

Strategi Pembelajaran Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika SD/MI

Iin Gusmana* dan Syamzaimar

Program Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, Institut Sains Al-Qur'an Syekib Ibrahim Pasir Pangaraian, Rokan Hulu, Indonesia

**E-mail: iingusmana@isqsyekibrahim.ac.id*

ABSTRACT. Mathematical problem solving skills are essential competencies in primary education, yet many elementary school students still struggle to understand concepts and apply them effectively. The STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach offers an alternative learning strategy that is more applicable and contextual to address these challenges. This study aims to analyze the effectiveness of STEM based learning in improving students' mathematical problem-solving abilities. The research employed a mixed methods approach with an explanatory sequential design, beginning with the collection of quantitative data through problem solving tests, followed by qualitative data from classroom observations and interviews with teachers and students. The research subjects were fifthgrade students at MIN 3 Rokan Hulu. The results indicate that students who participated in STEM-based learning experienced a significant improvement in their problem-solving skills compared to the control group. STEM learning also fostered active engagement, critical thinking, and deeper understanding of mathematical concepts. Nevertheless, the implementation of STEM-based learning faced challenges such as limited facilities, insufficient teacher training, and technical constraints in the field. Therefore, ongoing support in resource development and teacher capacity building is crucial for the optimal implementation of STEM strategies in primary school settings.

Keywords: STEM; problem solving; mathematics learning; elementary school, islamic elementary school

ABSTRAK. Kemampuan pemecahan masalah matematika merupakan kompetensi kunci dalam pendidikan dasar, namun banyak siswa SD/MI masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan menerapkannya secara efektif. Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) menawarkan alternatif strategi pembelajaran yang aplikatif dan kontekstual untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Metode yang digunakan adalah mixed methods dengan desain *explanatory sequential*, yang diawali dengan pengumpulan data kuantitatif melalui tes kemampuan pemecahan masalah, dilanjutkan dengan data kualitatif berupa observasi kelas dan wawancara guru serta siswa. Subjek penelitian adalah siswa kelas V di MIN 3 Rokan Hulu. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis STEM mengalami peningkatan kemampuan pemecahan masalah secara signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Pembelajaran STEM juga mendorong keterlibatan aktif, pemikiran kritis, dan pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi matematika. Meskipun demikian, implementasi pembelajaran STEM menghadapi kendala seperti keterbatasan fasilitas, kurangnya pelatihan guru, dan tantangan teknis di lapangan. Oleh karena itu, dukungan berkelanjutan dalam pengembangan sumber daya dan pelatihan pendidik sangat diperlukan agar strategi STEM dapat diimplementasikan secara optimal di lingkungan SD/MI.

Kata kunci: STEM; pemecahan masalah; pembelajaran matematika, Sekolah Dasar

PENDAHULUAN

Pelajaran matematika di tingkat dasar memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk dasar kemampuan berpikir logis dan kritis siswa, karena pada tahap inilah siswa mulai diperkenalkan dengan konsep-konsep dasar seperti angka, operasi hitung, pola, serta pemecahan masalah sederhana yang menjadi fondasi bagi pembelajaran matematika di jenjang yang lebih tinggi (Diana & Turmudi, 2021). Menurut (Dinda et al., 2021) melalui pembelajaran matematika, siswa dilatih untuk menganalisis permasalahan, menarik kesimpulan, serta membuat keputusan secara rasional dan sistematis. Kemampuan-kemampuan ini tidak hanya berguna dalam memahami materi matematika semata, tetapi juga sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari dan dalam pelajaran lain yang memerlukan penalaran logis (Ginanjari & Widayanti, 2018). Oleh karena itu, penguatan pembelajaran matematika di tingkat dasar sangat penting untuk membentuk karakter siswa yang cermat, tekun, dan mampu berpikir secara terstruktur sejak dini.

Dalam proses pembelajaran matematika, sering kali ditemukan gejala-gejala seperti rendahnya minat siswa terhadap materi yang diajarkan, kurangnya keterkaitan antara konsep matematika dengan kehidupan nyata, serta dominannya metode pembelajaran yang bersifat teoritis dan kurang kontekstual. Siswa cenderung mengalami kesulitan dalam memahami konsep abstrak karena tidak diberikan kesempatan untuk menerapkannya dalam situasi nyata. Selain itu, aktivitas belajar yang monoton dan minim eksplorasi teknologi menyebabkan siswa menjadi pasif dan tidak termotivasi untuk berpikir kreatif serta kritis. Kondisi ini menunjukkan perlunya penerapan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) yang mampu mengintegrasikan pembelajaran matematika dengan dunia nyata melalui proyek-proyek aplikatif, penggunaan teknologi, dan kolaborasi lintas disiplin ilmu untuk meningkatkan pemahaman konseptual serta keterampilan problem solving siswa.

Pendekatan STEM telah banyak diakui sebagai salah satu metode pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa secara efektif (Damayanti & Kelana, 2025; Jihanifa et al., 2023; Khotimah et al., 2023; Mustofa & Wahyuni, 2023; Pandiangan & Lubis, 2024; Priyani, 2024). Pembelajaran berbasis STEM menekankan integrasi antar disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika, yang diterapkan dalam konteks masalah kehidupan nyata (Lianti et al., 2023). Namun, meskipun beberapa penelitian telah menunjukkan potensi positif dari pendekatan ini, masih terdapat tantangan signifikan dalam implementasinya di sekolah dasar, terutama dalam pembelajaran matematika (Muyassarrah et al., 2019). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika di SD/MI.

Pembelajaran berbasis STEM bertujuan untuk mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan dalam empat disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika, melalui proyek-proyek berbasis masalah yang relevan dengan kehidupan nyata. Oleh karena itu, pendekatan STEM sangat berpotensi meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa dalam berbagai mata pelajaran, termasuk matematika (Novikasari, 2018). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan STEM dalam pembelajaran matematika memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa. Misalnya, penelitian oleh (Sulistiyawati et al., 2021) menemukan bahwa penggunaan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. Selain itu, (Yanni, 2018) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat memotivasi siswa untuk lebih aktif dalam belajar, dengan memberikan kesempatan kepada mereka untuk menghubungkan materi pelajaran dengan konteks dunia nyata.

Namun, meskipun banyak penelitian yang mendukung efektivitas STEM, terdapat kesenjangan yang perlu diatasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kurangnya pelatihan guru, keterbatasan fasilitas, dan waktu yang terbatas menjadi hambatan utama dalam penerapan STEM di sekolah dasar (Sriyanto, 2022). Bahkan, ada juga ketidakkonsistenan antara hasil penelitian terkait dampak pendekatan STEM terhadap siswa. Beberapa studi menunjukkan hasil yang sangat positif, sementara yang lain tidak menemukan perubahan yang signifikan dalam kemampuan pemecahan

masalah siswa setelah menggunakan STEM. Hal ini menunjukkan adanya kontroversi dalam literatur yang ada mengenai efektivitas STEM dalam pendidikan dasar (Suardi, 2020).

Meski banyak penelitian yang mengkaji penerapan STEM dalam pembelajaran di berbagai tingkat pendidikan, penelitian yang berfokus pada implementasi STEM dalam konteks pembelajaran matematika di SD/MI masih sangat terbatas. Selain itu, meskipun ada penelitian yang menyatakan manfaat STEM, beberapa penelitian lain belum memberikan analisis mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan atau kegagalan penerapan STEM, khususnya di Indonesia. Keterbatasan penelitian ini menjadi kesempatan untuk melakukan kajian lebih mendalam, terutama terkait dengan faktor-faktor seperti ketersediaan fasilitas, kompetensi guru, dan kebijakan kurikulum yang ada di SD/MI. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang lebih terperinci mengenai strategi implementasi STEM dalam pembelajaran matematika dan dampaknya terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa di tingkat sekolah dasar (Sulistiyawati et al., 2021).

Penelitian ini mengangkat beberapa pertanyaan utama yang akan dikaji, yaitu: Bagaimana konsep pembelajaran berbasis STEM dapat diterapkan dalam pembelajaran matematika di SD/MI? , Apa saja strategi implementasi STEM yang efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa? dan faktor-faktor apa saja yang mendukung atau menghambat penerapan STEM dalam pembelajaran matematika di SD/MI. Penelitian ini dilakukan di MIN 3 Rokan Hulu dengan dua kelas yang terlibat: Kelas eksperimen yang mengimplementasikan pembelajaran berbasis STEM dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Unit analisis yang digunakan adalah kemampuan pemecahan masalah matematika siswa, yang diukur melalui tes pra dan pasca dan dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan model *explanatory sequential design*. Artinya, penelitian diawali dengan pengumpulan dan analisis data kuantitatif untuk melihat efektivitas strategi pembelajaran berbasis STEM, yang kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data kualitatif guna mendalami dan menjelaskan hasil kuantitatif secara lebih komprehensif. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh gambaran yang utuh, baik dari sisi hasil numerik maupun pengalaman belajar siswa secara langsung. Dari segi jenis, pendekatan kuantitatif menggunakan desain *quasi-experimental* dengan model *non-equivalent control group design*. Dua kelas V di MIN 3 Rokan Hulu dijadikan sampel, di mana satu kelas berperan sebagai kelompok eksperimen (mengikuti pembelajaran berbasis STEM), dan satu kelas lainnya sebagai kelompok kontrol (mengikuti pembelajaran konvensional). Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling dengan mempertimbangkan beberapa kriteria, antara lain: 1) Sekolah memiliki dua kelas paralel yang setara dari segi jumlah siswa dan kemampuan awal; 2) Guru kelas bersedia bekerja sama dan melaksanakan strategi pembelajaran sesuai desain penelitian; 3) Lokasi sekolah mudah diakses peneliti selama proses pelaksanaan penelitian.

Materi yang dijadikan fokus pembelajaran adalah “Bangun Datar dan Pengukuran Sederhana”, yang dianggap tepat untuk diintegrasikan dengan pendekatan STEM karena berkaitan langsung dengan aktivitas visual, logika spasial, pengukuran, dan penerapan dalam kehidupan nyata. Di kelas eksperimen, siswa belajar melalui pendekatan interdisipliner yang menggabungkan elemen Science, Technology, Engineering, dan Mathematics. Misalnya, siswa diajak membuat denah rumah sederhana, merancang taman mini, dan mengukur luas atau keliling ruang kelas sebagai bagian dari proyek pembelajaran. Proyek-proyek ini dilakukan dalam kelompok kecil untuk menumbuhkan kolaborasi. Teknologi sederhana digunakan dalam kegiatan pembelajaran, seperti pemanfaatan geogebra, video pembelajaran dari youtube, dan google form untuk latihan maupun evaluasi. Alat bantu seperti proyektor dan smartphone digunakan secara bergantian oleh guru dan siswa. Guru berperan sebagai fasilitator yang mendorong eksplorasi, diskusi, dan pemecahan masalah. Sebaliknya, di kelas kontrol, pembelajaran dilakukan secara konvensional, yaitu melalui ceramah,

penjelasan konsep, latihan soal, dan tanya jawab sederhana tanpa penerapan proyek atau teknologi interaktif.

Instrumen utama dalam pengumpulan data kuantitatif adalah tes kemampuan pemecahan masalah matematika. Tes kemampuan pemecahan masalah terdiri dari 5 soal uraian terbuka berdasarkan langkah Polya, yakni: memahami masalah, merencanakan strategi, menyelesaikan, dan mengevaluasi hasil. Sebelum digunakan, soal divalidasi oleh seorang dosen pendidikan matematika dan satu guru senior. Soal juga diuji coba kepada siswa kelas V dari sekolah yang tidak menjadi subjek penelitian. Hasil uji coba menunjukkan validitas logis yang baik dan reliabilitas dengan koefisien $r > 0,7$ (kategori tinggi). Lembar observasi digunakan untuk mengamati dan mencatat keaktifan siswa selama pembelajaran berlangsung. Observasi dilakukan oleh dua orang observer. Terdapat 5 indikator utama dalam lembar observasi yaitu keaktifan dalam diskusi kelompok, kemampuan siswa memecahkan masalah, keterlibatan dalam eksperimen/proyek, kerjasama dalam kelompok, antusiasme mengikuti pembelajaran. Setiap indikator dinilai menggunakan skala Likert 1-5. Untuk mendalami hasil kuantitatif, peneliti melakukan wawancara semi-terstruktur terhadap guru kelas V dan 6 siswa dari kelompok eksperimen. Wawancara bertujuan untuk menggali persepsi dan pengalaman mereka selama mengikuti pembelajaran berbasis STEM. Pertanyaan yang diajukan mencakup aspek seperti persepsi siswa terhadap keasyikan dan tantangan belajar dengan pendekatan STEM, manfaat yang dirasakan dalam memahami konsep matematika, hambatan yang dihadapi selama proses pembelajaran berlangsung. Dokumentasi berupa foto kegiatan, rekaman video pembelajaran, hasil proyek siswa, serta dokumen hasil belajar digunakan sebagai data pendukung untuk memperkaya deskripsi hasil.

Analisis inferensial menggunakan uji t independent sample untuk mengetahui signifikansi perbedaan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kontrol. Hasil observasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung rata-rata skor tiap indikator dan total keseluruhan. Selain itu, catatan deskriptif yang ditulis observer digunakan untuk mengidentifikasi pola perilaku siswa dan mendukung interpretasi data kuantitatif. Wawancara direkam dan ditranskrip secara verbatim. Selanjutnya dilakukan reduksi data, pemberian kode, dan pengelompokan tema. Beberapa tema utama yang diangkat antara lain: persepsi terhadap proyek, pengalaman kolaboratif, dan motivasi belajar. Analisis dilakukan dengan pendekatan analisis tematik, untuk menafsirkan makna dari pengalaman informan.

Untuk menjaga validitas dan memperkuat hasil temuan, seluruh data dari tes, observasi, dan wawancara dianalisis secara triangulatif. Data kuantitatif memberikan bukti numerik mengenai efektivitas strategi STEM, sementara data kualitatif memberikan gambaran tentang proses, pengalaman, dan persepsi siswa serta guru terhadap pembelajaran yang dilakukan. Melalui pendekatan mixed methods dengan explanatory sequential design ini, diharapkan hasil penelitian mampu menjawab pertanyaan tentang efektivitas pendekatan STEM secara objektif, sekaligus memberikan pemahaman yang mendalam tentang praktik dan dinamika penerapannya di lapangan. Pendekatan ini memungkinkan peneliti tidak hanya mengukur dampak, tetapi juga menjelaskan bagaimana dan mengapa strategi tersebut berhasil atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep Pembelajaran Berbasis STEM Dapat Diterapkan Dalam Pembelajaran Matematika di SD/MI

Pembelajaran berbasis STEM dalam konteks pelajaran matematika di SD/MI mengacu pada pendekatan interdisipliner, yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk membangun pemahaman siswa yang lebih aplikatif dan relevan dengan kehidupan nyata (Sumarni et al., 2019). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di MIN 3 Rokan Hulu, penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika dilakukan melalui tiga karakteristik utama: *pertama*, kontekstualisasi materi matematika melalui aktivitas rancang bangun. Guru mengaitkan

konsep matematika dengan aktivitas nyata seperti merancang denah rumah sederhana atau model taman mini. Aktivitas ini mendorong siswa untuk menggunakan pengetahuan tentang bangun datar, pengukuran, dan perhitungan luas dalam menyelesaikan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Kedua, eksplorasi dan pemecahan masalah secara mandiri dan kelompok. Dalam proses pembelajaran, siswa dihadapkan pada tantangan atau persoalan terbuka yang menuntut mereka untuk mencari solusi melalui diskusi kelompok. Misalnya, mereka diminta menghitung jumlah ubin yang dibutuhkan untuk menutup lantai kelas, berdasarkan ukuran ubin dan luas permukaan, tanpa diberi rumus secara langsung. Ini menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah. *Ketiga*, pemanfaatan teknologi sederhana untuk mendukung visualisasi dan pemahaman. Penggunaan media berbasis teknologi seperti geogebra, video interaktif, dan google form mendukung siswa dalam memahami konsep-konsep geometri secara visual dan interaktif. Teknologi ini tidak hanya mempermudah penyampaian materi, tetapi juga meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa. Dengan ketiga karakteristik tersebut, pembelajaran matematika menjadi lebih bermakna dan menarik bagi siswa. Mereka tidak hanya memahami rumus dan prosedur, tetapi juga mampu mengaitkan matematika dengan situasi nyata, berpikir kreatif, serta berkolaborasi untuk menemukan solusi yang tepat. Berikut data hasil observasi aktivitas siswa dalam pembelajaran dengan penerapan STEM:

Tabel. 1. Hasil Observasi Aktivitas Siswa

Aspek yang Diamati	Skor Rata-rata (Skala 1–4)	Kategori
Keaktifan siswa dalam diskusi kelompok	3,6	Sangat Baik
Kemampuan siswa menyelesaikan tugas	3,4	Baik
Keterlibatan dalam eksperimen/proyek	3,7	Sangat Baik
Kerja sama dalam kelompok	3,5	Baik
Antusiasme mengikuti pembelajaran	3,8	Sangat Baik

Secara umum, siswa menunjukkan keterlibatan yang tinggi selama pembelajaran berbasis STEM berlangsung. Mereka tampak antusias, aktif berdiskusi, dan mampu bekerja sama dengan baik dalam menyelesaikan proyek. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan STEM mampu menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan mendorong siswa berpikir aktif serta kritis. Observasi dalam penelitian ini dilakukan oleh tiga pihak yang memiliki peran strategis dalam menjamin keakuratan dan objektivitas data. Ketiga observer tersebut terdiri dari: 1) Peneliti bertindak sebagai observer utama, peneliti mencatat seluruh proses pembelajaran yang berlangsung di kelas eksperimen. Fokus observasi diarahkan pada perilaku siswa selama kegiatan STEM, seperti keterlibatan dalam diskusi kelompok, respon terhadap tantangan kontekstual, serta kemampuan menerapkan konsep matematika dalam proyek sederhana; 2) Guru mata pelajaran matematika kelas V membantu melakukan pengamatan dari perspektif pedagogis, terutama dalam aspek pemahaman materi, keterampilan pemecahan masalah siswa, serta dinamika interaksi siswa selama pembelajaran berlangsung; 3) Observer eksternal sebagai pihak independen, observasi juga dilakukan oleh dua orang profesional, yaitu satu dosen pendidikan matematika dari perguruan tinggi dan satu guru senior dari sekolah lain. Keduanya memiliki pemahaman mendalam tentang teknik observasi pembelajaran dan bertugas untuk menjaga objektivitas serta memberikan sudut pandang yang lebih luas terhadap jalannya proses pembelajaran.

Ketiga observer menggunakan instrumen lembar observasi yang sama, yang disusun berdasarkan enam indikator keterlibatan siswa dalam pembelajaran berbasis STEM. Lembar tersebut menggunakan skala Likert 1-5 dan mencakup aspek seperti partisipasi diskusi, kemandirian, kreativitas dalam proyek, hingga kemampuan berkolaborasi. Hasil observasi dari ketiga pihak kemudian direkap, dibandingkan, dan dirata-ratakan untuk mendapatkan gambaran yang lebih valid dan komprehensif mengenai keterlibatan serta respons siswa terhadap pendekatan STEM selama

kegiatan pembelajaran matematika berlangsung. Untuk mengukur perubahan dalam kemampuan pemecahan masalah matematika siswa menggunakan *pretest* dan *posttest*. Berikut adalah ringkasan data skor rata-rata *pretest* dan *posttest* dari kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Tabel 2. Rata-Rata *Pretest* dan *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelompok	<i>Pretest</i> (Rata-rata Skor)	<i>Posttest</i> (Rata-rata Skor)	Peningkatan (%)
Eksperimen	58,4	82,7	41,6%
Kontrol	59,1	67,5	14,1%

Dari tabel di atas, terlihat bahwa kelompok eksperimen mengalami peningkatan skor 41,6%, sedangkan kelompok kontrol hanya mengalami peningkatan 14,1%. Ini menunjukkan bahwa pendekatan STEM memiliki dampak yang lebih signifikan dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Selain itu, hasil uji statistik menggunakan uji-t independent menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *posttest* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, yang mengonfirmasi efektivitas pembelajaran berbasis STEM. Penggunaan uji-t berfungsi untuk menguji signifikansi perbedaan hasil antara *pretest* dan *posttest* dalam masing-masing kelompok (uji t berpasangan/paired sample t-test), dan *posttest* antara kelompok eksperimen dan kontrol (uji t independen/independent sample t-test).

Uji t berpasangan digunakan untuk mengetahui apakah ada peningkatan signifikan pada kemampuan pemecahan masalah setelah perlakuan dalam satu kelompok. Uji t berpasangan pada kelompok eksperimen digunakan untuk menguji apakah peningkatan dari 58,4 ke 82,7 secara statistik signifikan. Jika hasil uji menunjukkan nilai $p < 0,05$, maka peningkatan dianggap signifikan, artinya metode STEM efektif. Pada kelompok kontrol juga diuji apakah peningkatan dari 59,1 ke 67,5 signifikan. Jika tidak signifikan, bisa disimpulkan bahwa metode konvensional tidak memberikan dampak besar terhadap hasil belajar.

Uji t Independen digunakan untuk membandingkan hasil *posttest* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Tujuannya untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jika nilai $p < 0,05$, maka perbedaan antara kelompok eksperimen (82,7) dan kelompok kontrol (67,5) dianggap signifikan. Artinya, metode STEM lebih efektif dibanding metode konvensional. Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan sebesar 41,6%, hal ini sangat besar dibanding kelas kontrol yang hanya 14,1%. Uji t akan memastikan apakah perbedaan ini secara statistik bermakna, bukan hanya kebetulan.

Berdasarkan hasil tes dan observasi selama penelitian, ditemukan bahwa siswa yang belajar menggunakan pendekatan STEM 1) lebih aktif dan terlibat dalam proses pembelajaran karena mereka mengerjakan proyek berbasis masalah yang relevan dengan kehidupan nyata; 2) mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis karena mereka harus mengintegrasikan konsep-konsep matematika dengan sains, teknologi, dan teknik untuk menyelesaikan masalah yang diberikan; 3) lebih memahami konsep matematika karena pembelajaran berbasis STEM tidak hanya memberikan teori tetapi juga implementasi yang konkret melalui eksperimen dan aktivitas berbasis proyek; 4) meningkatkan motivasi belajar karena siswa merasa bahwa matematika bukan sekadar angka dan rumus, tetapi sesuatu yang dapat diterapkan dalam dunia nyata. Sebagai contoh, dalam salah satu proyek STEM, siswa diminta untuk merancang jembatan sederhana menggunakan bahan yang tersedia (kertas, sedotan, lem, dan tali). Dalam proses ini, siswa harus menghitung beban maksimum yang bisa ditahan jembatan menggunakan rumus gaya dan keseimbangan. Proyek semacam ini memungkinkan siswa untuk melihat langsung aplikasi matematika dalam dunia nyata.

Selain itu, selama proses pembelajaran menunjukkan bahwa siswa dalam kelompok eksperimen lebih sering bertanya dan mendiskusikan konsep dengan teman dan guru, menggunakan

strategi trial and error dalam menyelesaikan permasalahan matematika, menunjukkan sikap eksploratif dan ingin tahu terhadap permasalahan yang diberikan, dan bekerja sama dalam kelompok untuk menemukan solusi. Misalnya, dalam sesi pembelajaran yang membahas pengukuran dan skala, siswa diminta untuk membuat model miniatur bangunan berdasarkan ukuran sebenarnya. Aktivitas ini mendorong mereka untuk berpikir secara logis dan kreatif dalam menentukan skala dan proporsi yang tepat. Selain itu, observasi menunjukkan bahwa siswa lebih berani mencoba solusi alternatif dan tidak takut untuk melakukan kesalahan. Hal ini berbeda dengan kelompok kontrol, di mana siswa cenderung lebih pasif dan menunggu arahan guru tanpa banyak eksplorasi mandiri.

Peran guru dalam implementasi STEM sangat krusial. Selama penelitian, ditemukan bahwa guru dalam kelompok eksperimen yaitu: 1) menggunakan metode pembelajaran berbasis proyek dan eksplorasi; 2) mendorong siswa untuk bekerja dalam kelompok dan berdiskusi; 3) memberikan pertanyaan terbuka untuk memancing pemikiran kritis siswa; 4) menyediakan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk eksperimen dan proyek STEM. Ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Viyanti et al., 2021). Namun, dalam penelitian lainnya didapat informasi bahwa beberapa guru juga mengungkapkan mereka mengalami kesulitan dalam menerapkan pembelajaran berbasis STEM, terutama dalam hal: 1) kurangnya pelatihan terkait STEM; 2) keterbatasan waktu dalam kurikulum untuk eksplorasi mendalam; 3) kurangnya fasilitas pendukung seperti laboratorium atau alat peraga (Widiyatmoko et al., 2022). Guru yang lebih berpengalaman dengan pendekatan STEM lebih mudah mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam pembelajaran, sedangkan guru yang kurang familiar sering kali mengalami kesulitan dalam menyusun skenario pembelajaran yang menarik.

Strategi Implementasi STEM yang Efektif dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika

Pengukuran efektivitas pendekatan pembelajaran berbasis STEM dalam penelitian ini dilakukan melalui uji *pretest* dan *posttest* terhadap dua kelompok siswa, yaitu kelompok eksperimen yang mengikuti pembelajaran berbasis STEM dan kelompok kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Hasil analisis data menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan pada kemampuan pemecahan masalah matematika siswa di kelas eksperimen. Rata-rata skor siswa meningkat sebesar 41,6%, sedangkan pada kelompok kontrol hanya terjadi peningkatan sebesar 14,1%. Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan STEM secara nyata mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami dan menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah matematika secara lebih baik dibandingkan pendekatan konvensional.

Pembelajaran berbasis STEM dalam konteks pelajaran matematika di SD/MI mengacu pada pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk membangun pemahaman siswa yang lebih aplikatif dan relevan dengan kehidupan nyata (Sumarni et al., 2019). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, pendekatan STEM yang diterapkan guru melibatkan tiga bentuk strategi utama dalam pelaksanaan di kelas: *Pertama*, pemberian tugas berbasis proyek konkret, siswa diberikan tugas yang menuntut mereka menerapkan konsep matematika dalam konteks nyata. Contohnya, mereka diminta merancang denah rumah sederhana, menghitung luas area taman, atau membuat model lantai kelas berdasarkan ukuran ubin. Kegiatan ini merangsang kemampuan berpikir logis dan keterampilan pengukuran secara kontekstual. *Kedua*, Eksplorasi mandiri dan kolaboratif guru memberikan tantangan berbasis masalah yang mendorong siswa untuk menemukan solusi secara mandiri maupun dalam kelompok. Misalnya, siswa diminta menentukan jumlah ubin yang dibutuhkan untuk menutupi lantai kelas berdasarkan pengukuran aktual. Kegiatan ini memperkuat pemahaman konsep luas serta menumbuhkan kemampuan berpikir analitis. *Ketiga*, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika, guru dan siswa memanfaatkan teknologi sederhana untuk menunjang pemahaman pemecahan masalah. Penggunaan aplikasi seperti Geogebra, video pembelajaran interaktif dari youtube, dan kuis digital melalui google form atau quizizz menjadi bagian dari aktivitas harian di kelas eksperimen. Hal ini memperkuat visualisasi konsep serta meningkatkan keterlibatan siswa. Ketiga strategi tersebut muncul secara alami dalam

proses implementasi pendekatan STEM, tanpa menggunakan model pembelajaran tertentu secara formal. Namun, kegiatan tersebut terbukti mampu meningkatkan keterlibatan dan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa berdasarkan hasil evaluasi formatif dan sumatif yang dilakukan selama proses pembelajaran.

Teknologi memainkan peran penting dalam membantu siswa memahami konsep yang abstrak dan kompleks dalam matematika. Contoh Implementasinya, geogebra digunakan untuk membantu siswa memahami transformasi geometri (rotasi, refleksi, dan translasi). Penggunaan geogebra di Kelas SD mencakup materi: 1) konsep geometri mengenalkan bentuk-bentuk seperti segitiga, persegi, lingkaran. Siswa bisa menggambar sendiri bangun datar dan melihat perubahan ketika panjang sisi diubah; 2) Operasi hitung dan koordinat memvisualkan garis bilangan untuk penjumlahan/pengurangan. Mengenalkan koordinat (x, y) dengan aktivitas tarik-titik; 3) Pengenalan simetri dan refleksi, siswa bisa mencoba membuat simetri lipat dan melihat efek pantulan cermin secara digital; 4) Eksperimen sederhana menghitung luas dan keliling sambil menggeser sisi bangun datar secara langsung untuk melihat bagaimana perubahan bentuk mempengaruhi ukuran. Cara pelaksanaannya model guru-demo-siswa-coba. Guru menunjukkan cara menggunakan geogebra di proyektor atau layar. Siswa mencoba di perangkat masing-masing (jika tersedia) atau secara berkelompok. geogebra juga bisa dijadikan tugas rumah jika siswa memiliki akses HP di rumah.

Siswa yang menggunakan teknologi cenderung lebih cepat memahami konsep geometri dan aljabar dibandingkan siswa yang hanya menggunakan metode manual. Teknologi juga meningkatkan motivasi siswa, karena mereka merasa bahwa matematika lebih menarik dan menyenangkan (Zainal, 2022). Pembelajaran STEM berbasis kolaborasi memungkinkan siswa untuk berdiskusi, berbagi ide, dan mengembangkan solusi secara bersama-sama. Dalam materi statistika, siswa bekerja dalam kelompok untuk mengumpulkan data cuaca selama satu minggu, menganalisis pola, dan menyajikan hasilnya dalam bentuk grafik. Siswa yang bekerja dalam kelompok menunjukkan peningkatan dalam komunikasi dan kerja sama tim. Mereka juga lebih mudah memahami konsep karena dapat belajar dari perspektif teman sekelompoknya (Adi, 2020).

Faktor Pendukung dan Penghambat Penerapan STEM dalam Pembelajaran Matematika di SD/MI

Berdasarkan wawancara dengan guru dan observasi di kelas, ditemukan dua kategori faktor utama yang memengaruhi keberhasilan penerapan STEM dalam pembelajaran matematika. *Pertama*, faktor pendukung yaitu 1) Dukungan dari sekolah, sekolah yang menyediakan laboratorium, perangkat teknologi, dan alat peraga memungkinkan penerapan STEM berjalan lebih efektif; 2) Antusiasme siswa, banyak siswa lebih tertarik belajar matematika melalui pendekatan eksploratif dibandingkan dengan metode ceramah biasa; 3) Kesiapan guru, guru yang telah mendapatkan pelatihan STEM mampu menyusun strategi pembelajaran yang lebih inovatif dan aplikatif.

Kedua, faktor penghambat yaitu: 1) Kurangnya pelatihan guru, beberapa guru masih kesulitan mengintegrasikan konsep STEM secara efektif karena kurangnya pelatihan dan pengalaman; 2) Keterbatasan fasilitas, sekolah di daerah tertentu tidak memiliki laboratorium komputer atau alat peraga yang cukup untuk menunjang pembelajaran STEM; 3) Perbedaan kesiapan siswa, tidak semua siswa siap dengan pendekatan berbasis eksplorasi. Beberapa siswa masih terbiasa dengan metode hafalan, sehingga perlu waktu lebih lama untuk beradaptasi dengan pendekatan STEM.

Konsep STEM dapat diterapkan dalam pembelajaran matematika di SD/MI dengan mengaitkan konsep matematika dengan fenomena kehidupan nyata, memanfaatkan teknologi, dan menerapkan pendekatan berbasis proyek. Strategi yang terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika meliputi Problem Based Learning (PBL), penggunaan teknologi, dan pembelajaran kolaboratif. Keberhasilan penerapan STEM dipengaruhi oleh dukungan sekolah, kesiapan guru, dan fasilitas yang tersedia, sementara kendalanya meliputi kurangnya pelatihan guru, keterbatasan fasilitas, dan perbedaan kesiapan siswa (Ananingtyas et al., 2022).

Temuan ini menguatkan kesimpulan bahwa pembelajaran berbasis STEM berpotensi menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa SD/MI. Namun, keberhasilan implementasinya sangat bergantung pada kesiapan lingkungan belajar. Oleh karena itu, upaya untuk memperkuat dukungan sarana, meningkatkan kompetensi guru, dan menyesuaikan strategi dengan karakteristik siswa perlu menjadi bagian dari rencana pengembangan berkelanjutan. Dengan perencanaan dan pelaksanaan yang matang, pendekatan STEM dapat dioptimalkan sebagai solusi inovatif dalam pembelajaran matematika di tingkat dasar (Ardiansyah et al., 2020).

Namun, meskipun ada tantangan ini, hasil penelitian menunjukkan bahwa manfaat dari penerapan STEM jauh lebih besar dibandingkan dengan tantangannya. Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh (Faoziyah, 2021; Hikmah et al., 2024; Siregar & Siregar, 2024; Sudiansyah et al., 2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. Selain itu, penelitian oleh Arif & Salsabila (2022) juga menunjukkan bahwa pendekatan STEM dapat meningkatkan minat siswa terhadap matematika dan sains dengan cara yang lebih aplikatif. Namun, penelitian ini juga menemukan bahwa tanpa dukungan fasilitas dan pelatihan yang memadai, efektivitas STEM bisa menjadi lebih rendah dibandingkan yang diharapkan. Ini menjadi catatan penting bagi pengembang kurikulum dan kebijakan pendidikan untuk lebih memperhatikan infrastruktur pendukung dalam implementasi STEM di sekolah dasar (Nugraheni et al., 2022).

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM dalam matematika di tingkat SD/MI memiliki dampak yang positif dalam meningkatkan: kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa, keterampilan pemecahan masalah, motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran dan pemahaman konsep matematika secara lebih aplikatif. Oleh karena itu, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pendekatan STEM sebaiknya diintegrasikan lebih luas dalam kurikulum pendidikan dasar. Selain itu, diperlukan pelatihan intensif bagi guru serta penyediaan fasilitas yang mendukung agar implementasi STEM dapat berjalan lebih efektif.

KESIMPULAN

Dari penjelasan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa Pembelajaran berbasis STEM dalam konteks pelajaran matematika di SD/MI telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Pendekatan ini mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika, sehingga pembelajaran menjadi lebih aplikatif dan relevan dengan kehidupan nyata. Dari hasil penelitian, ditemukan bahwa pendekatan STEM diimplementasikan melalui tiga metode utama, yaitu pembelajaran berbasis proyek (PBL), pembelajaran berbasis eksplorasi, dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika. Beberapa temuan utama yang diperoleh dari penelitian ini meliputi, siswa lebih aktif dan terlibat dalam proses pembelajaran karena mereka mengerjakan proyek berbasis masalah yang relevan dengan kehidupan nyata, kemampuan berpikir kritis dan analitis meningkat karena mereka harus mengintegrasikan konsep matematika dengan disiplin ilmu lain untuk menyelesaikan masalah yang diberikan, pemahaman konsep matematika lebih baik, karena pembelajaran berbasis STEM tidak hanya memberikan teori, tetapi juga implementasi konkret melalui eksperimen dan aktivitas berbasis proyek dan motivasi belajar meningkat, karena siswa melihat bahwa matematika bukan sekadar angka dan rumus, tetapi memiliki aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Namun, meskipun memiliki banyak manfaat, implementasi STEM juga menghadapi beberapa kendala, seperti kurangnya pelatihan guru, keterbatasan fasilitas sekolah, serta perbedaan kesiapan siswa dalam menerima metode pembelajaran berbasis eksplorasi dan proyek. Selain itu, penerapan STEM memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode konvensional karena eksplorasi dan eksperimen membutuhkan persiapan yang matang.

REFERENSI

- Adi, D. W. (2020). “Pacul” Alat Tradisional untuk Pembelajaran IPA Terpadu Berbasis STEM. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.20961/inkuiiri.v9i2.50081>
- Ananingtyas, R. S. A., Sakti, R. E., Hakim, M. H., & Putra, F. N. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino pada Pembelajaran STEM dalam Meningkatkan Literasi Sains dan Digital. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.28926/briliant.v7i1.795>
- Ardiansyah, R., Diella, D., & Suhendi, H. Y. (2020). Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Abad 21 Dengan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM Bagi Guru IPA. *Jurnal Publikasi Pendidikan*, 10(1), 31. <https://doi.org/10.26858/publikan.v10i1.12172>
- Arif, S. A., & Salsabila, M. I. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran Kooperatif Jigsaw Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematic) Terhadap Kemampuan Metakognisi. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.3.822-831>
- Damayanti, A., & Kelana, J. B. (2025). Model STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Journal of Professional Elementary Education*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.46306/jpee.v4i1.95>
- Diana, N., & Turmudi, T. (2021). Teachers’ Rediness in Developing STEM based Module to Support Teaching and Learning in the 21st Century. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v11i02.11720>
- Dinda, D., Ambarita, A., Herpratiwi, H., & Nurhanurawati, N. (2021). Pengembangan LKPD Matematika Berbasis PBL untuk Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3712–3722. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1439>
- Faoziyah, N. (2021). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Melalui Pendekatan STEM Berbasis PBL. *Pasundan Journal of Mathematics Education : Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.23969/pjme.v11i1.3942>
- Ginanjari, A. Y., & Widayanti, W. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Multiliterasi untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis Siswa di SD/MI. *Primary: Jurnal Keilmuan Dan Kependidikan Dasar*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.32678/primary.v10i02.1283>
- Hikmah, M. S., Sugiman, S., & Munahefi, D. N. (2024). Penerapan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis dan Pemecahan Masalah. *PRISMA: Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 944–950.
- Jihanifa, F. A., Sumaji, S., & Riswari, L. A. (2023). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Melalui Model Problem Based Learning Berbasis STEAM Berbantuan Media MONKABICO. *EQUALS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(2), 116–128. <https://doi.org/10.46918/equals.v6i2.1936>
- Khotimah, R. P., Pratiwi, A. S. R., & Pratiwi, I. I. (2023). Pelatihan Pembelajaran Matematika Berbasis STEM Bagi Guru SMA/SMK/MA Muhammadiyah Surakarta. *Reswara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.46576/rjpkkm.v4i1.2514>
- Lianti, Harun, L., & Pramasdyahsari, A. S. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP. *INDIKTIKA: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.31851/indiktika.v5i2.11619>
- Mustofa, M., & Wahyuni, F. T. (2023). Pengembangan Electronic Module Mathematics Berbasis Steam Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Himpunan Untuk

- Siswa MTs. *Juring: Journal for Research in Mathematics Learning*, 6(3), 317. <http://dx.doi.org/10.24014/juring.v6i3>.
- Muyassarrah, A., Ratu, T., & Erfan, M. (2019). Pengaruh Pembelajaran Fisika Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Motorik Siswa. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, Article 0. <https://doi.org/10.20961/prosidingsnfa.v4i0.35906>
- Novikasari, I. (2018). Kemampuan Pemecahan Masalah dan Keyakinan Matematika ditinjau dari Konteks Berdasarkan Kesetaraan Gender. *YINYANG: Jurnal Studi Islam, Gender dan Anak*, 13(2), 221–240. <https://doi.org/10.24090/yinyang.v13i2.2018.pp221-240>
- Nugraheni, F. S. A., Wati, I. K., Sari, M. W., Suciati, S., Widyastuti, A., & Kamaliah, K. (2022). Pelatihan Pembuatan Perangkat Pembelajaran Berbasis Local Wisdom STEM pada Mata Pelajaran IPA Sekolah Menengah Pertama di Solo Raya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 2(4), Article 4. <https://doi.org/10.52436/1.jpmi.440>
- Pandiangan, R., & Lubis, A. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *JURRIMIPA: Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(1), 322–334. <https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v3i1.2518>
- Priyani, N. E. (2024). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Melalui Etno Stem PjBL Berbasis Budaya Dayak. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v8i1.1290>
- Siregar, M. A., & Siregar, T. J. (2024). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Berbantuan Platform Alef Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.26594/jmpm.v9i1.5105>
- Sriyanto, S. (2022). Pengembangan Instrumen Supervisi Berbasis STEM untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran Sekolah Dasar. *Jurnal Riset Pendidikan Indonesia*, 2(8), Article 8.
- Suardi, S. (2020). Implementasi Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Kemampuan dalam Berpikir Kritis, Kreatif dan Bekerjasama Peserta Didik Kelas VII A SMP Negeri 4 Sibulue. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.35580/jspf.v16i2.12557>
- Sudiansyah, S., Kurnianto, D., & T, A. Y. (2022). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa dalam Pembelajaran Matematika melalui Model STEM Berbasis Microsoft Teams sebagai Kelas Digital dan Aplikasi Wolfram Alpha. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3626–3638. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2716>
- Sulistyawati, E., Faizah, L., Nisa, I., & Putra, I. G. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis STEM Rumah Hidrolik Ditinjau dari Hasil Belajar dan Respon Siswa terhadap Matematika. *Journal Focus Action of Research Mathematic (Factor M)*, 3(2), 125–138. https://doi.org/10.30762/factor_m.v3i2.2611
- Sumarni, W., Wijayati, N., & Supanti, S. (2019). Kemampuan Kognitif dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berpendekatan STEM. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 4(1), 18–30. <https://doi.org/10.17977/um026v4i12019p018>
- Viyanti, V., Suyatna, A., & Naj'iyah, A. L. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan Strategi Pembelajaran Fisika Berbasis STEM di Era Digital Mengakomodasi Ragam Gaya Belajar dan Pengetahuan Awal. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.37729/radiasi.v14i1.313>
- Widiyatmoko, A., Taufiq, M., Dewi, N. R., Darmawan, M. S., Lissaadah, L., & Saputra, A. (2022). Pelatihan Digitalisasi Pembelajaran IPA Berbasis STEM pada MGMP Guru IPA Kota Semarang. *Journal of Community Empowerment*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.15294/jce.v2i2.59102>

- Yanni, M. H. (2018). Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Matematika Melalui Strategi Pembelajaran TAPPS Berbasis Pendekatan (STEM). *Jurnal Pendidikan Matematika (Judika Education)*, 1(2), 117–125. <https://doi.org/10.31539/judika.v1i2.373>
- Zainal, N. F. (2022). Problem Based Learning pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar/ Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3584–3593. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2650>