
STUDI KEBUTUHAN PENGEMBANGAN E-MODUL AJAR BERBASIS STEAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KOMPUTASIONAL DAN KREATIF PESERTA DIDIK

Haqiqi, Kharisma Titian, Daru Wahyuningsih*, Risa Suryana

Universitas Sebelas Maret, Surakarta

*Email korespondensi: daruwahyuningsih@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan guru terhadap pengembangan e-modul ajar berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan kreatif peserta didik. Penelitian menggunakan metode campuran sekuensial ekplanatori dengan teknik pengumpulan data melalui kuesioner kepada 30 guru sesuai dengan kriteria dan wawancara kepada 10 guru fisika di SMA wilayah Kabupaten Ponorogo yang dipilih secara acak. Hasil analisis menunjukkan 66,67% Guru fisika sangat setuju dan 33% setuju bahwa pengembangan e-modul ajar berbasis STEAM diperlukan. Hasil ini mengindikasikan adanya kebutuhan terhadap perangkat ajar yang mampu terintegrasi dengan unsur STEAM guna mendukung pengembangan kemampuan berpikir komputasional dan kreatif peserta didik.

Kata kunci: Analisis kebutuhan; E Modul Ajar; STEAM; Komputasional; Kreatif

PENDAHULUAN

Pada mulanya STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*) terbentuk tanpa adanya komponen Art atau yang biasa disebut STEM (*Science, Technology, Mathematics*). STEM ada sekitar tahun 1990 dan berasal dari Amerika serikat dengan fokus pada pengetahuan yang berasal dari multidisiplin ilmu untuk menghasilkan pembelajaran dengan pemahaman holistik dan bermakna (Baharin et al., 2018). Di Indonesia pembelajaran berbasis STEAM sangat populer dengan memanfaatkan beberapa metode dan media salah satu contohnya adalah menggunakan gim (Hapidin et al., 2020; Rahardjo, 2019; Ratna et al., 2023). Selain itu, pembelajaran berbasis masalah juga sering menggunakan STEAM sebagai sarana untuk menemukan Solusi dari permasalahan tersebut (Bertrand & Namukasa, 2020). Pembelajaran berbasis STEAM perlu dilakukan untuk melatih dan menumbuhkan kemampuan yang harus dimiliki peserta didik di abad 21 ini. Kemampuan yang harus dikuasai seperti kemampuan penyelesaian masalah, berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi dan kemampuan berpikir kreatif serta kemampuan berpikir komputasional.

Kegiatan menghubungkan dan mengkonstruksi suatu gagasan dengan menggunakan pengetahuan yang telah diketahui merupakan salah satu bentuk dari berpikir kreatif (Morar et al., 2020). Berpikir kreatif membantu peserta didik untuk melihat suatu informasi yang biasa menjadi informasi penting yang dapat digunakan sebagai pemecahan masalah (Russ & Fiorelli, 2010). Selain itu, melatih kemampuan berpikir kreatif dapat meningkatkan kemampuan kognitif dan metakognitif seperti menerka, bertanya, membuat hipotesis yang mana hal tersebut penting saat menyelesaikan masalah (Read, 2015). Studi terdahulu menyebutkan bahwa berpikir kreatif dapat dilatihkan melalui pembelajaran berbasis STEAM (Affandy et al., 2024; Baharin et al., 2018; Günther-Hanssen et al., 2025; Huang et al., 2024; Kaynar & Kurnaz, 2024; Mou, 2024; Rahardjo, 2019). Pada proses penyelesaian masalah peserta didik tidak hanya memerlukan kemampuan berpikir kreatif tetapi mereka juga memerlukan kemampuan berpikir komputasional yang baik (Behnamnia et al., 2025; MacCallum, 2025; Suherman & Vidákovich, 2024a). Kemampuan berpikir komputasional diperlukan saat mereka menemukan permasalahan yang kompleks dan memerlukan solusi yang komprehensif.

Beberapa waktu terakhir, berpikir komputasional (CT) diakui memegang peran penting dalam mempersiapkan peserta didik di dunia yang serba menggunakan teknologi (Weintrop et al., 2021). CT melibatkan proses kognitif dengan melihat suatu masalah dapat diselesaikan melalui algoritma dan logika (Belmar, 2022). CT tidak hanya suatu pemahaman dan penggunaan konsep komputasi akan tetapi mengembangkan kemampuan seperti pemecahan masalah, berpikir sesuai logika, dan mengurai masalah kompleks ke dalam komponen yang terpolakan (Holstein & Cohen, 2025; Tsai et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa berpikir kreatif dan CT memiliki hubungan yang erat. Berpikir kreatif dan CT membutuhkan pemahaman dari suatu konsep yang komprehensif dan juga dapat meningkatkan hasil belajar (Suherman & Vidákovich, 2024b; Xu et al., 2022).

Akan tetapi, Tingkat kemampuan berpikir komputasional di Indonesia masih rendah, hanya mencakup tingkatan dekomposisi (Supiarmo et al., 2022). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik di Indonesia belum mampu mengaitkan masalah dan konsep yang mereka miliki sebagai bahan untuk menemukan Solusi. Lebih jauh lagi, studi yang dilakukan Nuraisa yang menggunakan pertanyaan dari olimpiade bebras menunjukkan hasil kemampuan berpikir komputasional peserta didik rendah (Nuraisa et al., 2021). Permasalahan ini mengindikasikan bahwa diperlukan suatu pembelajaran yang sapat melatih kemampuan berpikir komputasional sehingga mereka siap untuk menghadapi dunia yang begitu kompleks.

Beberapa penelitian telah mengintegrasikan CT dalam beberapa mata pelajaran seperti IPA, matematika, dan bahasa (Dominguez et al., 2023; Kit Ng et al., 2022; Morar et al., 2020; Quigley et al., 2020; Weintrop et al., 2016). Selain itu, CT sangat mungkin terintegrasi dengan

pembelajaran berbasis STEAM. Penelitian membuktikan bahwa pembelajaran menggunakan STEAM dapat meningkatkan kemampuan kognitif, berpikir kreatif dan kemampuan penyelesaian peserta didik (Khamhaengpol et al., 2021, 2024; Lage-Gómez & Ros, 2024; Zhan et al., 2024). Adanya domain Technology pada STEAM menuntut peserta didik menggunakan dan mampu menguasai teknologi dengan maksimal untuk memecahkan suatu permasalahan. Adanya CT yang mereka kuasai mampu membantu mereka saat menemukan solusi. Selain itu, pembelajaran berbasis STEAM dapat mewujudkan pembelajaran yang bermakna dan pemahaman yang komprehensif. Guna mewujudkan pembelajaran yang bermakna guru harus mempunyai modul ajar yang dapat mendukung kegiatan belajar tersebut, salah satunya modul ajar berbasis STEAM.

Namun penelitian pembelajaran berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional peserta didik di Indonesia masih jarang dilakukan. Kebanyakan hasil penelitian menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis STEAM dapat meningkatkan kreativitas (Allanta & Puspita, 2021; Anggraini et al., 2023; Fatma, 2021; Hayyun Lisdiana et al., 2023; Hehakaya et al., 2022; Hilman Hadi et al., 2024; Supriaman, 2023). Melihat pentingnya kemampuan berpikir komputasional dan kreatif bagi peserta didik, melalui penelitian ini peneliti ingin mengetahui kebutuhan guru pada modul ajar berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan kreatif peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode campuran sekuensial ekplanatori. Pada metode ini peneliti mengkombinasikan data dengan metode kuantitatif dan data yang diperoleh dengan metode kualitatif. Tujuannya untuk membantu data kualitatif menerangkan secara detail tentang hasil kuantitatif awal (Creswell & Clark, 2017). Selain itu, metode ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman secara holistik tentang kebutuhan pengembangan e-modul ajar berbasis STEAM. Data akan diperoleh secara kuantitatif melalui kuesioner kepada guru sedangkan secara kualitatif melalui wawancara dengan guru fisika.

Metode kuantitatif cocok digunakan apabila peneliti ingin mengetahui sebab dan akibat dari setiap variabel penelitian dan membutuhkan data secara numerik. Sebaliknya, data kualitatif dapat diperoleh berdasarkan cerita pengalaman hidup maupun tulisan-tulisan dari narasumber sehingga menghasilkan data yang memiliki nilai. Pada metode campuran, keduanya digabungkan untuk menghasilkan penelitian yang holistik dan komprehensif (Dawadi et al., 2021).

Pengumpulan dan analisis data kuesioner guru

Pada penelitian ini, sebanyak 45 responden telah mengisi kuesioner secara daring melalui *google form*. Kuesioner yang digunakan merupakan kuesioner semi tertutup yang berisi pertanyaan dengan skala guttman dan jawaban pendek. Responden yang dapat dianalisis datanya hanya mereka yang telah memenuhi beberapa kriteria. Kriteria yang dibutuhkan adalah: 1) responden adalah lulusan pendidikan fisika atau fisika, 2) responden setidaknya sudah memiliki pengalaman mengajar selama satu tahun, 3) responden merupakan guru yang mengajar di kelas X. Setelah telaah lebih lanjut hanya 30 responden yang memenuhi semua kriteria dengan detail informasi terdapat pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel jumlah responden yang memenuhi kriteria

Kriteria	Jawaban	F
Responden adalah lulusan pendidikan fisika atau fisika	Pendidikan fisika	26
	Fisika	4
	Lebih dari 5 tahun	8

Responden setidaknya sudah memiliki pengalaman mengajar selama satu tahun	2-5 tahun	12
	1 tahun	10
Responden merupakan guru yang mengajar kelas X	Ya	30
	Tidak	0

Pada bagian pertama kuesioner bertujuan untuk mengetahui informasi umum dari responden seperti nama, jenjang kelas yang diajar, nama sekolah, dan lama mengajar. Bagian kedua berisi pertanyaan tentang kelebihan, kekurangan, kendala dalam menyusun modul ajar. Pada bagian ketiga berfokus pada kemampuan berpikir komputasional dan kreatif. Bagian terakhir berisi saran pengembangan modul ajar. Selanjutnya jawaban dari responden akan analisis dalam bentuk persentase. Menurut Sudijono untuk mengetahui persentase dari suatu nilai dapat menggunakan persamaan berikut (Sudijono A, 2008):

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Dimana P adalah hasil persentase, f adalah skor yang didapat, dan N adalah skor total.

Pengumpulan data dan analisis berdasarkan hasil wawancara guru

Penelitian ini melibatkan 10 responden pada proses wawancara. Responden adalah guru fisika yang mengajar kelas X di SMA yang berada di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Tujuan dilakukan wawancara untuk mengetahui pembelajaran fisika di sekolah berdasarkan sudut pandang guru secara langsung. Data yang diperoleh berdasar pada pengalaman responden mengajar, hasil pengamatan serta evaluasi mereka saat melakukan proses pembelajaran di kelas. Sebagai tambahan, hasil wawancara dapat mendukung data kuesioner dan mengetahui secara langsung pengalaman guru menerapkan pembelajaran berbasis STEAM. Sebelum melakukan wawancara, daftar pertanyaan telah dievaluasi ahli. Selama wawancara berlangsung peneliti telah memperoleh persetujuan responden untuk merekam suara dan menuliskan inisial nama mereka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil studi kebutuhan pengembangan e-modul ajar berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan kreatif peserta didik didapatkan melalui kuesioner yang disebar secara daring. Terdapat 30 responden yang telah memenuhi kriteria. Responden merupakan guru fisika dari beberapa daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur seperti Surakarta, Ponorogo, Kediri, dan Surabaya.

Pengembangan modul ajar

Berdasarkan data kuesioner didapatkan hasil bahwa sebanyak 76,67% guru menggunakan modul ajar dalam proses pembelajaran. Modul ajar merupakan perangkat penting bagi guru untuk melakukan pembelajaran. Dalam modul ajar berisi tujuan pembelajaran, rancangan pembelajaran, dan instrumen penilaian selama proses pembelajaran. Akan tetapi sebanyak 80% responden mengalami kesulitan dalam menyusun modul ajar. Terdapat kendala yang sering mereka hadapi dalam menyusun modul ajar seperti keterbatasan fasilitas sekolah, menentukan instrumen penilaian yang otentik serta keberagaman kemampuan peserta didik. Selain itu responden merasa kebingungan dalam menyusun modul ajar karena belum mahir dalam menyusun proses pembelajaran yang sesuai dengan kriteria dan komponen kurikulum merdeka. Lebih lanjut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Kebutuhan pengembangan modul ajar

Pertanyaan	Jawaban	F
Apakah Bapak/Ibu menggunakan modul ajar	Ya	23
setiap proses pembelajaran?	Tidak	7

Apakah Bapak/Ibu menyusun sendiri modul ajar tersebut?	Ya	20
	Tidak	10
Apa saja sumber yang biasa Bapak/Ibu pakai dalam menyusun Modul ajar?	Contoh modul ajar di internet	10
	Modul ajar dari MGMP	6
	Memodifikasi modul ajar yang telah ada	14
Apakah Bapak/Ibu menemui kendala saat menyusun modul ajar?	Ya	20
	Tidak	10
Apa saja Kendala Bapak/Ibu dalam menyusun modul ajar?	Alat dan bahan di Laboratorium yang kurang lengkap	30
	Keberagaman kemampuan peserta didik	15
	Menyusun instrumen penilaian yang otentik	25
Apakah Bapak/Ibu membutuhkan pengembangan modul ajar?	Sangat setuju	20
	Setuju	10
	Tidak setuju	0

Sejalan dengan hasil kuesioner, hasil wawancara menunjukkan bahwa Sebagian besar responden mengalami kesulitan dalam menyusun modul ajar karena keterbatasan referensi yang sesuai dengan karakteristik kurikulum merdeka. Mereka sering kali membuat modul ajar berdasarkan pengalaman mengajar dan kemampuan peserta didik yang apabila melihat tuntutan kurikulum merdeka kurang sesuai. Berikut ini beberapa cuplikan wawancara yang telah dilakukan.

“Gimana ya mbak, karena kurikulum merdeka ini baru berjalan belum ada lima tahun, kami sering kesulitan dalam menyusun modul ajar. Apalagi saat tahun pertama, buku dari pemerintah belum tersedia sehingga kami hanya menyusun modul ajar berdasarkan sumber yang ada di internet” (MM, wawancara, 15 Januari 2025),

“Awalnya bingung sekali dengan adanya kurikulum Merdeka ini, kami tidak mendapat contoh modul ajar langsung dari pemerintah. Di situs PMM juga tidak ada contohnya.” (NK, wawancara, 5 Mei 2025),

“Disini sangat sulit menyusun modul pembelajaran terlebih yang berbasis STEAM, mengingat kami kan sekolah pinggiran yang mana kemampuan siswanya juga kurang. Sebenarnya mereka sangat semangat kalau sering eksperimen akan tetapi bahan dan alat belum lengkap di sekolah kami. Belum lagi kalau harus bawa-bawa alat ke kelas habis waktunya untuk persiapan.” (LY, Wawancara, 10 Januari 2025)

Menurut Nuratnto, munculnya permasalahan dalam menyusun modul ajar dikarenakan guru belum menguasai tahapan penyusunan bahan ajar sesuai dengan karakteristik kurikulum dan komponen dalam modul ajar. (Nurtanto et al., 2021). Sebanyak 66,67% guru sangat setuju dan sebanyak 33,33% guru setuju dengan adanya pengembangan modul ajar dalam bentuk e-modul berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan kreatif. Hasil wawancara menunjukkan bahwa responden mengharapkan modul ajar yang mudah dipahami, mudah diterapkan dan efektif.

“Harapan saya, ada e-modul ajar yang mudah dipahami dan diterapkan.” (RD, wawancara, 4 Januari 2025)

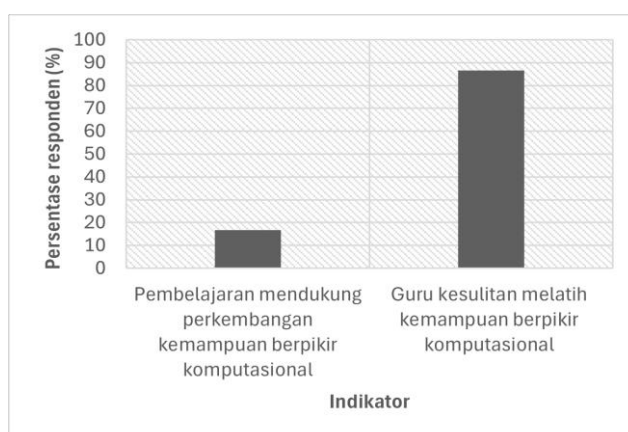
“Ya mbak, saya sangat setuju dengan adanya pengembangan e-modul ajar. Semoga modul ajar yang dikembangkan dapat diterapkan dengan mudah serta efektif.” (MM, wawancara, 15 Januari 2025)

“saya sih berharapnya modul ajarnya gampang diakses ya mbak, apalagi di sekolah-sekolah yang jaringan internetnya masih susah.” (LY, wawancara, 10 Januari 2025)

Berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul ajar yang mudah dipahami dan diterapkan sangat penting dilakukan terlebih modul ajar berbasis STEAM yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan kreatif peserta didik.

Kemampuan berpikir komputasional

Gambar 1 terlihat bahwa guru sangat jarang melatih kemampuan berpikir komputasional peserta didik hanya 19,9% sedangkan lebih dari 80% responden belum pernah melatih kemampuan berpikir komputasional. Responden berpendapat bahwa mereka masih asing dengan kemampuan berpikir komputasional sehingga jarang atau bahkan belum pernah menerapkannya. Padahal Berpikir komputasional atau computational thinking (CT) sangat penting untuk menumbuhkan kemampuan peserta didik dalam menggunakan algoritma dan logika saat menyelesaikan masalah yang kompleks (Kelly & Gero, 2021; Wang, 2017).



Gambar 1. Digram batang intensitas guru melatih kemampuan berpikir komputasional

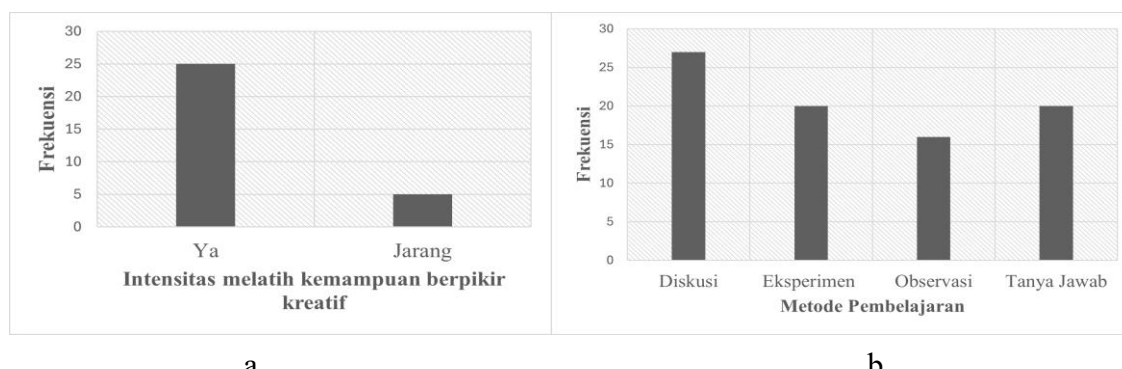
Lebih lanjut CT mencakup kemampuan multidimensi berhubungan dengan teknologi dan literasi digital maupun tidak (Iwata et al., 2020; Şahin et al., 2024). Pembelajaran berbasis STEAM dapat mendorong peserta didik untuk melatih kemampuan komputasional mereka. STEAM yang berkaitan erat dengan penggunaan teknologi dalam proses memecahkan masalah sangat mungkin untuk melatih kemampuan berpikir komputasional peserta didik. Melihat urgensi melatih kemampuan berpikir komputasi, maka dibutuhkan pembelajaran yang dapat mengakomodasi kebutuhan tersebut salah satunya pembelajaran berbasis STEAM.

Peningkatan kemampuan berpikir kreatif

Pada gambar 2 dijelaskan bahwa guru sering melatih kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Guru menyusun beberapa kegiatan yang mendorong siswa untuk aktif dalam setiap kegiatan. Guru juga menggunakan metode yang beragam. Akan tetapi terdapat beberapa kendala dalam melatih keterampilan ini, berdasarkan wawancara dengan guru fisika di wilayah Kabupaten Ponorogo mereka berpendapat

“Mereka itu kurang percaya diri kalau masalah mencari solusi, masih bergantung pada bantuan guru. Padahal kalau kita memberikan dukungan mereka juga bisa menemukan solusinya.” (LY, wawancara, 10 Januari 2025).

“Sebernarnya mereka kreatif tapi kurang motivasi belajar saja. Mereka terlalu mengandalkan gadget dan internet sebagai solusinya padahal belum tentu informasi yang didapat benar semua” (NK, wawancara, 5 Mei 2025).



Gambar 1 (a) Grafik intensitas guru melatih kemampuan berpikir kreatif; (b) Grafik metode pembelajaran yang sering dilakukan guru untuk melatih kemampuan berpikir kreatif

Kemampuan berpikir kreatif dapat dipelajari, dilatih dan ditingkatkan melalui pelatihan. Berpikir kreatif dapat dianalisis dan dievaluasi melalui beberapa indikator seperti *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Setiap indikator menggambarkan Tingkat kreativitas dalam beberapa sudut pandang. Studi terdahulu menyebutkan pelatihan kreativitas harus memberikan kesempatan melibatkan topik dan pertanyaan di luar disiplin ilmu tertentu. Pembelajaran berbasis STEAM memfasilitasi peserta didik untuk mempelajari suatu topik melalui beberapa disiplin ilmu yang mana dapat melatih kemampuan berpikir kreatif mereka. Adanya integrasi "Art" pada STEAM menjadi sarana yang sangat penting dalam pengembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis studi kebutuhan dapat disimpulkan bahwa guru membutuhkan pengembangan e-modul ajar berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan kreatif peserta didik. Guru mengalami kendala saat melatih kemampuan berpikir komputasional karena keterbatasan pengetahuan. Guru juga menghadapi kendala dalam melatih kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Pendidik memerlukan modul ajar yang mudah dipahami dan diterapkan serta dapat melatih aspek-aspek berpikir komputasional dan kreatif peserta didik. Berdasarkan temuan ini, pengembangan e-modul berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan komputasional dan kreatif peserta didik sangat diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandy, H., Sunarno, W., Suryana, R., & Harjana. (2024). Integrating creative pedagogy into problem-based learning: The effects on higher order thinking skills in science education. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101575. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101575>
- Allanta, T. R., & Puspita, L. (2021). Analisis keterampilan berpikir kritis dan self efficacy peserta didik: Dampak PjBL-STEM pada materi ekosistem. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2). <https://doi.org/10.21831/jipi.v7i2.42441>
- Anggraini, Y. M., Wahyuni, E. A., Sidik, R. F., Rakhmawan, A., & Hadi, W. P. (2023). PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN POE BERPENDEKATAN STEAM TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA. *Natural Science Education Research*, 6(1), 75–84. <https://doi.org/10.21107/nser.v6i1.16620>

- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U. K. A. (2018). Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(7). <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i7/4421>
- Behnamnia, N., Kamsin, A., Ismail, M. A. B., & Hayati, S. A. (2025). Relationship between creative thinking and outcomes in a digital STEM-based learning environment: A mixed methods case study. *Thinking Skills and Creativity*, 57, 101816. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.101816>
- Belmar, H. (2022). Review on the teaching of programming and computational thinking in the world. *Frontiers in Computer Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2022.997222>
- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43–56. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003>
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Sage Publications.
- Dawadi, S., Shrestha, S., & Giri, R. A. (2021). Mixed-Methods Research: A Discussion on its Types, Challenges, and Criticisms. *Journal of Studies in Education*, 2, 25–36.
- Dominguez, A., De la Garza, J., Quezada-Espinoza, M., & Zavala, G. (2023). Integration of Physics and Mathematics in STEM Education: Use of Modeling. *Education Sciences*, 14(1), 20. <https://doi.org/10.3390/educsci14010020>
- Fatma, H. (2021). KREATIVITAS PESERTA DIDIK DALAM PEMBELAJARAN BIOTEKNOLOGI DENGAN PJBL BERBASIS STEAM. *Pedagonal: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(1), 7–14. <https://doi.org/10.33751/pedagonal.v5i1.2574>
- Günther-Hanssen, A., Areljung, S., Magnusson, L. O., & Lindqvist, A. (2025). From problem-solving, innovation and creativity to empathy, connection and care? Troubling the use of STEAM buzzwords in early childhood education research. *Contemporary Issues in Early Childhood*. <https://doi.org/10.1177/14639491251330301>
- Hapidin, Gunarti, W., Pujiarti, Y., & Siti Syarah, E. (2020). STEAM to R-SLAMET Modification: An Integrative Thematic Play Based Learning with R-SLAMETS Content in Early Child-hood Education. *JPUD - Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 14(2), 262–274. <https://doi.org/10.21009/JPUD.142.05>
- Hayyun Lisdiana, Yuli Rahmawati, Achmad Ridwan, & Tritiyatma Hadinugrahaningsih. (2023). Development of 21st Century Skills Through Steam PJBL in The Topic of Salt Hydrolysis and Buffer Solutions. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 8(2), 280–296.
- Hehakaya, W., Matdoan, M. N., & Rumahlatu, D. (2022). Integrating STEAM with PjBL and PBL on biology education: Improving students' cognitive learning results, creative thinking, and digital literacy. *Biosfer*, 15(1), 76–84. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.24468>
- Hilman Hadi, Nur'aini, Wawan Muliawan, & Marhamah. (2024). Pengaruh Pembelajaran Biologi Berbasis Steam Terintegrasi Literasi Sains Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Cocos Bio*, 9(1), 18–23. <https://doi.org/10.29408/cob.v9i1.26890>
- Holstein, S., & Cohen, A. (2025). Scratch teachers' perceptions of teaching computational thinking with school subjects in a constructionist approach. *Thinking Skills and Creativity*, 56, 101772. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.101772>
- Huang, J., Han, A., Villanueva, A., Liu, Z., Zhu, Z., Ramani, K., & Peppler, K. (2024). Deepening children's STEM learning through making and creative writing. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 40, 100651. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2024.100651>

- Iwata, M., Pitkänen, K., Laru, J., & Mäkitalo, K. (2020). Exploring Potentials and Challenges to Develop Twenty-First Century Skills and Computational Thinking in K-12 Maker Education. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00087>
- Kaynar, H., & Kurnaz, A. (2024). The effect of interdisciplinary teaching approach on the creative and critical thinking skills of gifted pupils. *Thinking Skills and Creativity*, 54, 101637. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101637>
- Kelly, N., & Gero, J. S. (2021). Design thinking and computational thinking: a dual process model for addressing design problems. *Design Science*, 7, e8. <https://doi.org/10.1017/dsj.2021.7>
- Khamhaengpol, A., Nokaew, T., & Chuamchaitrakool, P. (2024). Development of STEAM activity “Eco-Friendly Straw” based science learning kit to examine students’ basic science process skills. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101618. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101618>
- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Chuamchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 100796. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100796>
- Kit Ng, D. T., Tsui, M. F., & Yuen, M. (2022). Exploring the use of 3D printing in mathematics education: A scoping review. *Asian Journal for Mathematics Education*, 1(3), 338–358. <https://doi.org/10.1177/27527263221129357>
- Lage-Gómez, C., & Ros, G. (2024). On the interrelationships between diverse creativities in primary education STEAM projects. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101456. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101456>
- MacCallum, K. (2025). Integrating computational thinking through digital creation: The (TPAC)2K model. *Teaching and Teacher Education*, 161, 105056. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105056>
- Morar, L.-L., Boștină-Bratu, S., & Negoescu, A. (2020). The Importance of Creativity in Foreign Language Acquisition. *Land Forces Academy Review*, 25(3), 217–222. <https://doi.org/10.2478/raft-2020-0026>
- Mou, T.-Y. (2024). The practice of visual storytelling in STEM: Influence of creative thinking training on design students’ creative self-efficacy and motivation. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101459. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101459>
- Nuraisa, D., Saleh, H., & Raharjo, S. (2021). PROFILE OF STUDENTS’ COMPUTATIONAL THINKING BASED ON SELF-REGULATED LEARNING IN COMPLETING BEBRAS TASKS. *Prima: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 40. <https://doi.org/10.31000/prima.v5i2.4173>
- Nurtanto, M., Kholifah, N., Masek, A., Sudira, P., & Samsudin, A. (2021). Crucial problems in arranged the lesson plan of vocational teacher. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(1), 345. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i1.20604>
- Quigley, C. F., Herro, D., Shekell, C., Cian, H., & Jacques, L. (2020). Connected Learning in STEAM Classrooms: Opportunities for Engaging Youth in Science and Math Classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(8), 1441–1463. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10034-z>
- Rahardjo, M. M. (2019). How to use Loose-Parts in STEAM? Early Childhood Educators Focus Group discussion in Indonesia. *JPUD - Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 13(2), 310–326. <https://doi.org/10.21009/JPUD.132.08>
- Ratna, A., Arbarini, M., & Loretha, A. F. (2023). Pembelajaran STEAM dengan Media Loose Parts di Kelompok Bermain Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(3), 3227–3240. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i3.4468>

- Read, C. (2015). Seven pillars of creativity in primary ELT. In *Creativity in the English language classroom* (pp. 29–36).
- Russ, S. W., & Fiorelli, J. A. (2010). Developmental approaches to creativity. *The Cambridge Handbook of Creativity*, 12, 233–249.
- Şahin, E., Sarı, U., & Şen, Ö. F. (2024). STEM professional development program for gifted education teachers: STEM lesson plan design competence, self-efficacy, computational thinking and entrepreneurial skills. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101439. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101439>
- Sudijono A. (2008). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Grafindo Persada.
- Suherman, S., & Vidákovich, T. (2024a). Role of creative self-efficacy and perceived creativity as predictors of mathematical creative thinking: Mediating role of computational thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101591. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101591>
- Suherman, S., & Vidákovich, T. (2024b). Role of creative self-efficacy and perceived creativity as predictors of mathematical creative thinking: Mediating role of computational thinking. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101591. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101591>
- Supiarmo, M. G., Hadi, H. S., & Tarmuzi, T. (2022). Studentâ€™s Computational Thinking Process in Solving PISA Questions in Terms of Problem Solving Abilities. (*JIML*) *JOURNAL OF INNOVATIVE MATHEMATICS LEARNING*, 5(1), 01–11. <https://doi.org/10.22460/jiml.v5i1.p01-11>
- Supriaman, R. F. R. (2023). Pembelajaran Pencemaran Lingkungan Menggunakan Model Discovery Learning berbasis STEAM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X MIPA. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 1(2), 229–241. <https://doi.org/10.60132/jip.v1i2.67>
- Tsai, M.-J., Liang, J.-C., Lee, S. W.-Y., & Hsu, C.-Y. (2022). Structural Validation for the Developmental Model of Computational Thinking. *Journal of Educational Computing Research*, 60(1), 56–73. <https://doi.org/10.1177/07356331211017794>
- Wang, J. X. (2017). *Industrial Design Engineering*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315163666>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Weintrop, D., Wise Rutstein, D., Bienkowski, M., & McGee, S. (2021). Assessing computational thinking: an overview of the field. *Computer Science Education*, 31(2), 113–116. <https://doi.org/10.1080/08993408.2021.1918380>
- Xu, W., Geng, F., & Wang, L. (2022). Relations of computational thinking to reasoning ability and creative thinking in young children: Mediating role of arithmetic fluency. *Thinking Skills and Creativity*, 44, 101041. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101041>
- Zhan, Z., Zhong, X., Lin, Z., & Tan, R. (2024). Exploring the effect of VR-enhanced teaching aids in STEAM education: An embodied cognition perspective. *Computers & Education: X Reality*, 4, 100067. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cexr.2024.100067>