



PROSIDING

**KESIAPAN PENDIDIKAN KEJURUAN DALAM
IMPLEMENTASI GREEN TECHNOLOGY DI BIDANG
TEKNIK ELEKTRO DAN MEKATRONIKA**

Seminar Nasional Pendidikan Teknik Elektro
Tahun 2024

ISSN 0216-034X



Explorasi Efek Simulator Drone Berbasis Scratch pada Pembelajaran STEM Terhadap Engagement dan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Usia Muda

Andik Asmara^{1*}, Deny Budi Hertanto², Ariadie Chandra Nugraha³, Rizal Priyambudi⁴, Meida Fitriani⁵

^{1,2,3,4,5} Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta

^{1*} andikasmara@uny.ac.id

² denybudi@uny.ac.id

³ ariadie@uny.ac.id

⁴ rizalpriyambudi@uny.ac.id

⁵ meidafitriani@uny.ac.id

Abstrak

STEM sebagai pendekatan model pembelajaran multidisipliner dapat diimplementasikan sejak dini. Tujuannya adalah membekali anak usia muda dengan kemampuan beradaptasi dan menguasai teknologi. Desain pembelajaran STEM harus mampu memberikan dampak positif pada siswa, seperti engagement yang baik dan mengasah keterampilan penyelesaian masalah. Salah satu rancangan pembelajaran yang dapat di terapkan dengan melibatkan Scratch. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dampak dari rancangan simulasi drone berbasis Scratch pada pembelajaran STEM. Melibatkan 14 siswa sekolah dasar yang diperuntukan sebagai pengujian terbatas (pilot study). Analisis data menggunakan uji statistika deskriptif. Hasilnya menunjukkan simulasi drone berbasis Scratch mendapatkan rerata respon terkait engagement dan kemampuan penyelesaian masalah yang baik. Ini menyatakan bahwa simulasi drone – Scratch dapat mendukung metode pembelajaran STEM.

Kata kunci: STEM, drone simulator, Scratch, pemrograman, engagement, menyelesaikan masalah

I. PENDAHULUAN

STEM merupakan pendekatan metode pembelajaran multidisiplin yang mencakup science, technology, engineering dan math (Marín-Marín et al., 2021; Sahito & Wassan, 2024). Metode pembelajaran ini awalnya ditekankan pada pengenalan dan penguasaan teknologi yang bermanfaat bagi siswa atau pencari kerja (NRC, 2011). Metode ini telah banyak dikembangkan, diimplementasikan, dan diteliti terutama negara-negara maju. Karena memiliki dampak positif bagi siswa seperti meningkatkan engagement, mengasah kemampuan pemecahan masalah, meningkatkan penguasaan teknologi, dan masih banyak lainnya (Sahito & Wassan, 2024; T.-T. Wu et al., 2023).

Pemilihan teknologi yang dimanfaatkan dalam pembelajaran STEM sangatlah penting. Selain itu pemilihan level Pendidikan untuk diterapkan metode pembelajaran ini juga tidak kalah penting. Banyak peneliti mengungkapkan bahwa STEM efektif jika diimplementasikan pada Tingkat awal (Chevalier et al., 2020; Marín-Marín et al., 2021), termasuk sekolah dasar,

SMP, dan SMA atau SMK. Selanjutnya salah satu teknologi atau alat yang digunakan untuk menciptakan lingkungan pembelajaran STEM adalah platform pemrograman Scratch.

Pengenalan teknologi dan engineering pada usia dini menjadi perhatian saat ini. Terlebih dengan perkembangan teknologi dan dunia digital yang membuat manusia masuk disruption era. Oleh karena itu kedua disiplin ilmu ini harus sejak dini dikenalkan dan dibekalkan, terutama dimulai pada level sekolah dasar. Selain itu, pada usia muda siswa akan lebih mudah menyerap dan mengingat pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman yang berharga buat mereka .

Sedangkan Scratch merupakan platform pemrograman online maupun offline berbasis instruksi balok (visual block). Platform pemrograman ini banyak dipakai dalam pembelajaran sekolah modern karena mudah dipahami, dioperasikan, dan menarik tampilan dan outputnya. Memanfaatkan instruksi pemrograman berupa visual block, siswa lebih mudah dalam melakukan pemrograman. Selain itu, pemanfaatan Scratch memiliki banyak keuntungan bagi siswa, seperti meningkatkan keterikatan (engagement) dikelas (Shahin et al., 2022), menumbuhkan keterampilan pemecahan masalah (Rafiq et al., 2023), dan membekali siswa dengan keterampilan pemrograman.

Scratch memiliki fitur yang fleksibel bagi yang akan mengimplementasikannya pada bidang-bidang lain. Seperti mengintegrasikannya dengan metode pembelajaran STEM bagi siswa sekolah dasar. Pemilihan topik teknologi terkini yang dapat memicu engagement dan kemampuan pemecahan masalah menjadi keharusan dalam mendesain pembelajaran STEM. Salah satu topik yang menarik untuk dijadikan pokok pembelajaran adalah teknologi drone. Namun menjadi tantangan untuk mengintegrasikan pembelajaran drone kedalam metode pembelajaran STEM.

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini bertujuan untuk menguji tanggapan siswa terkait engagement dan kemampuan pemecahan masalah setelah menggunakan simulasi drone berbasis Scratch pada aktivitas pembelajaran STEM. Untuk mencapai tujuan penelitian tersebut dibuatlah dua pertanyaan penelitian:

1. Bagaimana hasil pengujian pilot-study simulasi drone – Scratch pada pembelajaran STEM terhadap engagement siswa?
2. Bagaimana hasil pengujian pilot-study simulasi drone – Scratch pada pembelajaran STEM terhadap persepsi kemampuan pemecahan masalah siswa?

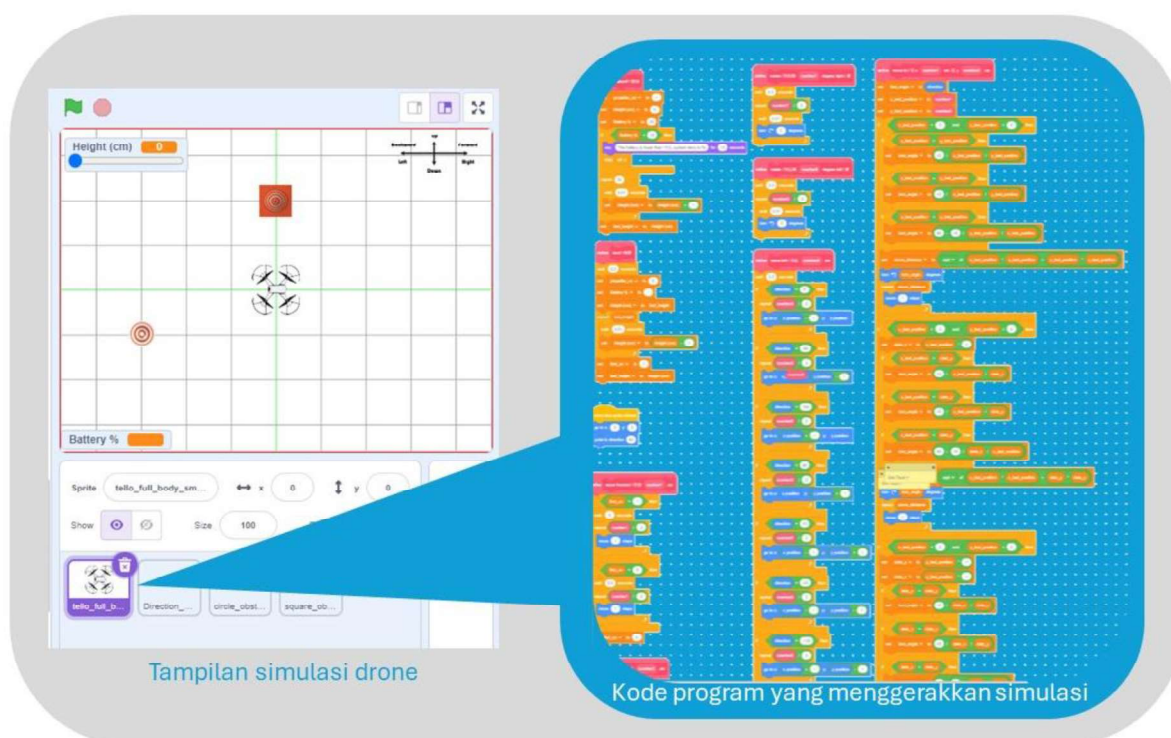
II. KERANGKA TEORI PENGEMBANGAN

A. Simulasi Drone Pada Scratch

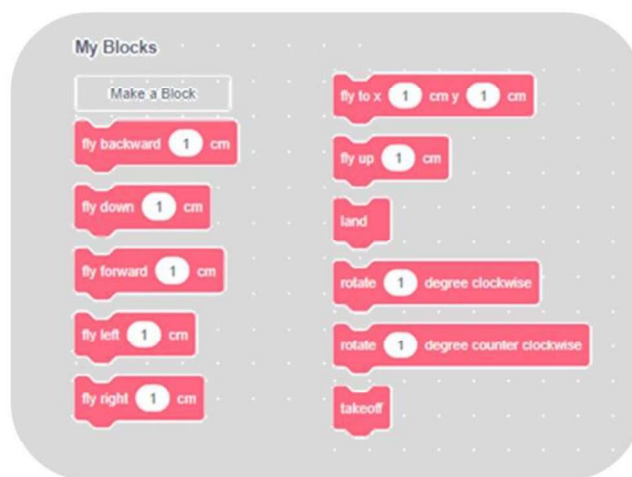
Drone merupakan kategori dari Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Drone merupakan teknologi yang saat ini terus berkembang dari sistemnya atau sampai pada pemanfaatannya. Seperti dalam pemetaan, survey, pertolongan bencana, fotografi, perekaman video dan pemanfaatan dalam militer. Sehingga dapat dikatakan pengetahuan akan teknologi ini penting untuk dibekalkan kepada siswa sejak usia muda, selanjutnya siswa mampu memanfaatkannya dengan baik dan benar.

Membawa topik drone dalam pembelajaran yang memungkinkan, aman, dan seluruh siswa dapat memiliki pengalaman mengendalikan penting untuk dilakukan. Salah satunya dengan menggabungkan topik drone dengan pemrograman Scratch. Memanfaatkan fleksibilitas Scratch, memungkinkan kita membuat scenario pemrograman lain dengan topik spesifik, seperti contoh pengendalian drone.

Penelitian ini telah mendesain scenario pemrograman pengendalian drone melalui simulasi pada Scratch, seperti yang disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Tampilan Drone Simulator dan Program yang Mengendalikannya



Gambar 2. Tambilan Kode Block Program (My Block) Untuk Mengoperasikan Simulasi Drone



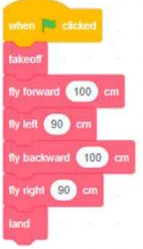
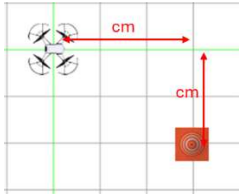
Gambar 2 merupakan tampilan animasi simulasi drone dan block program yang menggerakkan gambar drone pada tampilan animasi. Sedangkan Gambar 2 merupakan block program hasil dari pembuatan fungsi sendiri (custom) yang nantinya digunakan untuk mengendalikan simulasi terbang drone. Desain simulasi ini telah disesuaikan dengan level Pendidikan dasar, sehingga siswa akan lebih mudah mengerti dan memahami bagaimana melakukan pemrograman simulasi pengendalian drone.

Simulator diperlukan dalam sebuah desain keteknikan untuk mengurangi resiko yang terjadi. Resiko yang timbul apabila langsung berhadapan dengan alat sebenarnya meliputi, kerusakan alat, cidera bagi operator, atau membahayakan orang lain disekitarnya. Melalui simulasi, selain meniadakan resiko tersebut juga akan memudahkan siswa dalam praktik individu jika terdapat keterbatasan drone sebenarnya.

B. Lingkungan pembelajaran STEM

STEM merupakan metode pembelajaran multidiciplin yang yang dapat dievaluasi melalui teori LUPDA. Teori ini terdiri dari Learn, Understand, Practice, Develop, and Apply (Chien et al., 2020; C. H. Wu & Huang, 2020). Lima kalimat aktif tersebut sebagai kegiatan yang dilakukan dalam aktivitas STEM. Tabel 1 menunjukkan aktivitas STEM yang didesain dan dikombinasikan dengan LUPDA pada desain pembelajaran Simulator drone berbasis Scratch.

Tabel 1. Aktivitas Pembelajaran STEM Disandingkan Dengan Teori LUPDA

STEM	Kegiatan Pembelajaran	LUPDA
Science (ilmu pengetahuan)	 Mempelajari prinsip terbang drone, arah pergerakan, dan komponen penyusun drone.	Learn (mempelajari)
Technology (Teknologi)	 Menggunakan dan mengoperasikan drone melalui simulasi menyerupai prinsip aslinya	Understand (memahami/menguasai)
Engineering (Keteknikan)	 Mendesain arah pergerakan drone dan melakukan pemrograman pada simulasi drone berbasis Scratch	Practice (mempraktekan)
Math (Matematika)	 Melakukan perhitungan dan analisis jarak tempuh drone ke tujuan.	Math (menghitung/menganalisa)

Dari Tabel 1 dapat dijelaskan aktivitas dalam pembelajaran yang mendukung pembelajaran STEM meliputi: Science (ilmu pengetahuan) tentang drone, terkait dengan ketinggian, arah penerbangan, komponen drone, dan simulator. Sedangkan Technology (teknologi) tentang pemanfaatan computer dan drone itu sendiri. Selanjutnya Engineering (keteknikan/desain) tentang pemrograman pengendalian drone, desain arah penerbangan drone. Terakhir yaitu Math (matematika) tentang perhitungan jarak agar tepat sasaran dari tampilan simulasi ke kolom isian pada bahasa pemrograman.

C. Engagement dan Kemampuan Pemecahan Masalah

Engagement adalah istilah lain dari keterikatan siswa pada pembelajaran yang berlangsung. Engagement sebagai penentu suatu pembelajaran dapat dikatakan berjalan optimal sebagai aktivitas transfer ilmu (Appleton et al., 2006). Engagement yang tinggi menandakan siswa secara optimal mengikuti pembelajaran, menyerap materi yang disampaikan, dan aktif dalam aktivitas pembelajaran. Oleh karena itu suatu desain pembelajaran yang baik jika memperoleh tanggapan engagement siswa yang tinggi.

Sedangkan keterampilan pemecahan masalah menjadi hal krusial yang harus dibekalkan ke siswa sejak sekolah dasar. Keterampilan ini banyak disinggung pada berbagai teori, seperti 21st century skill, computational thinking, dan disruption era (Bati et al., 2018). Salah satu yang dapat digunakan untuk memfasilitasi menumbuhkan keterampilan ini model pembelajaran project/problem-based learning, problem posing, dan STEM/STEAM (Sukirman et al., 2022). Beberapa metode pembelajaran tersebut dari penelitian sebelumnya terbukti menumbuhkan keterampilan pemecahan masalah.

III. Metode Penelitian

A. Sample dan Prosedur Penelitian.

Metode yang digunakan adalah pendekatan mixed-sequential exploratory. Dengan melibatkan 14 siswa sekolah dasar. Kegiatan ini dilakukan selama 7 jam dalam satu hari dengan rincian kegiatan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Rincian Kegiatan Penelitian

Tahapan	Menit	Rincian Kegiatan
1	15	Penjelasan kegiatan
2	120	Pengenalan Scratch dan simulator drone
3	60	Latihan memprogram drone dalam simulasi Scratch sederhana
4	120	Latihan mandiri pemrograman drone dalam simulasi dengan kasus perintah terbang khusus
5	60	Evaluasi pembelajaran
6	45	Post-test survei
Total	420 (7h)	

B. Instrument dan Analisi Data

Penelitian ini mengadopsi dua instrument dari penelitian sebelumnya yang sudah terpublish dalam jurnal. Instrumen pertama merupakan engagement yang diambil dari Appleton (2006) dengan skor Cronbach alpha adalah 0.85 Instrument kedua adalah problem-solving inventory yang diadopsi dari Sahin (1993) Dengan skor Cronbach alpha adalah 0.88.

Selanjutnya untuk analisis data dilakukan uji analisis statistik menggunakan SPSS. Uji statistik untuk menjawab pertanyaan penelitian tersebut dilakukan uji deskriptif statistik untuk mengetahui rata-rata jawaban pengguna/siswa. Adapun acuan penggolongan jawab dari skala 1 – 5 seperti pada Table 3 (Mazurek et al., 2021).

Tabel 3. Acuan Kategori Nilai dengan Skala lima

Skala - 5	Persen	Nilai
-----------	--------	-------

Sangat Buruk	0 - 20%	0 - 1
Buruk	21% - 40%	1.05 - 2
Rata-rata/Netral	41% - 60%	2.05 - 3
Baik	61% - 80%	3.05 - 4
Sangat Baik	81% -100%	4.05 - 5

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Validitas dan Reliabilitas

Suatu instrumen pengukuran dapat dikatakan baik jika memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi. Nilai validitas dan reliabilitas identic dengan nilai sempurna satu (1). Oleh karena itu jika nilai mendekati 1 menunjukkan validitas dan reliabilitas yang baik. Tabel 4 dan Tabel 5 menyediakan hasil analisis validitas dan reliabilitas.

Tabel 4. Validitas Konstruk

Communalities			
Engagement		Pemecahan masalah	
Items	Extraction	Items	Extraction
E1	0.775	PS1	0.764
E2	0.987	PS2	0.798
E3	0.918	PS3	0.927
E4	0.813	PS4	0.834
E5	0.987	PS5	0.953
E6	0.758	PS6	0.964
E7	0.987	PS7	0.889
E8	0.841	PS8	0.963
E9	0.922	PS9	0.894
E10	0.849	PS10	0.908
E11	0.901	PS11	0.872
E12	0.915	PS12	0.903
E13	0.920	PS13	0.811
E14	0.918	PS14	0.928
E15	0.933	PS15	0.887
E16	0.840	PS16	0.976
E17	0.881	PS17	0.910
E18	0.930	PS18	0.941
E19	0.894	PS19	0.936
E20	0.849	PS20	0.848
E21	0.922	PS21	0.962
E22	0.844	PS22	0.853
E23	0.832	PS23	0.869
E24	0.886	PS24	0.934
E25	0.766	PS25	0.903
E26	0.987	PS26	0.911
		PS27	0.974
		PS28	0.975
		PS29	0.947
		PS30	0.958
		PS31	0.773

Tabel 4 mengungkapkan bahwa nilai setiap item pertanyaan pada instrumen engagement dan pemecahan masalah dapat dikatakan valid. Nilai komunalitas dari instrument engagement

terendah adalah 0.775, sedangkan dari instrument pemecahan masalah adalah 0.764. Ini mengungkapkan bahwa setiap item pertanyaan mencerminkan valid untuk mengukur inti dari pertanyaan itu sendiri.

Sedangkan Tabel 5 mengungkapkan bahwa nilai Cronbach Alpha (α) yang didapatkan untuk instrument engagement adalah 0.938, sedangkan pemecahan masalah adalah 0.772. Ini mengungkapkan bahwa kedua instrument dikatakan reliabel dalam mengukur setiap sampel.

Tabel 5. Reliabilitas Instrumen

Reliability Statistics			
Variables	Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	
		Alpha	N of Items
Engagement	0.938	0.950	26
Pemecahan masalah	0.772	0.818	31

B. Simulasi Drone – Scratch Terhadap Engagement

Platform pemrograman Scratch dengan fleksibilitasnya memungkinkan pengguna untuk melakukan variasi dalam pemanfaatannya. Seperti pada penelitian ini melalui tampilan animasinya dapat dimanfaatkan untuk mendukung pembelajaran STEM dengan topik pengendalian drone. Dengan desain tampilan menyerupai kerja terbang drone, serta pergerakan simulasi drone dapat dikendalikan melalui block program (my block) hasil modifikasi. Tentu saja tujuan pelibatan simulasi drone pada Scratch akan memberikan dampak positif bagi siswa, seperti engagement dan kemampuan pemecahan masalah.

Tabel 6 menyajikan hasil analisis deskriptif instrument engagement siswa yang diakibatkan penggunaan simulasi drone-Scratch dalam pembelajaran STEM. Tabel 6 mengungkapkan bahwa engagement siswa dari penggunaan simulasi drone-Scratch sangat baik. Engagement dibagi menjadi beberapa factor, hubungan siswa guru mendapatkan rerata 4.833, kegiatan pembelajaran yang relevan mendapatkan rerata 4.523, pasangan dalam pembelajaran mendapatkan rerata 4.571, dan motivasi dari luar memperoleh rerata 4.785.

Tabel 6. Deskriptif Statistik Pada Engagement Siswa

	Descriptive Statistics		
	N	Mean	Std. Deviation
Hub. Guru - Siswa	14	4.8333	0.26777
Kegiatan pembelajaran yang relevan	14	4.5238	0.44536
Pasangan dalam pembelajaran	14	4.5714	0.39067
Motivasi dari luar	14	4.7857	0.32310

Nilai-nilai tersebut secara menyeluruh nilai engagement diatas 4.5 dari nilai maksimal 5. Ini mengungkapkan bahwa engagement terjadi sangat baik dengan media yang dikembangkan untuk mendukung model pembelajaran STEM. Ini sejalan dengan pendapat peneliti sebelumnya yang menjelaskan bahwa pendekatan model pembelajaran STEM mampu meningkatkan Engagement siswa (MacDonald et al., 2020; Morris et al., 2019). Oleh karena

itu, simulasi drone berbasis Scratch mampu mendukung pembelajaran STEM dari segi factor engagement siswa.

C. Simulasi Drone – Scratch Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah

Selanjutnya penelitian ini mengidentifikasi factor lainnya dari siswa yaitu memberikan pengalaman dalam mengasah kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan siswa ini tumbuh jika dihadapkan dengan sekenario permasalahan dalam pembelajaran. Pada penelitian sekenario permasalahan disediakan pada tugas pemrograman untuk mengendalikan drone pada simulasi. Seperti contoh menerbangkan drone dari satu titik ke titik yang lain. Tentu saja kegiatan pembelajaran memperhatikan terpenuhinya unsur-unsur STEM.

Tabel 7. Deskriptif Statistik Pada Kemampuan Pemecahan Masalah

Descriptive Statistics			
	N	Mean	Std. Deviation
Impulsive	14	3.8333	0.18361
Reflective	14	4.3429	0.47347
Confidence	14	4.1667	0.45760
Avoidant	14	2.0357	0.69238
Monitoring	14	4.0476	0.65185
Plan fullness	14	4.2857	0.49862

Tabel 7 menyajikan hasil analisis deskriptif dari instrument kemampuan pemecahan masalah. Hasil pada Tabel 7 dibagi menjadi beberapa factor, yaitu kemampuan impulsive, reflective, confidence, avoidant, monitoring, dan plan fullness. Hasil analisis masing-masing faktor seperti impulsive memperoleh rerata 3.833, reflective memperoleh rerata 4.343, confidence memperoleh rerata 4.166, avoidant memperoleh rerata 2.036, monitoring memperoleh rerata 4.047, dan plan fullness memperoleh rerata 4.286. Secara garis besar respon siswa terhadap kemampuan mereka menyelesaikan permasalahan dalam desain pembelajaran simulator drone-Scratch mendapatkan rerata baik diatas 3.5, namun hanya satu faktor saja yang memperoleh nilai mendekati 2, yaitu avoidant. Ini menunjukkan desain simulator drone berbasis Scratch pada pembelajaran STEM mampu mengasah kemampuan siswa dalam pemecahan masalah.

V. Kesimpulan

Simulator drone yang dikembangkan dengan dasar platform pemrograman Scratch mampu mendukung pembelajaran STEM. Terbukti dengan rerata yang diperoleh dari hasil survei kepada siswa sekolah dasar meliputi engagement dan kemampuan pemecahan masalah dengan hasil sangat baik. Ini sejalan dengan tujuan pembelajaran STEM yaitu meningkatkan engagement dan kemampuan berfikir kritis yang didalamnya terdapat kemampuan menyelesaikan masalah.

VI. Daftar Pustaka

- Appleton, J. J., Christenson, S. L., Kim, D., & Reschly, A. L. (2006). Measuring cognitive and psychological engagement: Validation of the Student Engagement Instrument. *Journal of School Psychology, 44*(5), 427–445.
- Bati, K., Yetişir, M. I., Çalışkan, I., Güneş, G., & Saçan, E. G. (2018). Teaching the concept of time: A steam-based program on computational thinking in science education. *Cogent Education, 5*(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1507306>
- Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A., & Mondada, F. (2020). Fostering computational thinking through educational robotics: a model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education, 7*(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00238-z>
- Chien, Y. C., Chang, P. Y., Lee, H. Y., Huang, T. Y., & Huang, Y. M. (2020). A LUPDA Assessment Model for Activities in STEAM Education. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 12555 LNCS*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63885-6_12
- MacDonald, A., Wise, K., Tregloan, K., Fountain, W., Wallis, L., & Holmstrom, N. (2020). Designing STEAM Education: Fostering Relationality through Design-Led Disruption. *International Journal of Art and Design Education, 39*(1), 227–241. <https://doi.org/10.1111/jade.12258>
- Marín-Marín, J. A., Moreno-Guerrero, A. J., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education, 8*(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Mazurek, J., Pérez Rico, C., Fernández, C., Magnot, J.-P., & Magnot, T. (2021). The 5-item Likert Scale and percentage scale correspondence with implications for the use of models with (fuzzy) linguistic variables. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa, 31*, 3–16.
- Morris, B. J., Owens, W., Ellenbogen, K., Erduran, S., & Dunlosky, J. (2019). Measuring informal STEM learning supports across contexts and time. *International Journal of STEM Education, 6*(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0195-y>
- NRC. (2011). *Report of Workshop on The Scope and Nature of Computational Thinking*. The National Academies Press.
- Rafiq, A. A., Triyono, M. B., Djatmiko, I. W., Wardani, R., & Köhler, T. (2023). Mapping the Evolution of Computational Thinking in Education: A Bibliometrics Analysis of Scopus Database from 1987 to 2023. *Informatics in Education, 22*(4), 691–724. <https://doi.org/10.15388/infedu.2023.29>
- Sahin, N., Sahin, N. H., & Heppner, P. P. (1993). Psychometric properties of the problem solving inventory in a group of Turkish university students. *Cognitive Therapy and Research, 17*(4), 379–396.

- Sahito, Z., & Wassan, S. H. (2024). Literature Review on STEM Education and Its Awareness among Teachers: An Exploration of Issues and Problems with Their Solutions. *SAGE Open*, 14(1). <https://doi.org/10.1177/21582440241236242>
- Shahin, M., Gonsalvez, C., Whittle, J., Chen, C., Li, L., & Xia, X. (2022). How secondary school girls perceive Computational Thinking practices through collaborative programming with the micro: bit. *Journal of Systems and Software*, 183, 111107.
- Sukirman, S., Ibhari, L. F. M., Said, C. S., & Murtiyasa, B. (2022). A Strategy of Learning Computational Thinking through Game Based in Virtual Reality: Systematic Review and Conceptual Framework. *Informatics in Education*, 21(1), 179–200. <https://doi.org/10.15388/infedu.2022.07>
- Wu, C. H., & Huang, Y. M. (2020). Integration of LUPDA Theory and STEAM with Computational Thinking Concepts to Develop Assessment Principles for an AI Based STEAM Activity. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 12555 LNCS*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63885-6_31
- Wu, T.-T., Lee, H.-Y., Wang, W.-S., Lin, C.-J., & Huang, Y.-M. (2023). Leveraging computer vision for adaptive learning in STEM education: effect of engagement and self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00422-5>