

EKSPLORASI PENERAPAN STEM DALAM PEMBELAJARAN IPAS DI SEKOLAH DASAR: STUDI KASUS DI MI RIYADLUL ULUM

Tutut Hartina Ilmiah Ningsih ^{*1)}, Ratna Ekawati ²⁾, Shirly Rizki Kusumaningrum ³⁾
^{1,2,3)} Magister Pendidikan Dasar, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Malang,

Jawa Timur, Indonesia.

*Penulis korespondensi

e-mail: tutut.hartina.2321038@students.um.ac.id ^{*1)}, ratna.ekawati.pasca@um.ac.id ²⁾,
shirly.rizki.pasca@um.ac.id ³⁾

Article history:

Submitted: Des. 16th, 2024; Revised: Jan. 15th, 2025; Accepted: Feb. 17th, 2025; Published: July 18th, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini akan membahas implementasi pendekatan *STEM* dalam pembelajaran IPAS di MI Riyadlul Ulum. Penelitian ini menggunakan *mixed-method*. Pendekatan kuantitatif untuk mengumpulkan data dengan kuesioner dan data kualitatif dengan wawancara, observasi, dan analisis dokumen pembelajaran. Berdasarkan temuan yang ada, sekolah belum sepenuhnya mengintegrasikan *STEM* ke dalam pembelajaran IPAS; namun, upaya yang signifikan untuk memulai penerapan *STEM* sudah terlihat jelas. Tantangan utamanya adalah terbatasnya fasilitas, guru yang tidak terlatih, dan kurangnya sumber daya. Namun, patut dicatat bahwa sikap guru dan siswa terhadap penerapan *STEM* berada pada tingkat yang baik; mereka mengharapkan *STEM* dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap sains. Hasil penelitian ini adalah sekolah harus memberikan pelatihan yang lebih profesional kepada guru, menyediakan lebih banyak sarana dan prasarana, dan menyediakan kurikulum yang lebih kompatibel untuk mendukung integrasi *STEM*.

Kata Kunci: Eksplorasi; pendekatan *STEM*; *mixed-methods*; IPAS; SD/MI

PENDAHULUAN

Di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat, pendidikan *STEM* sangat penting untuk mempersiapkan generasi masa depan dengan kompetensi yang relevan untuk pasar tenaga kerja. Pembelajaran melalui *STEM* menunjukkan bahwa pembelajaran juga mencakup teknologi dan rekayasa sebagai sarana untuk mengatasi berbagai permasalahan (Galindo & Aguilar, 2019). *STEM* diintegrasikan ke dalam pendidikan dasar dengan mempelajari konsep-konsep ilmu pengetahuan alam dan ilmu pengetahuan sosial, dan diharapkan dapat memberikan pembelajaran mendalam yang efektif dan efisien serta menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Pembelajaran IPAS di sekolah dasar merupakan landasan penting bagi

pengembangan kemampuan siswa dalam bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Namun pelaksanaan pembelajaran sains dan sains yang efektif masih menghadapi berbagai tantangan seperti kurangnya integrasi antar mata pelajaran, minimnya penggunaan teknologi, rendahnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran bahasa (English & King, 2015)

Pembelajaran IPAS di sekolah dasar perlu ditujukan untuk mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis dan berpikir kreatif. Penerapan metode *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) terbukti meningkatkan pengembangan keterampilan tersebut. Hal ini didukung oleh penelitian Yasifa bahwa penerapan *STEM* dapat meningkatkan berpikir kritis siswa (Yasifa *et al.*, 2023).

Penerapan metode *STEM* pada pembelajaran sains dan sains dapat mendorong pembelajaran siswa terhadap konsep-konsep dasar dalam situasi kehidupan nyata dan mendorong pengembangan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis dan kreatif (Mutakinati *et al.*, 2018; Zainil *et al.*, 2022); Ciri-ciri pembelajaran *STEM* yang efektif antara lain berpusat pada siswa, integrasi interdisipliner, dan pembelajaran berbasis proyek atau masalah (Agustiah *et al.*, 2020; Mutakinati *et al.*, 2018; Nisa *et al.*, 2020).

Lebih lanjut, penerapan model pembelajaran berbasis *STEM* terbukti meningkatkan pemahaman konsep, hasil belajar, dan motivasi belajar siswa sekolah dasar (Suharyani, 2023; Wahyuni, 2021). Hal ini dikarenakan *STEM* mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran, menghubungkan konsep ilmiah dengan situasi dunia nyata, dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah (Mutakinati *et al.*, 2018; Suharyani, 2023).

Beberapa model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan metode *STEM* antara lain pembelajaran berbasis masalah (PBL) (Rambe, 2024; Suprihatin, 2021; Widura *et al.*, 2021) dan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) (Nurhadiyati *et al.*, 2020). Kedua model tersebut terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa (Rahmawati *et al.*, 2022).

Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran IPAS berbasis *STEM* juga dapat dilakukan melalui pengembangan media pembelajaran digital, seperti *mobile learning* (Firdaus & Hamdu, 2020; Nurcahyo & Setyowati, 2021) dan video

pembelajaran (Sari *et al.*, 2022). Hal ini membantu meningkatkan literasi dan motivasi digital siswa.

Namun penerapan *STEM* dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar juga menghadapi beberapa kendala, seperti kurangnya pemahaman guru terhadap konsep *STEM*, terbatasnya kemampuan guru dalam merancang pembelajaran *STEM*, dan sedikitnya dukungan dari sekolah (Charoenmuang *et al.*, 2020; Kelley & Knowles, 2016; Wright & Domke, 2019). Oleh karena itu, diperlukan upaya komprehensif untuk mempersiapkan guru dan mengembangkan perangkat pembelajaran IPAS berbasis *STEM* yang sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar (Arnone & Hanuscin, 2018; Shernoff *et al.*, 2017; Tran, 2018). Keberhasilan penerapan pembelajaran IPAS berbasis *STEM* di sekolah dasar juga bergantung pada kompetensi dan kesiapan guru. Guru perlu memiliki pemahaman yang cukup tentang model pembelajaran inovatif dan kemampuan memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran (Ningsih, 2024).

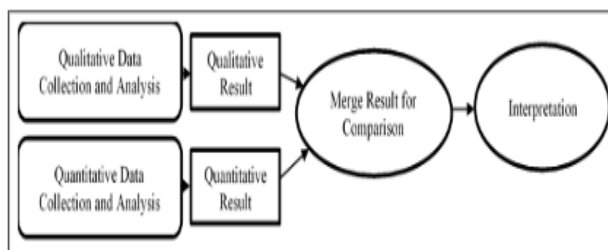
Secara keseluruhan penerapan *STEM* dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar mempunyai potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan mengembangkan keterampilan abad 21 siswa. Namun persiapan dan kompetensi guru yang memadai diperlukan agar implementasi efektif (Ningsih, 2024).

Penelitian ini akan fokus di MI Riyadlul Ulum Jl. Salak No.405 karena cocok untuk diterapkan *STEM* pada pembelajaran IPAS. Namun penerapan *STEM* di sekolah tersebut belum sepenuhnya terintegrasi dengan sistem kurikulum. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pemanfaatan *STEM* dalam pembelajaran

IPAS di sekolah dasar, dengan fokus pada identifikasi potensi, tantangan, dan strategi implementasi. Temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan pembelajaran IPAS di sekolah dasar yang inovatif dan berkualitas.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed-methods* dengan desain penelitian *convergent parallel design*. Dalam desain paralel konvergen, data kuantitatif dan kualitatif dikumpulkan secara bersamaan, dianalisis secara independen dan kemudian digabungkan untuk interpretasi yang bermakna (Creswell & Clark, 2011). Data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara semi terstruktur sedangkan data kuantitatif dikumpulkan melalui kuesioner. Gambar 1 mengilustrasikan model desain metode campuran yang digunakan dalam



penelitian ini.

Gambar 1 : Diagram desain paralel konvergen yang diterapkan (Creswell & Clark, 2011)

Metode *mixed methods* memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi berbagai perspektif dan mengungkap hubungan yang ada antara berbagai aspek pembelajaran *STEM* (Shorten & Smith, 2017; Stupurienė *et al.*, 2022). Hal ini sejalan dengan tujuan untuk mengeksplorasi penerapan *STEM* dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar.

Dalam desain konvergen paralel, data kuantitatif dapat memberikan gambaran umum mengenai penerapan *STEM*, sedangkan data kualitatif dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam (Guetterman *et al.*, 2017; Wheeldon, 2010).

Penelitian dilakukan terhadap 3 guru yang terlibat dalam proses pembelajaran, siswa kelas 4, 5, dan 6 yang terlibat langsung dalam pembelajaran IPAS berbasis *STEM* serta dokumen pembelajaran berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan silabus.

Data kuantitatif diperoleh melalui kuesioner yang diberikan kepada sampel acak sebanyak 3 orang guru IPAS dan 15 siswa untuk mengukur tingkat penerapan *STEM* dalam pembelajaran. Kuesioner difokuskan pada penguasaan materi *STEM*, pemanfaatan teknologi, dan persepsi manfaat penerapan *STEM* dalam pembelajaran IPAS. Data kualitatif mencakup wawancara mendalam dengan 3 guru yang mengeksplorasi pengalaman mereka menerapkan *STEM* di kelas, tantangan yang mereka hadapi, dan persepsi mereka terhadap kesiapan siswa. Observasi kelas dilakukan pada kelas IPA untuk melihat secara langsung bagaimana konsep *STEM* diterapkan dalam kegiatan pengajaran.

Peneliti melaksanakan analisis dokumen untuk memeriksa rencana pembelajaran dan silabus yang digunakan dalam sains dan pembelajaran sains untuk memahami sejauh mana integrasi *STEM* tercermin dalam dokumen-dokumen tersebut.

Prosedur pengumpulan data berupa angket yang dibagikan langsung kepada

guru setelah pengenalan penelitian dan tujuan yang ingin dicapai. Wawancara dilakukan secara tatap muka dengan menggunakan pedoman wawancara semi terstruktur untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam. Observasi kelas dilakukan selama dua minggu untuk memantau bagaimana pembelajaran sains terjadi dengan menggunakan teknologi dan prinsip *STEM*. Melakukan analisis dokumen melalui review kurikulum dan bahan ajar untuk menilai integrasi *STEM*.

Analisis Data: Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan tingkat penerapan *STEM* dan persepsinya. Data kualitatif dianalisis menggunakan analisis tematik untuk mengidentifikasi tema terkait tantangan, peluang, dan persepsi penerapan *STEM*.

Pendekatan hybrid desain konvergen paralel memiliki potensi besar untuk mengeksplorasi penerapan *STEM* dalam pembelajaran sains dan sains di sekolah dasar. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memanfaatkan kekuatan masing-masing metode kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang fenomena yang diteliti (Ashari *et al.*, 2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilihat dari hasil survei angket terhadap 3 orang guru, mayoritas guru (70%) menyatakan memahami konsep *STEM*, namun penerapannya dalam pembelajaran IPAS masih sebatas penggunaan teknologi sederhana seperti proyektor dan komputer. bahan pendukung. Hanya 30% guru yang mengaku aktif mengintegrasikan unsur

teknik dan matematika dalam pembelajaran.

Persepsi siswa terhadap pembelajaran berbasis *STEM* sangat positif, 80% siswa merasa lebih tertarik dan terlibat dalam pembelajaran ketika menggunakan teknologi dan alat bantu visual. Namun, mereka menunjukkan bahwa pembelajaran sering kali terlalu berfokus pada teori dan tidak cukup pada eksperimen praktis.

Wawancara dengan guru mengungkapkan bahwa tantangan utama yang mereka hadapi adalah terbatasnya sumber daya dan kurangnya pelatihan tentang cara mengintegrasikan *STEM* ke dalam pembelajaran. Sebagian besar guru merasa kurang kompeten dalam menerapkan pendekatan sains, teknologi, dan teknik terpadu.

Observasi di kelas juga menemukan bahwa meskipun beberapa kegiatan berbasis *STEM*, seperti penggunaan alat peraga dalam eksperimen sains, telah diterapkan, guru masih menghadapi kesulitan dalam mengintegrasikan aspek teknik ke dalam setiap pembelajaran sains.

Analisis literatur menunjukkan bahwa kurikulum sains dan sains di MI Riyadlul Ulum belum sepenuhnya mendukung penerapan *STEM*. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang digunakan lebih menekankan pada materi teori dan tidak mengintegrasikan kegiatan praktik yang melibatkan teknologi dan rekayasa.

Observasi di kelas juga menemukan bahwa meskipun beberapa kegiatan berbasis *STEM*, seperti penggunaan alat peraga dalam eksperimen sains, telah

diterapkan, guru masih menghadapi kesulitan dalam mengintegrasikan aspek teknik ke dalam setiap pembelajaran sains.

Analisis literatur menunjukkan bahwa kurikulum IPASdi MI Riyadlul Ulum belum sepenuhnya mendukung penerapan *STEM*. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang digunakan lebih menekankan pada materi teori dan tidak mengintegrasikan kegiatan praktik yang melibatkan teknologi dan rekayasa.

Hasil kuantitatif dan kualitatif menunjukkan bahwa meskipun ada upaya untuk mengintegrasikan *STEM* ke dalam pembelajaran sains, tantangannya masih besar. Keterbatasan sumber daya dan kurangnya pelatihan guru merupakan hambatan utama penerapan *STEM* yang efektif. Siswa menunjukkan minat yang tinggi terhadap pembelajaran berbasis *STEM*, namun pembelajaran yang lebih aktif dan berbasis eksperimen masih terbatas.

Persepsi siswa

1. Pandangan positif terhadap pembelajaran *STEM*

Siswa cenderung memiliki persepsi positif terhadap pembelajaran berbasis *STEM*. Mereka percaya bahwa pembelajaran *STEM* lebih menarik, menantang dan bermakna dibandingkan pembelajaran tradisional. *STEM* adalah pembelajaran yang menyenangkan dan menantang yang membuat siswa tetap terlibat aktif dalam pembelajaran. Hal ini didukung oleh penelitian (Akkoyun *et al.*, 2023; Cotabish *et al.*, 2013; Tran, 2018). Pembelajaran *STEM* juga dapat meningkatkan rasa percaya diri, motivasi, dan minat siswa terhadap sains (Kanadli,

2019; Mohr-Schroeder *et al.*, 2014; Sheng, 2023).

2. Meningkatkan minat dan cita-cita karir *STEM*

Partisipasi siswa dalam kegiatan ekstrakurikuler *STEM*, seperti klub dan kompetisi, telah terbukti meningkatkan minat dan aspirasi karir mereka di bidang *STEM* (Dabney *et al.*, 2012). Hal ini dikarenakan kegiatan tersebut dapat meningkatkan efikasi diri, kepercayaan diri akademik, dan penerimaan sosial siswa.

3. Perbedaan kognitif gender

Terdapat perbedaan persepsi siswa laki-laki dan perempuan terhadap pembelajaran *STEM*. Siswa laki-laki cenderung memiliki pandangan yang lebih positif dan minat yang lebih tinggi terhadap *STEM* dibandingkan siswa perempuan (Meng *et al.*, 2014; Wang, 2023). Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti dukungan sosial, pengalaman informal, dan efikasi diri *STEM*.

4. Peran guru dalam pembelajaran *STEM*

Persepsi dan kompetensi guru dalam pembelajaran *STEM* juga mempengaruhi persepsi dan keterlibatan siswa. Guru yang memiliki pemahaman dan keterampilan yang baik dalam pembelajaran *STEM* seringkali mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih positif dan mendukung siswanya (Cromley *et al.*, 2015; Hudson *et al.*, 2015).

5. Pentingnya persepsi siswa dalam pembelajaran *STEM*

Persepsi siswa terhadap pembelajaran *STEM* merupakan faktor

penting yang mempengaruhi keterlibatan, motivasi, dan prestasi mereka dalam sains. Oleh karena itu, memahami persepsi siswa dapat membantu merancang pembelajaran *STEM* yang lebih efektif dan menarik (Dogru & Yuzbasioglu, 2021; Navarro, 2024)

Secara keseluruhan, penerapan pembelajaran berbasis *STEM* di sekolah dasar mempunyai potensi besar untuk meningkatkan kesadaran, minat, dan aspirasi karir siswa di bidang sains. Namun ada faktor lain yang perlu diperhatikan, seperti perbedaan gender dan peran guru dalam mendukung pembelajaran *STEM* yang efektif.

Persepsi Guru

1. Pemahaman dan sikap positif guru terhadap *STEM*

Guru yang memiliki pemahaman dan sikap positif terhadap pembelajaran *STEM* seringkali mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih mendukung bagi siswanya (Afifah & Qomaria, 2018; Mansurah, 2023). Guru yang memahami konsep *STEM* dan manfaatnya bagi siswa akan lebih bersedia menerapkannya dalam pembelajaran.

2. Kompetensi guru dalam pembelajaran *STEM*

Kemampuan guru dalam merancang dan mengimplementasikan pembelajaran *STEM* merupakan faktor penting dalam keberhasilan implementasinya. Guru perlu memiliki kemampuan mengintegrasikan konsep *STEM*, menggunakan metode pembelajaran yang tepat, dan memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran (Khasanah *et al.*, 2021; Yuliardi *et al.*, 2023).

3. Persepsi Guru terhadap Tantangan Penerapan *STEM*

Guru juga menyadari berbagai tantangan dalam penerapan pembelajaran *STEM*, antara lain: keterbatasan sarana dan prasarana, kurikulum yang belum mendukung, dan kemampuan siswa yang beragam. Memahami tantangan-tantangan ini dapat membantu guru merancang strategi yang tepat.

4. Peran guru dalam meningkatkan minat siswa terhadap *STEM*

Persepsi dan kompetensi guru dalam pembelajaran *STEM* juga mempengaruhi persepsi dan minat siswa terhadap *STEM*. Guru yang mampu menciptakan pembelajaran *STEM* yang menarik dan bermakna cenderung meningkatkan minat dan aspirasi karir siswa di bidang *STEM* (Cromley *et al.*, 2015; Hudson *et al.*, 2015).

5. Pentingnya Pengembangan Keprofesian Guru *STEM*

Untuk mendukung efektivitas penerapan pembelajaran *STEM*, diperlukan upaya pengembangan profesionalisme guru melalui pelatihan, lokakarya, dan pendampingan (Khasanah *et al.*, 2021; Ramli *et al.*, 2023). Hal ini dapat membantu guru meningkatkan pemahaman dan keterampilannya dalam menerapkan pembelajaran *STEM*.

Secara keseluruhan, persepsi guru terhadap pembelajaran *STEM* berperan penting dalam keberhasilan penerapannya di sekolah dasar. Guru yang memiliki pemahaman yang cukup, sikap dan kemampuan yang positif seringkali mampu menciptakan pembelajaran *STEM* yang efektif dan menarik bagi siswanya.

Penerapan *STEM* di MI Riyadlul Ulum dapat ditingkatkan dengan memperkuat pelatihan guru untuk mengintegrasikan *STEM* dan memperkenalkan lebih banyak eksperimen praktis dan proyek berbasis *STEM* dalam pembelajaran sains. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemanfaatan *STEM* dalam pembelajaran IPAS di MI Riyadlul Ulum masih dalam tahap awal dan beberapa upaya telah dilakukan meskipun terdapat tantangan yang signifikan dalam hal keterbatasan sumber daya dan kurangnya pelatihan guru. Meskipun demikian, persepsi guru dan siswa terhadap penerapan *STEM* cukup positif, dan terdapat potensi pertumbuhan yang cukup besar.

Rekomendasi

1. Pelatihan berkelanjutan: Sekolah perlu memberikan pelatihan profesional kepada guru sehingga mereka dapat secara efektif mengintegrasikan *STEM* ke dalam pembelajaran sains.
2. Meningkatkan infrastruktur: Diperlukan lebih banyak investasi dalam teknologi dan alat eksperimental untuk mendukung penerapan *STEM*.
3. Pengembangan kurikulum: Memperbarui sains dan kurikulum sains untuk lebih mengintegrasikan prinsip-prinsip *STEM*.
4. Berkolaborasi dengan pihak eksternal: Berkolaborasi dengan lembaga pendidikan dan perusahaan untuk memperoleh sumber daya dan pelatihan yang lebih baik.

Melalui langkah tersebut, MI Riyadlul Ulum dapat meningkatkan pemanfaatan *STEM* dalam pembelajaran IPAS serta memberikan manfaat yang lebih besar bagi

pengembangan keterampilan siswa di masa depan.

KESIMPULAN

Artikel ini menunjukkan bagaimana MI Riyadlul Ulum menggunakan metode campuran dalam penelitian *STEM* terapan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif dan mendalam tentang tantangan dan peluang yang ada. Dengan menggali data baik kuantitatif maupun kualitatif, peneliti dapat memberikan rekomendasi yang lebih tepat untuk meningkatkan kualitas pendidikan berbasis *STEM* di SD/MI

REFERENSI

- Afifah, A., & Qomaria, N. (2018). Persepsi Calon Guru Ipa Dan Matematika Terhadap Pembelajaran Berorientasi Stem. *Natural Science Education Research*, 1(2), 266–275. <https://doi.org/10.21107/nser.v1i2.4840>
- Agustiah, D., Fauzi, T., & Ramadhani, E. (2020). Dampak Penggunaan Media Sosial Terhadap Perilaku Belajar Siswa. *ISLAMIC COUNSELING Jurnal Bimbingan Konseling Islam*, 4(2), 181. <https://doi.org/10.29240/jbk.v4i2.1935>
- Akkoyun, N., Yalçın, S. A., ÇAKIR, Z., & Yalçın, P. (2023). The Effect of Stem and Stem-Based Robotic Activities on the Development of Students' Perceptions of Mental Risk-Taking and Its Predictors and Their Inquiry Skills in Science Learning. *Asian Journal of Contemporary Education*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.55493/5052.v7i1.4752>
- Arnone, K., & Hanuscin, D. L. (2018). An Exploratory Cross-Sectional Survey Study of Elementary Teachers' Conceptions and Methods of STEM Integration. *Journal of Research in*

- Stem Education*, 4(2), 159–178.
<https://doi.org/10.51355/jstem.2018.43>
- Ashari, L. H., Lestari, W., & Hidayah, T. (2016). Instrumen Penilaian Unjuk Kerja Siswa Smp Kelas VIII dengan Model Peer Assessment Berbasis Android pada Pembelajaran Penjasorkes Dalam Permainan Bola Voli. *Journal of Research and Educational Research Evaluation*, 5(1), 08–20. <https://doi.org/10.15294/jrer.v5i1.14876>
- Charoenmuang, M., Knobloch, N. A., & Tormoehlen, R. (2020). Defining Interdisciplinary Collaboration Based on High School Teachers' Beliefs and Practices of STEM Integration Using a Complex Designed System. *International Journal of Stem Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0201-4>
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The Effects of a <scp>STEM</Scp> Intervention on Elementary Students' Science Knowledge and Skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215–226.
<https://doi.org/10.1111/ssm.12023>
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. SAGE Publications. <https://books.google.co.id/books?id=YcdlPWPJRBcC>
- Cromley, J. G., Perez, T., & Kaplan, A. (2015). Undergraduate STEM Achievement and Retention. *Policy Insights From the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1), 4–11. <https://doi.org/10.1177/2372732215622648>
- Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J., Miller-Friedmann, J., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Hazari, Z. (2012). Out-of-School Time Science Activities and Their Association With Career Interest in STEM. *International Journal of Science Education Part B*, 2(1), 63–79. <https://doi.org/10.1080/21548455.2011.629455>
- Dogru, S., & Yuzbasioglu, F. (2021). Distance STEM Educators' Perceptions of Teachers' Role. *Journal of Education in Science Environment and Health*. <https://doi.org/10.21891/jeseh.990498>
- English, L. D., & King, D. (2015). STEM Learning Through Engineering Design: Fourth-Grade Students' Investigations in Aerospace. *International Journal of Stem Education*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Firdaus, S., & Hamdu, G. (2020). Pengembangan Mobile Learning Video Pembelajaran Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Di Sekolah Dasar. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 7(2), 66–75. <https://doi.org/10.17977/um031v7i22020p066>
- Galindo, J., & Aguilar, S. P. (2019). What Teachers Want: Elementary Teachers' Perceptions of STEM-focused Professional Development. *Jep*. <https://doi.org/10.7176/jep/10-21-14>
- Guetterman, T. C., Babchuk, W. A., Smith, M. H., & Stevens, J. (2017). Contemporary Approaches to Mixed Methods–Grounded Theory Research: A Field-Based Analysis. *Journal of Mixed Methods Research*, 13(2), 179–195. <https://doi.org/10.1177/1558689817710877>
- Hudson, P. B., English, L. D., Dawes, L., King, D., & Baker, S. (2015). Exploring Links Between Pedagogical Knowledge Practices and Student Outcomes in STEM Education for Primary Schools. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(40). <https://doi.org/10.14221/ajte.2015v40n6.8>
- Kanadli, S. (2019). A Meta-Summary of Qualitative Findings About STEM

- Education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959–976. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12162a>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of Stem Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khasanah, A. N., Probosari, R. M., Widoretno, S., & Indriyani, N. Y. (2021). Perception of Natural Sciences' Teacher and Prospective Teacher on Understanding Low Carbon Stem Learning Plan. *Jurnal Atrium Pendidikan Biologi*, 6(4), 263. <https://doi.org/10.24036/apb.v6i4.12236>
- Mansurah, R. (2023). Analisis Persepsi Calon Guru Matematika Terhadap Pembelajaran Berorientasi STEM (Studi Pada Prodi Tadris Matematika UIN Mataram). *JSN Jurnal Sains Natural*, 1(3), 81–86. <https://doi.org/10.35746/jsn.v1i3.390>
- Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary Students' Perceptions of Assessments in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 10(3). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1070a>
- Mohr-Schroeder, M. J., Jackson, C., Miller, M., Walcott, B. L., Little, D. L., Speler, L. G., Schooler, W., & Schroeder, D. C. (2014). Developing Middle School Students' Interests in <sc>STEM</Sc> via Summer Learning Experiences: <sc>S</Sc>ee <sc>B</Sc>lue <sc>STEM C</Sc>amp. *School Science and Mathematics*, 114(6), 291–301. <https://doi.org/10.1111/ssm.12079>
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Kumano, Y. (2018). Analysis of Students' Critical Thinking Skill of Middle School Through STEM Education Project-Based Learning. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 7(1), 54–65. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.10495>
- Navarro, D. R. (2024). Promoting Stem Education in High School Students in Querétaro: Experience and Results of the Stem Club. *International Journal of Human Sciences Research*, 4(15), 2–8. <https://doi.org/10.22533/at.ed.5584152418045>
- Ningsih, T. H. I. (2024). Penerapan Pendekatan Stem Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Sd Di Kabupaten Pasuruan. *Jp2m (Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika)*, 10(2), 342–349. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v10i2.5654>
- Nisa, I. K., Yuliati, L., & Hidayat, A. (2020). Analisis Penguasaan Konsep melalui Pembelajaran Guided Inquiry berbantuan Modul Terintegrasi STEM pada Materi Fluida Dinamis. 809–816.
- Nurcahyo, M. A., & Setyowati, D. (2021). Mobile Learning Bermuatan Science, Technology, Engineering, Mathematics (Stem) Sebagai Upaya Peningkatan Literasi Digital. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 10(2), 185–194. <https://doi.org/10.31571/saintek.v10i2.3187>
- Nurhadiyati, A., Rusdinal, R., & Fitria, Y. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning (PJBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 327–333. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.684>
- Rahmawati, L. E., Juandi, D., & Nurlaelah, E. (2022). Implementasi Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematis. *Aksioma Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2002. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5490>
- Rambe, Y. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap

- Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar IPA Pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 4(1), 341–355. <https://doi.org/10.51574/jrip.v4i1.1372>
- Ramli, M., Dwiastuti, S., Widoretno, S., Prayitno, B. A., Mumpuni, K. E., Prabowo, C. A., Putri, D. S., Majid, A. N. C. A., & Rahayu, R. (2023). Peningkatan Pengetahuan Dan Keterampilan STEM@Home Bagi Guru-Guru Sains Dan Biologi. *Aksiologi Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2). <https://doi.org/10.30651/aks.v7i2.10456>
- Sari, S. U. R., Lestari, R. D., & Kinasih, I. A. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran Pjbl Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Dan Disposisi Matematis Dalam Menyelesaikan Permasalahan Matematika. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 7(2), 61. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v7i2.3634>
- Sheng, J. (2023). Influence of Stem Value Perception on Stem Career Preferences Among Agricultural and Forestry Undergraduates. *Journal of Baltic Science Education*, 22(5), 914–928. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.914>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing Teacher Education and Professional Development Needs for the Implementation of Integrated Approaches to STEM Education. *International Journal of Stem Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Shorten, A., & Smith, J. (2017). Mixed Methods Research: Expanding the Evidence Base. *Evidence-Based Nursing*, 20(3), 74–75. <https://doi.org/10.1136/eb-2017-102699>
- Stupurienė, G., Jevsikova, T., & Juškevičienė, A. (2022). Solving Ecological Problems Through Physical Computing to Ensure Gender Balance in STEM Education. *Sustainability*, 14(9), 4924. <https://doi.org/10.3390/su14094924>
- Suharyani, L. A. (2023). Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA Pada Materi Perubahan Lingkungan Berbasis Strategi Metakognitif. *Practice of the Science of Teaching Journal Jurnal Praktisi Pendidikan*, 2(1), 37–44. <https://doi.org/10.58362/hafecspost.v2i1.30>
- Suprihatin, T. H. D. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Di Kelas v SDN 030 Bagan Jaya. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (Jpdk)*, 3(2), 62–66. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v3i2.1785>
- Tran, Y. (2018). Computer Programming Effects in Elementary: Perceptions and Career Aspirations in STEM. *Technology Knowledge and Learning*, 23(2), 273–299. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9358-z>
- Wahyuni, N. P. (2021). Penerapan Pembelajaran Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Peserta Didik. *Journal of Education Action Research*, 5(1). <https://doi.org/10.23887/jear.v5i1.31554>
- Wang, N. (2023). Gender Differences in High School Students' Interest in STEM Careers: A Multi-Group Comparison Based on Structural Equation Model. *International Journal of Stem Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00443-6>
- Wheeldon, J. (2010). Mapping Mixed Methods Research: Methods, Measures, and Meaning. *Journal of Mixed Methods Research*, 4(2), 87–102. <https://doi.org/10.1177/1558689809358755>
- Widura, I. D. G. S., Bayu, G. W., & Aspini, N. N. A. (2021). Penerapan

- Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 4(2), 190–199. <https://doi.org/10.23887/jippg.v4i2.35695>
- Wright, T. S., & Domke, L. M. (2019). The Role of Language and Literacy in K-5 Science and Social Studies Standards. *Journal of Literacy Research*, 51(1), 5–29. <https://doi.org/10.1177/1086296x18821141>
- Yasifa, A., Hasibuan, N. H., Siregar, P. A., Zakiyah, S., & Anas, N. (2023). Implementasi Pembelajaran STEM pada Materi Ekosistem terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal on Education*, 05(04), 11385–11396. [https://doi.org/ https://doi.org/10.31004/joe.v5i4.2081](https://doi.org/https://doi.org/10.31004/joe.v5i4.2081)
- Yuliardi, R., Firmasari, S., Kusumah, Y. S., Nurjanah, N., Juandi, D., Maizora, S., Sulistiawati, S., Muchlis, E. E., Cipta, E. S., & Payung, Z. (2023). Implementasi Pembelajaran Inovatif Berbasis STEM Dan Digital Learning Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Bagi Guru SD Di Desa Cipondok Kabupaten Kuningan. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 3(2), 499–508. <https://doi.org/10.54082/jamsi.673>
- Zainil, M., Kenedi, A. K., Rahmatina, Indrawati, T., & Handrianto, C. (2022). The Influence of a STEM-Based Digital Classroom Learning Model and High-Order Thinking Skills on the 21st-Century Skills of Elementary School Students in Indonesia. *Journal of Education and E-Learning Research*, 10(1), 29–35. <https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i1.4336>