



Pengembangan *E-Modul* dengan Pendekatan STEM untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Trigonometri

Khizanaturrohmah Nur Maziyah¹, Fina Hanifa Hidayati²

^{1,2}*Program Studi Pendidikan Matematika, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55281, Indonesia*

e-mail: khizanaturrohmahnm30@gmail.com¹, fina.hidayati@uin-suka.ac.id²

ABSTRAK

Berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan yang dapat distimulasi melalui pembelajaran matematika dengan menggunakan pendekatan yang sesuai. Salah satu pendekatan yang dapat memfasilitasi keterampilan berpikir kritis adalah pendekatan STEM. Untuk menerapkan pendekatan ini, diperlukan bahan ajar sebagai penunjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana mengembangkan e-modul sebagai bahan ajar dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi trigonometri yang valid. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan PPE (*Planning, Production, Evaluation*). Pada tahap *planning* dilakukan analisis kurikulum dan analisis siswa kelas X MIA MAN 2 Indramayu. Pada tahap *production* dilakukan pembuatan dan pengumpulan data yang dibutuhkan e-modul, menyusun e-modul, menyiapkan *link* untuk menghubungkan ke halaman *web* yang diperlukan, dan mengemas modul bentuk pdf ke dalam modul elektronik (e-modul). Pada tahap *evaluation* dilakukan penilaian kualitas e-modul oleh ahli materi dan media dari dosen pendidikan matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta serta guru matematika MAN 2 Indramayu. Penilaian kualitas e-modul ini menunjukkan nilai persentase ideal yang termasuk dalam kriteria “sangat baik” pada kategori valid. Dapat dikatakan penelitian dan pengembangan ini telah menghasilkan e-modul dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi trigonometri yang valid.

Kata Kunci: e-modul, Pendekatan STEM, Berpikir Kritis, Trigonometri.

ABSTRACT

Critical thinking is one of the abilities that can be stimulated through learning mathematics by using an appropriate approach. One approach that can facilitate critical thinking skills is the STEM approach. To implement this approach, teaching materials are needed as support. This study aims to find out how to develop a valid e-modules as teaching materials with a STEM approach to facilitate students' critical thinking skills on trigonometry. The method used is Research and Development (R&D) with the PPE development model (Planning, Production, Evaluation). At the planning stage, curriculum analysis and analysis of class X MIA MAN 2 Indramayu were carried out. In the production stage, the creation and collection of data needed by the e-module is carried out, compiling the e-module, preparing links to connect to the required web page, and packaging the pdf format module into an electronic module (e-module). In the evaluation stage, an assessment of the quality of the e-module was carried out by material and media experts from the mathematics lecturer at UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta and the mathematics teacher at MAN 2 Indramayu. The quality assessment of this e-module shows an ideal percentage value which is included in the "very good" criteria in the valid category. It can be said that this research and development has produced a valid e-module with a STEM approach to facilitate students' critical thinking skills in trigonometry.

Keywords: E-module, STEM approach, critical thinking, trigonometry

PENDAHULUAN

Pada abad 21 ini, cara untuk memenuhi kebutuhan sumber daya manusia yang berkualitas adalah dengan meningkatkan pendidikan (Shanti et al., 2017; Setiana, 2019). Pendidikan merupakan upaya yang dilakukan untuk mengembangkan kemampuan, bakat, dan potensi seseorang (Khoiriyah et al., 2018). Hermansyah & Muslim (2019) mengungkapkan bahwa keterampilan yang dibutuhkan siswa untuk menghadapi abad 21 difokuskan pada tujuh keterampilan yang salah satunya adalah berpikir kritis. Cahyono (2017) juga mendapatkan bahwa kemampuan berpikir kritis penting untuk belajar, bekerja, dan hidup di abad 21. Namun pembelajaran di sekolah saat ini kurang mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Davidi et al., 2021). Dalam proses pembelajaran, guru lebih sering meminta siswa untuk mendefinisikan, menceritakan kembali, menguraikan, mendeskripsikan, dan mendaftar daripada menganalisis, menghubungkan, mengkritik, menarik kesimpulan, menciptakan, mensintesis, mengevaluasi, dan memikirkan ulang (Shanti et al., 2017). Padahal Suparni (2020) mengungkapkan bahwa ciri pribadi pemikir kritis ialah ia yang mempunyai keterampilan menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, menyimpulkan, menjelaskan apa yang dipikirkannya dan membuat keputusan.

Kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia termasuk rendah juga diperkuat dari hasil PISA tahun 2018 didapatkan kemampuan matematika siswa di Indonesia masuk peringkat ke 72 dari 78 negara (OECD, 2018). Soal-soal yang diuji dalam PISA tersebut berbasis HOTS yang mana soal-soal ini juga digunakan sebagai instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi termasuk didalamnya kemampuan berpikir kritis (Davidi et al., 2021). Oleh karenanya, dari hasil PISA ini juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia rendah sebab termasuk pada peringkat 10 terbawah dari 78 negara.

Sejalan dengan hasil studi pendahuluan di salah satu MAN di Kabupaten Indramayu, didapatkan siswa masih sangat mengandalkan kemampuan menghafal. Padahal, Scriven & Paul (2007) dalam Setiana (2019) mengatakan bahwa berpikir kritis menuntut siswa agar tidak sekedar menghafal apa yang mereka baca atau yang orang lain beritahu. Didapatkan juga bahwa kemampuan siswa dalam menanggapi pertanyaan disertai alasan atau dalam mengajukan pertanyaan masih kurang. Begitu pun ketika siswa diminta untuk menganalisis, menyimpulkan, atau mengevaluasi suatu permasalahan. Hal tersebut mengindikasikan kemampuan berpikir kritis siswa lemah karena pribadi pemikir kritis seharusnya mempunyai keterampilan menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, menyimpulkan, menjelaskan apa yang dipikirkannya dan membuat keputusan (Suparni, 2020). Indikasi lain yang juga terlihat di sekolah adalah siswa lebih suka mengerjakan soal yang sudah diketahui prosedurnya seperti pada contoh soal. Padahal, penyelesaian soal prosedural tidak memerlukan aktivitas berpikir kritis sehingga kemampuan berpikir kritis siswa kurang berkembang (Astuti et al., 2017).

Salah satu cara merangsang kemampuan berpikir kritis siswa adalah melalui pembelajaran matematika. Sebab, hakikat matematika salah satunya adalah untuk membekali siswa dengan

kemampuan berpikir kritis (Himmi & Hatwin, 2018). Untuk mendukung munculnya kemampuan berpikir kritis, perlu juga dipilih pendekatan pembelajaran yang menunjang. Pendekatan STEM mengintegrasikan empat komponen *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* dalam pembelajaran. Menurut Fathoni et al. (2020), pendekatan STEM berorientasi pada pemecahan masalah. Dalam memecahkan masalah, siswa perlu menganalisis masalah untuk mencari solusi. Kemampuan menganalisis masalah ini menurut Puspitasari (2021) merupakan indikasi adanya kemampuan berpikir kritis. Selain itu, dalam menentukan solusi untuk memecahkan masalah juga diperlukan kegiatan evaluasi apakah solusi tersebut benar-benar tepat hingga akhirnya mengambil keputusan terbaik. Oleh karena itu, pendekatan STEM dirasa cocok jika digunakan untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis.

Fakta bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat memfasilitasi kemampuan berpikir kritis juga sejalan dengan penelitian Davidi et al. (2021) yang mengungkapkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan STEM mampu memunculkan aktivitas berpikir kritis yang ditandai dengan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, memecahkan masalah, melakukan penyelidikan, dan mengambil keputusan. Dalam penelitian Khoiriyah et al. (2018); Izzati et al. (2019); Fathoni et al. (2020) juga mengemukakan bahwa pendekatan STEM merangsang kemampuan berpikir kritis siswa supaya meningkat. Agar pendekatan STEM dapat diterapkan dengan baik pada pembelajaran di sekolah, dibutuhkan aspek-aspek yang mendukung. Pada penelitian yang dilakukan Stohlmann et al. (2012) mengungkapkan ada empat aspek yang mendukung pembelajaran STEM, salah satunya terkait dengan sarana dan prasarana. Sarana dan prasarana merupakan bagian dari bentuk inovasi pembelajaran sehingga penting untuk dipenuhi (Fadillah & Bilda, 2019). Salah satu bagian dari prasarana yakni bahan ajar. Bahan ajar dapat mempermudah dan memperlancar penyampaian materi (Al-Azri & Al-Rashdi, 2014). Selain itu, dengan bahan ajar memungkinkan siswa mempelajari suatu kompetensi secara runtut dan sistematis (Akhmadan, 2017).

Berdasarkan studi lapangan, bahan ajar yang digunakan belum berbasis STEM. Selain itu, siswa juga masih mencari sumber lain untuk memahami materi pada buku paket. Oleh karenanya, salah satu bahan ajar yang dirasa dapat menjadi alternatif adalah modul. Hal ini dikarenakan modul memiliki karakteristik *self contained* yaitu seluruh materi pembelajaran termuat di dalamnya sehingga siswa dapat mempelajari materi pembelajaran secara tuntas (Daryanto, 2013). Dewasa ini, modul juga dikembangkan dalam bentuk elektronik. *E-modul* mempunyai keutamaan diantaranya memudahkan akses tanpa batasan ruang ataupun waktu (*flexible*), serta menjadi alternatif mempelajari materi secara mandiri (Divayana, 2017; Tambunan, 2013). Hal tersebut mendukung peneliti untuk mengembangkan modul berbasis elektronik (*e-modul*). Materi yang diambil adalah trigonometri. Hal ini dikarenakan pada studi lapangan diperoleh temuan bahwa sebagian besar siswa menghafal rumus-rumus trigonometri, namun ketika mengerjakan soal siswa bingung dalam menyelesaikannya, terlebih jika soal yang diberikan berbeda dengan yang dicontohkan. Sejalan

dengan Fitriani & Nurfauziah (2020) yang mengemukakan bahwa siswa menganggap trigonometri sebagai hafalan saja, sehingga mereka merasa kesulitan ketika disajikan masalah dalam bentuk yang berbeda. Kebanyakan siswa juga tidak mengetahui kegunaan trigonometri dalam kehidupan. Sejalan dengan penelitian Hulwani et al. (2021) yang mengatakan bahwa siswa sering kali hanya melakukan perhitungan trigonometri tanpa mengerti kegunaan trigonometri dalam kehidupan.

Pada penelitian Nurapipah & Zulkarnaen (2019) didapatkan bahwa kesulitan siswa dalam mempelajari materi trigonometri salah satunya disebabkan oleh kemampuan berpikir kritis siswa yang lemah. Sejalan dengan Bernard et al. (2019); Risah & Sutirna (2019) yang mengungkapkan bahwa pada materi trigonometri dibutuhkan proses berpikir lebih untuk mempelajarinya. Materi trigonometri juga mempunyai integrasi erat dalam pembelajaran berbasis STEM. Aplikasi trigonometri dapat ditemukan pada kehidupan dan lingkungan sekitar sehingga hal ini menjadi dukungan dalam tercapainya pembelajaran STEM (Maqfiroh, 2021). Oleh karena itu, berdasarkan penjelasan yang sudah dipaparkan, maka penelitian ini berjudul "Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan STEM untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Trigonometri".

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau disebut juga *Research and Development* (R&D). Ada beberapa model dalam penelitian pengembangan, namun dalam penelitian ini digunakan model pengembangan PPE (*Planning, Production, dan Evaluation*). Model pengembangan PPE ini dikembangkan oleh Richey dan Klein (Sugiyono, 2015). Penelitian pengembangan ini dibatasi hanya sampai pengujian kevalidan e-modul yang ditetapkan berdasarkan penilaian atau validasi oleh para ahli (ahli materi dan ahli media) mengenai valid atau tidaknya e-modul ini digunakan untuk proses pembelajaran. E-modul yang dikembangkan belum diujicobakan kepada siswa baik skala kecil maupun skala besar. Jika ditinjau berdasarkan level penelitian dan pengembangan menurut (Sugiyono, 2016), penelitian ini termasuk pada penelitian dan pengembangan level 1 yakni penelitian untuk menghasilkan rancangan produk dan menguji validitasnya, tetapi tidak dilanjutkan dengan menguji keefektifannya. Lebih jauh, penelitian pengembangan ini sudah sampai kepada tahap membuat produk, bukan hanya sekedar rancangannya, namun belum sampai diuji cobakan kepada siswa. Hal ini dikarenakan keterbatasan waktu dan kemampuan peneliti sekaligus menjadi saran pada penelitian selanjutnya.

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas X MIA MAN 2 Indramayu dan penilai produk yang terdiri dari empat validator untuk menentukan kualitas produk. Validator tersebut diantaranya adalah satu dosen dan satu guru yang aktif menyusun media pembelajaran modul, *game* edukasi, komik edukasi, dan bahan ajar sebagai ahli media. Validator lainnya adalah satu

dosen yang fokus melakukan penelitian di bidang sains dan teknologi serta satu guru yang ahli di bidang matematika sebagai ahli materi.

Instrumen dalam penelitian ini adalah instrumen validasi ahli berupa angket penilaian kualitas produk oleh ahli materi dan ahli media. Instrumen tersebut digunakan untuk memperoleh data penelitian mengenai validitas produk dan sebagai bahan pertimbangan dalam perbaikan produk yang dikembangkan berdasarkan *expert judgement*. Instrumen uji validasi berupa angket validasi untuk ahli materi dan untuk ahli media. Skala yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan skala Likert mulai dari 1 sampai dengan 5 yang ditunjukkan dari pernyataan pada lembar validasi dengan lima pilihan penilaian yaitu Sangat Kurang (SK), Kurang (K), Cukup (C), Baik (B), dan Sangat Baik (SB). Pemilihan tersebut bertujuan untuk memaksimalkan perbedaan penilaian para validator.

Angket penilaian kualitas produk dari segi materi dan media yang telah disiapkan kemudian diberikan kepada masing-masing ahli materi dan ahli media. Data yang diperoleh berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa data hasil validasi atau penilaian produk dari validator ahli materi dan ahli media berupa perhitungan statistik yang telah diolah berdasarkan data angket instrumen validasi ahli. Sedangkan data kualitatif diperoleh dari angket instrumen validasi ahli berupa kritik dan saran. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah analisis data. Data kualitatif dari penelitian ini diperoleh dari hasil wawancara studi pendahuluan, serta kritik dan saran pada lembar validasi ahli materi dan ahli media pada *e-modul* dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi trigonometri. Hasil analisis data ini digunakan sebagai bahan atau dasar revisi untuk penyempurnaan *e-modul* yang dikembangkan. Sedangkan data kuantitatif dari penelitian ini diperoleh dari data uji validitas produk. Teknik analisis data hasil uji validitas *e-modul* digunakan untuk melihat kesesuaian antara teori dasar penyusunan dengan *e-modul* pembelajaran yang dikembangkan.

Tahapan dalam menganalisis data kuantitatif yaitu sebagai berikut: (1) Hasil penilaian validator yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis dengan mengubah data kualitatif (huruf) menjadi data kuantitatif (skor) jika mendapatkan kategori sangat baik maka skornya 5, kategori baik mendapatkan skor 4, kategori cukup mendapatkan skor 3, kategori kurang mendapatkan skor 2, dan kategori sangat kurang mendapatkan skor 1; (2) Menghitung persentase kekeidealan (\bar{p}) kemudian diubah menjadi nilai kualitatif sesuai dengan kriteria persentase keidealan mengikuti Sudijono (1987) dalam [Nu'man \(2019\)](#) yaitu jika nilai persentase keidealan yang didapatkan lebih dari 80%, maka mendapatkan kriteria sangat baik. Jika persentase keidealan mendapatkan rentang nilai antara lebih dari 70% sampai kurang dari atau sama dengan 80%, maka mendapatkan kriteria baik. Jika persentase keidealan mendapatkan rentang nilai antara lebih dari 60% sampai kurang dari atau sama dengan 70%, maka mendapatkan kriteria cukup. Jika persentase keidealan mendapatkan rentang nilai antara lebih dari 50% sampai kurang dari atau sama dengan 60%, maka mendapatkan

kriteria kurang. Dan jika nilai persentase keidealan yang didapatkan kurang dari atau sama dengan 50%, maka mendapatkan kriteria sangat kurang.

Berdasarkan teknik analisis data di atas, menurut Sukarjo dalam (Mulyani, 2015) apabila hasil penilaian kualitas *e-modul* secara keseluruhan dari ahli materi dan ahli media menunjukkan kriteria “baik” maka *e-modul* tersebut dapat dikatakan valid dan layak digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tahapan pengembangan PPE (*Planning, Production, Evaluation*) yaitu sebagai berikut:

Planning (Perencanaan)

Pada tahap *planning* dilakukan beberapa hal sebagai berikut:

Analisis kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan dengan menganalisis kompetensi inti dan kompetensi dasar agar *e-modul* yang dikembangkan sejalan dengan kurikulum yang digunakan pada saat penelitian ini dilakukan yaitu Kurikulum Darurat atau Kurikulum 2013 yang disederhanakan untuk pembelajaran di masa pandemi Covid-19. Analisis kompetensi inti dan kompetensi dasar dilakukan untuk mengembangkan Indikator Pencapaian Kompetensi yang harus dicapai siswa agar isi materi dalam *e-modul* dapat disusun secara sistematis sesuai dengan tujuan pengembangan produk yang ingin dicapai. Pengembangan produk dalam penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-modul* dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi trigonometri. Materi trigonometri yang dimaksud dibatasi pada materi perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dan perbandingan trigonometri sudut istimewa pada siswa kelas X tingkat SMA dengan Kompetensi Dasar (KD) 3.7 yaitu menjelaskan rasio trigonometri (*sinus, cosinus, tangen, cosecan, secan, dan cotangen*) pada segitiga siku-siku, dan Kompetensi Dasar (KD) 4.7 yaitu menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan rasio trigonometri (*sinus, cosinus, tangen, cosecan, secan, dan cotangen*) pada segitiga siku-siku

Selain itu, dalam menyampaikan materi trigonometri yang merupakan komponen *mathematics* dari STEM terintegrasi juga dengan materi pesawat sederhana bidang miring yang merupakan komponen *science* dari STEM. Materi bidang miring ini sudah dipelajari siswa saat bangku SMP/MTs. Pada Kurikulum Darurat atau Kurikulum 2013 yang disederhanakan untuk pembelajaran di masa pandemi Covid-19 materi ini terdapat pada mata pelajaran IPA kelas VIII SMP/MTs Kompetensi Dasar (KD) 3.3 yaitu menjelaskan konsep pesawat sederhana, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari termasuk kerja otot pada struktur rangka manusia dan Kompetensi Dasar (KD) 4.3 yaitu menyajikan hasil penyelidikan atau pemecahan masalah tentang manfaat penggunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari.

Materi bidang miring tersebut sudah pernah dipelajari siswa sehingga diharapkan siswa sudah mengenal dan tidak asing lagi dengan materi yang akan digunakan sebagai pengantar dalam menyampaikan materi trigonometri pada *e-modul* sehingga siswa lebih mudah dalam mempelajari *e-modul* tersebut. Dengan mempertimbangkan KD materi rasio trigonometri serta KD pesawat sederhana bidang miring dan indikator kemampuan berpikir kritis menurut Facione (interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi) maka dirumuskan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yaitu memahami konsep bidang miring pada kehidupan, menelaah suatu kasus atau kondisi mengenai penerapan bidang miring pada kehidupan, menilai kebenaran suatu pernyataan atau kondisi tentang bidang miring, menyimpulkan suatu solusi atau pemecahan dari suatu kondisi mengenai bidang miring, mengetahui perkembangan teknologi dari bidang miring untuk memudahkan aktivitas, menentukan rasio trigonometri untuk suatu sudut pada segitiga siku-siku, menentukan rasio trigonometri dari sudut-sudut istimewa, menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan rasio trigonometri pada segitiga siku-siku, menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan rasio trigonometri dari sudut-sudut istimewa, dan membuat miniatur aplikasi bidang miring pada kehidupan.

Analisis siswa

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik siswa yang dijadikan sasaran dalam pengembangan *e-modul*. Hasil analisis ini adalah sebagai berikut: *E-modul* yang dikembangkan sesuai dengan perkembangan psikologis siswa, sehingga *E-modul* yang dikembangkan didominasi warna biru yang mampu memberikan kesan mendalam, tak terbatas, menantang, percaya, menenangkan, bertanggung jawab, memberi energi, menggambarkan kekuatan, kehandalan, perasaan bahagia, dan keramahan.

Siswa tingkat SMA sudah sangat akrab dengan dunia internet sehingga diharapkan siswa dapat melakukannya dengan baik dan tanpa hambatan. Pada *e-modul* terdapat salah satu tugas agar siswa mencari informasi sebanyak-banyaknya di internet mengenai bagaimana teknisi sipil atau ahli bangunan membangun tangga yang aman dan nyaman untuk dilintasi serta mengenai bentuk perosotan lurus dan bagaimana membangun perosotan yang aman untuk dimainkan anak-anak, menggunakan kalkulator elektronik di internet, dan mengisi *google form*. Selain itu, fungsi keterampilan kognitif tingkat tinggi siswa SMA/MA sudah berfungsi sehingga dapat mendukung kegiatan yang terdapat pada *e-modul* yakni pada komponen *engineering* yaitu membuat miniatur tangga dan perosotan yang membutuhkan keterampilan kognitif tingkat tinggi tersebut yakni membuat rencana, strategi, membuat keputusan-keputusan, serta memecahkan masalah.

Berdasarkan hasil analisis kurikulum dan analisis siswa yang telah dilakukan, maka pendekatan STEM pada *e-modul* disajikan berdasarkan komponennya yaitu *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics*. Pembahasan *science* yang diambil dalam mengembangkan *e-modul* ini adalah mengenai bidang miring. Pembahasan *technology* yang diambil peneliti dalam mengembangkan *e-modul* ini adalah mengenai tangga dan perosotan. Pembahasan *engineering*

yang diambil peneliti dalam mengembangkan *e-modul* ini adalah membuat miniatur tangga dan miniatur perosotan. Pembahasan *mathematics* yang diambil peneliti dalam mengembangkan *e-modul* ini adalah trigonometri dengan sub materi rasio trigonometri pada segitiga siku-siku dan rasio trigonometri dari sudut-sudut istimewa. Sedangkan tahapan pembelajarannya yaitu: 1) Pengamatan (*Observe*), 2) Ide Baru (*New Idea*), 3) Inovasi (*Innovation*), 4) Kreasi (*Creativity*), dan 5) Nilai (*Value/Society*).

Pada tahap pengamatan, siswa melakukan pengamatan mengenai pesawat sederhana bidang miring. Tahap ini akan memunculkan kemampuan interpretasi dimana siswa dapat memahami dan mengungkapkan makna dari definisi, manfaat, kriteria bidang miring, dan lain-lain. Selanjutnya, pada tahap Ide Baru (*New Idea*), setelah siswa mengamati fenomena yang berhubungan dengan bidang miring diantaranya adalah tangga dan mainan perosotan, siswa diminta untuk menemukan informasi berkaitan dengan hal-hal yang harus diperhatikan dalam membuat tangga dan perosotan yang ideal. Kemudian siswa diminta untuk menentukan ide mengenai ukuran-ukuran *real* komponen dalam pembuatan tangga dan perosotan seperti lebar, tinggi, dan lain sebagainya dari tangga dan perosotan yang akan dibuat miniaturnya oleh siswa. Tahap ini akan memunculkan kemampuan analisis siswa mengenai detail ukuran-ukuran *real* komponen yang akan digunakan dalam membangun tangga & perosotan karena dalam menentukannya siswa mengaitkan dengan informasi yang sudah dicari sebelumnya.

Pada tahap Inovasi (*Innovation*) Siswa harus merancang hal yang harus dilakukan agar ide yang dihasilkan pada langkah ide baru bisa diaplikasikan membuat miniatur tangga dan perosotan. Selanjutnya, pada tahap Kreasi (*Creativity*), Siswa merealisasikan hasil rancangan pada tahap sebelumnya dengan membuat miniatur tangga dan perosotan. Langkah terakhir pada tahap Nilai (*Value/Society*) yaitu memahami nilai yang dimiliki oleh produk yang dihasilkan siswa bagi kehidupan sebenarnya, dengan cara memastikan bahwa tangga dan perosotan yang dibuat sudah termasuk pada kategori ideal agar aman dan nyaman saat digunakan. Tahap ini memunculkan kemampuan evaluasi saat memastikan tangga dan perosotan yang dibuatnya sudah termasuk pada kategori ideal atau belum. Selain itu, tahap ini juga juga memunculkan kemampuan inferensi yakni terdapat nilai matematika materi mengenai rasio trigonometri pada miniatur tangga dan perosotan yang dibuatnya.

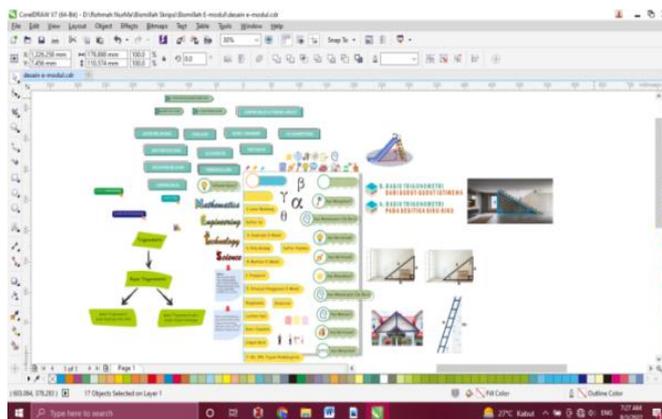
Production (Produksi)

Langkah-langkah yang dilakukan peneliti dalam memproduksi *e-modul* untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi trigonometri adalah sebagai berikut:

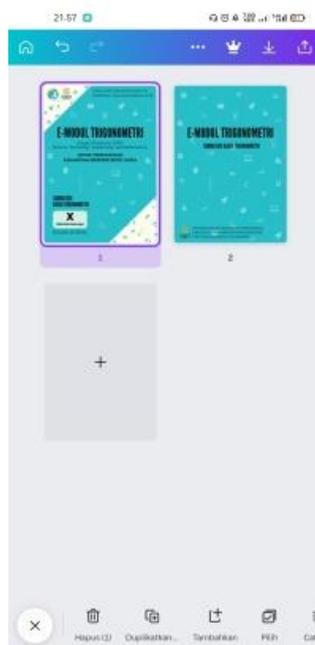
Pembuatan dan pengumpulan data kebutuhan *e-modul*

Dalam tahap ini peneliti membuat dan mengumpulkan hal-hal yang dibutuhkan dalam penyusunan *e-modul* yaitu membuat *cover*, desain judul komponen-komponen pada *e-modul*, desain peta konsep, dan desain tombol-tombol yang akan digunakan pada *e-modul* menggunakan

aplikasi *Corel Draw X7* serta *Canva* seperti pada [Gambar 1](#) dan [Gambar 2](#). Peneliti juga mengumpulkan gambar dan video berkaitan dengan materi trigonometri yang dibutuhkan pada *e-modul*. Gambar yang perlu dimodifikasi akan diedit menggunakan *Corel Draw X7*. Selain itu, peneliti juga mengumpulkan sumber-sumber dari gambar dan video yang digunakan untuk dicantumkan pada *e-modul*.



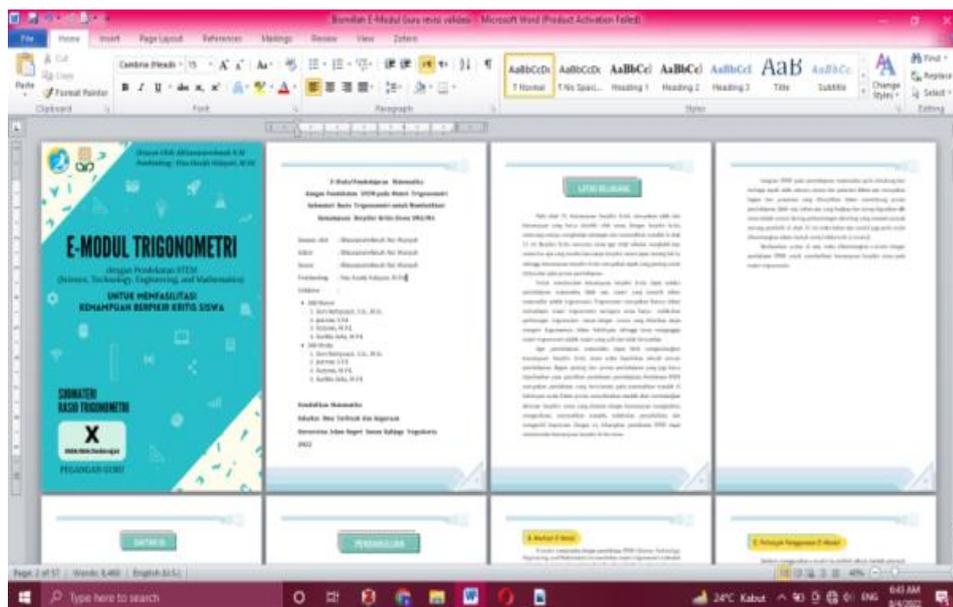
Gambar 1. Mendesain pada *Corel Draw X7*



Gambar 2. Mendesain pada *Canva*

Menyusun *e-modul*

Penyusunan *e-modul* diawali dengan menyusun konten pada aplikasi *Microsoft Office Word 2010* seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 3](#). Cover, desain judul komponen-komponen pada *e-modul*, desain peta konsep, desain tombol-tombol, dan gambar yang sudah disiapkan pada tahap sebelumnya dimasukkan pada *file word* sesuai dengan tempat yang dibutuhkannya. Setelah selesai disusun, *file* dengan format *word* ini diubah menjadi pdf agar dapat diteruskan ke tahap selanjutnya.



Gambar 3. Menyusun E-modul pada Microsoft Word 2010

Mempersiapkan link untuk menyambungkan e-modul ke halaman web yang dibutuhkan

Pada file pdf yang sudah disusun terdapat desain tombol-tombol seperti pada Gambar 4 yang akan berfungsi jika modul sudah berbentuk elektronik. Agar tombol tersebut bekerja dengan baik, maka peneliti mempersiapkan terlebih dahulu link yang akan difungsikan pada tombol-tombol tersebut. Terdapat tombol “KLIK DISINI!” yang jika diklik maka siswa akan tersambung ke google form untuk mengerjakan latihan soal, uji kompetensi, dan aktivitas pada e-modul serta tombol “simbol kalkulator” untuk menyambungkan siswa ke kalkulator scientific di web browser sehingga memudahkan siswa dalam menghitung. Selain itu, terdapat tambahan tombol pada e-modul pegangan guru yaitu tombol “ALTERNATIF PENYELESAIAN” yang jika diklik akan mengarahkan guru ke sebuah file yang menjadi alternatif penyelesaian dari latihan soal, uji kompetensi, atau aktivitas yang ada pada e-modul. Ada juga tombol “HASIL PEKERJAAN SISWA” yang jika diklik akan mengarahkan guru pada suatu halaman web browser yang berisi hasil pekerjaan yang dilakukan siswa pada latihan soal, uji kompetensi, dan aktivitas-aktivitas yang terdapat pada e-modul.



Gambar 4. Tombol-tombol pada E-Modul

Untuk memfungsikan tombol-tombol tersebut sebagaimana yang diinginkan, maka terlebih dahulu disiapkan link google form untuk siswa mengumpulkan pekerjaan yang dilakukan pada e-modul, link kalkulator scientific online, link dari alternatif jawaban yang sudah diunggah ke google drive, dan juga link yang mengarahkan guru untuk melihat hasil pekerjaan yang dilakukan siswa pada e-modul.

Mengemas desain bentuk *pdf* menjadi modul digital atau *e-modul*

Langkah terakhir yaitu mengemas desain bentuk *pdf* menjadi modul digital menggunakan bantuan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition*. *Flip PDF Corporate Edition* merupakan perangkat lunak *windows* yang membantu mengonversi halaman *pdf* ke halaman digital. Langkah awal yang harus dilakukan yaitu memasukkan *file* modul berbentuk *pdf* ke aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* dengan cara pilih *new project*. Selanjutnya memilih *HTML 5* kemudian diklik *ok*. Setelah muncul kotak dialog, dipilih *browse* untuk memasukkan *file pdf*, kemudian diklik *import now*.

Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah memasukkan video yang sudah disiapkan yakni dengan klik *edit page*, setelah masuk pada halaman *edit page*, ditentukan halaman yang akan ditambahkan video, setelah itu diklik *movie* dan dipilih tipe tampilannya. Selanjutnya, akan muncul dua garis berpotongan, lalu *drag and drop* kedua garis tersebut di tempat yang akan ditambahkan video membentuk ukuran yang diinginkan. Kemudian di sebelah kanan atas diklik tombol *select video file*, akan muncul kotak dialog lalu diklik titik tiga disamping *local file*. Selanjutnya dipilih video yang sudah disiapkan pada tahap sebelumnya, lalu diklik *open*, maka video sudah ditambahkan pada *e-modul*.

Selanjutnya, untuk menyambungkan tombol yang terdapat pada desain *e-modul* ke halaman *web* yang diinginkan ketika diklik langkah yang pertama yaitu pada bagian *edit pages*, dipilih halaman yang terdapat tombol yang dimaksud. Kemudian diklik *open link*, maka akan muncul dua garis yang saling berpotongan. Selanjutnya dibuat bentuk di atas tombol yang diinginkan menyesuaikan bentuknya dengan cara *drag and drop*. Kemudian diklik *Add Action* pada pojok kanan atas, akan muncul kotak dialog, dipilih *open link* dan dimasukkan *link* yang akan dituju pada kotak dialog *link* yang kosong.

Setelah itu, untuk mengemas modul bentuk *pdf* menjadi *e-modul*, langkah-langkah yang dilakukan adalah klik *publish* pada pilihan yang tersedia di menu aplikasi, selanjutnya akan muncul kotak dialog. Kemudian dipilih *browse* untuk menentukan lokasi *file* yang diinginkan. Kolom *file name* dan *HTML title* diisi dengan nama "E-Modul Trigonometri dengan Pendekatan STEM". Kemudian dipilih *html* pada *publish as* dan pada *loading sequence* dipilih *HTML 5-Flash*. Selanjutnya diklik *convert* untuk mengonversi halaman *pdf* ke halaman digital. Setelah itu, akan muncul kotak dialog. Pada kotak dialog tersebut dipilih *upload online*. Kemudian untuk ke tahap selanjutnya, terlebih dahulu perlu *login* akun *gmail*. Setelah *login*, diklik *publish* pada kotak dialog yang muncul. Selanjutnya akan muncul kotak dialog berisi suatu *link*. *Link* tersebut merupakan hasil output konversi halaman *pdf* ke halaman digital yang dipublikasikan dalam bentuk *HTML 5* dan *link* tersebut siap untuk diakses.

Evaluation (Evaluasi)

Pada tahap evaluasi, produk yang telah dikemas dalam bentuk *link* kemudian diberikan kepada validator untuk dilakukan penilaian kualitas produk. Penilaian kualitas produk dilakukan

oleh ahli materi dan media yang dalam penelitian pengembangan ini adalah dua orang dosen Pendidikan Matematika FITK UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan dua orang guru mata pelajaran matematika di MAN 2 Indramayu. Penilaian kualitas produk dilakukan melalui angket instrumen penilaian ahli. Setelah produk divalidasi oleh para ahli, peneliti kemudian merevisi produk tersebut. Selanjutnya dilakukan uji kualitas produk untuk mengetahui kualitas suatu produk dengan menggunakan penilaian keidealan. Proses penilaian ini berlanjut hingga produk dinyatakan valid. Hasil akhir penilaian kualitas *e-modul* dari ahli materi disajikan pada [Tabel 1](#) berikut.

Tabel 1. Hasil Penilaian Kualitas *E- Modul* oleh Ahli Materi

Aspek	Persentase Keidealan Per Aspek	Kriteria	Persentase Keidealan Keseluruhan	Kriteria	Keterangan
Isi	93%	Sangat Baik	93,33%	Sangat Baik	Valid
Kelayakan Penyajian	95,7%	Sangat Baik			
Bahasa	85%	Sangat Baik			
Pendekatan STEM	95%	Sangat Baik			
KBK	92,5%	Sangat Baik			

Berdasarkan [Tabel 1](#), didapatkan hasil penilaian kualitas *e-modul* berupa persentase keidealan per aspek dan keseluruhan. Aspek isi mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan sebesar 93%. Aspek kelayakan penyajian mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan 95,7%. Aspek bahasa mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan 85%. Aspek pendekatan STEM mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan 95%, dan aspek keterampilan berpikir kritis mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan sebesar 92,5%. Selanjutnya secara keseluruhan *e-modul* termasuk dalam kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan sebesar 93,33%. Penentuan kriteria tersebut diperoleh dari kriteria persentase keidealan. Hasil penilaian tersebut menunjukkan semua aspek termasuk kriteria “Sangat Baik” sehingga *e-modul* ini ditinjau dari materi yang terkandung di dalamnya memenuhi kriteria “Valid”.

Selanjutnya, hasil penilaian kualitas produk dari ahli media didapatkan seperti terlihat pada [Tabel 2](#) berikut.

Tabel 2. Hasil Penilaian Kualitas *E- Modul* oleh Ahli Media

Aspek	Persentase Keidealan Per Aspek	Kriteria	Persentase Keidealan Keseluruhan	Kriteria	Keterangan
Desain	93,88%	Sangat Baik	93,93%	Sangat Baik	Valid
Pengoperasian	94%	Sangat Baik			

Berdasarkan [Tabel 2](#) di atas, diperoleh hasil penilaian kualitas *e-modul* berupa persentase keidealan per aspek dan keseluruhan. Aspek desain mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan sebesar 93,88%. Aspek operasional mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan sebesar 94%. Selanjutnya secara keseluruhan *e-modul* mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dengan persentase keidealan sebesar 93,93%. Penentuan kriteria tersebut diperoleh dari kriteria persentase keidealan. Hasil penilaian tersebut menunjukkan semua aspek

termasuk kriteria “Sangat Baik” sehingga *e-modul* ini ditinjau dari kualitas media memenuhi kriteria “Valid”.

Revisi produk juga sudah dilakukan peneliti berdasarkan kritik dan saran dari validator ahli materi dan media. Pada **Tabel 3** disajikan kritik dan saran yang diberikan dari validator ahli materi dan tindak lanjutnya terhadap produk yang dikembangkan.

Tabel 3. Hasil Revisi dari Ahli Materi

Kritik dan Saran	Tindak Lanjut
Peta konsep sebaiknya hanya memuat pokok materi yang akan dibahas sehingga contoh soal dan soal latihan tidak perlu dimasukkan.	Peta konsep hanya memuat pokok materi yang akan dibahas.
Dalam materi rasio trigonometri pada segitiga siku-siku, bagian <i>engineering</i> akan lebih baik jika siswa membuat miniatur tangga bukan hanya menggambar desain tangga.	Dalam materi rasio trigonometri pada segitiga siku-siku, pada bagian <i>engineering</i> siswa diminta untuk membuat miniatur tangga.
Dalam materi rasio trigonometri dari sudut-sudut istimewa, lebih baik jika melanjutkan konsep bidang miring seperti pada materi sebelumnya.	Materi rasio trigonometri dari sudut-sudut istimewa melanjutkan membahas konsep bidang miring.
Definisi trigonometri hendaknya dijelaskan lagi secara terperinci baik definisi secara bahasa atau secara istilah.	Definisi trigonometri dijelaskan lagi secara terperinci baik definisi secara bahasa atau secara istilah.
Hendaknya kunci jawaban pada <i>e-modul</i> pegangan siswa ditiadakan.	Kunci jawaban pada <i>e-modul</i> pegangan siswa hanya diberikan jawaban akhirnya saja tidak disertai langkah-langkah pengerjaannya.
Simbol biimplikasi diperbaiki menggunakan yang tepat.	Mengganti simbol biimplikasi dengan yang tepat.
Penggunaan kata “sehingga” tidak boleh di awal kalimat.	Kata “sehingga” yang di awal kalimat diganti dengan kata lain.

Pada **Tabel 4** disajikan kritik dan saran yang diberikan oleh validator ahli media dan tindak lanjutnya terhadap produk yang dikembangkan.

Tabel 4. Hasil Revisi dari Ahli Media

Kritik dan Saran	Tindak Lanjut
Desain peta konsep lebih baik menggunakan warna cerah agar menarik dilihat.	Desain peta konsep menggunakan warna cerah.
Ilustrasi gambar orang yang menaikkan barang ke atas mobil lebih baik diganti dengan video tentang serupa agar letak peran bidang miring lebih terlihat.	Ilustrasi gambar orang yang menaikkan barang ke atas mobil diganti dengan video tentang serupa.
Rumus teorema Pythagoras lebih baik diletakkan rata tengah.	Rumus teorema Pythagoras diletakkan rata tengah
Hendaknya pada bagian belakang <i>e-modul</i> ditambahi desain cover penutup.	Bagian belakang <i>e-modul</i> ditambahi desain cover penutup.
Desain keterangan tambahan pada <i>e-modul</i> pegangan guru mengenai letak komponen STEM dan indikator kemampuan berpikir kritis sebaiknya jangan terpotong.	Desain keterangan tambahan pada <i>e-modul</i> pegangan guru mengenai letak komponen STEM dan indikator kemampuan berpikir kritis sudah tidak terpotong.
Diperbaiki lagi pada gambar orang yang sedang bermain layang-layang karena terlihat kurang proporsional.	Gambar orang yang sedang bermain layang-layang sudah proporsional.

E-modul yang dikembangkan menggunakan model PPE (Planning, Production, and Evaluation) ini sudah melalui tahap validasi dan revisi produk berdasarkan saran dan masukan dari para validator. E-modul ini terintegrasi dengan tahapan pembelajaran pendekatan STEM yaitu

pengamatan (*observe*), ide baru (*new idea*), inovasi (*innovation*), kreasi (*creativity*), dan nilai (*value/society*). Komponen STEM yang terdapat pada e-modul ini yaitu *science* membahas tentang bidang miring, *technology* mengenai tangga dan perosotan, *engineering* dengan membuat miniatur tangga dan miniatur perosotan, serta *mathematics* mengenai materi trigonometri submateri rasio trigonometri pada segitiga siku-siku dan rasio trigonometri dari sudut-sudut istimewa. Maka dari itu, e-modul ini sudah dibuktikan berdasarkan hasil validasi para validator dan penelitian terdahulu sehingga e-modul yang dikembangkan ini dapat digunakan dalam pembelajaran dan dapat menstimulasi kemampuan berpikir kritis dalam hal ini pada materi trigonometri.

SIMPULAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa *e-modul* yang dapat digunakan untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi trigonometri. Pengembangan *e-modul* ini menggunakan model pengembangan PPE (*Planning, Production, dan Evaluation*). Pada tahap *planning*, peneliti melakukan analisis kurikulum dan analisis siswa. Pada tahap *production*, peneliti membuat produk melalui empat tahap yaitu membuat dan mengumpulkan data kebutuhan *e-modul*, menyusun *e-modul*, menyiapkan *link* untuk menghubungkan *e-modul* ke halaman *web* yang dibutuhkan, dan mengemas modul dalam bentuk *pdf* ke dalam modul elektronik. atau *e-modul*. Tahap terakhir adalah *evaluation* yaitu *e-modul* yang telah diselesaikan kemudian dinilai kualitasnya oleh ahli materi dan media. *E-modul* pembelajaran matematika dengan pendekatan STEM untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi trigonometri yang dikembangkan telah memenuhi kriteria ketuntasan yang valid. Hal ini berdasarkan penilaian ahli materi, nilai persentase keidealannya adalah 93,33% sehingga *e-modul* dari segi materi memenuhi kriteria “sangat baik” dengan kata lain valid. Berdasarkan penilaian ahli media diperoleh persentase keidealan sebesar 93,93% sehingga *e-modul* dari segi kualitas media memenuhi kriteria “sangat baik” dengan kata lain juga valid.

DAFTAR RUJUKAN

- Akhmadan, W. (2017). Pengembangan bahan ajar materi garis dan sudut menggunakan macromedia flash dan moodle kelas VII Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Gantang*, 2(1), 27–40. <https://doi.org/10.31629/jg.v2i1.62>
- Al-Azri, R. H., & Al-Rashdi, M. H. (2014). The effect of using authentic materials in teaching. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(10), 249–254.
- Astuti, P., Purwoko, P., & Indaryanti, I. (2017). Pengembangan LKS untuk melatih kemampuan berpikir kritis dalam mata pelajaran matematika di kelas VII SMP. *Jurnal Gantang*, 2(2), 145–155. <https://doi.org/10.31629/jg.v2i2.244>
- Bernard, M., Sumarna, A., Rolina, R., & Akbar, P. (2019). Development of high school student work sheets using VBA for microsoft word trigonometry materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1315(1), 1-9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1315/1/012031>

- Cahyono, B. (2017). Analisis keterampilan berfikir kritis dalam memecahkan masalah ditinjau perbedaan gender. *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(1), 50–64. <https://doi.org/10.26877/aks.v8i1.1510>
- Daryanto. (2013). *Menyusun modul bahan ajar untuk persiapan guru dalam mengajar*. Yogyakarta: Gava Media.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22. <https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Divayana, D. G. H. (2017). Evaluasi pemanfaatan e-learning menggunakan model CSE-UCLA. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 36(2), 280–289. <https://doi.org/10.21831/cp.v36i2.12853>
- Fadillah, A., & Bilda, W. (2019). Pengembangan video pembelajaran berbantuan aplikasi sparkoll videoscribe. *Jurnal Gantang*, 4(2), 177–182. <https://doi.org/10.31629/jg.v4i2.1369>
- Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., & Nurlaela, L. (2020). STEM: Inovasi dalam pembelajaran vokasi. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17(1), 33-41. Retrieved from: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/article/download/22832/14262>
- Fitriani, N., & Nurfauziah, P. (2020). Meningkatkan kemampuan advanced mathematical thinking dengan menggunakan model pembelajaran matematika Knisley pada mata kuliah trigonometri. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 3(1), 69–80.
- Hermansyah, & Muslim. (2019). Urgensi pengembangan keterampilan belajar abad 21 di pendidikan dasar. *Jurnal Pemikiran dan Penelitian Pendidikan Dasar*, 3(2), 184-199. <https://doi.org/10.52266/el-muhbib.v3i2.395>
- Himmi, N., & Hatwin, L. B. A. (2018). Pengembangan modul sistem pertidaksamaan dua variabel berbasis geogebra terhadap kemampuan visual thinking matematis siswa kelas X. *PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 7(1), 35-46. <https://doi.org/10.33373/pythagoras.v7i1.1208>
- Hulwani, A. Z., Pujiastuti, H., & Rafianti, I. (2021). Pengembangan media pembelajaran interaktif android matematika dengan pendekatan STEM pada materi trigonometri. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2255–2269. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.717>
- Izzati, N., Tambunan, L. R., Susanti, S., & Siregar, N. A. R. (2019). Pengenalan pendekatan STEM sebagai inovasi pembelajaran era revolusi industri 4.0. *Jurnal Anugerah*, 1(2), 83–89. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v1i2.1776>
- Khoiriyah, N., Abdurrahman, A., & Wahyudi, I. (2018). Implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 5(2), 53-62. <https://doi.org/10.12928/jrpkpf.v5i2.9977>
- Maqfiroh, L. (2021). *Pengembangan bahan ajar matematika menggunakan project-based learning berbasis E-STEM untuk meningkatkan kemampuan metakognitif siswa pada materi trigonometri di MAN 1 Banjarmasin tahun pelajaran 2020/2021*. UIN Antasari Banjarmasin. Retrieved from: <https://idr.uin-antasari.ac.id/16637/>
- Mulyani, S. P. (2015). *Pengembangan media komik untuk pembelajaran bahasa jawa di kelas III SD Negeri Tegalpanggung*. Universitas Negeri Yogyakarta. Retrieved from: <https://eprints.uny.ac.id/26481/>
- Nu'man, M. (2019). Pengembangan bahan ajar matematika berbasis integrasi-interkoneksi untuk memfasilitasi penalaran dan pemecahan masalah. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 4(2), 31–42. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v4i2.157>

- Nurapipah, S., & Zulkarnaen, R. (2019). Studi kasus kemampuan berpikir kritis matematis siswa dalam menyelesaikan soal trigonometri. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Sesiomadika 2019*. Universitas Singaperbangsa Karawang. Retrieved from: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/sesiomadika/article/view/2727/1919>
- OECD. (2018). *PISA 2018: Insights and interpretations*. Retrieved from: <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>
- Puspitasari, R. (2021). *Pengembangan media pembelajaran berbasis android menggunakan pendekatan contextual teaching and learning (CTL) untuk menstimulasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi aritmetika sosial*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Retrieved from: <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/47293/>
- Risah, Y., & Sutirna. (2019). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa sekolah menengah atas dilihat dari hasil belajar pada materi trigonometri. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Sesiomadika 2019*. Universitas Singaperbangsa Karawang. Retrieved from: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/sesiomadika/article/view/2287/1827>
- Setiana, D. S. (2019). Menstimulasi berpikir kritis melalui pengembangan modul pembelajaran matematika. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 5(1), 15-22. <https://doi.org/10.30738/jst.v5i1.3989>
- Shanti, W. N., Sholihah, D. A., & Martyanti, A. (2017). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui problem posing. *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, 8(1), 49-59. [https://doi.org/10.21927/literasi.2017.8\(1\).48-58](https://doi.org/10.21927/literasi.2017.8(1).48-58)
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Sugiyono. (2015). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suparni, S. (2020). Upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa menggunakan bahan ajar berbasis integrasi interkoneksi. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 3(2), 40–58. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v3i2.716>
- Tambunan, H. (2013). Pengembangan pembelajaran berbasis website dalam matakuliah pengaturan mesin listrik. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 5(1), 64–75. <https://doi.org/10.21831/cp.v5i1.1260>