

## PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DIGITAL MATEMATIKA SMA KELAS X BERBASIS STEM

Cindy Anggraini Widodo<sup>1\*</sup>, I Komang Sukendra<sup>2</sup>, I Wayan Sumandya<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Matematika Universitas PGRI Mahadewa Indonesia  
Denpasar, Indonesia

Email: [cindyanggrainiw@gmail.com](mailto:cindyanggrainiw@gmail.com), [hendra\\_putra500@yahoo.co.id](mailto:hendra_putra500@yahoo.co.id),  
[iwayansumandya@gmail.com](mailto:iwayansumandya@gmail.com)

### ABSTRACT

*STEM is an appropriate learning with the demands of the 21st century. This study aims to determine the steps for the development and quality of digital mathematics teaching materials for class X SMA based STEM on trigonometry material. The procedure uses the research and development adaptation Plomp development model that includes four stages, namely a preliminary investigation, design, realization/construction, and testing, evaluation and revision. Sources of data in this study are validators, mathematics teachers and students of SMA Negeri 7 Denpasar. The data collection technique used a validation questionnaire for validation tests, practicality questionnaires for practicality tests and tests for testing the effectiveness of teaching materials. The results of the initial validity test were declared "valid", with the value of validity in the content aspect of 0.72, validity of the presentation aspect of 0.90, language validity 0.92, and media validity 0.93. The results of the second stage the validity test were declared "valid", with a validity value 0.91. The test results on the practicality obtained was 75.8 students and teachers 75.3 categorized as "practical", the results obtained in the evaluation of students had an average of 82.63, it can be interpreted that mathematics teaching materials based STEM "effective" for use in learning.*

**Keywords:** Digital teaching materials, STEM, learning outcomes

### ABSTRAK

STEM merupakan pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan abad 21. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui langkah-langkah pengembangan dan kualitas bahan ajar digital matematika SMA kelas X berbasis STEM pada materi trigonometri. Prosedur penelitian dan pengembangan ini menggunakan adaptasi model pengembangan Plomp yang meliputi empat tahapan, yaitu investigasi awal, desain, realisasi/konstruksi, serta tes, evaluasi dan revisi. Sumber data dalam penelitian adalah validator, guru matematika dan siswa SMA Negeri 7 Denpasar. Teknik pengumpulan data menggunakan angket validasi untuk uji validasi, angket kepraktisan untuk uji kepraktisan dan test untuk uji efektivitas bahan ajar. Hasil uji validitas tahap awal dinyatakan "valid", dengan nilai validitas pada aspek isi 0,72, validitas pada aspek penyajian 0,90, validitas bahasa 0,92, dan validitas media 0,93. Hasil uji validitas tahap kedua yang hasilnya dinyatakan "valid", dengan nilai validitas 0,91. Hasil uji kepraktisan pada siswa diperoleh hasil sebesar 75,8 dan pada guru sebesar 75,3 termasuk kategori "praktis", dan hasil yang diperoleh siswa pada evaluasi memiliki rata-rata 82,63, dapat di interpretasikan bahwa bahan ajar digital matematika berbasis STEM "efektif" untuk digunakan pada pembelajaran.

**Kata Kunci:** Bahan ajar digital, STEM, hasil belajar

## PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki kontribusi yang sangat tinggi untuk meningkatkan kualitas suatu bangsa dan negara. Perkembangan dunia pendidikan saat ini telah sampai pada pembelajaran abad 21. Pembelajaran abad 21 menuntut pembelajaran berbasis teknologi dan informasi untuk menyeimbangkan tuntutan zaman era milenial dengan tujuan, nantinya siswa terbiasa dengan kecakapan hidup abad 21 (Sugiyanti et al., 2018). Kenyataannya proses pembelajaran masih tidak sesuai dengan tuntutan abad ke 21, sehingga siswa tidak dapat memenuhi perkembangan dunia pendidikan yang keberharuan. Pembaruan pendekatan pembelajaran yang selaras dengan tuntutan perkembangan dunia pendidikan sekarang perlu untuk ditindak lanjuti.

Keberhasilan suatu pembelajaran, selain tergantung pada metode yang digunakan juga sangat tergantung pada bahan ajar yang digunakan. Terdapat berbagai jenis bahan ajar yaitu diantaranya modul, lembar kerja siswa (LKS), buku pelajaran, dan bahan ajar jenis lainnya. Pada penelitian ini jenis bahan ajar yang dikembangkan adalah modul. Modul merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan

satu pokok bahasan yang mudah dipahami oleh siswa, sehingga siswa dapat menyerap informasi baik secara mandiri maupun dengan bantuan guru (Popalri & Fikri, 2019).

Bahan ajar dapat dimodifikasikan sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini yang serba digital. Hal ini sejalan dengan pendapat Agung & Akhyar (2019) yang menyatakan bahwa pengembangan bahan ajar digital selaras dengan perkembangan dan inovasi dalam bidang pendidikan dan sesuai dengan era digital saat ini. Bahan ajar digital dapat dikembangkan dengan tujuan meningkatkan minat siswa untuk belajar sekaligus mengikuti perkembangan teknologi. Untuk menunjang keberhasilan dalam pembelajaran, diperlukan pengembangan bahan ajar berbasis teknologi dengan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan pembelajaran abad 21.

Pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan abad ke-21 adalah STEM. STEM merupakan akronim dari *sains*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics*. Sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh (Rahmatina et al., 2020) STEM adalah salah satu alternatif solusi bagi pembelajaran abad

21. Tercatat pada tahun 2015 Indonesia menduduki peringkat ke-64 dari 72 negara yang berpartisipasi pada PISA dan menduduki peringkat 45 dari 48 negara yang berpartisipasi pada TIMSS (Saraswati & Agustika, 2020). Rendahnya hasil tersebut mengharuskan Pendidikan Indonesia mempersiapkan diri untuk menghadapi pesatnya perkembangan pengetahuan dan teknologi abad 21, seperti menggunakan pendekatan STEM pada pembelajaran khususnya pada bahan ajar yang digunakan.

Matematika merupakan salah satu bidang ilmu yang memiliki peran penting di sekolah maupun kehidupan sehari-hari. Pentingnya mempelajari matematika diungkapkan juga oleh (Kusumawati, 2017) bahwa matematika memiliki peranan penting dalam pendidikan dan kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, pembelajaran matematika pada jenjang SMA sangatlah penting dan harus diikuti oleh semua siswa. Sama halnya juga dengan materi trigonometri pada pelajaran matematika kelas X SMA. Materi trigonometri pada kelas X SMA mempelajari tentang ukuran sudut (derajat dan radian), perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku, nilai perbandingan untuk

$0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ,$  dan  $90^\circ$ , relasi sudut, identitas trigonometri, aturan sinus dan cosinus, dan grafik fungsi trigonometri. Trigonometri mempunyai keterkaitan dalam pendekatan STEM yaitu pada materi trigonometri terdapat teori dan konsep yang dapat diterapkan pada teknologi, serta siswa dapat mengembangkan pola pikir dalam merancang dan menyimpulkan suatu masalah.

Peneliti telah melaksanakan studi pendahuluan dengan wawancara terhadap beberapa guru matematika SMA. Berdasarkan hasil wawancara ditemukan bahwa 1) guru sejauh ini hanya menggunakan buku paket dan LKS dalam bentuk cetak pada proses pembelajaran dan belum mengembangkan bahan ajar secara mandiri yang memahami kebutuhan siswa dalam kelas 2) guru sebatas mengikuti dan menggunakan bahan ajar yang telah dibuat oleh penerbit dalam sumber belajar sekaligus digunakan sebagai alat evaluasi, 3) guru juga belum mengetahui STEM secara mendalam, sehingga perangkat pembelajaran berupa bahan ajar berbasis STEM belum banyak dikembangkan, dan 4) bahan ajar yang digunakan masih dominan menggunakan pendekatan konvensional sehingga

keterampilan berpikir siswa cenderung rendah.

Dalam mengatasi rendahnya keterampilan pola berpikir siswa perlu dikembangkan bahan ajar matematika berbasis STEM. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari et al., (2018) yang berjudul *The development of science teaching materials based on STEM to increase science literacy ability of elementary school students*. Hasil penelitian ini adalah (1) Bahan ajar berbasis STEM tergolong valid dalam meningkatkan kemampuan literasi ilmiah (2) Bahan ajar berbasis STEM memiliki nilai kepraktisan yang tinggi dengan memberikan kemudahan penggunaan serta pemahaman materi (3) Penggunaan bahan ajar berbasis STEM memberikan efektivitas dalam meningkatkan keterampilan. Aminingsih & Izzati (2020) juga melakukan penelitian dengan judul pengembangan modul pembelajaran berbasis STEM pada materi himpunan kelas VII SMP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul pembelajaran berbasis STEM pada materi himpunan memperoleh kategori “sangat layak”. Respon siswa terhadap modul pembelajaran berbasis STEM pada materi himpunan memperoleh

kategori “menarik” kemudian respon pendidik diperoleh kategori “sangat menarik”. Oleh karena itu, maka perlu dikembangkan bahan ajar digital matematika SMA kelas X berbasis STEM pada materi trigonometri. Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk mengetahui langkah-langkah pengembangan bahan ajar digital matematika SMA kelas X berbasis STEM pada materi trigonometri.

#### **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*research and development*). Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan adalah langkah pengembangan adaptasi dari Plomp yang terdiri dari 4 tahap sebagai berikut: (1) fase investigasi awal, yakni dengan melakukan analisis kebutuhan/masalah dalam batasan materi yang akan dikembangkan pada bahan ajar; (2) fase desain, yakni dengan merancang bahan ajar; (3) fase realisasi/konstruksi, bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar digital dalam bentuk modul yang telah dirancang dan disusun menjadi bahan ajar digital matematika berbasis STEM

yang telah didiskusikan dengan para ahli; dan (4) fase tes, evaluasi dan revisi, yang bertujuan untuk menghasilkan modul yang telah divalidasi oleh validator kemudian diuji coba kepada subjek uji coba, jika belum berhasil direvisi kembali dan siklus dilakukan kembali meski harus berulang kali sampai pemecahan yang diinginkan tercapai. Sumber data untuk validasi bahan ajar yang dikembangkan adalah 2 ahli materi dari dosen Program Studi Pendidikan Matematika Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, 2 ahli bahasa dari dosen Program Studi Pendidikan Bahasa Indonesia dan Daerah Universitas PGRI Mahadewa Indonesia dan 2 ahli media dari dosen Program Studi Teknologi Informatika Universitas PGRI Mahadewa Indonesia. Adapun sumber data untuk uji praktikalitas dari bahan ajar yang dikembangkan adalah guru mata pelajaran matematika dan siswa kelas X SMA Negeri 7 Denpasar tahun 2020-2021. Subjek untuk uji efektivitas dari bahan ajar yang dikembangkan adalah siswa kelas X SMA Negeri 7 Denpasar. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Analisis validitas

Validitas bahan ajar digital matematika berbasis STEM dianalisis menggunakan metode *Gregory* pada angket validitas yang menggunakan skala *likert* yaitu skala 1-5. Validitas dinyatakan valid, jika nilai validitas  $> 0,70$  (Sri Mertasari, 2020).

### 2. Analisis praktikalitas

Kepraktisan bahan ajar digital matematika berbasis STEM dianalisis berdasarkan kriteria penggolongan praktikalitas produk ditentukan berdasarkan mean ideal ( $M_i$ ) dan standar deviasi ideal ( $SD_i$ ). Rumus untuk  $M_i$  dan  $SD_i$  adalah sebagai berikut.

$$M_i = \frac{1}{2} (\text{skor maksimum} + \text{skor minimum})$$

$$SD_i = \frac{1}{6} (\text{skor maksimum} - \text{skor minimum})$$

**Tabel 1**  
**Interpretasi Data**  
**Praktikalitas Produk**

No.	Interval	Kriteria
1	$67,995 \leq P \leq 84,99$	Sangat Praktis
2	$56,665 \leq P < 67,995$	Praktis
3	$45,335 \leq P < 56,665$	Cukup Praktis
4	$34,005 \leq P < 45,335$	Kurang Praktis
5	$17,01 \leq P < 34,005$	Sangat Kurang Praktis

### 3. Analisis efektifitas

Efektifitas dianalisis berdasarkan hasil belajar siswa setelah menggunakan bahan ajar digital matematika berbasis

STEM. Bahan ajar dinyatakan efektif jika nilai *efektivitas* > 76.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Fase investigasi awal

Fase investigasi awal dilakukan untuk menentukan masalah dasar dan analisis Kompetensi Dasar yang dapat dikembangkan menjadi bahan ajar digital matematika berbasis STEM. Berdasarkan analisis Kompetensi Dasar (KD), salah satu Kompetensi Dasar kelas X semester 2 yang dapat dikembangkan menjadi bahan ajar berbasis STEM adalah KD 3.9 dan 4.9 mengenai aturan sinus dan cosinus. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat membantu guru dalam proses pembelajaran matematika.

### 2. Fase desain

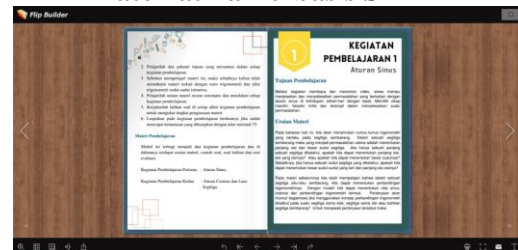
Bahan ajar digital ini disusun berdasarkan format penyusunan modul oleh Rahdiyanta (2016), yang terdiri dari halaman sampul, kata pengantar, daftar isi, peta konsep, glosarium, pendahuluan yang memaparkan deskripsi materi dan tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran meliputi materi, contoh soal, evaluasi dan pembahasan, serta daftar pustaka.

### 3. Fase realisasi/konstruksi

Pada tahap ini desain yang telah dipersiapkan pada fase sebelumnya disusun sesuai. Bahan ajar yang telah berupa modul di *save* dalam bentuk PDF. Proses digitalisasi bahan ajar dalam bentuk file PDF tersebut di ubah menjadi file dalam format HTML menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition*.

Penyajian bahan ajar digital ke dalam bentuk website, dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan penggunaan google drive dan situs *drivetoweb*, sehingga bahan ajar digital dapat diakses melalui *link* oleh pengguna.

**Gambar 1**  
**Bahan Ajar Digital**  
**Matematika Berbasis STEM**



### 4. Fase tes, evaluasi dan revisi

#### a. Validitas

Validasi bahan ajar digital matematika berbasis STEM dilakukan dengan 2 tahap. Tahap pertama di nilai oleh 2 ahli materi yang memvalidasi aspek isi dan penyajian bahan ajar, 2 ahli bahasa yang memvalidasi aspek kebahasaan bahan ajar dan 2 ahli media yang memvalidasi

aspek media. Hasil angket validitas tahap pertama disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2**  
**Hasil Angket**  
**Validitas Tahap Pertama**

Aspek	Nilai Validitas	Kriteria
Isi	0,72	Valid
Penyajian	0,90	Valid
Bahasa	0,92	Valid
Media	0,93	Valid

Validasi bahan ajar digital matematika berbasis STEM tahap 2 di nilai secara keseluruhan oleh 3 ahli. Ahli yang digunakan pada tahap 2 validasi bahan ajar digital matematika berbasis STEM. Tingkat validasi yang diperoleh sebesar 0,91 yang dapat diinterpretasikan bahwa bahan ajar digital matematika berbasis STEM telah valid dan layak untuk di uji cobakan.

**b. Kepraktisan**

Uji kepraktisan bahan ajar digital matematika berbasis STEM di uji cobakan terlebih dahulu pada skala terbatas dengan pemberian angket kepraktisan. Uji coba pada skala terbatas menggunakan responden sebanyak 4 guru dan 6 siswa dari SMA Negeri 7 Denpasar. Hasil uji keefektifan yang dinilai oleh guru diperoleh nilai kepraktisan sebesar 73,8 dan hasil uji kepraktisan yang dinilai oleh siswa diperoleh nilai kepraktisan sebesar 71 yang dapat diinterpretasikan bahwa

bahan ajar digital matematika berbasis STEM praktis digunakan dalam pembelajaran. Berdasarkan saran dan masukan dari pengguna, dilakukan revisi pada bahan ajar digital matematika berbasis STEM yang selanjutnya akan di uji cobakan pada lapangan 1.

Uji coba pada lapangan 1 menggunakan responden sebanyak 8 guru dan 20 siswa dari SMA Negeri 7 Denpasar. Hasil uji keefektifan yang dinilai oleh guru pada uji coba lapangan 1 diperoleh nilai kepraktisan sebesar 75,3 dan hasil uji kepraktisan yang dinilai oleh siswa pada uji coba lapangan 1 diperoleh nilai kepraktisan sebesar 71,8 yang dapat diinterpretasikan bahwa bahan ajar digital matematika berbasis STEM praktis digunakan dalam pembelajaran. Beberapa saran dan masukan dari pengguna digunakan sebagai acuan revisi pada bahan ajar digital matematika berbasis STEM sebelum di uji coba kan pada uji lapangan 2.

Uji coba pada lapangan 2 menggunakan responden sebanyak 8 guru dan 30 siswa dari SMA Negeri 7 Denpasar. Hasil uji keefektifan yang dinilai oleh guru diperoleh nilai kepraktisan sebesar 76,1 dan hasil uji kepraktisan yang dinilai oleh siswa

diperoleh nilai kepraktisan sebesar 71,93 yang dapat diinterpretasikan bahwa bahan ajar digital matematika berbasis STEM praktis digunakan dalam pembelajaran.

### **c. Efektif**

Uji keefektifan bahan ajar digital matematika berbasis STEM diperoleh dari hasil test siswa setelah menggunakan bahan ajar digital matematika. Uji keefektifan pada skala terbatas yang diperoleh dari 6 siswa dari SMA Negeri 7 Denpasar menggunakan soal evaluasi. Hasil uji skala terbatas diketahui bahwa nilai rata-rata siswa belajar dengan menggunakan bahan ajar digital berbasis STEM efektif karena melebihi KKM yang telah ditentukan yakni  $79,17 > 76$  (batas KKM untuk siswa kelas X). Uji keefektifan pada lapangan 1 diperoleh dari 20 siswa dari SMA Negeri 7 Denpasar menggunakan soal evaluasi pembelajaran 2. Hasil uji lapangan 1 diketahui bahwa nilai rata-rata siswa belajar dengan menggunakan bahan ajar digital berbasis STEM efektif karena melebihi KKM yang telah ditentukan yakni  $81,5 > 76$  (batas KKM untuk siswa kelas X). Uji keefektifan pada lapangan 2 dengan menggunakan soal evaluasi yang diperoleh dari 30 siswa, diketahui bahwa nilai rata-rata

siswa belajar dengan menggunakan bahan ajar digital berbasis STEM lebih efektif karena melebihi KKM yang telah ditentukan yakni  $82,63 > 76$  (batas KKM untuk siswa kelas X). Berdasarkan hasil uji coba produk tersebut disimpulkan bahwa bahan ajar berbasis STEM efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan pada bahan ajar digital berbasis STEM bahwa langkah-langkah dalam mengembangkan bahan ajar digital matematika berbasis STEM, adalah sebagai berikut: (1) fase investigasi awal (*preliminary investigation*), (2) fase desain (*design*), (3) fase realisasi/konstruksi (*realization/construction*), dan (4) fase tes, evaluasi dan revisi (*test, evaluation and revision*).

Kualitas bahan ajar digital matematika berbasis STEM menunjukkan bahwa:

1. Bahan ajar digital matematika berbasis STEM dinyatakan valid ditinjau dari angket validitas bahan ajar digital matematika berbasis STEM.
2. Bahan ajar digital matematika berbasis STEM termasuk kategori



praktis ditinjau dari angket penilaian kepraktisan yang dilakukan oleh guru dan siswa.

3. Bahan ajar digital matematika berbasis STEM termasuk kategori efektif ditinjau dari tes hasil belajar siswa.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Agung, L., & Akhyar, M. (2019). Perkembangan bahan ajar digital sejarah lokal berbasis toponimi di Vorstelanden Surkarta. *Seminar Nasional Sejarah Ke 4*, 618–628.
- Aminingsih, & Izzati, N. (2020). Pengembangan modul pembelajaran berbasis STEM pada materi himpunan kelas VII SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1), 67–76.
- Kusumawati, N. M. (2017). Optimalisasi model pembelajaran berbasis masalah dengan berbantuan lembar kerja siswa ( LKS ) untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar. *Journal of Education Action Research*, 1, 197–209.
- Popalri, & Fikri, A. (2019). Validitas modul bola tangan bagi mahasiswa pendidikan jasmani kesehatan dan rekreasi STKIP PGRI Lubuklinggau. *Gelombang Olahraga: Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 3(1), 89–95.
- Rahdiyanta. (2016). *Teknik penyusunan modul*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rahmatina, C. A., Jannah, M., & Annisa, F. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Di Sma/Ma. *Jurnal Phi; Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 1(1), 20. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v1i1.6531>
- Saraswati, P. M. S., & Agustika, G. N. S. (2020). Kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam menyelesaikan soal HOTS mata pelajaran matematika. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(2), 257–269.
- Sari, N., Syarif Sumantri, M., & G Bachtiar, I. (2018). The development of science teaching materials based on STEM to increase science literacy ability of elementary school students. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 4(7), 161–168. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2018.32808>
- Sri Mertasari, N. M. (2020). *Pengujian Instrumen Penelitian Kuantitatif dengan Pendekatan Klasi*. Undiksha Press.
- Sugiyanti, L., Arif, A., & Mursalin. (2018). Pembelajaran abad 21 di SD. *Prosiding Seminar Dan Diskusi Nasional Pendidikan Dasar UNJ*, 439–444.