel penelitian. Persepsi calon guru matematika tentang model pembelajaran STEM diungkap melalui 10 butir pertanyaan dalam wawancara mendalam dan sepuluh item terbuka dalam questioner. Persepsi calon guru matematika terhadap STEM ini dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif menggunakan analisis isi dengan interpretative coding. Temuan penelitian ini mengungkapkan bahwa calon guru matematika telah memahami konsep dasar STEM namun masih perlu ditingkatkan. Sebagian besar calon guru matematika telah mengetahui definisi dan posisi STEM. Namun, mereka masih memiliki pengetahuan yang kurang tentang contoh penerapan STEM dalam pelajaran matematika. Oleh karena itu, calon guru matematika perlu mengikuti pelatihan, seminar dan workshop yang memberikan panduan tentang bagaimana menerapkan pendekatan STEM khususnya dalam pembelajaran matematika. Melalui kegiatan penelitian ini, para calon guru matematika dapat mengembangkan keterampilan mereka dalam mempersiapkan pembelajaran STEM yang terlihat pada kesiapan mereka dalam mengintegrasikan STEM pada kegiatan pembelajaran matematika.

**Kata kunci:** Meilani Safitri & M.Ridwan Aziz; persepsi, guru, matematika, STEM

### **PENDAHULUAN**

Ekonomi global dan kemajuan teknologi di era revolusi industri 4.0 membutuhkan kesiapan sumber daya manusia yang tidak hanya memiliki kompetensi yang sangat baik tetapi juga mampu memecahkan masalah di sekitar mereka dari berbagai perspektif melibatkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kondisi seperti itu telah disadari dan diantisipasi oleh semua pihak termasuk akademisi, peneliti, dan pemerhati pendidikan. Tuntutan kompetensi ini telah merubah pandangan siswa tentang cara belajar, berkomunikasi, dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya secara tertib untuk mencapai kualitas hidup yang lebih baik. Oleh karena

itu, kehadiran STEM (Science, Teknologi, Teknik, & Matematika) adalah penting sebagai bagian dari upaya reformasi pendidikan dan sebagai dasar dalam memberikan kesuksesan di masa depan (Bullock: 2017; & Tan: 2018).

Integrasi STEM juga memberdayakan siswa untuk dapat beradaptasi dan mencapai kesuksesan dalam waktu yang cepat perubahan dunia, termasuk perubahan

Pembelajaran matematika yang termasuk ilmu yang berfungsi sebagai dasar dari Sains. Tidak dapat disangkal bahwa konten matematika tidak dapat dipahami dengan satu perspektif saja. Dengan demikian, menghubungkan konsep matematika dengan konsep sains lain diperlukan untuk mencapai pemahaman yang komprehensif, sehingga akan bermakna untuk memecahkan masalah sehari-hari. Namun, pembelajaran matematika dewasa ini hanya berorientasi pada penguasaan materi konsep tanpa berhubungan dengan pandangan bidang ilmu yang berbeda. Seperti saat guru matematika mengajarkan topik aljabar, mereka menjelaskan prosedur operasi aljabar, tetapi mereka tidak menyampaikan penerapan konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari yang berpadu dengan bidang ilmu lain (Subagia, 2014).

Ternyata banyak siswa belum memiliki pemahaman konsep matematis yang baik. Fakta ini berimplikasi pada tingginya jumlah siswa yang mengalami kesulitan dalam memproses informasi diperoleh ketika mereka sedang belajar matematika (Scaramozzino, 2010). Oleh karena itu, memfasilitasi siswa untuk mengkaitkan konsep matematika dengan konsep ilmu lain diperlukan dalam pembelajaran matematika untuk menghadapi permasalahan dunia nyata.

Pembelajaran STEM sangat potensial untuk melatih siswa dalam memecahkan masalah dunia nyata, sehingga integrasi STEM dalam kegiatan pembelajaran matematika sangat direkomendasikan (Aydin-Gunbatar, 2018). Melalui integrasi STEM, peserta didik dibekali dan diberikan pengalaman tentang penggunaan STEM, seperti dalam menerapkan konsep matematis yang berlaku untuk pembelajaran sepanjang hayat. Selain itu, STEM mengkorelasikan empat bidang ilmu meliputi ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan

matematika menjadi satu kesatuan holistik. Dengan demikian, STEM dapat mendorong siswa untuk merancang, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi; mengasah kognitif mereka; dan menghasilkan ilmu pengetahuan sebagai dasar dalam belajar matematika. Karena pembelajaran STEM memungkinkan korelasi keempat bidang ilmu tersebut, dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dan meningkatkan keterampilan belajar abad 21 siswa.

Namun nyatanya integrasi STEM jarang dilakukan seperti di pembelajaran matematika, oleh karena itu manfaat STEM dalam pelajaran matematika belum terasa. Di sisi lain, pendekatan STEM adalah pendekatan baru yang telah mendapat perhatian dunia sebagai sebuah proyek untuk mengembangkan sistem pendidikan (Tan, 2018). STEM telah diadopsi oleh banyak program sebagai fokus penting untuk meningkatkan daya saing global (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012).

Melalui STEM, peserta didik dapat mengembangkan minat belajar juga berkembang keterampilan dan sikap berpikir analitis peserta didik terhadap pembelajaran matematika meningkatkan kuantitatif keterampilan dan meningkatkan kompetensi guru (Du, Liu, Johnson, Sondergeld, Bolshakova, & Moore: 2019). Dengan demikian, penggunaan STEM sangat urgent untuk diterapkan dalam pembelajaran. Sayangnya, integrasi STEM di Indonesia masih kurang berpengalaman. Faktor utama yang membuat fenomena ini terjadi disebabkan oleh pengetahuan atau persepsi calon guru terhadap STEM dalam pembelajaran matematika (Mardiyah, 2019). Calon guru matematika seharusnya tidak hanya tahu istilah dan definisi STEM, tetapi juga akrab tentang cara mengintegrasikan matematika dengan teknologi, rekayasa, dan sains. Mereka harus memahami tentang konsep dasar STEM, urgensi pendekatan STEM, integrasi STEM dalam pembelajaran matematika, dan faktor-faktor dalam menerapkan STEM untuk merasakan makna pembelajaran matematika menggunakan STEM. Namun, STEM implementasinya bervariasi melalui beberapa pedagogi, yaitu, pembelajaran berbasis masalah,

penemuan pembelajaran, pembelajaran berbasis proyek, dan pembelajaran inkuiri yang berarti optimasi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran (Kennedy, 2014 & Psycharis, 2016).

Mempertimbangkan diskusi di atas, sebagai mata pelajaran yang harus dipahami untuk SMA, penyampaian materi matematika perlu dirancang dengan cara yang bermakna untuk meningkatkan motivasi dan minat belajar matematika. Mengintegrasikan STEM dalam kesempatan ini sangat dibutuhkan, sebagai upaya melatih siswa dalam memecahkan masalah sehari-hari. Jadi, sebagai dasar dalam menerapkan STEM, pengetahuan dan persepsi yang baik dari calon guru matematika tentang STEM pada pembelajaran sangat penting sebelum mereka bisa mengintegrasikan STEM sebagai dasar dalam menyampaikan pembelajaran matematika (Margot, & Kettler, 2019). Semakin banyak pengetahuan yang dimiliki calon guru matematika, semakin banyak kesempatan yang mereka dapatkan untuk berhasil menerapkan STEM dalam pembelajaran matematika.

Pengetahuan dan persepsi yang bagus tentang integrasi STEM ini akan berkontribusi pada calon guru untuk menjadi lebih percaya diri dalam mempersiapkan, melaksanakan, dan mengevaluasi pengajaran STEM (Altan, & Ercan, 2016). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yang sesuai untuk menyelidiki pengetahuan dan persepsi awal calon guru matematika tentang integrasi STEM dalam pembelajaran matematika SMA.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang melibatkan 50 orang calon guru matematika di Solo sebagai sampel penelitian. Persepsi calon guru matematika tentang model pembelajaran STEM diungkap melalui 10 butir pertanyaan dalam wawancara mendalam dan sepuluh item terbuka dalam questioner. Adapun jenis wawancara yang digunakan merupakan wawancara terstruktur karena sifatnya melengkapi data yang diperoleh dari questioner. Butir item dalam questioner dan wawancara telah melalui proses validasi oleh pakar

evaluasi pendidikan matematika. Persepsi calon guru matematika terhadap STEM ini dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif menggunakan analisis isi dengan interpretative coding.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini menjelaskan temuan penelitian ini dengan pembahasannya. Temuan penelitian ini disajikan sesuai dengan setiap pertanyaan terbuka pada kuesioner yang telah disiapkan. Oleh karena itu, ada 10 hasil pengkodean karena penelitian ini menggunakan 10 pertanyaan terbuka yang terdiri dari sumber pengetahuan STEM, definisi pendekatan STEM, sudut pandang menuju integrasi STEM dalam pembelajaran matematika, materi pada pembelajaran matematika yang sesuai untuk mengintegrasikan STEM, pengalaman calon guru dalam menerapkan pendekatan STEM, juga keuntungan dan kelemahan menggunakan STEM dalam pembelajaran matematika.

Pertanyaan pertama adalah “Sudahkah Anda mendengar istilah STEM? Kalau begitu, dimana kamu mendengarnya?”. Tanggapan peserta untuk ini pertanyaan menandakan bahwa 97,56% menyatakan pernah mendengar tentang istilah STEM dan sisanya dikonfirmasi bahwa mereka bahkan belum pernah mendengar istilah STEM. Jadi, istilah STEM akrab bagi sebagian besar calon guru matematika dalam penelitian ini. Sebagian besar calon guru matematika telah mengenal istilah STEM melalui workshop dan bimbingan teknis (dengan persentase 37,50% dari total peserta). Sebagian besar kegiatan diadakan oleh universitas tempat mereka studi. Pihak universitas melakukan ini sebagai kesempatan untuk meningkatkan kompetensi calon guru dengan pendekatan STEM.

Hasil penelitian ini mengkonfirmasi penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nugroho, Permanasari, dan Firman (2019) yang menyatakan lebih dari setengah calon guru yang berpartisipasi dalam MGMP membantu mereka untuk mengimplementasikan pengajaran STEM. Diungkapkan secara berbeda, meskipun melalui kegiatan formal, calon guru

matematika tahu istilah STEM secara informal oleh teman-temannya; dan sumber belajar lain seperti internet, jurnal, dan buku teks masing-masing 16,25% dan 12,5%. Nilai menunjukkan bahwa calon guru matematika penasaran dengan istilah STEM. Jadi, mereka mencari sumber daya apapun tentang STEM untuk membedakan segala sesuatu tentang integrasi STEM dalam pembelajaran matematika.

Setelah sebagian besar peserta menyatakan bahwa mereka pernah mendengar istilah STEM, berikut pertanyaannya yang ditanyakan selanjutnya “Apa yang Anda ketahui tentang STEM?” Sebagian besar calon guru matematika menyatakan bahwa STEM adalah pendekatan yang mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika (ditandai sebanyak 62,50% dari total peserta). Tanggapan lain dari calon guru matematika menyiratkan bahwa pendekatan STEM adalah pendekatan pembelajaran untuk mengatasi masalah kehidupan sehari-hari, model pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan belajar abad ke-21, model pembelajaran yang berpusat pada siswa, dan sebagainya.

Menurut Kennedy & Odell (2014), STEM adalah pendekatan yang mengintegrasikan teknologi dan rekayasa ke dalam sains dan matematika melalui penyelidikan ilmiah dan desain proses rekayasa. Sejalan dengan Stohlman (2012) bahwa ia menggambarkan pendekatan STEM sebagai upaya untuk mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika menjadi satu pengetahuan yang komprehensif. Pembelajaran STEM akan lebih efektif jika calon guru memiliki pemahaman yang baik tentang disiplin ilmu dan mencari tahu konsep matematis dari berbagai perspektif ilmu.

Jadi, pendapat calon guru matematika tentang definisi STEM sebagian besar benar. Di sisi lain, hanya 5% dari peserta tanggapan definisi STEM tidak dapat dikodekan karena mereka menggambarkan pendekatan STEM menjadi salah definisi. Para peserta ini menjelaskan STEM sebagai

metode pembelajaran, sistem pembelajaran, dan model pembelajaran. Namun, jumlah tanggapan yang salah ini adalah kecil dan mungkin untuk diubah secara konseptual melalui pengembangan pengetahuan calon guru matematika tentang STEM.

Pertanyaan terbuka berikutnya “Menurut pendapat Anda, apakah STEM dapat digunakan dalam pembelajaran matematika? Berikan sebuah contoh!”, Pertanyaan ini bertujuan untuk menyelidiki sudut pandang calon guru matematika tentang integrasi STEM dalam pembelajaran matematika. Sebanyak 98% dari total peserta menyatakan bahwa pendekatan STEM dapat diintegrasikan dalam pembelajaran matematika. Beberapa peserta memberikan contoh tentang kegiatan pembelajaran yang mungkin menjadi pilihan untuk diterapkan pada pembelajaran matematika menggunakan pendekatan STEM. Contoh implementasi STEM dalam pembelajaran matematika sesuai dengan pendapat calon guru matematika. Konsep matematis menjadi yang paling populer menurut peserta ketika mereka perlu mengintegrasikan STEM ke dalam matematika. Dalam mengintegrasikan pendekatan STEM ketika mengajar matematika, guru harus menghubungkan konten matematika dengan fenomena sehari-hari. Oleh karena itu, relevansi pembelajaran matematika dengan kehidupan sehari-hari akan terungkap dan dapat meningkatkan minat dan literasi matematis (Holbrook, & Rannikmae, 2007).

Selanjutnya peneliti menanyakan kepada calon guru matematika “Topik seperti apa yang cocok untuk menerapkan pendekatan STEM? Berikan sebuah contoh!”. Tanggapan peserta tentang pertanyaan ini menghasilkan lebih dari jumlah total peserta karena setiap peserta dapat memberikan sudut pandang lebih dari satu. Topik pengajaran yang sesuai untuk menerapkan STEM dalam pembelajaran matematika, mayoritas calon guru matematika menyatakan bahwa pendekatan STEM sangat cocok dengan materi aljabar. Maka berdasarkan uraian di atas, calon guru matematika perlu menganalisis materi yang sesuai konten bersama yang mendekati implementasi STEM.

Calon guru matematika harus yakin bahwa topik konten dapat diintegrasikan ke empat disiplin ilmu (Devi, Karyana, & Nulhakim, 2018). Oleh karena itu, calon guru matematika harus menganalisis isi topik yang meliputi empat bidang STEM sebelum mereka dapat mengintegrasikan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika.

Pertanyaan lain yang peneliti tanyakan kepada calon guru matematika adalah pengalaman mereka dalam menerapkan pendekatan STEM. Hasil yang ada masih terbatasnya jumlah calon guru yang memiliki pengalaman dalam mengintegrasikan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika. Jumlah calon guru matematika yang pernah menerapkan pendekatan STEM kurang dari setengah dari total peserta. Hal ini menyiratkan bahwa calon guru matematika masih kurang pengalaman dalam mengintegrasikan STEM.

Pertanyaan berikutnya menanyakan peserta tentang kelemahan STEM integrasi dalam pembelajaran matematika, “Apa kelemahan pendekatan STEM pelajaran matematika?”. Semakin sedikit jumlah peserta yang belum melaksanakan pendekatan STEM terkait dengan kelemahan STEM dalam pelajaran matematika. Sebagian besar calon guru matematika mengungkapkan bahwa mereka membutuhkan waktu lebih lama dalam melaksanakan pengajaran STEM. Ini sejalan dengan Sheffield et al. (2018) yang menyatakan kelemahan pendekatan STEM yang disebabkan oleh keterbatasan alokasi waktu, kompetensi guru, dan kurikulum. Kompetensi pedagogi dibutuhkan untuk meningkatkan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran STEM. Guru harus kreatif, menerima ide-ide lain, dan memiliki pemikiran rasional ketika mengajar STEM (Asghar, Ellington, Rice, Johnson, & Prime, 2012). Kesulitan lain yang dihadapi oleh peserta tidak semua materi matematika bisa menggunakan pendekatan STEM. Mereka menyatakan bahwa sulit untuk merancang pengajaran matematika secara pasti. Calon guru matematika menganalisis konsep matematis yang sesuai untuk diimplementasikan menggunakan STEM harus memiliki beberapa karakteristik yaitu, konten yang menekankan konteks, praktik, solusi, masalah, dan produk.

Tidak hanya kekurangannya, para peserta juga menjelaskan keuntungan menggunakan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika. Dengan demikian, pertanyaan terakhir bertujuan untuk menguji poin calon guru matematika tentang keuntungan pengajaran STEM dengan menanyakan “Apa kelebihan STEM dalam pengajaran matematika?”. Temuan tentang pendapat peserta dijelaskan bahwa sebagian besar calon guru matematika setuju bahwa STEM dapat meningkatkan pemahaman siswa dan penerapan bahan ajar dalam kehidupan sehari-hari, juga meningkatkan keterampilan belajar abad ke-21 siswa dengan kompetensi yang meliputi berpikir kritis, komunikasi, kreativitas, dan kolaborasi sebagaimana yang dikonfirmasi oleh (Basha, 2018; dan Toma, & Greca, 2018) dalam penelitian mereka.

Selanjutnya, seperti yang dikemukakan oleh Roberts dkk. (2018) bahwa pendekatan STEM membawa siswa untuk memperoleh pengalaman baru yang menguraikan pemahaman tentang konten STEM dan menarik minat mereka. Hanya 3,66% dari total peserta menyatakan bahwa mereka tidak mengetahui keuntungan dari STEM. Jumlah ini menunjukkan kesadaran peserta terhadap manfaat menggunakan STEM dalam pembelajaran matematika untuk mewujudkan belajar matematika yang bermakna dan menyenangkan.

## **KESIMPULAN**

Merancang lingkungan belajar matematika yang dapat menarik keterlibatan dan motivasi siswa dalam belajar matematika menjadi tantangan bagi semua guru matematika. Kehadiran pengajaran STEM kemungkinan besar dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar matematika. Ini juga mengembangkan kompetensi abad 21 siswa seperti berpikir kritis, komunikasi, kreativitas, dan kolaborasi. Oleh karena itu, pelaksanaan pendekatan STEM harus dipertimbangkan untuk diterapkan dalam pengajaran matematika. Namun, calon Guru matematika harus memiliki pengetahuan dan persepsi yang baik tentang STEM sebelum

mereka menerapkan STEM dalam pengajaran matematika untuk mempertahankan pembelajaran yang bermakna bagi siswa.

Temuan dari penelitian ini mengungkapkan bahwa pengetahuan awal calon guru matematika tentang STEM adalah sama baiknya. Hampir semua guru memiliki memahami definisi dan posisi STEM. Sayangnya, mereka memiliki pengalaman yang kurang mengenai contoh implementasi STEM dalam pembelajaran matematika. Oleh karena itu, mereka perlu mengikuti workshop yang memberikan panduan tentang langkah-langkah menerapkan STEM dalam pelajaran matematika. Kegiatan ini akan membawa calon guru matematika dalam mengembangkan pemahaman, pengetahuan, dan pengalaman dalam mempersiapkan pengajaran STEM dalam matematika. Dengan demikian, pembelajaran matematika yang bermakna menggunakan STEM dapat tercapai.

Mempertimbangkan temuan penelitian ini, peneliti menyarankan untuk memeriksa efektivitas implementasi integrasi STEM dalam matematika dengan analisis yang mendalam seperti survey yang dilakukan dalam penelitian (Kennedy, 2014; Psycharis, 2016; Wibawa, & Kardipah, 2018). Pembelajaran campuran menjadi pilihan yang cukup besar karena bisa mengembangkan efikasi diri siswa dan pembelajaran mandiri siswa (Fitriyana, Wiyarsi, Ikhsan, & Sugiyarto, 2018). Oleh karena itu, STEM dalam pembelajaran matematika tidak hanya meningkatkan kognitif siswa tetapi juga afektif dan perilaku.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan mode pembelajaran campuran dalam menyampaikan materi matematika menggunakan pendekatan STEM karena pembelajaran online dalam mode ini memberikan efek signifikan pada efikasi diri siswa sebagai bagian dari nilai harapan motivasi dan pembelajaran mandiri siswa (Wiyarsi, Fitriyana, & Ikhsan, 2019). Selain itu, penambahan instruksi berbantuan komputer bisa menjadi mempekerjakan karena memungkinkan dalam meningkatkan kinerja dan motivasi siswa dalam mata pelajaran tertentu seperti melalui ruang kelas terbalik (Wibawa & Kardipah, 2018).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Altan, & Ercan. (2016). STEM Education Program for Science Teachers: Perceptions and Competencies. *Journal of Turkish Science Education*, 13 103-117. DOI:<https://doi.org/10.12973/tused.10174a>
- Asghar, Ellington, Rice, Johnson, & Prime. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts Interdisciplinary. *Journal of Problem-Based Learning* 6(2) 85-125. DOI: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
- Aydin-Gunbatar, Tarkin-Celikkiran, E. Kutucu, & Ekiz-Kiran. (2018). The influence of a design-based STEM education. *Chem. Educ. Res. Pract.* 19(3) 954-972. DOI:<https://doi.org/10.1039/c8rp00128f>
- Basha. (2018). Investigating teachers' perceptions and implementation of STEM education in the United Arab Emirate. [Dissertation]. UAE, The British University in Dubai.
- Bullock. (2017). Only STEM can save us? Examining race, place, and STEM education as property. *Educational Studies* 53(6) 628-641. DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1369082>
- Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of stem in education and partnerships, *School Science and Mathematics* 112(1) 3-11. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Devi, Karyana, & Nulhakim. (2018). Elektrokimia:electroplating/pelapisan logam, South East Asia Ministry of Education Organization (SEAMEO QIETP) In Science.
- Du, Liu, Johnson, Sondergeld, Bolshakova, & Moore. (2019). The impact of integrated STEM professional development on teacher quality. *School Science and Mathematics* 119(2) 105-114. DOI:<https://doi.org/10.1111/ssm.12318>
- Fitriyana, Wiyarsi, & Sugiyarto. (2018). The profile of students' self-efficacy on hydrocarbon hybrid learning and android-basedgame. *International Journal of New Trends in Education and Their Implications* 9(2) 1-15
- Holbrook, & Rannikmae. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education* 29(11) 1347-1362.
- Kennedy. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International* 25(3) 246-258.
- Mardiyah. (2019). Persepsi guru kimia ma setangerang selatan tentang pendekatan STEM. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Margot, & Kettle. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *Int J STEM Educ* 6(2) 1-16. DOI:<https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Nugroho, Permanasari, & Firman. (2019). The movement of STEM education in Indonesia: Science teachers' perspectives. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 8(3) 417-425. DOI:<https://doi.org/10.15294/jpii.v8i3.19252>
- Psycharis. (2016). The impact of computational experiment and formative assessment in inquirybased learning approach in STEM education. *Journal of Science Education & Technology* 25 316-326.
- Roberts, Jackson, Mohr-Schroeder, Bush, Maiorca, Cavalcanti, Schroeder, Delaney, Putnam, & Cremeans. (2018). Students' perceptions of STEM learning after participating in a summer informal learning experience. *International Journal of STEM Education* 5 35. DOI:<https://doi.org/10.1186/s40594-018-0133-4>.
- Scaramozzino. (2010). Integrating STEM information competencies into an undergraduate curriculum. *Journal of Library Administration*. 50(4) 315-333.

- DOI:<https://doi.org/10.1080/01930821003666981>
- Sheffield, Koul, Blackley, Fitriani, Rahmawati, & Resek. (2018). Transnational examination of STEM education. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education* 26(8) 67–80
- Stohlmann. (2012). Considerations for teaching integrated STEM Education. *Journal of PreCollege Engineering Education Research (JPEER)* 2(1) 28-34. DOI:<https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Subagia. (2014). Paradigma baru pembelajaran kimia SMA. *Prosiding Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA IV* 4 152-163.
- Tan. (2018). Why STEM? Why now? Educating for technologies, or technologies for education? *Learning: Research and Practice* 4(2) 203-209. DOI:<https://doi.org/10.1080/23735082.2018.1511275>
- Toma, & Greca. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *EURASIA J Math Sci Tech* 14(4) (2018) 1383–95. DOI:<https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Wibawa, & Kardipah. (2018). The flipped-blended model for STEM education to improve students' performances. *International Journal of Engineering & Technology* 7(2) 2-29. DOI:<http://dx.doi.org/10.14419/ijet.v7i2.29.14298>
- Wiyarsi, Pratomo, & Priyambodo. (2020). Vocational high school students' chemical literacy on context-based learning: a case of petroleum topic. *Journal of Turkish Science Education* 17(1) 147161. DOI:<http://dx.doi.org/10.36681/tused.2020.18>.