



Engineering Design Process STEM : Proyek Miniatur Gazebo Joglo

Sindi Nur Aini^{a,*}, Detalia Noriza Munahefi^b, Agnita Siska Pramasdyahsari^c, Rina Dwi Setyowati^d

^{a, b} Universitas Negeri Semarang, Sekaran, Kota Semarang, dan 50229, Indonesia

^{c, d} Universitas PGRI Semarang, Karangtempel, Kota Semarang dan 50232, Indonesia

* Alamat Surel: sindinuraini14@students.unnes.ac.id

Abstrak

Bangsa Indonesia memiliki sejumlah masalah di abad ke-21, termasuk persyaratan bagi siswa untuk terlibat dalam pemikiran kritis, komunikasi lisan dan tulisan yang efektif, kerja sama tim, kreativitas, keahlian penelitian, dan kemampuan pemecahan masalah. Pembelajaran dengan STEM merupakan salah satu upaya untuk menghadapi tantangan tersebut. *Engineering Design Process* adalah proses pengembangan solusi terbaik untuk mencapai tujuan yang diinginkan dengan menerapkan prinsip-prinsip matematika, teknologi, rekayasa dan dasar-dasar ilmiah yang merupakan salah satu cara untuk menerapkan pembelajaran STEM. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sejauh mana capaian kemampuan berpikir kritis siswa dalam memecahkan masalah melalui *Engineering Design Process* dengan pembelajaran berbasis STEM dalam proyek miniatur Gazebo Joglo pada materi Teorema *Pythagoras*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Terdapat tujuh tahapan dalam *Engineering Design Process* dalam penelitian ini yaitu (1) identifikasi masalah, (2) melakukan riset dan membayangkan, (3) rancangan solusi, (4) proses pembuatan, (5) uji coba dan evaluasi, (6) desain ulang, (7) komunikasi. Hasil yang didapat dalam penelitian ini yaitu tidak sedikit siswa secara berkelompok dapat berpikir secara kritis dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang dituangkan dalam *Engineering Design Process* (EDP) sebagai penyelesaian yang berupa rekayasa desain yang menjelaskan bagaimana desain yang dimaksud dapat berfungsi sebaik mungkin ketika digunakan.

Kata kunci:

STEM, *Engineering Design Process*, kemampuan berpikir kritis

© 2024 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan

Bangsa Indonesia menghadapi sejumlah tantangan di abad ke - 21, termasuk keharusan bagi siswa untuk berpikir kritis, komunikasi lisan dan tertulis yang efektif, kerja sama tim, kreativitas, bakat meneliti, dan kemampuan memecahkan masalah (Indarta et al., 2021; Nabilah & Nana, 2020). Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa pengetahuan digunakan untuk memenuhi semua kebutuhan dalam konteks yang beragam di “*knowledge age*” yang kita jalani saat ini (Mukhadis, 2013). Masyarakat Indonesia, khususnya pelajar Indonesia, harus memiliki keterampilan yang mampu beradaptasi dengan tuntutan perubahan kontemporer agar mampu menghadapi kesulitan abad ke-21 (Lestari et al., 2020; Septikasari, 2018). *Critical Thinking* atau berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang harus dikuasai pada abad ke -21 yang disebut Keterampilan 4C yang ditetapkan oleh *Framework Partnership of 21st Century Skills* (Setyowati et al., 2022). Kemampuan berpikir kritis penting untuk pemecahan masalah, penalaran, dan pengambilan keputusan, maka ini merupakan keterampilan penting untuk pencapaian akademik (Simonovic et al., 2023).

Namun faktanya kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia masih rendah yang mana salah satu faktor penyebabnya yaitu proses pembelajaran yang tidak terfokus pada siswa sehingga siswa kurang berkonsentrasi dan lebih pasif terhadap pembelajaran yang disampaikan oleh gurunya (Aini et al., 2023; Dores et al., 2022; Duran & Dökme, 2016; Pramasdyahsari et al., 2023). Hasil pembelajaran

To cite this article:

Aini, S.N., Munahefi, D. N., Pramasdyahsari, A. S., & Setyowati, R. D. (2024). Engineering Design Process STEM : Proyek Miniatur Gazebo Joglo. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 7, 37-43

teorema Pythagoras juga menunjukkan adanya kekurangan pada kemampuan berpikir kritis siswa; mayoritas siswa masih belum memenuhi standar indikator-indikator ini, khususnya untuk inferensi (Pritananda & Yusmin, 2016). Hal ini disebabkan siswa kesulitan dalam mengerjakan materi teorema Pythagoras karena belum menguasai khususnya pengertiannya serta siswa kurang mampu menafsirkan atau merencanakan solusinya (Mulyanti et al., 2018; Wahyuni, 2018).

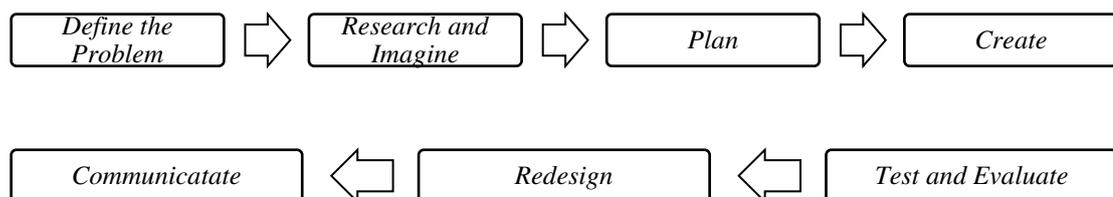
Kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan dengan memilih strategi pembelajaran terbaik, salah satunya adalah pembelajaran berbasis proyek yang dikaitkan dengan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) atau dikenal juga dengan PjBL STEM (Sumarni & Kadarwati, 2020). Model PjBL STEM merupakan strategi pembelajaran kolaboratif yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran kelompok serta siswa juga dapat berbagi keahliannya untuk saling membantu dan mendorong berkembangnya pandangan-pandangan segar dalam pemikiran anggota kelompok lainnya, menurut Ralph (2015). Metode pendekatan STEM mengajarkan siswa untuk dapat memecahkan masalah dengan memadukan teori dan praktik termasuk di dalamnya yaitu berpikir secara kritis (Ryu et al., 2019). STEM sering kali dipadukan dengan paradigma pembelajaran lain, seperti STEM melalui *Engineering Design Process* (EDP) (Deke et al., 2022). *Engineering Design Process* (EDP) ialah salah satu teknik penerapan pendidikan STEM yang telah dimanfaatkan oleh banyak pendidik mata pelajaran terkait STEM sebagai sarana untuk menerapkan pembelajaran STEM (Linh & Huong, 2021; Mohd Hafiz & Ayop, 2019).

Pembelajaran menggunakan pendekatan STEM melalui *Engineering Design Process* (EDP) memiliki banyak manfaat untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa (Deke et al., 2022; Pramasdyahsari et al., 2023). Hal ini dikarenakan kurikulum STEM melalui *Engineering Design Process* (EDP) memiliki tujuan membimbing siswa menuju pemikiran kritis adaptif, untuk melibatkan mereka dalam mengembangkan keterampilan kognitif (Linh & Huong, 2021; Pramasdyahsari et al., 2021). Peningkatan ini terjadi karena pembelajaran STEM melalui *Engineering Design Process* mempengaruhi keterlibatan siswa yang mana siswa terlibat sebagai pusat dari proses pembelajaran atau *student centered* dan mengacu pada intensitas perilaku yang kompleks dan kualitas emosional selama kegiatan berlangsung (Sulaeman et al., 2021).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan berpikir kritis siswa pada materi teorema *Pythagoras* yang termuat dalam *Engineering Design Process* dengan pendekatan STEM berbasis proyek pembuatan miniature Gazebo Joglo Sinom pada siswa SMP Negeri 2 Randublatung kelas delapan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian mixed method yang menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif. Design eksperimen yang dipakai dalam penelitian ini yaitu *pretest posttest only non equivalent control group design*. Sampel penelitian ini yaitu siswa kelas VIII A dan B SMP Negeri 2 Randublatung. Kelas eksperimen ini menggunakan model pembelajaran PjBL STEM melalui *Engineering Design Process* yaitu pada kelas VIII B sejumlah 31 siswa. Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data kuantitatif menggunakan tes berpikir kritis dan lembar kerja siswa yang berisi tentang *Engineering Design Process* (EDP). Adapun sintak pada *Engineering Design Process* menurut Anne Jolly (2017) dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Sintak *Engineering Design Process* (EDP) menurut Anne Jolly (2017)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)

National Science Foundation (NSF) pertama kali menggunakan singkatan STEM, yang merupakan singkatan dari sains, teknologi, teknik, dan matematika, pada tahun 1990 (Sanders, 2009). Pada tingkat menengah STEM didefinisikan sebagai meta-disiplin di mana guru menggunakan pendekatan yang sistematis untuk mengajarkan setiap mata pelajaran secara terpisah (Brown, Brown, Reardon, & Merrill, 2011). STEM juga dapat didefinisikan sebagai sekumpulan dua atau lebih komponen yang bekerja sama untuk meningkatkan pendidikan (Yulianti, Wijayanto, Rusilowati, & Nugoroho, 2020). Dari beberapa pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan empat komponen yang saling terkait menjadi satu kesatuan, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika yang bertujuan untuk meningkatkan pendidikan.

Menurut Supriyatun (2019), pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yang sebelumnya tidak pernah mencapai ketuntasan dalam penilaian harian. Hal tersebut disebabkan karena komponen yang ada di STEM dapat membuat siswa melakukan proses berpikir kritis (Novitasari, Febriyanti & Wulandari, 2022). Selain itu, modul pembelajaran STEM juga layak dan menarik untuk diterapkan dalam pembelajaran (Aminingsih & Izzati, 2020). Dalam penelitian ini, *project* STEM yang digunakan yaitu membuat miniatur Gazebo Joglo. Unsur sains pada *project* ini yaitu mendesain miniature Gazebo Joglo. Lalu unsur teknologi pada *project* ini yaitu penggunaan perangkat instalasi seperti listrik, alat tembak *glue* serta penggunaan kalkulator *handphone*. Kemudian unsur *engineering* dalam *project* ini adalah saat merancang miniature Gazebo Joglo serta unsur yang terakhir matematika yaitu saat menghitung ukuran pojok gazebo agar tidak miring.

3.2. Engineering Design Process (EDP)

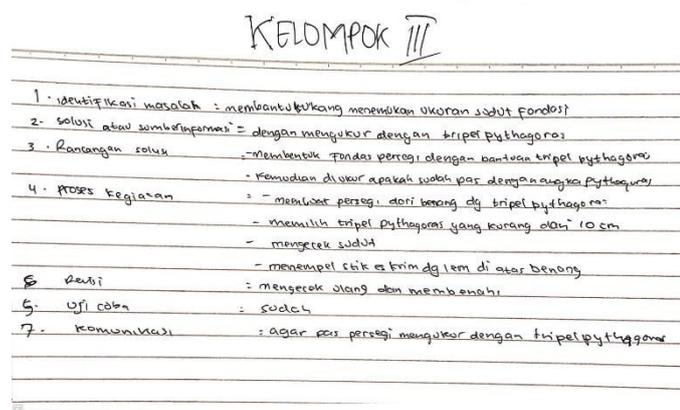
Engineering Design Process (EDP) adalah salah satu strategi yang tersedia untuk mengimplementasikan pendidikan STEM (Linh & Huong, 2021; Pramasdyahsari et al., 2022). Pada penelitian EDP digunakan sebagai pelengkap pembelajaran STEM yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah dalam suatu penugasan yang melibatkan aspek kognitif, fisik motoric dan sosial. Ada tujuh sintak EDP yang digunakan dalam penelitian ini yang berdasar pada pendapat Anne Jolly (2017) yaitu :

Tabel 1. Sintak *Engineering Design Process* (EDP) menurut Anne Jolly (2017)

Langkah EDP	Aspek	Implementasi pertanyaan pemandu yang diberikan pada siswa
<i>Define the problem</i> (menentukan masalah)	<ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi masalah Memperjelas masalah 	Permasalahan atau kasus apa yang kalian temui dalam cerita di atas?
<i>Research and Imagine</i> (melakukan riset dan membayangkan)	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan eksperimen atau investigasi untuk mengumpulkan informasi Mengakumulasi gagasan atau ide untuk menyelesaikan masalah 	Bagaimanakah langkah atau cara kalian dalam menyelesaikan permasalahan tersebut serta darimana kalian mendapatkan ide atau inovasi untuk menyelesaikan permasalahan?
<i>Plan</i> (merencanakan pembuatan solusi)	<ul style="list-style-type: none"> Memilih gagasan atau ide yang paling tepat untuk merancang <i>prototype</i> 	Setelah berdiskusi dengan kelompok masing – masing terkait penyelesaian masalah yang ada, tuliskan rencana yang akan kalian buat dalam menyelesaikan permasalahan tersebut!
<i>Create</i> (mencipta)	<ul style="list-style-type: none"> Mendesain <i>prototype</i> Merealisasikan dengan 	Tuliskan secara runtut proses kegiatan kalian dalam menyelesaikan permasalahan!

<i>Test and Evaluate</i> (menguji dan evaluasi)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengetes atau mengevaluasi apakah produknya sudah sesuai kriteria keberhasilan 	Setelah melakukan berbagai tahapan, apakah rancangan yang dihasilkan sudah memenuhi kriteria yang telah dibuat?
<i>Redesign</i> (Memperbaiki atau mendesain ulang)	<ul style="list-style-type: none"> • Mendesain ulang jika ada masukan atau evaluasi 	Jika proyek yang sudah dibuat tidak dapat menyelesaikan masalah apa yang kalian lakukan?
<i>Communicate</i> (mengkomunikasikan)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengkomunikasikan atau mempresentasikan hasil pekerjaannya dan menyimpulkan hasil 	Tuliskan kesimpulan yang kalian peroleh dari kasus yang telah dibuat!

Kelas VIII B sebagai kelas eksperimen yang berjumlah 31 orang dibagi ke dalam 5 kelompok untuk menyelesaikan penugasan. Menurut Anne Jolly (2017) ada tujuh tahapan dalam EDP yaitu identifikasi (1) identifikasi masalah, (2) melakukan riset dan membayangkan, (3) rancangan solusi, (4) proses pembuatan, (5) ujicoba dan evaluasi, (6) desain ulang, (7) komunikasi.



Gambar 2. Sampel hasil EDP siswa

Hasil analisis jawaban EDP dari masing – masing kelompok yaitu untuk tahap mengidentifikasi masalah tiap kelompok mampu menyebutkan permasalahan meskipun belum terlalu lengkap namun mereka sudah memahami apa yang dimaksud dalam permasalahan. Kemudian pada tahap solusi atau sumber informasi hanya kelompok 4 yang belum mampu menjelaskan tentang langkah atau cara dalam menyelesaikan masalah sedangkan kelompok lainnya sudah memberikan jawaban – jawaban mereka dengan melakukan riset terlebih dahulu yaitu dengan mengukur. Selanjutnya pada tahap Rancangan solusi keseluruhan kelompok sudah mampu menyebutkan langkah – langkah yang akan mereka lakukan dalam menjawab permasalahan. Pada tahap proses kegiatan, seluruh kelompok mampu menjelaskan proses mereka dalam membuat miniature Gazebo Joglo Sinom agar tidak miring meskipun kalimatnya belum tertata rapi dan mendetail. Kemudian pada tahap ujicoba mereka memang sudah mampu memenuhi kriteria yang diminta dalam permasalahan dengan mengecek berkali – kali pengukuran pertama agar siku – siku yang pas. Pertanyaan pada tahap revisi yang menanyakan jika hasilnya tidak dapat menyelesaikan masalah apa yang akan mereka lakukan, keseluruhan kelompok menjawab akan mengulangnya terkecuali kelompok 2 yang menjawab akan didiskusikan ulang dengan anggota kelompoknya. Pada tahap terakhir yaitu komunikasi mereka mampu menuliskan kesimpulan. Dalam hal ini siswa sudah belajar bagaimana mengkomunikasikan matematika dalam menyelesaikan masalah dalam dunia nyata.



Gambar 3. (a) Proses pembelajaran; (b) foto bersama dengan membawa produk miniatur Gazebo Joglo Sinom

Selain dari jawaban secara tulis, peneliti juga menanyakan secara lisan saat proses pembuatan dengan tujuan mengetahui secara langsung jawaban siswa dalam memberikan asumsi dan memberikan alasan yang mendukung untuk mengukur kemampuan berpikir kritis serta keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran. Hasilnya setelah dianalisis secara menyeluruh dengan adanya *Engineering Design Process* memberikan dampak positif dalam proses pembelajaran terutama dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis yang ditunjukkan dari jawaban siswa yang memuat indikator berpikir kritis seperti dapat menjelaskan permasalahan yang disajikan kemudian memberikan alasan yang mendukung dari jawaban mereka. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Linh & Huong (2021) dan Mohd Hafiz & Ayop (2019) yang menyatakan bahwa dengan menggunakan pendekatan STEM melalui *Engineering Design Process* dapat membantu mencapai tujuan pembelajaran yang ditargetkan. Selain itu, dengan pembelajaran STEM melalui EDP ini, keterlibatan siswa menjadi poin karena pembelajaran bersifat dua arah dan saling berdiskusi dengan teman sebayanya juga. Hal tersebut juga disebutkan oleh (Sulaeman et al., 2021) yang menyebutkan bahwa dengan pembelajaran STEM melalui EDP terjadi hubungan antara siswa dengan teman sebayanya.

4. Simpulan

Ketika kegiatan STEM terintegrasi melalui langkah-langkah EDP diterapkan khususnya di SMP pada materi teorema *pythagoras*, eksplorasi keterlibatan siswa menjadi penting. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama proses pembelajaran dengan STEM melalui EDP dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan keterlibatan siswa yang sangat tinggi, termasuk keterlibatan terkait dengan topik kegiatan STEM, kegiatan desain itu sendiri, dan hubungan siswa dengan teman sebayanya.

Daftar Pustaka

- Aini, S. N., Pramasdyahsari, A. S., & Setyawati, R. D. (2023). *Pengembangan Instrumen Tes Berpikir Kritis Matematis Berbasis PjBL STEM Menggunakan Pendekatan Etnomatematika*. 07, 2118–2126.
- Aminingsih, A., & Izzati, N. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Stem Pada Materi Himpunan Kelas Vii Smp. *Lentera Sriwijaya: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1), 67–76. <https://doi.org/10.36706/jls.v2i1.11493>
- Deke, O., Astria, A., Jewaru, L., & Kaleka, Y. U. (2022). Engineering Design Process pada STEM melalui Authentic PBL dan Asesmen Formatif: Meninjau Desain Argumentasi Ilmiah Siswa Terkait Termodinamika. *Borneo Journal of Science and Mathematics Education BJSME: Borneo Journal of*

- Science and Mathematics Education*, 2(3), 2022.
- Dores, O. J., Wibowo, D. C., & Susanti, S. (2022). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika. *Scaffolding: Jurnal Pendidikan Islam Dan Multikulturalisme*, 4(1), 321–332. <https://doi.org/10.37680/scaffolding.v4i1.1331>
- Duran, M., & Dökme, I. (2016). The effect of the inquiry-based learning approach on student's critical-thinking skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(12), 2887–2908. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.02311a>
- Indarta, Y., Jalinus, N., Abdullah, R., & Samala, A. D. (2021). *21st Century Skills : TVET dan Tantangan Abad 21*. 3(6), 4340–4348.
- Jolly, Anne. (2017). *STEM by Design Strategies and Activities for Grades 4 - 8*. Routledge
- Lestari, A. A., Mulyana, E. H., & Muiz, D. A. (2020). Analisis Unsur Engineering Pada Pengembangan Pembelajaran STEAM Untuk Anak Usia Dini. *JPG: Jurnal Pendidikan Guru*, 1(4), 211. <https://doi.org/10.32832/jpg.v1i4.3555>
- Linh, N. Q., & Huong, L. T. T. (2021). Engineering design process in STEM education: An illustration with the topic “wind energy engineers.” *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012051>
- Mohd Hafiz, N. R., & Ayop, S. K. (2019). Engineering Design Process in STEM Education: A Systematic Review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(5), 618–639. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v9-i5/5998>
- Mukhadis, A. (2013). Sosok Manusia Indonesia Unggul Dan Berkarakter Dalam Bidang Teknologi Sebagai Tuntutan Hidup Di Era Globalisasi. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 4(2), 115–136. <https://doi.org/10.21831/jpk.v2i2.1434>
- Mulyanti, N. R., Yani, N., & Amelia, R. (2018). Analisis Kesulitan Siswa Dalam Pemecahan Masalah Matematik Siswa Smp Pada Materi Teorema Pythagoras. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(3), 415. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i3.p415-426>
- Nabilah, L. N., & Nana. (2020). Pengembangan Keterampilan Abad 21. *Science Gate*. <https://osf.io/6vwhd/>
- Novitasari, N., Febriyanti, R., & Wulandari, I. A. (2022). Efektivitas LKS Berbasis Etnomatematika dengan Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Vygotsky*, 4(1), 57. <https://doi.org/10.30736/voj.v4i1.521>
- Pramasdyahsari, A. S., Nursyahidah, F., Albab, I. U., & Ariyanto, L. (2021). *Mathematics Joyful Learning STEAM based for Lower Class* (1st ed.). Griya Pintar.
- Pramasdyahsari, A. S., Setyawati, R. D., Aini, S. N., Nusuki, U., Arum, J. P., Astutik, L. D., Widodo, W., Zuliah, N., & Salmah, U. (2023). Fostering students' mathematical critical thinking skills on number patterns through digital book STEM PjBL. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13342>
- Pramasdyahsari, A. S., Setyawati, R. D., Zuliah, U. S. N., Aini, S. N., Arum, J. P., Nusuki, U., Astutik, I. D., & Widodo, W. (2022). *Digital book berbasis PjBL STEM* (S. N. Aini, U. Nusuki, & A. P. Siska (eds.); 1st ed., Vol. 1, Issue 1).
- Pritananda, R., & Yusmin, E. (2016). *Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Aspek Inference Dalam*. 1–8.
- Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(3), 493–512. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9>
- Sanders, M. (2009). STEM,STEMEducation,STEMmania. *The Technology Teacher*, 20–27. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Septikasari, R. (2018). Keterampilan 4C abad 21 dalam pembelajaran. *Jurnal Tarbiyah Al-Awlad*, VIII(2), 112–122.
- Setyawati, R. D., Pramasdyahsari, A. S., Astutik, I. D., Aini, S. N., Arum, J. P., Widodo, W., Nusuki, U., Salmah, U., & Zuliah, N. (2022). Improving Mathematical Critical Thinking Skill through STEM-PjBL: A Systematic Literature Review. *International Journal on Research in STEM Education*, 4(2), 1–17. <https://doi.org/10.31098/ijrse.v4i2.1141>
- Simonovic, B., Vione, K., Stuppel, E., & Doherty, A. (2023). It is not what you think it is how you think: a critical thinking intervention enhances argumentation, analytic thinking and metacognitive sensitivity. *Thinking Skills and Creativity*, 49(June), 101362. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101362>
- Sulaeman, N. F., Putra, P. D. A., Mineta, I., Hakamada, H., Takahashi, M., Ide, Y., & Kumano, Y. (2021). Exploring Student Engagement in STEM Education through the Engineering Design Process. *Jurnal*

-
- Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.30870/jppi.v7i1.10455>
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia ETHNO-STEM PROJECT-BASED LEARNING : ITS IMPACT TO CRITICAL*. 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Supriyatun, S. E. (2019). Implementasi pembelajaran sains, teknologi, engineering, dan matematika STEM pada materi fungsi kuadrat. *JUMLAHKU: Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah Kuningan*, 5(1), 80–87. <https://doi.org/10.33222/jumlahku.v5i1.567>
- Wahyuni, R. (2018). *Analisis Kemampuan Multi Representasi Matematis Ditinjau dari Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Teorema Phytagoras Kelas IX SMP Negeri 12 Singkawang*. 1(2), 92–99.
- Yulianti, D., Wiyanto, Rusilowati, A., & Nugroho, S. E. (2020). *Student worksheets based on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) to facilitate the development of critical and creative thinking skills*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022068>.
-