

MODUL MATEMATIKA INOVATIF BERBASIS STEAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA

M. Fikri Nurhidayat¹, Mohammad Asikin²

^{1,2}Pascasarjana Universitas Negeri Semarang, Jl. Kelud Utara III, Semarang 50237, Indonesia
Email: mfikrin@students.unnes.ac.id
Email: asikin.mat@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan yang penting bagi siswa. Faktanya, kemampuan komunikasi matematis siswa masih rendah. Siswa hanya menuliskan hasil akhir tanpa menuliskan prosedur penyelesaiannya. Berdasarkan masalah tersebut, tujuan penelitian ini untuk memperoleh kajian ilmiah sebagai pedoman dalam merancang modul matematika innovative berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan mengkaji artikel penelitian yang berkaitan dengan pengembangan dan penerapan modul berbasis STEAM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul matematika berbasis STEAM dapat dikembangkan dalam upaya meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa Modul matematika berbasis STEAM dapat dikembangkan dengan tahapan penelitian Borg & Gall yang telah dimodifikasi. Modul matematika berbasis STEAM yang akan dirancang memiliki keunikan yaitu memuat proyek/masalah pada materi statistika yang berkaitan dengan STEAM serta dilengkapi dengan indikator kemampuan komunikasi matematis. Berdasarkan hasil kajian yang sudah dilakukan, indikator kemampuan komunikasi matematis yang digunakan dalam perancangan modul matematika berbasis STEAM adalah (1) mengekspresikan ide-ide matematis secara tertulis. (2) Mengekspresikan ide-ide matematis dalam bentuk tabel, grafik, atau gambar. (3) Menggunakan notasi dan simbol matematika untuk menyelesaikan masalah. (4) membuat kesimpulan menggunakan bahasa sendiri.

Kata kunci: Kemampuan komunikasi matematis, modul, STEAM

Abstract

Mathematical communication skills is the important skills for students. Factually, students' mathematical communication skills are still low. Students only write down the final result without writing down the completion procedure. Based on these problems, the purpose of this research is to obtain scientific studies as a guide in designing the innovative STEAM-based mathematics modules to improve students' mathematical communication skills. The method used a literature study by reviewing research articles related to the development and implementation of STEAM-based modules. The results showed that the STEAM-based mathematics module could be developed to improve students' mathematical communication skills. The STEAM-based math module could be developed using the modified Borg & Gall research stages. The STEAM-based mathematics module that will be designed is unique, it contains projects/problems in statistical material related to STEAM problems and be equipped with the indicators of mathematical communication skills. Based on the results of the studies that have been carried out, the indicators of mathematical communication skills used in designing STEAM-based mathematics modules are (1) expressing mathematical ideas in writing. (2) Express mathematical ideas in the form of tables or graphs. (3) Use mathematical notation and symbols to solve problems. (4) Draw the conclusions using their language.

Keywords: Mathematical communication skills, module, STEAM

PENDAHULUAN

Kemampuan komunikasi matematis merupakan salah satu kemampuan yang harus dimiliki siswa. Sesuai dengan *National Council of Teacher of Mathematics* (NCTM, 2000) bahwa terdapat lima standar proses dalam pembelajaran matematika yaitu pemecahan masalah, koneksi, penalaran, representasi, dan komunikasi. Kemampuan komunikasi matematis telah diterapkan dalam kurikulum

matematika di beberapa negara, seperti Australia, China, Hongkong, dan Korea (Chung et al., 2016). Komunikasi juga menjadi dimensi keterampilan yang harus dimiliki siswa di Indonesia (Kemendikbud, 2016a), dan diharapkan siswa dapat mengkomunikasikan gagasan matematika dengan jelas (Kemendikbud, 2016b).

Faktanya, kemampuan komunikasi matematis siswa masih rendah. Rendahnya kemampuan komunikasi matematis dapat dilihat dari hasil PISA, karena kemampuan komunikasi menjadi kerangka matematika pada PISA (Teledahl, 2016). Hasil PISA tahun 2018 menunjukkan bahwa rata-rata nilai matematika siswa Indonesia berada di bawah rata-rata internasional. Peringkat siswa di Indonesia pada mata pelajaran matematika adalah 72 dari 79 negara dengan skor 379 masih jauh dari rata-rata internasional yaitu 489 (OECD, 2019). Selain dari hasil PISA, berdasarkan wawancara dengan salah satu guru mata pelajaran matematika di SMP Negeri 3 Patebon diperoleh informasi bahwa proses pembelajaran di masa pandemi dilaksanakan melalui aplikasi Google Classroom. Siswa mempelajari materi pada buku paket yang dipinjam sekolah dan diminta mengerjakan tugas yang diberikan di Google Classroom. Hal ini memberi peluang bagi siswa untuk belajar secara mandiri, namun ketika mengerjakan tugas, kebanyakan siswa hanya menulis hasil akhirnya saja tanpa menuliskan langkah-langkah penyelesaian masalah.

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan media pembelajaran seperti modul (Sofia et al., 2020; Utami et al., 2018; Utomo et al., 2020). Modul pembelajaran merupakan bahan ajar yang menuntun siswa untuk belajar secara mandiri atau dengan bantuan guru seminimal mungkin (Sofia et al., 2020; Utami et al., 2018; Utomo et al., 2020). Modul pembelajaran juga merupakan media pembelajaran yang berisi materi, metode, dan cara penilaian yang dikemas secara sistematis dan menarik, serta berperan dalam melatih siswa belajar secara aktif agar tujuan pembelajaran dapat tercapai (Widarwati et al., 2021).

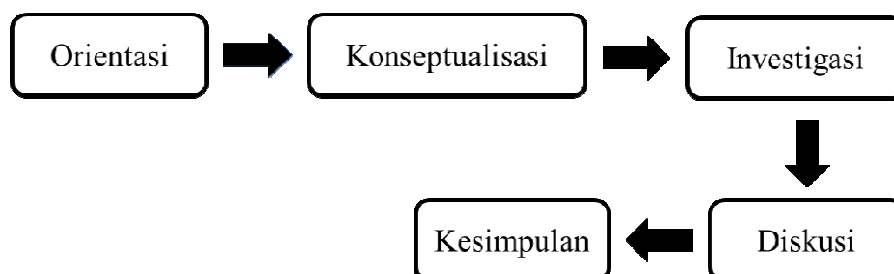
Modul pembelajaran dapat diintegrasikan dengan pendekatan Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) (Hadiyanti et al., 2021; Sofia et al., 2020). Pengintegrasian STEAM dalam modul pembelajaran dapat membantu mengembangkan kemampuan siswa pada abad ke-21 (Sofia et al., 2020). STEAM merupakan transformasi dari pendekatan STEM yang dikombinasikan dengan "arts" (Sari & Setiawan, 2020; Sofia et al., 2020). Penambahan arts dimaksudkan untuk menumbuhkan kreativitas dan seni siswa (Sari & Setiawan, 2020). Pembelajaran dengan pendekatan STEM bertujuan agar siswa lebih mudah memahami konsep materi, dapat menerapkan materi dalam kehidupan sehari-hari, serta dapat menggali potensi yang ada dalam dirinya (Sari & Setiawan, 2020).

Modul berbasis STEAM memiliki beberapa manfaat. Menurut Hadiyanti et al. (2021) e-modul berbasis STEM bermanfaat dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Menurut Utami et al. (2018) kelebihan modul matematika berbasis STEM pada materi segiempat antara lain dapat menuntun siswa belajar mandiri, mempermudah siswa menemukan konsep pada materi segiempat, serta menambah pengetahuan siswa dalam menerapkan materi/pengetahuan yang dimiliki dalam kehidupan nyata.

Fokus penelitian ini adalah mengkaji berbagai artikel yang berkaitan dengan pengembangan dan implementasi modul berbasis STEAM dalam pembelajaran. Berdasarkan latar belakang, maka tujuan penelitian ini adalah memperoleh kajian ilmiah sebagai pedoman dalam merancang modul matematika inovatif berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan mengkaji artikel penelitian baik skala nasional maupun internasional yang berkaitan dengan modul berbasis STEAM dalam pembelajaran. Tahapan dalam penelitian ini adalah orientasi, konseptualisasi, investigasi, diskusi, dan kesimpulan (Suganda et al., 2021). Tahapan dalam penelitian ini disajikan pada gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Tahap pertama orientasi, peneliti mencari artikel dengan *keyword* “STEM based module”, “STEAM based module” dan “modul matematika untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis” di database *Google Scholar* dan DOAJ (*Directory of Open Access Journals*) yang diterbitkan dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2021. Tahap kedua konseptualisasi, peneliti memilih dan mengunduh artikel yang ditemukan pada tahap pertama. Tiga puluh artikel yang dipilih berkaitan dengan modul atau bahan ajar berbasis STEM atau STEAM. Pada tahap investigasi, peneliti mengidentifikasi dan menganalisis artikel. Tahap diskusi merupakan bagian penjelasan dari diskusi dan analisis hasil data. Pada tahap kesimpulan, peneliti menyimpulkan hasil dari artikel yang dianalisis.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tahap Orientasi, Konseptualisasi, dan Investigasi

Penelitian ini dimulai dari tahap orientasi yaitu mencari artikel di database *Google Scholar* dan DOAJ (*Directory of Open Access Journals*). Pencarian artikel dilakukan dengan tiga *keyword* yaitu “STEM based module”, “STEAM based module” dan “modul matematika untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis” dan membatasi pencarian sejak tahun 2017 hingga 2021. Setelah hasil pencarian ditampilkan, peneliti melanjutkan pada tahap konseptualisasi dengan memilih dan mengunduh artikel yang memuat *keyword* pada judul artikel. Peneliti memilih sebanyak 30 artikel yang diterbitkan pada jurnal nasional maupun internasional. Pada tahap investigasi, peneliti mengidentifikasi artikel yang dipilih. Artikel yang dipilih membahas pengembangan dan implementasi modul berbasis STEAM dalam pembelajaran (tercantum pada Tabel 1 nomor 1 sampai 23), dan efektivitas modul untuk kemampuan komunikasi matematis (tercantum pada Tabel 1 nomor 24 sampai 30).

Tabel 1 Identifikasi dan Hasil Penelitian

No.	Nama Penulis (Tahun)	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
1.	Alfika et al. (2019)	JPF (Jurnal Pendidikan Fisika)	Modul STEM Berbasis Pemecahan Masalah dengan Tema Rumah	Modul berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan nilai n-gain sebesar 0,29. Hal ini menandakan bahwa terjadi peningkatan kemampuan

			Dome	pemecahan masalah siswa dengan kategori sedang setelah penggunaan modul berbasis STEM.
2.	Aminingsih & Izzati (2020)	Lentera Sriwijaya: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika	Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis STEM pada Materi Himpunan Kelas VII SMP,	Persentase kelayakan modul berbasis STEM adalah 92%. Persentase kemenarikan modul berbasis STEM adalah 76,77%. Berdasarkan hasil tersebut, modul berbasis STEM pada materi himpunan sangat valid, menarik, dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
3.	Arisya et al. (2021)	Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau	Pengembangan Modul Berbasis STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>) pada Materi Sifat Koligatif Larutan	Skor uji kelayakan modul berbasis STEM yang dikembangkan adalah 85,916 % dengan kriteria sangat layak. Persentase respon guru terhadap modul berbasis STEM adalah 92,1%. Efektivitas penggunaan modul berbasis STEM dalam penelitian ini belum dapat ditentukan karena ujicoba modul berbasis STEM dalam pembelajaran tidak dilakukan.
4.	Asikin et al. (2021)	Journal of Physics: Conference Series	Development of STEM-nuanced textbook to improve students' mathematical communication skill	Hasil uji validitas bahan ajar bernuansa STEM adalah 88,54%. Hasil uji keterbacaan bahan ajar bernuansa STEM memperoleh skor 63,65%. Bahan ajar bernuansa STEM meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dengan kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut, bahan ajar bernuansa STEM valid, mudah dipahami dan efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.
5.	Conradty et al., (2020)	Education Sciences	How Creativity in STEAM Modules Intervenes with Self-Efficacy and Motivation	Penelitian ini menganalisis pengaruh kreativitas yang diterapkan dalam modul berbasis STEAM terhadap <i>self-efficacy</i> dan motivasi belajar siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kreativitas yang diterapkan dalam modul berbasis STEAM mempengaruhi <i>self-efficacy</i> dan motivasi belajar siswa secara signifikan.
6.	Febriyanti et al. (2018)	International Journal of Advanced	The Effectiveness of the Module-based STEM (Science,	Efektivitas modul berbasis STEM berdasarkan uji N-gain memperoleh skor 0,63. Hasil tersebut menunjukkan bahwa

- | | | | | |
|-----|-------------------------|---|--|---|
| | | Research (IJAR) | Technology, Engineering, Mathematics) to Study Physics at Vocational High School | modul berbasis STEM pada pembelajaran fisika efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. |
| 7. | Hadiyanti et al. (2021) | Journal of Physics: Conference Series | Development of Mathematics E-Module with STEM-Collaborative Project Based Learning to Improve Mathematical Literacy Ability of Vocational High School Students | Hasil validitas e-modul berbasis STEM menunjukkan bahwa e-modul berada pada kategori sangat layak. Respon siswa terhadap e-modul yang dikembangkan adalah menyenangkan dan menarik. Berdasarkan hasil tersebut, e-modul berbasis STEM dapat diterapkan dalam pembelajaran dan digunakan sebagai media pembelajaran pada materi program linear. |
| 8. | Hasanah et al. (2020) | Indonesian Journal of Learning Education and Counseling | Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis STEM Pada Materi Bangun Ruang | Rata-rata uji validitas bahan ajar berbasis STEM oleh ahli pendidikan adalah 90,84%. Rata-rata hasil validitas bahan ajar berbasis STEM oleh ahli STEM adalah 63,86%. Rata-rata hasil validitas bahan ajar berbasis STEM oleh ahli matematika adalah 88,33%. Rata-rata hasil uji coba kelompok kecil adalah 79,7%. Rata-rata hasil uji coba kelompok besar adalah 68%. Berdasarkan hasil tersebut, bahan ajar berbasis STEM yang dikembangkan memenuhi validitas, kepraktisan, dan efektif. |
| 9. | Niam & Asikin (2020) | MaPan: Jurnal Matematika dan Pembelajaran | The Development of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)-based Mathematics Teaching Materials to Increase Mathematical Connection Ability | Hasil uji validitas bahan ajar berbasis STEM adalah 94,42%. Hasil uji keterbacaan bahan ajar berbasis STEM adalah 87,47%. Hasil uji n-gain bahan ajar berbasis STEM adalah 0,628. Berdasarkan hasil tersebut, bahan ajar berbasis STEM valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan kemampuan koneksi matematis dengan kategori sedang. |
| 10. | Nisa et al. (2020) | Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan | Analisis Penguasaan Konsep melalui Pembelajaran Guided Inquiry | Hasil uji n-gain setelah penerapan modul terintegrasi STEM adalah 0,652. Berdasarkan hasil, modul terintegrasi STEM dapat |

- | | | | | |
|-----|----------------------------|---|---|--|
| | | | berbantuan Modul Terintegrasi STEM pada Materi Fluida Dinamis | meningkatkan penguasaan konsep siswa pada materi fluida dinamis. |
| 11. | Nurramadhani et al. (2020) | Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains | Students' Generated Questions Quality by Developing STEM-based E-Module in Science Learning | Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-modul berbasis STEM meningkatkan kualitas pertanyaan yang dihasilkan siswa baik pada aktivitas <i>pojok inquiry</i> dan <i>pojok eksplorasi</i> . Aktivitas 1 dan 2 pada <i>pojok inquiry</i> meningkat namun menurun pada aktivitas ke-3. Kualitas pertanyaan pada <i>pojok eksplorasi</i> meningkat secara terus menerus. |
| 12. | Piila et al. (2021) | Education Sciences | STEAM-Learning to Mars: Students' Ideas of Space Research | Penerapan modul Mars berbasis STEAM meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil belajar siswa perempuan lebih tinggi dari pada hasil belajar siswa laki-laki setelah penerapan modul Mars berbasis STEAM. |
| 13. | Rodi'ah & Hasanah (2021) | Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Budaya | Eksplorasi Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek Berbantu E-Modul Ditinjau dari Berpikir Kreatif Siswa | Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran matematika berbasis proyek berbantuan e-modul cukup baik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. |
| 14. | Ruliyanti et al. (2020) | International Journal of Active Learning | Development of STEM-Based Module with Integrated Chemopreneurship to Enhance Students' Conservation Characters and Entrepreneurship | Hasil kelayakan modul berbasis STEM memperoleh memperoleh skor 84,8%. Persentase skor respon siswa dan guru terhadap modul berbasis STEM secara berturut-turut adalah 94% dan 91%. Penerapan modul berbasis STEM menunjukkan bahwa karakter konservasi siswa meningkat dengan skor 0,64 sedangkan hasil angket ketertarikan kewirausahaan siswa adalah 0,68 dan 0,79. Berdasarkan hasil tersebut, modul berbasis STEM efektif dalam meningkatkan karakter konservasi dan ketertarikan kewirausahaan siswa. |
| 15. | Sakinah & Widodo (2019) | Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains | Effectiveness of STEAM-based Teaching Materials to Improve Students' Creative | Bahan ajar berbasis STEAM meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa dengan skor n-gain 0,31. Bahan ajar berbasis STEAM layak |

			Thinking Skills	digunakan dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.
16.	Shofiyah et al. (2021)	Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika	STEM Approach: The Development of Optical Instruments Module to Foster Scientific Literacy Skill	Modul berbasis STEM layak digunakan dalam pembelajaran, dan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa dengan kategori sedang.
17.	Shukri et al. (2020)	JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)	Integrated STEM based module: Relationship between students' creative thinking and science achievement	Modul berbasis STEM memberikan hasil yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa terutama pada indikator <i>fluency</i> . Kemampuan berpikir kreatif siswa yang mendapatkan pembelajaran berbantuan modul berbasis STEM lebih baik daripada siswa yang mendapat pembelajaran konvensional.
18.	Sofia et al. (2020)	JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)	The validity and effectivity of learning using STEAM module with biotechnology game	Hasil uji validitas modul berbasis STEAM memperoleh skor 87,17%. Hasil uji n-gain modul berbasis STEAM adalah 0,72. Berdasarkan hasil, modul STEAM layak dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi bioteknologi.
19.	Ulfa et al. (2020)	JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)	Pengembangan Modul Mitigasi Bencana Alam Berbasis <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematic</i> untuk Pembelajaran Peserta Didik Jenjang SMA	Validitas isi modul berbasis STEM memperoleh skor 0,78. Validitas penyajian modul berbasis STEM memperoleh skor 0,71. Validitas bahasa modul berbasis STEM memperoleh skor 0.74. Hasil uji t menunjukkan bahwa modul Mitigasi Bencana modul berbasis STEM dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Berdasarkan hasil, modul berbasis STEM layak digunakan dan dapat meningkatkan hasil belajar siswa.
20.	Utami et al. (2018)	Desimal: Jurnal Matematika	Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM) pada	Modul matematika dengan pendekatan STEM sangat layak dengan persentase skor 87% untuk materi, 89% untuk media, dan 92% untuk bahasa. Persentase skor respon siswa terhadap modul matematika dengan pendekatan STEM

			Materi Segiempat	adalah 89% untuk uji kelompok kecil dan 87% pada uji lapangan. Hasil respon guru terhadap modul matematika STEM adalah 90%. Berdasarkan hasil, modul matematika dengan pendekatan STEM sangat menarik dan dapat digunakan dalam pembelajaran.
21.	Utomo et al. (2017)	International Journal of Humanities Social Sciences and Education (IJHSSE)	Development of Learning Material of Biotechnology Topic Based on STEAM-LW Approach for Secondary School in Coastal Area	Hasil uji validitas bahan ajar berbasis STEAM-LW memperoleh skor 87,50% dengan kriteria sangat layak. Respon siswa terhadap modul berbasis STEAM sangat menarik dengan skor 91,74% dan mudah dibaca dengan skor 86,61%.
22.	Utomo et al. (2020)	International Journal of Instruction	The Effectiveness of STEAM-Based Biotechnology Module Equipped with Flash Animation for Biology Learning in High School	Hasil uji validitas modul berbasis STEAM memperoleh skor 89.85%. Persentase respon siswa terhadap modul berbasis STEAM adalah 81,2%. Hasil uji n-gain adalah 0,72. Hasil ini menunjukkan bahwa modul berbasis STEAM layak, menarik, dan dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi bioteknologi.
23.	Widarwati et al. (2021)	Journal of Physics: Conference Series	STEAM (Science Technology Engineering Art Mathematic) Based Module for Building Student Soft Skill	Hasil uji validitas modul berbasis STEAM memperoleh skor sebesar 3,40 dengan kriteria sangat layak. Respon siswa terhadap modul berbasis STEAM sangat menarik dan mudah dipahami. Hasil uji n-gain modul berbasis STEAM memperoleh skor 0,64. Berdasarkan hasil, modul berbasis STEAM layak, praktis, dan efektif dalam meningkatkan <i>soft skills</i> siswa kelas 4.
24.	Andriani et al. (2018)	Journal of Physics: Conference Series	Development of Mathematics Learning Strategy Module, Based on Higher Order Thinking Skill (HOTS) To Improve Mathematic Communication And Self Efficacy On Students	Hasil uji validitas modul mendapat skor 4,83. Modul mudah dibaca dengan persentase skor 83,2 %. Modul praktis dengan persentase skor 84,5%. Modul dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dengan skor n-gain 0,61 dengan kategori tinggi.

- | | | | | |
|-----|--------------------------|--|---|---|
| | | | Mathematics Department | |
| 25. | Ats-Tsauri et al. (2021) | JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika) | Modul Relasi dan Fungsi Komunikasi Matematis Berbasis Kemampuan | Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul valid, praktis dan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis tertulis siswa. |
| 26. | Saifiyah et al. (2017) | KALAMATIKA Jurnal Pendidikan Matematika | Desain modul pembelajaran berbasis kemampuan komunikasi matematis dan motivasi belajar siswa | Hasil validitas modul pembelajaran berbasis kemampuan komunikasi matematis memperoleh persentase 86,80% dengan kriteria sangat valid. Rata-rata motivasi belajar siswa setelah belajar menggunakan modul pembelajaran mencapai 83,78% yang termasuk pada kategori motivasi belajar sangat kuat. |
| 27. | Siregar et al. (2020) | International Journal of Learning, Teaching and Educational Research | The Effects of a Discovery Learning Module on Geometry for Improving Students' Mathematical Reasoning Skills, Communication and Self-Confidence | Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul D-Geometry memiliki dampak positif terhadap penalaran matematis, komunikasi, dan kepercayaan diri siswa. |
| 28. | Setiyani et al. (2020) | Journal on Mathematics Education | Designing A Digital Teaching Module based on Mathematical Communication in Relation and Function | Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul digital sangat valid dengan validasi ahli total 95,1% dan dalam kategori sangat baik. Respons siswa terhadap modul digital sangat baik, dengan kriteria respons total 89,8%. |
| 29. | Wahyuni et al. (2020) | Jambura Journal of Mathematics Education | Pengembangan Modul Matematika Berbasis REACT terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik | Hasil validasi ahli materi memperoleh rata-rata skor 4,28 dengan kategori sangat layak. Hasil validasi ahli media memperoleh rata-rata skor 4,01 dengan kategori sangat menarik. Pada skala kecil, respon peserta didik terhadap modul yaitu 4,4 dengan kriteria sangat menarik. Pada skala besar respon peserta didik terhadap modul yaitu 4,69 dengan kriteria sangat menarik. Hasil uji efektifitas memperoleh skor N-Gain 0,688, artinya kemampuan komunikasi matematis |

			meningkat dengan kategori sedang.
30.	Zamzam (2020)	Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika	Pengembangan modul geometri berbasis reciprocal Teaching untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa calon guru
			Hasil validasi modul mendapat skor 3,4 dengan kategori valid atau layak digunakan. Hasil uji kepraktisan mendapat skor 3,0 dengan kategori praktis digunakan. Hasil efektivitas mendapat skor 0,52, kemampuan komunikasi matematis mahasiswa meningkat dengan kategori sedang. Hasil rata-rata respon mahasiswa sebesar 2,52 yang menunjukkan mahasiswa memberikan respon positif terhadap modul geometri berbasis <i>reciprocal teaching</i> .

Berdasarkan Tabel 1, temuan yang didapat menunjukkan bahwa 30 artikel tersebut memberikan hasil yang positif terhadap pembelajaran. Artikel berkaitan dengan pembelajaran matematika ada sebanyak 14 artikel (lihat: Aminingsih & Izzati, 2020; Andriani et al., 2018; Asikin et al., 2021; Ats-Tsauri et al., 2021; Hadiyanti et al., 2021; Hasanah et al., 2020; Niam & Asikin, 2020; Rodi'ah & Hasanah, 2021; Saifiyah et al., 2017; Setiyani et al., 2020; Siregar et al., 2020; Utami et al., 2018; Wahyuni et al., 2020; Zamzam, 2020). Artikel berkaitan dengan pembelajaran sains non matematika sebanyak 14 artikel (lihat: Alfika et al., 2019; Arisya et al., 2021; Febriyanti et al., 2018; Nisa et al., 2020; Nurramadhani et al., 2020; Piila et al., 2021; Sakinah & Widodo, 2019; Shofiyah et al., 2021; Shukri et al., 2020; Sofia et al., 2020; Ulfa et al., 2020; Utomo et al., 2017; Utomo et al., 2020; Widarwati et al., 2021). Artikel tidak berkaitan dengan pembelajaran sains sebanyak 2 artikel (lihat: Conradty et al., 2020; Ruliyanti et al., 2020).

Tahap Diskusi

Berdasarkan tahap investigasi, diperoleh informasi bahwa modul pembelajaran memberikan dampak positif terhadap pembelajaran matematika, pembelajaran sains seperti kimia, fisika, biologi, dan alam semesta, serta kewirausahaan dan afektif seperti *self-efficacy* dan motivasi. Pada tahap diskusi difokuskan terhadap 14 artikel yang berkaitan dengan pembelajaran matematika. Berdasarkan 14 artikel tersebut, 1 artikel meneliti kemampuan koneksi matematis (Niam & Asikin, 2020), 1 artikel meneliti kemampuan literasi matematis (Hadiyanti et al., 2021), 1 artikel meneliti kemampuan berpikir kritis matematis (Rodi'ah & Hasanah, 2021), 1 artikel meneliti hasil belajar matematika (Aminingsih & Izzati, 2020), 1 artikel berfokus pada penemuan konsep matematika (Utami et al., 2018), 1 artikel untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi bangun ruang (Hasanah et al., 2020), dan 8 artikel meneliti kemampuan komunikasi matematis (Andriani et al., 2018; Asikin et al., 2021; Ats-Tsauri et al., 2021; Saifiyah et al., 2017; Setiyani et al., 2020; Siregar et al., 2020; Wahyuni et al., 2020; Zamzam, 2020). Berdasarkan 8 artikel tersebut, tidak ditemukan artikel yang meneliti modul berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Terdapat 1 artikel membahas bahan ajar berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis (Asikin et al., 2021), namun bahan ajar tersebut berupa buku teks bukan modul pembelajaran. Tujuh artikel yang lain (Andriani et al., 2018; Ats-Tsauri et al., 2021; Saifiyah et al., 2017; Setiyani et al., 2020; Siregar et al., 2020; Wahyuni et al., 2020; Zamzam, 2020) hanya meneliti modul pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis tanpa mengintegrasikannya dengan

STEM/STEAM. Namun, hal tersebut memberikan kesempatan yang besar untuk melakukan penelitian tentang modul pembelajaran berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis.

Tahap diskusi berikutnya mengenai kemampuan komunikasi matematis dan rencana perancangan modul berbasis STEAM.

Kemampuan Komunikasi Matematis

Komunikasi matematis dapat berupa komunikasi matematis secara lisan dan komunikasi matematis secara tertulis (Saifiyah et al., 2017; Setiyani et al., 2020; Zamzam, 2020). Kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan memahami ide-ide maupun simbol matematika dan menyampaikan hasilnya kepada orang lain (Saifiyah et al., 2017). Komunikasi matematis dapat dijadikan alat komunikasi untuk mengkomunikasikan ide-ide matematis secara tertulis (Asikin et al., 2021; Wahyuni et al., 2020). Dalam penelitian ini, kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan kemampuan siswa dalam menyampaikan ide-ide matematis secara tertulis.

Indikator kemampuan komunikasi matematis diperlukan untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis siswa. Indikator kemampuan komunikasi matematis yang akan digunakan dalam perancangan modul matematika berbasis STEAM dimodifikasi dari penelitian Asikin et al. (2021). Indikator kemampuan komunikasi matematis yang telah dimodifikasi yaitu (1) mengekspresikan ide-ide matematis secara tertulis. (2) Mengekspresikan ide-ide matematis dalam bentuk tabel, grafik, atau gambar. (3) Menggunakan notasi dan simbol matematika untuk menyelesaikan masalah. (4) Membuat kesimpulan menggunakan bahasa sendiri.

Desain Perancangan Modul berbasis STEAM

Perancangan modul berbasis STEAM mengikuti tahapan penelitian pengembangan Borg & Gall yang dimodifikasi oleh Sugiyono. Penelitian pada pembelajaran matematika yang menerapkan tahapan ini antara lain (Aminingsih & Izzati, 2020; Asikin et al., 2021; Niam & Asikin, 2020; Utami et al., 2018). Tahapan ini terdiri atas 10 tahap, akan tetapi semua penelitian tidak menjelaskan 10 tahap tersebut. Tahapan penelitian yang cukup lengkap dilakukan oleh Asikin et al. (2021) dan Niam & Asikin (2020). Tahapan yang dilakukan meliputi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, uji coba produk, uji pemakaian, dan produk akhir. Walaupun tahap revisi produk tidak dituliskan, penelitian Asikin et al. (2021) dan Niam & Asikin (2020) tetap menjelaskan tahap revisi ini setelah dilakukan validasi desain.

Potensi dan masalah. Masalah yang dijelaskan Asikin et al. (2021) bahwa sekolah menggunakan buku siswa yang diterbitkan Kemdikbud. Buku siswa tersebut memuat beberapa aspek dalam STEM tetapi tidak menyeluruh. Buku siswa juga belum memfasilitasi kemampuan komunikasi matematis. Masalah tersebut menjadikan potensi dilakukannya penelitian pengembangan bahan ajar berbasis STEM. Berbeda dengan penelitian Niam & Asikin (2020), bahan ajar yang digunakan di sekolah adalah LKS yang memuat ringkasan materi dan rumus praktis menyelesaikan masalah. LKS tersebut juga tidak berkaitan dengan aspek STEM. Penggunaan LKS mendorong siswa mengingat rumus praktis untuk persiapan ujian. Masalah inilah yang mendorong Niam & Asikin (2020) melakukan penelitian pengembangan bahan ajar berbasis STEM. Masalah yang dijelaskan Aminingsih & Izzati (2020) dan Utami et al. (2018) siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi pada buku paket sehingga berpotensi dilakukan penelitian pengembangan modul berbasis STEM.

Pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan berbagai hal yang diperlukan dalam perancangan modul/bahan ajar seperti Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar, Indikator

Pencapaian Kompetensi, tujuan pembelajaran, manfaat materi, serta materi yang berkaitan dengan STEM (Aminingsih & Izzati, 2020; Asikin et al., 2021; Niam & Asikin, 2020; Utami et al., 2018). Peninjauan materi dilakukan dengan mengamati berbagai buku siswa yang berkaitan dengan materi yang dipilih (Asikin et al., 2021).

Desain produk. Tahap desain produk menjelaskan ukuran kertas yang digunakan, jenis huruf, ukuran huruf, banyak halaman, serta isi (Aminingsih & Izzati, 2020; Asikin et al., 2021; Niam & Asikin, 2020; Utami et al., 2018). Produk juga dapat didesain dengan keunikan tertentu. Penelitian Aminingsih & Izzati (2020) dan Utami et al. (2018) menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki keunikan yaitu adanya proyek penggunaan mini lab dan pemanfaatan sampah plastik.

Validasi produk. Validitas produk dilakukan dengan memberikan angket uji validitas kepada ahli baik dosen dan guru untuk menilai layak tidaknya modul yang dikembangkan (Aminingsih & Izzati, 2020; Asikin et al., 2021; Niam & Asikin, 2020; Utami et al., 2018). Uji validitas meliputi validitas isi, penyajian, dan bahasa (Asikin et al., 2021; Niam & Asikin, 2020; Utami et al., 2018). Setelah melakukan validasi, keempat penelitian melakukan revisi desain sesuai saran dan komentar validator.

Uji coba produk. Penelitian Asikin et al. (2021) dan Niam & Asikin (2020) melakukan uji ini dengan memberikan tes rumpang kepada sekelompok siswa. Berbeda dengan penelitian Aminingsih & Izzati (2020) dan Utami et al. (2018), pada uji ini dilakukan dengan pemberian angket respon guru dan siswa kemudian direvisi kembali. Tahap ini menjadi bagian akhir penelitian (Aminingsih & Izzati (2020) dan Utami et al. (2018).

Uji coba pemakaian. Uji coba pemakaian dilakukan untuk mengetahui efektivitas modul yang dikembangkan. Uji ini dapat dilakukan dengan memberikan soal tes untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis (Asikin et al., 2021), koneksi matematis (Niam & Asikin, 2020).

Produk akhir. Tahap ini merupakan tahap akhir yang menandakan bahwa modul berbasis STEAM valid, praktis, dan efektif serta siap diproduksi secara massal. Asikin et al. (2021) dan Niam & Asikin (2020) juga mendaftarkan bahan ajar berbasis STEM ini sebagai hak cipta ke Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual.

Tahap Kesimpulan

Berdasarkan kajian artikel, kesempatan melakukan penelitian tentang modul pembelajaran berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi masih terbuka lebar. Sebanyak 14 artikel yang berkaitan dengan pembelajaran matematika, hanya penelitian Asikin et al. (2021) yang meneliti bahan ajar berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis, namun bahan ajar ini masih terbatas pada buku teks bukan modul. Selain itu, terdapat 7 artikel membahas modul untuk meningkatkan kemampuan komunikasi, namun belum mengintegrasikan pendekatan STEAM di dalam modul.

Modul pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis (Andriani et al., 2018; Ats-Tsauri et al., 2021; Saifiyah et al., 2017; Setiyani et al., 2020; Siregar et al., 2020; Wahyuni et al., 2020; Zamzam, 2020). Modul merupakan salah satu jenis bahan ajar (Asikin et al., 2021). Bahan ajar yang diintegrasikan dengan STEM dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis (Asikin et al., 2021). Dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran berbasis STEAM diindikasikan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, kesempatan melakukan penelitian tentang modul matematika berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis masih terbuka lebar. Modul matematika berbasis STEAM dapat dikembangkan dengan tahapan penelitian Borg & Gall yang telah dimodifikasi. Tahapan tersebut meliputi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, uji coba produk, uji pemakaian, dan produk akhir. Modul matematika berbasis STEAM yang akan dirancang memiliki keunikan yaitu memuat proyek/masalah pada materi statistika yang berkaitan dengan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM) serta dilengkapi dengan indikator kemampuan komunikasi matematis. Indikator kemampuan komunikasi matematis yang akan digunakan dalam perancangan modul matematika berbasis STEAM (1) mengekspresikan ide-ide matematis secara tertulis; (2) mengekspresikan ide-ide matematis dalam bentuk tabel, grafik, atau gambar; (3) menggunakan notasi dan simbol matematika untuk menyelesaikan masalah; dan (4) membuat kesimpulan menggunakan bahasa sendiri.

REFERENCES

- Alfika, Z. A., Mayasari, T., Kurniadi, E., Studi, P., & Fisika, P. (2019). MODUL STEM BERBASIS PEMECAHAN MASALAH DENGAN TEMA RUMAH DOME. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika)*, 7(1), 93–105.
- Aminingsih, & Izzati, N. (2020). PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS STEM. *Lentera Sriwijaya: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1), 67–76.
- Andriani, A., Dewi, I., & Halomoan, B. (2018). Development of Mathematics Learning Strategy Module, Based on Higher Order Thinking Skill (Hots) To Improve Mathematic Communication And Self Efficacy On Students Mathematics Department. *Journal of Physics: Conference Series*, 970 (012028). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/970/1/012028>
- Arisya, F., Haryati, S., & Holiwarni, B. (2021). PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS STEM (SCIENCE , TECHNOLOGY , ENGINEERING AND MATHEMATICS) PADA MATERI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 6(1), 37–44.
- Asikin, M., Nurhidayat, M. F., & Ardiansyah, A. S. (2021). Development of STEM-nuanced textbook to improve students' mathematical communication skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042064. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042064>
- Ats-Tsauri, M. S., Cholily, Y. M., & Dian, R. (2021). Modul Relasi dan Fungsi Komunikasi Matematis Berbasis Kemampuan. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(1), 109–124.
- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S. W., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2016). Enhancing Students' Communication Skills in the Science Classroom Through Socioscientific Issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 1–27. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9557-6>
- Conradty, C., Sotiriou, S. A., & Bogner, F. X. (2020). How Creativity in STEAM Modules Intervenes with Self-Efficacy and Motivation. *Education Sciences*, 10, 70.
- Febriyanti, E., Indrawati, Supeno, Sutarto, & Mahardika, I. K. (2018). THE EFFECTIVENESS of the MODULE-BASED STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATICS) to STUDY PHYSICS AT VOCATIONAL HIGH SCHOOL. *International Journal of Advanced Research*, 6(5), 1367–1370. <https://doi.org/10.21474/ijar01/7168>
- Hadiyanti, N. F. D., Prihandoko, A. C., Murtikusima, R. P., Khasanah, N., & Maharani, P. (2021). Development of mathematics e-module with STEM-collaborative project based learning to improve mathematical literacy ability of vocational high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1839, 012031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1839/1/012031>
- Hasanah, H., Wirawati, S. M., & Sari, F. A. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis STEM Pada Materi Bangun Ruang. *Indonesian Journal of Learning Education and Counseling*, 3(1), 91–100. <https://doi.org/10.31960/ijolec.v3i1.582>

- Kemendikbud. (2016a). *Permendikbud Nomo 20 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kemendikbud. (2016b). *Permendikbud Nomo 21 Tahun 2016 Tentang Standar Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: The National Council of Teachers of Mathematics Inc.
- Niam, M. A., & Asikin, M. (2020). the Development of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem)-Based Mathematics Teaching Materials To Increase Mathematical Connection Ability. *MaPan*, 8(1), 153. <https://doi.org/10.24252/mapan.2018v8n1a12>
- Nisa, I. K., Yuliati, L., & Hidayat, A. (2020). Analisis Penguasaan Konsep melalui Pembelajaran Guided Inquiry berbantuan Modul Terintegrasi STEM pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(6), 809–816.
- Nurramadhani, A., Lathifah, S. S., & Permana, I. (2020). Students' Generated Questions Quality by Developing STEM-based E-Module in Science Learning. *Scientiae Educatia*, 9(2), 134. <https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v9i2.7131>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Insights and Interpretations*. Paris: OECD Publishing.
- Piila, E., Salmi, H., & Thuneberg, H. (2021). Steam-learning to mars: Students' ideas of space research. *Education Sciences*, 11(3), 1–20. <https://doi.org/10.3390/educsci11030122>
- Rodi'ah, S., & Hasanah, I. (2021). Eksplorasi Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek Berbantu E-Modul Ditinjau dari Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Ideas*, 7(3), 107–114. <https://doi.org/10.32884/ideas.v7i3.465>
- Ruliyanti, T., Sudarmin, & Wijayati, N. (2020). International Journal of Active Learning Development of STEM-Based Module With Integrated Chemo-Entrepreneurship to Enhance Students' Conservation Characters and Entrepreneurship. *International Journal of Active Learning*, 5(2), 46–52. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal>
- Saifiyah, S., Ferdianto, F., Swadaya, U., Jati, G., Swadaya, U., Jati, G., Swadaya, U., Jati, G., Obstacle, L., & Pembelajaran, M. (2017). Desain modul pembelajaran berbasis kemampuan komunikasi matematis dan motivasi belajar siswa. *KALAMATIKA Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 177–192.
- Sakinah, K., & Widodo, W. (2019). EFFECTIVENESS OF STEAM-BASED TEACHING MATERIALS TO IMPROVE STUDENTS' CREATIVE THINKING SKILLS. *PENSA E-JURNAL : PENDIDIKAN SAINS*, 7(3), 338–342.
- Sari, D. N., & Setiawan, J. (2020). PAPAN GEKOLA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA YANG INOVATIF DENGAN PENDEKATAN STEAM. *JURNAL SAINTIKA UNPAM : Jurnal Sains Dan Matematika Unpam*, 3(1), 31–41.
- Setiyani, Putri, D. P., Ferdianto, F., & Fauji, S. H. (2020). Designing A Digital Teaching Module based on Mathematical Communication in Relation and Function. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 223–236. <http://doi.org/10.22342/jme.11.2.7320.223-236>
- Shofiyah, N., Mauliana, M. I., Istiqomah, I., & Wulandari, R. (2021). STEM Approach: The Development of Optical Instruments Module to Foster Scientific Literacy Skill. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 5(2), 92–103. <https://doi.org/10.36312/esaintika.v5i2.388>
- Shukri, A. A. M., Ahmad, C. N. C., & Daud, N. (2020). Integrated STEM-based module: Relationship between students' creative thinking and science achievement. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(2). <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i2.12236>
- Siregar, N. C., Rosli, R., & Maat, S. M. (2020). The Effects of a Discovery Learning Module on Geometry for Improving Students' Mathematical Reasoning Skills, Communication and Self-Confidence. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(3), 214–228. <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.3.12>
- Sofia, H. W., Utomo, P. A., Hariyadi, S., Wahono, B., & Nurulita, E. (2020). The validity and effectivity of learning using STEAM module with biotechnology game. *JPBI (Jurnal*

- Pendidikan Biologi Indonesia*), 6(1), 91–100.
- Suganda, E., Latifah, S., Irwandani, Sari, P. M., Rahmayanti, H., Ichsan, I. Z., & Rahman, M. (2021). STEAM and Environment on students' creative-thinking skills: A meta-analysis study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012101. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012101>
- Teledahl, A. (2016). How young students communicate their mathematical problem solving in writing. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1256447>
- Ulfa, Z., Rajibussalim*, R., & Alvisyahrin, T. (2020). Pengembangan Modul Mitigasi Bencana Alam Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematic untuk Pembelajaran Peserta Didik Jenjang SMA. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 4(2), 205–218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v4i2.17234>
- Utami, T. N., Jatmiko, A., & Suherman. (2018). Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) pada Materi Segiempat. *Desimal: Jurnal Matematika*, 1(2), 165–172.
- Utomo, Anjar Puto, Novenda, I. L., Budiarmo, A. S., & Narulita, E. (2017). Development of Learning Material of Biotechnology Topic Based on STEAM-LW Approach for Secondary School in Coastal Area. *International Journal of Humanities, Social Sciences and Education*, 5(11), 121–127.
- Utomo, Anjar Putro, Hasanah, L., Hariyadi, S., Nurulita, E., Suratno, & Umamah, N. (2020). The Effectiveness of STEAM-Based Biotechnology Module Equipped with Flash Animation for Biology Learning in High School. *International Journal of Instruction*, 13(2), 463–476.
- Wahyuni, S., Yati, M., & Fadila, A. (2020). Pengembangan Modul Matematika Berbasis REACT terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 1(1), 1–12.
- Widarwati, D., Utaminingsih, S., & Murtono. (2021). STEAM (Science Technology Eginering Art Mathematic) Based Module for Building Student Soft Skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1823, 012106. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1823/1/012106>
- Zamzam, K. F. (2020). Pengembangan modul geometri berbasis reciprocal Teaching untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mahasiswa calon guru. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 365–373.