



## Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika

Ni Made Shinta Teja Riani<sup>1\*</sup>, Gede Suweken<sup>1</sup>, Sariyasa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pendidikan Ganesha. Jalan Udayana No. 11, Singaraja, Indonesia.

\* E-mail: [shinta.riano8@gmail.com](mailto:shinta.riano8@gmail.com)

© 2022 JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)

This is an open access article under the CC-BY-SA license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>) ISSN 2337-9049 (print), ISSN 2502-4671 (online)

**Abstrak:** Penelitian ini memiliki tujuan yakni untuk (a) mengoptimalkan proses pembelajaran mempergunakan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM, (b) memperoleh perangkat pembelajaran dengan adanya pendekatan STEM yang berkualitas praktis, valid, dan efektif (c) mengetahui karakteristik perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM. Pengembangan pada perangkat pembelajaran tersebut meliputi RPP, LKS, dan penggunaan instrumen tes hasil belajar sebagai usaha dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Penggunaan metode yang akan dipergunakan yakni dengan melakukan pengumpulan data pada penelitian ini dengan melakukan observasi, tes dan angket. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa proses pembelajaran menerapkan langkah-langkah pendekatan STEM yakni setting the stage, exploration, key concept, practice and application exercise yang dapat meningkatkan kemampuan dalam pemecahan masalah matematika siswa. Hasil uji validitas, uji kepraktisan, dan uji keefektifan menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran masuk dalam kategori sangat valid, praktis serta efektif. Terdapat perolehan karakteristik yakni : (1) RPP disusun secara sistematis, runtut, dan runtut, memuat identitas, alokasi waktu, kompetensi pembelajaran, kompetensi inti, indikator, dan tujuan pembelajaran. Langkah pembelajaran mengikuti sintaks pendekatan STEM. Sumber belajar berupa buku siswa dan internet. Penilaian memuat penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan. (2) LKS memuat identitas siswa, tujuan pembelajaran, petunjuk dan isi LKS. Kegiatan dalam LKS mencerminkan pendekatan STEM dan komponennya dilengkapi dengan langkah-langkah kerja. (3) Instrumen tes hasil belajar memuat permasalahan kontekstual, disesuaikan dengan indikator, tujuan, dan materi barisan dan deret. Tes yang diberikan berbentuk uraian, terdapat kisi-kisi tes dan rubrik penskoran. .

**Kata kunci:** perangkat pembelajaran; pendekatan STEM; kemampuan pemecahan masalah)

**Abstract:** This study aims to (a) find out the learning process using learning tools with a STEM approach, (b) get learning tools with a quality STEM approach that is valid, practical, and effective (c) know the characteristics of learning tools with a STEM approach. The learning tools developed are in the form of RPP, LKS, and learning outcomes test instruments in an effort to improve students' mathematical problem solving ability. The learning tools developed are in the form of rpp, LKS, and learning outcomes test instruments in an effort to improve students' mathematical problem solving ability. The methods used to collect data in this study were observation, tests and questionnaires. The results of the study shows that the learning process with using the steps of STEM approach such as setting the stage, exploration, key concept, practice & application excercises wich increase the ability of students' mathematical problem solving. The result of validity test, practical tests, effectiveness tests show that learning tools can be catagorited very valid, practice, and effective. The characteristics obtained are: (1) The RPP is arranged systematically, in sequence, and in sequence; contains identity, time allocation, core competencies, learning competencies, indicators, and learning objectives. Steps of learning follows the syntax of the STEM

approach. Learning sources are in the form of students' handbooks (buku siswa) and the internet. The assessment contains an assessment of attitudes, knowledge, and skills. (2) LKS contains the student's identity, learning purpose, instructions and contents of the LKS. The activities in LKS reflect the STEM approach and its components are equipped with work steps. (3) The learning outcomes test instrument contains contextual problems, inaccordance with the indicators, objectives, and rows and series subject. Tests given in the form of essays, contains test grid and a scoring rubric.

**Keywords:** learning tools; STEM Approaches; mathematical problem solving)

---

## Pendahuluan

Pada abad 21 Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) telah mengalami perkembangan yang terbilang sangat pesat. Manusia diharapkan untuk menguasai bermacam keterampilan sehingga manusia dapat bersaing secara global. Hal ini juga mempengaruhi dunia pendidikan, di mana pendidikan harus merespon dengan cepat perubahan tersebut sehingga bisa menghasilkan siswa-siswa yang berkualitas. Pendidikan matematika mempunyai peran yang penting dalam memberi respon pada perkembangan IPTEK baik ditinjau sebagai disiplin ilmu ataupun untuk menyiapkan sumber daya manusia (SDM) yang dapat berpikir secara analitis, logis, sistematis dan kreatif.

Matematika yakni suatu bidang studi yang terdapat di dalam ajaran di seluruh jenjang pendidikan. Fungsi dari matematika yakni untuk melakukan pengembangan kemampuan dalam bernalar dengan cara melalui aktivitas penyelidikan, eksplorasi serta eksperimen selaku alat untuk menyelesaikan permasalahan dengan dengan melalui pola pikir dan model matematika. Matematika juga memiliki fungsi sebagai alat untuk berkomunikasi dengan melalui simbol, grafik, simbol, diagram dalam menerangkan gagasan siswa (Depdiknas, 2003). Sedangkan di sekolah suatu tujuan dari pembelajaran matematika yang termasuk di dalam Kurikulum 2013 (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2014) yakni meliputi : (1) pemahaman konsep matematika, (2) mempergunakan pola sebagai perkiraan dalam memecahkan permasalahan, serta dapat membuat generalisasi berdasar pada peristiwa atau data yang tersedia, (3) mempergunakan penalaran terhadap sifat, melaksanakan manipulasi matematika secara baik perihal penyederhanaan, ataupun melakukan analisis komponen yang terdapat di dalam pemecahan permasalahan pada konteks matematika ataupun di luar dari konteks matematika, (4) melakukan komunikasi akan gagasan, penalaran dan dapat melakukan penyusunan bukti matematika dengan mempergunakan kalimat yang lengkap serta berupa pemakaian tabel, simbol, diagram ataupun media yang lainnya yang bertujuan teruntuk memperjelas kondisi permasalahan, (5) mempunyai sikap dalam menghargai akan manfaat matematika di dalam kehidupan, (6) mempunyai perilaku dan sikap yang sesuai dengan berbagai nilai matematika dan pembelajaran, (7) melaksanakan berbagai aktivitas motorik dengan mempergunakan ilmu pengetahuan matematika, (8) mempergunakan alat peraga yang sederhana ataupun hasil teknologi dalam melaksanakan bermacam aktivitas yang berhubungan dengan matematika.

Dilihat dari tujuan di atas, semua tujuan pembelajaran matematika penting dan saling berkaitan. Tercapainya tujuan yang satu akan berhubungan dengan tujuan pembelajaran matematika yang lainnya. Adanya tujuan pembelajaran matematika tersebut yakni siswa dapat mempergunakan penalaran saat pemecahan masalah. Berarti kemampuan ketika menyelesaikan permasalahan tersebut adalah bagian yang penting ketika sedang berproses pembelajaran matematika, serta bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi atau dapat disebut juga dengan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Polya (1985) mendefinisikan pemecahan masalah selaku salah satu upaya dalam pencarian titik jalan keluar dari suatu kesulitan teruntuk menggapai satu tujuan yang tidak dapat dengan mudah digapai.

Pemecahan masalah ialah tahapan yang akan digunakan untuk menuntaskan permasalahan. Pemecahan masalah dalam proses pembelajaran sangatlah penting di mana

siswa dimungkinkan guna mendapatkan pengalaman keterampilan dan pengetahuan untuk diimplementasikan dalam proses memecahkan masalah tidak rutin (Suherman, 2003). Amalia & Napitupulu (2018) menyebutkan bahwa dalam matematika masalah dibedakan menjadi dua kategori yakni masalah tidak rutin dan rutin. Masalah rutin adalah permasalahan yang prosedur pemecahannya sudah diketahui oleh siswa. Sedangkan suatu masalah yang prosedur pemecahannya belum diketahui pemecahannya itu merupakan masalah tidak rutin.

Karatas & Baki (2013) menjelaskan bahwasanya pemecahan masalah dikenal sebagai keterampilan penting yang mencakup beragam proses seperti analisis, interpretasi, menafsirkan, menalar, memprediksi, evaluasi, serta merefleksi. Foshay & Kirkley (2003) menyatakan bahwasanya pemecahan masalah memerlukan keterampilan berpikir tingkat tinggi yaitu sintesis, analisis, penalaran, manipulasi, abstraksi, asosiasi, visualisasi, serta generalisasi. Sementara itu Blum & Niss (1991) menyatakan bahwa pemecahan masalah adalah situasi yang di dalamnya memuat pertanyaan terbuka yang mengharuskan seseorang untuk segera menjawab pertanyaan tersebut menggunakan metode, algoritma, prosedur dan lainnya. Perihal tersebut berhubungan dengan tahapan berpikir dalam melakukan pengumpulan fakta dan melakukan analisa maka memperoleh suatu kesimpulan. Untuk meningkatkan kemampuannya dalam pemecahan permasalahan, siswa diperlukan untuk melakukan pengembangan keterampilan dalam memahami dan mengerti permasalahan, pembuatan model matematika, menuntaskan permasalahan dan melakukan penafsiran akan solusi yang akan dipilih (Depdiknas, 2007).

Fakta menyebutkan bahwa kemampuan dalam pemecahan masalah matematika siswa di Indonesia masih terbilang sangat rendah. Perihal ini dapat ditinjau dari hasil riset *Program for International Student Assessment (PISA)* tahun 2018 yang diterbitkan di tahun 2019 dan riset *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Hasil riset PISA memperlihatkan Indonesia memiliki nilai rata-rata matematika sebanyak 379 dari rata-rata internasional yaitu 489 dengan kata lain Indonesia memperoleh peringkat 72 dari 78 negara yang terlibat. Hasil studi yang disebutkan oleh TIMSS juga menyatakan bahwa siswa Indonesia ada di ranking yang sangat rendah akan kemampuannya dalam mengerti informasi yang cukup kompleks, analisis, teori, dan pemecahan masalah, serta penggunaan alat, prosedur, pemecahan masalah, dan juga melaksanakan investigasi.

Materi yang terdapat di dalam pembelajaran matematika SMA ialah materi barisan dan deret. Barisan dan deret mempunyai beberapa pokok bahasan seperti pola bilangan, barisan dan deret aritmatika, geometri, dan aplikasi barisan. Materi tersebut bertujuan agar bisa memberikan pengetahuan siswa bagaimana penggunaan konsep barisan dan deret digunakan untuk memecahkan permasalahan. Barisan dan deret ialah suatu materi yang memerlukan beragam metode penyelesaian sehingga memerlukan kemampuan pemecahan yang tinggi untuk melakukan penyelesaian suatu permasalahan yang ada.

Kebanyakan siswa merasa bingung dalam menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan konsep barisan dan deret. Dalam menyelesaikan masalah ada banyak siswa hanya menghafalkan langkah penyelesaiannya saja tanpa mengerti teori dari barisan dan deret. Inilah yang membuat siswa merasa kebingungan saat diberikan soal yang berbeda atau angkanya hanya diganti sedikit saja yang mengakibatkan rendahnya kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematika.

Untuk melakukan perkembangan akan kemampuannya dalam pemecahan permasalahan matematika siswa, guru perlu menggunakan pendekatan pembelajaran yang dapat memberi kesempatan siswanya untuk menerapkan berbagai ide siswa sendiri dalam memecahkan suatu permasalahan. Pendekatan pembelajaran yang efektif untuk memberikan fasilitas

pada siswa dalam mengoptimalkan kemampuannya dalam pemecahan permasalahan ialah dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM).

Pengenalan STEM pertama kali dilakukan oleh National Science Foundation Amerika Serikat selaku ide pokok gerakan reformasi pendidikan di dalam ke-4 bidang disiplin ilmu guna menumbuhkan angkatan kerja di bidang STEM, melakukan pengembangan pada warga negara untuk lebih melek STEM, dan dapat tingkatkan daya saing global perihal inovasi iptek (Research, 2011). Di samping pembelajaran STEM penting untuk menyiapkan Sumber Daya Manusia (SDM) dibidang STEM yang mulai defisit, STEM juga bisa meningkatkan keterikatan siswa karena siswa bisa melihat bahwa matematika bukan hanya di awang-awang saja tetapi nyata bermanfaat dalam memecahkan permasalahan di dalam kehidupan keseharian.

Sanders (2009) menyatakan bahwa STEM selaku pendekatan integratif dalam melakukan penyelidikan tahapan belajar mengajar diantara dua atau lebih bidang mata pelajaran. STEM adalah sebuah pendekatan yang menghubungkan keempat disiplin yakni sains, teknologi, teknik, serta matematika membentuk kesatuan yang holistic (Roberts, 2012). Penerapan STEM dalam pembelajaran memotivasi siswa agar dapat menyusun rancangan, mengembangkan, serta memanfaatkan teknologi, melakukan pengasahan terhadap afektif serta kognitifnya dan menerapkan pengetahuannya (Fiteriani et al., 2021).

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintergrasikan bidang ilmu yang tercantum di dalam STEM dengan pengaplikasiannya berfokus pada proses pembelajaran terhadap pemecahan masalah yang aktual di dalam kehidupan keseharian. Pendekatan STEM memiliki langkah-langkah sebagai berikut: *setting the stage* yaitu mengawali pembelajaran dengan membaca, menampilkan gambar/grafik untuk mengenalkan materi yang akan dipelajari, *exploration* yaitu menunjukkan bagaimana menggunakan program komputer untuk mengeksplorasi konsep dalam menyelesaikan masalah, *key concept* yaitu memberikan siswa pertanyaan yang bisa menunjang siswa belajar dan memperhatikan bagian yang penting guna mendapatkan ide-ide pokok materi pelajaran, *practice & application exercise* yaitu siswa diberikan kesempatan untuk mempraktikkan dan mengaplikasikan kemampuan dalam menyelesaikan masalah.

Terdapat tiga pendekatan STEM menurut Roberts & Cantu (2012) yaitu pendekatan silo merupakan kegiatan belajar yang terpisah pada subjek STEM. Penekanan pembelajaran yakni pada perolehan pengetahuan daripada kemampuan teknis (Morrison, 2006). Pendekatan tertanam yaitu salah satu materi ataupun konten cenderung diprioritaskan. Pendekatan tertanam memberikan hubungan terhadap materi utama dengan materi lainnya tidak diprioritaskan (Winarni et al., 2016). Pendekatan terpadu yaitu memberikan hubungan terhadap seluruh konsep dari beragam pendisiplinan ilmu STEM. Materi yang dipelajari seperti satu mata pelajaran. Integrasi dapat dilaksanakan setidaknya minimum dua pendisiplinan namun tak hanya dibatasi kepada kedua pendisiplinan saja.

Keberhasilan akan suatu pembelajaran ini selain tergantung pada pendekatan yang dipergunakan, juga sangat tergantung pada penggunaan perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran ini memiliki peranan yang penting dalam memberikan kepastian akan efektivitas kegiatan belajar mengajar. Hal ini didukung oleh penelitian Ananta et al. (2020) yang menjelaskan bahwasanya perangkat pembelajaran mempunyai peran terpenting dalam menggapai kesuksesan dalam pembelajaran, di mana peranan guru sebagai fasilitator harapannya bisa melaksanakan pengembangan pembelajaran yang mampu mendorong siswa dalam menggapai tujuan dari kurikulum yang ada. Trianto (2011) mengemukakan bahwa perangkat pembelajaran dapat seperti rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP),

buku guru (BG), Lembar Kerja Siswa (LKS), buku siswa (BS), serta instrumen evaluasi atau instrumen tes hasil belajar. Pada penelitian ini akan dilaksanakan pengembangan terhadap perangkat pembelajaran seperti LKS, RPP, serta penggunaan instrumen tes hasil belajar yang mendukung proses pembelajaran.

Berbagai penelitian yang sudah pernah dilaksanakan sebelumnya mengenai pengembangan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM yaitu, Penelitian (Arivina & Jailani, 2020) mengembangkan perangkat pembelajaran seperti RPP dan LKPD terhadap materi trigonometri. Perangkat pembelajaran telah memenuhi ketentuan yang valid, praktis serta efektif. Namun penelitian tersebut hanya terbatas pada materi trigonometri untuk siswa kelas X. Selain itu teknologi yang dipergunakan yaitu kalkulator dan internet saja. Padahal teknologi bisa menggunakan aplikasi geogebra atau lainnya yang dapat menarik minat belajar siswa. Penelitian (Aprilianti & Astuti, 2020) mengembangkan LKPD dengan pendekatan STEM dan telah dinyatakan layak untuk dipergunakan sebagai materi ajar apabila ditinjau dari uji kelayakan oleh ahli materi, ahli media, serta respon peserta didik. Penelitian ini dilaksanakan secara online dengan mengirimkan *soft file* LKPD kepada siswa kemudian siswa memahami isi LKPD dan mengerjakan soal. Penelitian (Yildirim & Turk, 2018) yang menunjukkan bahwa praktik STEM efektif dalam meningkatkan sikap siswa dan keterampilan pemecahan masalah siswa dan kualitas argumentasi siswa berada pada tingkat pertama selama praktik STEM. Namun selama praktik membutuhkan waktu yang terbilang cukup lama dan bahan yang dipergunakan teruntuk praktik mahal padahal dapat mempergunakan bahan yang tersedia di lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan hasil penelitian relevan di atas, perangkat pembelajaran yang sudah pernah dikembangkan lebih banyak menekankan pada pemanfaatan teknologi hanya pada internet dan tayangan video melalui *Youtube* saja padahal dapat memanfaatkan aplikasi seperti geogebra, *Ms Excel* dan lainnya yang membuat pembelajaran menjadi lebih menarik. Peneliti cenderung lebih memilih topik geometri dan trigonometri saja dan masih sangat minim dilakukan penelitian dengan pendekatan STEM pada jenjang SMA.

Perangkat pembelajaran sangat membantu guru dalam proses pembelajaran. Adanya perangkat pembelajaran menciptakan suasana kondusif maka pembelajaran jadi lebih memberi makna. Tetapi pada kenyataannya di lapangan, perangkat pembelajaran seperti RPP yang disusun di sekolah tidak sesuai dengan karakteristik siswa dan situasinya. Tidak hanya itu, guru memberikan siswa soal-soal pada buku ajar saja karena guru tidak menyusun LKS secara inovatif sesuai dengan materi ajar. Berdasarkan hal tersebut masih sangat kurang dilakukan pengembangan perangkat pembelajaran khususnya terhadap materi barisan dan deret yang mampu mengoptimalkan kemampuan dalam pemecahan masalah matematika siswa. Maka dari itu, dipandang perlu untuk mengembangkan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM pada materi barisan dan deret guna meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa SMA.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, hingga saat ini belum adanya penelitian mengenai proses pembelajaran menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Jadi tujuan dari penelitian ini yaitu untuk (1) mengoptimalkan proses pembelajaran menggunakan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika, (2) mengetahui kevalidan, efektivitas, serta kepraktisan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM, (3) mengetahui karakteristik perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM.

## Metode

### 1. Desain Penelitian

Penelitian ini ialah penelitian pengembangan. Pengembangan di dalam penelitian ini mengacu pada model pengembangan (Plomp & Nieveen, 2013) yang terdapat 3 fase yakni *preliminary research*, *prototyping*, *assesment*. Produk yang dihasilkan ialah perangkat pembelajaran seperti LKS, RPP, serta Instrumen tes hasil belajar berpendekatan STEM.

### 2. Subjek Penelitian

Arikunto (1998) menjelaskan bahwasanya subjek penelitian sebagai orang, hal, ataupun benda yang menjadi tempat data dimana variabel penelitian melekat serta yang dipermasalahkan. Selain itu, subjek penelitian diartikan sebagai seseorang yang dimanfaatkan guna memberi informasi mengenai kondisi dan situasi latar penelitian (Rahmadi, 2011). Subjek pada penelitian ini yakni siswa SMAN 1 Kerambitan Tahun Pelajaran 2021/2022. Banyak subjek penelitian di uji terbatas ialah 15 orang siswa kelas XI MIPA 1. Subjek penelitian terhadap uji lapangan I adalah kelas XI MIPA 2 yang jumlahnya sebanyak 30 orang. Selanjutnya Kelas XI MIPA 4 digunakan sebagai subjek penelitian pada uji coba lapangan II yang jumlahnya sejumlah 29 orang siswa.

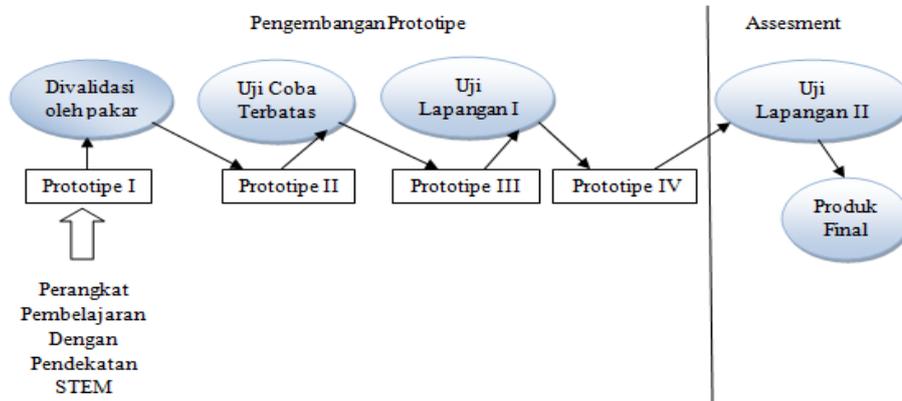
### 3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yaitu sebuah alat yang dipakai guna mengukur fenomena yang dikaji (Sugiyono, 2011). Instrumen yang dipergunakan berupa lembar validasi, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan tes kemampuan pemecahan masalah. Pada penelitian ini, kualitas perangkat pembelajaran dikumpulkan dengan metode yang meliputi. (a) kevalidan perangkat pembelajaran dilakukan pengukuran dari validitas konstruk dan validitas isi. Aspek yang dinilai didalam validitas RPP yaitu format RPP, isi RPP, serta kesesuaian RPP dengan pendekatan STEM. Pada penilaian LKS aspeknya yakni format LKS, isi LKS, dan bahasa yang digunakan. (b) kepraktisan perangkat pembelajaran diukur berdasarkan keterlaksanaan perangkat pembelajaran, angket respon siswa serta angket respon guru. Aspek yang dinilai dari angket yaitu komponen lembar angket, kelengkapan identitas, kesesuaian rumusan lembar angket dengan tujuan penelitian serta penggunaan bahasa. Tes kemampuan pemecahan masalah matematika dipergunakan untuk mengetahui keefektifan perangkat pembelajaran.

### 4. Prosedur Penelitian

Pada fase *preliminary research* dilakukan langkah-langkah yaitu (1) melakukan kajian yang berkaitan dengan kompetensi dasar, buku matematika SMA, materi barisan dan deret, (2) melakukan observasi dan wawancara dengan guru terhadap pelaksanaan pembelajaran. Pada fase *prototyping* yaitu merancang produk seperti RPP, LKS, dan penggunaan instrumen tes hasil belajar. Nieveen & Folmer (2013) menyatakan selama tahap *prototyping*, beberapa prototipe dikembangkan, dievaluasi dan direvisi. Prototipe yang dihasilkan berupa prototipe I dan diuji validitasnya oleh dua orang ahli. Berdasar pada hasil uji validasi, setelah itu dilaksanakan revisi maka didapatkan prototipe II lalu dilaksanakan uji coba terbatas. Observasi dilakukan selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Selain itu, siswa dan guru diberikan angket respon terhadap tahapan uji coba terbatas. Hasil observasi dan angket digunakan untuk memperbaiki prototipe II. Perbaikan prototipe II disebut dengan prototipe III yang akan diuji coba lapangan I. Pengamatan dilaksanakan selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Pada akhir pertemuan uji coba lapangan I, guru dan siswa diberikan angket respon serta siswa juga diberi uji kemampuan pemecahan masalah. Hasil uji coba ini akan dipergunakan sebagai bahan guna memperbaiki prototipe III. Hasil

perbaikan prototipe III dapat disebut dengan prototipe IV. Dalam tahapan *assesment* dilakukan uji coba lapangan II. Pada akhir pertemuan diberikan angket dan dilakukan penilaian berupa tes. Hasil evaluasi digunakan sebagai bahan perbaikan sehingga didapatkan produk final. Adapun proses pengembangan perangkat pembelajaran dapat dilihat pada bagan model prototipe berikut.



Gambar 1. Model Pengembangan Prototipe

### 5. Teknik Analisis Data

Pengumpulan data yang telah dilakukan sebelumnya akan dilakukan pengolahan deskriptif. Rumus yang akan dipergunakan untuk meninjau validitas perangkat pembelajaran yaitu  $\bar{x}_{\text{validator}} = \frac{\sum \bar{x}}{n}$ . Rata-rata perolehan skor yang didapatkan dari masing validator tersebut dilakukan penjumlahan, lalu dirata-ratakan kembali hingga memperoleh rata-rata skor totalnya. Rumus yang digunakan adalah  $Sr = \frac{\sum \bar{x}_{\text{validator}}}{\text{banyak validator}}$ . Validitas perangkat pembelajaran ditetapkan dengan melakukan konversi rata-rata skor total jadi nilai kualitatif dengan mempergunakan ketentuan kriterianya sebagai berikut..

Tabel 1. Kriteria Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Skor	Kriteria
$3,5 \leq Sr \leq 4,0$	Sangat valid
$2,5 \leq Sr < 3,5$	Valid
$1,5 \leq Sr < 2,5$	Tidak Valid
$1,0 \leq Sr < 1,5$	Sangat Tidak Valid

Dalam penelitian ini, perangkat pembelajaran minimal harus tergolong pada kategori valid atau ada pada interval  $2,5 \leq Sr < 3,5$

Untuk melihat kepraktisan perangkat pembelajaran, langkah untuk menganalisis lembar observasi keterlaksanaan yaitu dengan melakukan tabulasi data, mencari persentase keterlaksanaan ( $PK_{\text{pengamat}}$ ) untuk setiap pengamat dengan rumus  $PK_{\text{pengamat}} = \frac{\text{banyak langkah terlaksana}}{\text{banyak langkah yang direncanakan}} \times 100\%$ . Selanjutnya mencari rata-rata persentase keterlaksanaan (PK) semua pengamat dengan rumus  $PK = \frac{\sum PK_{\text{pengamat}}}{\text{banyak pengamat}}$ . Selanjutnya mencocokkan PK dengan ketentuan kriterianya seperti berikut ini.

Tabel 2. Kriteria Penilaian Keterlaksanaan Pembelajaran

Interval Skor	Kriteria Penilaian
$81\% < PK \leq 100\%$	Sangat baik

61% < PK ≤ 80%	Baik
41% < PK ≤ 60%	Cukup
21% < PK ≤ 40%	Kurang baik
PK ≤ 20%	Tidak baik

Keterlaksanaan pembelajaran dinyatakan praktis jika persentase keterlaksanaan RPP ada pada penilaian "Baik" ataupun "Sangat baik".

Untuk menganalisis angket respon guru dan siswa yaitu dengan mencari rata-rata skor angket respon siswa dan guru ( $Sr$ ) kemudian dilakukan konversi berdasar pada ketentuan kriterianya seperti berikut ini.

Tabel 3. Kriteria Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Skor	Kriteria
$3,5 \leq Sr \leq 4,0$	Sangat praktis
$2,5 \leq Sr < 3,5$	Praktis
$1,5 \leq Sr < 2,5$	Tidak Praktis
$1,0 \leq Sr < 1,5$	Sangat Tidak Praktis

Perangkat pembelajaran dikatakan praktis jika ada pada kategori interval  $2,5 \leq Sr < 3,5$  atau masuk dalam kategori praktis.

Pengukuran efektivitas perangkat pembelajaran dilakukan berdasar pada peningkatan hasil tes belajar siswa. Data kemampuan pemecahan masalah siswa diperoleh dengan cara tes kemampuan pemecahan masalah yang dilaksanakan di setiap akhir uji coba lapangan. Penggunaan tesnya dalam bentuk tes uraian. Hasil tes siswa dilakukan analisis dengan menetapkan ketuntasan belajar siswa yaitu sebesar 70.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Hasil

Hasil penelitian ini meliputi perangkat pembelajaran yaitu LKS, RPP, dan penggunaan instrumen tes hasil belajar yang efektif, valid, serta praktis yang bisa meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Hasil ini diperoleh dengan cara tiga tahap sesuai prosedur penelitian pengembangan Plomp yaitu *preliminary research*, *prototyping*, *assesment*. Tahapan *preliminary research* dilaksanakan analisis kurikulum, analisis kebutuhan, analisis sarana dan prasarana, dan analisis siswa. Di dalam analisis kurikulum didapat satu pasang kompetensi dasar terhadap materi barisan dan deret dan materi tersebut dibagi menjadi 3 materi yakni barisan dan deret geometri, barisan dan deret aritmatika, serta aplikasi barisan. Di dalam analisis kebutuhan didapatkan informasi yaitu pada tahapan pembelajaran siswa tidak diikutsertakan pada proses menemukan pengetahuan namun diberikan langsung oleh guru serta sumber belajar yang digunakan masih terbatas. Analisis sarana dan prasarana LKS dengan pendekatan STEM melibatkan teknologi geogebra. Sedangkan analisis siswa guna memahami karakteristik siswa meliputi kemampuan akademik siswa, pengalaman siswa, serta perkembangan kognitif siswa berkolaborasi dalam kelompok belajar. Tahap *prototyping* yaitu merancang produk perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM. Perangkat pembelajaran yang dilakukan pengembangan telah melalui uji validitas oleh validator dengan hasil sangat valid. Selanjutnya dilakukan uji coba terbatas, uji coba lapangan I, serta uji coba lapangan II. Pada setiap akhir uji coba dilaksanakan uji kepraktisan dan uji keefektifan melalui angket respon siswa dan guru serta instrumen tes kemampuan pemecahan masalah matematika. Adapun hasil uji validitas, kepraktisan, dan keefektifan yaitu berikut.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Validasi RPP

Aspek yang dinilai	Skor Validator	
	1	2
<b>Format RPP</b>		
Kelengkapan Identitas RPP	4	4
Kelengkapan komponen RPP	4	4
<b>Isi RPP</b>		
Ketepatan penyusunan indikator yang mengacu pada kompetensi dasar	4	3
Ketepatan penggunaan kata kerja operasional yang dapat diukur	4	3
Penetapan tujuan pembelajaran sesuai dengan indikator	4	3
Materi sesuai dengan kompetensi dasar	4	4
Kesesuaian sumber belajar dengan kegiatan pembelajaran	4	4
Kesesuaian teknik penilaian dengan kompetensi dasar	3	4
Kejelasan prosedur penilaian	4	4
<b>Kesesuaian RPP dengan pendekatan pembelajaran STEM</b>		
Kesesuaian pendekatan STEM dengan kegiatan pembelajaran	4	3
Ada kegiatan <i>Setting the Stage</i> (mengawali pembelajaran dengan membaca, grafik/gambar untuk mengenalkan materi yang akan dipelajari)	4	3
Ada kegiatan <i>Exploration</i> (menggunakan program komputer untuk menyelesaikan masalah)	4	4
Ada kegiatan <i>Key Concept</i> (memperhatikan bagian yang penting untuk mendapatkan ide-ide pokok materi pelajaran)	4	4
Ada kegiatan <i>Practice &amp; Application Exercises</i> (mempraktikkan rancangan menggunakan berbagai bahan dan peralatan)	4	4
Ada kegiatan refleksi di akhir pembelajaran	4	4
Jumlah Skor	58	55
Rata-rata Skor	3,87	3,67

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Validasi LKS

Aspek yang dinilai	Skor Validator	
	1	2
<b>Format LKS</b>		
Kejelasan pemberian materi	4	4
Pengaturan ilustrasi/gambar	4	4
Pengaturan tata ruang/letak	4	3
<b>Bahasa</b>		
Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia dan mudah dipahami	4	4
Kesederhanaan struktur kalimat	3	4
Kalimat soal tidak mengandung arti ganda	4	4
Kejelasan petunjuk dan arahan	4	4
<b>Isi</b>		
Kesesuaian dengan indikator pencapaian hasil belajar	4	4
Kebenaran isi/materi	4	4
Kesesuaian dengan pembelajaran dengan pendekatan STEM	3	3
Kelayakan sebagai perangkat pembelajaran	4	4

Jumlah Skor	42	42
Rata-rata Skor	3,82	3,82

Tabel 6. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran

No	Perangkat Pembelajaran	Rata-rata skor validator 1	Rata-Rata Skor Validator 2	Rata-rata skor dari kedua validator	Kategori
1	RPP	3,87	3,67	3,77	Sangat Valid
2	LKS	3,82	3,82	3,82	Sangat Valid

Validitas isi dari instrumen tes hasil belajar mempergunakan matriks tabulasi silang (2x2) dan masuk ke dalam kategori validitas sangat tinggi atau layak dipergunakan. Rangkuman hasil lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dapat ditinjau dalam tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Analisis Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

No	Uji Coba	PK	Kategori
1	Uji coba terbatas	66,67 %	Baik
2	Uji coba lapangan I	83,32 %	Sangat Baik
3	Uji coba lapangan II	94,44 %	Sangat Baik

Hasil angket respon siswa dan guru dilihat dari hasil pengisian angket. Rangkuman hasil analisis angket respon siswa dan guru yaitu seperti di bawah ini.

Tabel 8. Hasil Analisis Angket Respon Siswa

No	Uji Coba	Rata-rata skor	Kategori
1	Uji coba terbatas	3,15	Praktis
2	Uji coba lapangan I	3,16	Praktis
3	Uji Coba Lapangan II	3,51	Sangat Praktis

Tabel 9. Hasil Analisis Angket Respon Guru

No	Uji Coba	Rata-rata skor	Kategori
1	Uji coba terbatas	3,00	Praktis
2	Uji coba lapangan I	3,10	Praktis
3	Uji coba lapangan II	3,30	Praktis

Untuk melakukan pengukuran keefektifan perangkat pembelajaran dilaksanakan tes terlebih dahulu dalam hal ini tes kemampuan pemecahan masalah matematika siswa di akhir uji coba lapangan I dan uji coba lapangan II. Rangkuman hasil tes kemampuan pemecahan masalah matematika yang sudah dilakukan tersebut tertuang dalam tabel di bawah.

Tabel 10. Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika

No	Uji Coba	Rata-rata skor	Kategori
1	Uji coba lapangan I (Kelas XI MIPA 2)	74,85	Tuntas
2	Uji Coba Lapangan II (Kelas XI MIPA 4)	82,70	Tuntas

Hasil yang didapat memperlihatkan bahwa perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM telah melengkapi ketentuan kriteria valid, yaitu rata-rata skor RPP dan LKS selama berturut-turut yaitu 3,77 dan 3,82 dengan kategori sangat valid. Selanjutnya uji kepraktisan menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan persentase keterlaksanaan terhadap uji coba terbatas yaitu 66,67% termasuk kategori baik, persentase uji coba lapangan I dan II berturut-turut 83,32% dan 94,44% masuk ke dalam kategori sangat baik. Angket respon siswa terhadap uji coba terbatas dan uji coba lapangan I berturut-turut 3,15 dan 3,16 dengan kategori praktis. Kemudian terhadap uji coba lapangan II yaitu 3,51 dengan kategori sangat praktis. Angket respon guru pada uji coba terbatas, uji coba lapangan I dan II berturut-turut 3,00, 3,10, 3,30 termasuk dalam kategori praktis. Selanjutnya uji keefektifan menunjukkan rata-rata skor pada uji coba lapangan I dan II yaitu 74,85 dan 82,70 dengan kategori tuntas. Uji keefektifan menunjukkan secara angka bahwasanya perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Sampel jawaban siswa terhadap tes kemampuan pemecahan masalah dapat diamati didalam gambar berikut ini

Diketahui  
 $U_1 = \text{jarak botol 1} = 10 \text{ m}$   
 $U_2 = \text{jarak botol 2} = 10 \text{ m} + 8 \text{ m}$   
 $U_3 = \text{jarak botol 3} = 10 \text{ m} + 2 \times 8$

Ditanya  
 Jarak total yang ditempuh Joni dan kecepatan Joni untuk berlari memindahkan bendera ke dalam botol

Membuat rencana:  
 $S_n = \frac{n}{2} (a + U_n)$      $U_n = a + (n-1)b$   
 $K = \frac{J}{w}$

- Menentukan beda terlebih dahulu
- Menugunakan rumus  $S_n$ ,  $U_n$  dan kecepatan untuk mencari jarak total dan kecepatan Joni

Melaksanakan rencana  
 $* b = U_2 - U_1 = 18 - 10 = 8$   
 $* U_n = a + (n-1)b$   
 $U_{10} = 10 + (10-1)8$   
 $= 10 + (9)8$   
 $= 10 + 72$   
 $= 82$   
 $* S_n = \frac{n}{2} (a + U_n)$   
 $S_{10} = \frac{10}{2} (10 + 82)$   
 $= 5 (92)$   
 $= 460$   
 Karena harus kembali ke garis start maka  $2 \times 460 = 920 \text{ m}$   
 $* K = \frac{J}{w} = \frac{920 \text{ m}}{100} = 9,2 \text{ m/menit}$

Memeriksa Kembali  
 Jadi jarak yang ditempuh Joni adalah 920 m, dan kecepatan Joni adalah 9,2 m/menit

Gambar 2. Hasil Jawaban Siswa

Berdasar pada sampel jawaban siswa di atas menunjukkan bahwasanya siswa mampu memahami permasalahan yang diberikan dengan menjabarkan apa saja yang diketahui dan ditanya di dalam soal. Kemudian siswa telah membuat rencana penyelesaian, melaksanakan rencana penyelesaian, serta melakukan pemeriksaan kembali jawaban yang telah didapatkan dengan benar sehingga indikator kemampuan pemecahan masalah matematika dikatakan telah tercapai.

## 2. Pembahasan

Proses pembelajaran menggunakan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM disesuaikan dengan HLT yang telah dibuat dengan menggunakan LKS yaitu tentang barisan dan deret. Guru mengawali pembelajaran dengan memberi ucapan salam dan melakukan pengecekan kehadiran siswa serta menyampaikan tujuan pembelajaran. Guru menggali pengetahuan awal siswa tentang materi prasyarat untuk mempelajari barisan dan deret. Kemudian membagi siswa kedalam tiga kelompok di mana masing kelompok meliputi siswa yang memiliki kemampuan heterogen.

Kemudian siswa mencermati LKS yang diberikan, guru menampilkan gambar mengenai berbagai peristiwa yang terjadi di dalam kehidupan keseharian yang berhubungan dengan ilmu pengetahuan alam. Guru mengarahkan siswa untuk membuat desain percobaan. Untuk menarik minat belajar siswa guru menunjukkan bagaimana menggunakan geogebra dalam menyelesaikan masalah barisan dan deret kemudian guru memberi berbagai pertanyaan yang dapat membantu siswa memperhatikan bagian yang penting untuk mendapatkan ide-ide pokok materi. Karena terbatasnya waktu pada pertemuan tatap muka siswa diminta untuk mempraktikkan desain yang telah dibuat di rumahnya bersama dengan kelompoknya. Guru memberi tahu siswa untuk memasukkan data hasil percobaannya ke dalam tabel hasil pengamatan kemudian menganalisisnya. Pada pertemuan selanjutnya guru meminta untuk masing kelompok untuk menyajikan hasil percobaan yang telah mereka buat. Pada kegiatan presentasi siswa melakukan tanya jawab. Pada kegiatan penutup siswa membuat kesimpulan kemudian guru memberikan kuis untuk penilaian pengetahuan. Guru menutup pelajaran dengan salam penutup.

Berdasarkan hasil observasi terlihat bahwa siswa masih kebingungan dalam pembuatan desain percobaan. Ketika siswa menyampaikan ide desain percobaan, guru langsung memberitahu desain percobaan yang benar dan tidak mengarahkan siswa untuk memecahkan masalah sendiri. Selain itu siswa masih awam dengan aplikasi geogebra sehingga perlu bimbingan guru. Beberapa siswa juga merasa tidak nyaman dalam kegiatan pembelajaran. Perihal tersebut disebabkan siswa kurang mengerti langkah-langkah kegiatan yang harus dilakukan selama kegiatan pembelajaran dan beberapa siswa masih mengalami kendala dalam menggunakan aplikasi geogebra yang membuat siswa merasa terbebani. Namun sebagian siswa lainnya terlihat antusias dalam aktivitas pembelajaran karena siswa berperan aktif ketika kegiatan diskusi, aplikasi geogebra yang dikenalkan guru menarik rasa keingintahuan dan minat siswa saat belajar.

Perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM ini juga memiliki karakteristik. Karakteristik RPP yaitu (a) disusun secara sistematis, (b) memuat identitas, kompetensi inti, kompetensi pembelajaran, alokasi waktu, tujuan, serta indikator pembelajaran, (c) langkah pembelajaran mengikuti sintaks pendekatan STEM dengan menunjukkan empat langkah kegiatan pembelajaran yakni *setting the stage, exploration, key concept, practice and application exercise*, (d) Sumber belajar seperti buku siswa dan internet, (e) penilaian memuat penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

Karakteristik LKS yaitu (a) memuat identitas siswa, tujuan pembelajaran, petunjuk dan isi LKS, (b) kegiatan dalam LKS mencerminkan pendekatan STEM, komponen ini dilengkapi dengan berbagai langkah kerja sehingga siswa dapat mengerti urutan aktivitas yang akan dilaksanakannya. Kemudian untuk karakteristik instrumen tes hasil belajar yaitu (a) tes memuat permasalahan kontekstual, (b) disesuaikan dengan indikator, tujuan, dan materi barisan dan deret, (c) tes yang diberikan berbentuk uraian, (d) terdapat kisi-kisi tes dan rubrik penskoran.

Karakteristik perangkat pembelajaran juga diperoleh dari Learning Trajectory yaitu (a) masalah yang disajikan di awal pembelajaran berkaitan dengan berbagai peristiwa dalam kehidupan keseharian yang berhubungan dengan sains kemudian dikaitkan dengan materi yang akan dilakukan pembahasan yang dapat menarik minat belajar siswa, (b)

pada LKS terdapat kegiatan percobaan sehingga pembelajaran di kelas tidak monoton membahas teori saja. Sebelum melaksanakan percobaan siswa diarahkan membuat desain terlebih dahulu, (c) alat dan bahan yang dipergunakan selama kegiatan percobaan mudah didapat dalam kehidupan sehari-hari seperti batang korek api, kertas HVS, gunting, penggaris, bola bekel dan meteran, (d) perangkat pembelajaran yang dikembangkan sudah merencanakan kegiatan interaksi. Pada kegiatan pembelajaran terdapat kegiatan diskusi yang melibatkan siswa dengan siswa maupun siswa dengan guru, (e) karakter tanggungjawab dan integritas, pada pengembangan karakter untuk penilaian sikap, telah disebutkan pada RPP bahwa menyelesaikan tugas dengan tepat waktu merupakan wujud karakter tanggung jawab. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan diharapkan secara tidak langsung mengembangkan sikap tanggung jawab dan integritas.

Perangkat pembelajaran yang diperoleh pada penelitian ini berkualitas valid, praktis, dan efektif. Hal ini sejalan dengan penelitian Nessa et al. (2017) menunjukkan bahwasanya pengembangan buku siswa dengan topik jarak pada ruang dimensi tiga dengan menggunakan STEM valid dan praktis. Penelitian Made et al. (2022) menunjukkan perangkat pembelajaran dengan STEM-PJBL berkualitas praktis, valid, serta efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika. Penelitian Sukendra (2022) menunjukkan e-modul matematika berbasis STEM layak digunakan dalam pembelajaran dan memenuhi syarat validitas, praktis, dan efektif. Penelitian lain yaitu S. Retnowati, Riyadi, and S. Subanti (2020) yang menghasilkan modul ajar persegi panjang yang valid dan terbukti efektif pada peningkatan keterampilan daya pikir kritis. Namun penelitiannya tidak membuktikan kepraktisan modul ajar persegi panjang menggunakan pendekatan STEM. Penelitian ini mempunyai perbedaan dengan penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya yakni pada proses pembelajaran siswa tidak hanya dibimbing dalam kelompok namun siswa juga dibimbing secara individu. Teknologi yang digunakan selama pembelajaran STEM menggunakan geogebra. Guru juga memberikan video tutorial menggunakan geogebra sehingga siswa mudah mempelajarinya dan pembelajaran menjadi lebih menarik. Di samping itu, siswa juga terlihat antusias dalam ikut serta proses pembelajaran.

## Simpulan

Pengembangan perangkat pembelajaran yang berupa RPP, LKS, dan instrumen tes hasil belajar dengan pendekatan STEM pada materi barisan dan deret telah memenuhi kategori valid, praktis, dan efektif. Perangkat pembelajaran ini telah melalui tahap prosedur pengembangan menurut Plomp yang mencakup 3 tahapan yakni *preliminary research*, *prototyping*, serta *assesment*. Pengembangan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM pada materi barisan dan deret ini telah mampu mencapai tujuan dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Adapun saran untuk penelitian ini yaitu (1) guru disarankan untuk memanfaatkan perangkat pembelajaran yang dikembangkan menjadi pedoman dalam melaksanakan pembelajaran yang lebih bervariasi dan tidak membosankan, (2) siswa disarankan untuk mempelajari lebih dalam teknologi yang sudah dikenalkan yaitu geogebra agar mendapatkan pengalaman belajar yang baru dan menarik, (3) perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini yakni RPP, LKS, dan instrumen tes hasil belajar. Bagi peneliti lainnya yang tertarik mengembangkan perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEM disarankan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran lainnya seperti buku siswa dan buku guru dengan cakupan materi yang lebih luas.

## Daftar Rujukan

Amalia, W., & Napitupulu, E. (2018). Pengembangan Soal Matematika Pisa-Like pada

- Konten Change and Relationship untuk Mengukur Kemampuan Pemecahan Masalah. *Paradikma Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 1–8.
- Ananta, R., Sitepu, S., Siagian, P., & Rangkuti, Y. M. (2020). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pembelajaran Penemuan Terbimbing Berbantuan Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMA*.
- Aprilianti, P. P., & Astuti, D. (2020). Pengembangan Lkpd Berbasis Stem Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar SMP Kelas VIII. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 3(6), 653–702.
- Arikunto, S. (1998). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arivina, A. N., & Jailani, J. (2020). Development of trigonometry learning kit with a STEM approach to improve problem solving skills and learning achievement. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(2), 178–194.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects - State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37–68.
- Depdiknas. (2003). *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Matematika SD dan MI*.
- Depdiknas. (2007). *Model-model Pembelajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Depdiknas.
- Fiteriani, I., Diani, R., Hamidah, A., & Anwar, C. (2021). Project-based learning through STEM approach: Is it effective to improve students' creative problem-solving ability and metacognitive skills in physics learning? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1).
- Folmer, N. N. & E. (2013). Formative Evaluation in Educational Design Research. *Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO*, 1–206.
- Foshay, R., & Kirkley, J. (2003). Principles for Teaching Problem Solving. *PLATO Learning, January 1998*, 1–16.
- Karatas, I., & Baki, A. (2013). The effect of learning environments based on problem solving on students' achievements of problem solving. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 5(3), 249–267.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2014). *Permendikbud Nomor 59 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah*. 20, 322–417.
- Made, I. D., Yasa, K., Astawa, I. W. P., & Sudiarta, I. G. P. (2022). *Development of Mathematics Learning Tools Based on STEM-PJBL : Validity and Practicality*. 10(4), 839–845.
- Morrison, J. (2006). TIES STEM Education Monograph Series: Attributes of STEM Education - The Student, The Academy, The Classroom. *Teaching Institute for Essential Science*, 6, 0–6.
- Nessa, W., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2017). Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Problem-Based Learning di Kelas X. *Jurnal Elemen*, 3(1), 1.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research Educational Design Research. *Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO*, 1–206.

- Polya, G. (1985). (n.d.). *How to solve it: a new aspect of mathematical method*, Princeton science library.
- Rahmadi. (2011). Pengantar Metodologi Penelitian. In *Antasari Press*.
- Research, H. (2011). *K-12 STEM education overview*.
- Roberts, A. (2012). A Justification for STEM Education. *Technology and Engineering Teachere*, May/June(June), 1-5. <http://botbrain.com/index>.
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. *Technology Education in the 21st Century*. *Technology Education in the 21st Century*, 73, 111-118.
- S. Retnowati, Riyadi, and S. Subanti. (2020). the Stem Approach: the Development of Rectangular. *Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(1), 2-15.
- Sanders, M. (2009). STEM,STEMEducation,STEMmania. *The Technology Teacher*, 20, 20-27.
- Sugiyono. (2011). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. In *Bandung Alf* (p. 143).
- Suherman, E. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: IMSTEP-JICA.
- Sukendra, I. K. (2022). *Pengembangan E-Modul Matematika SMA Berbasis STEM Berorientasi Soal HOTS*. Thesis tidak dipublikasikan. Undiksha
- Trianto. (2011). Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, Konsep, Landasan, dan Implementasinya Pada KTSP. *Jakarta:Kencana Prenada Media Group*.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & H, S. K. (2016). STEM: apa, mengapa, dan bagaimana. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM* (Vol. 1, pp. 976-984).
- Yildirim, B., & Turk, C. (2018). The effectiveness of argumentation-assisted STEM practices. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(3), 259-274.