
PENGEMBANGAN E-MODUL TRIGONOMETRI BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN APLIKASI FLIP PDF UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS X SMA

Marojahan Panjaitan

Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20221

Ade Novita Sari Harahap*

Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20221

Michael Christian Simanullang

Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20221

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta menghasilkan produk e-modul trigonometri berbasis problem-based learning berbantuan aplikasi flip pdf yang bersifat valid, praktis, efektif dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan mengacu kepada model pengembangan Analysis, Desain, Development, Implementation dan Evaluation. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas X PMIA 4 SMA Negeri 4 Pematangsiantar yang berjumlah 36 siswa. Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul trigonometri berbasis problem based learning berbantuan aplikasi yang dikembangkan dalam kategori valid; e-modul trigonometri berbasis problem based learning berbantuan aplikasi yang dikembangkan telah memenuhi kategori praktis ditinjau dari persentase keterlaksanaan pembelajaran, rata-rata penilaian pelaksanaan pembelajaran serta persentase angket respon siswa terhadap penggunaan e-modul; e-modul trigonometri berbasis problem based learning berbantuan aplikasi yang dikembangkan memenuhi kategori efektif ditinjau dari persentase ketuntasan klasikal. Berdasarkan analisis hasil penelitian diperoleh skor nilai N-gain sebesar 0,71 yang menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan e-modul trigonometri berbasis problem based learning berbantuan aplikasi.

Kata Kunci: e-modul, problem based learning, kemampuan berpikir kritis.

Abstract. Abstract. This research aims to develop and produce a trigonometry e-module product based on problem-based learning assisted by the flip PDF application which is valid, practical, effective and can improve the critical thinking skills of class X high school students. This research uses the type of research and development referring to the Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation development model. The subjects in this research were students of class X PMIA 4 SMA Negeri 4 Pematangsiantar, totaling 36 students. Based on the research and data analysis that has been carried out, the research results show that the application-assisted, problem-based learning-based trigonometry e-module developed is in the valid category; The trigonometry e-module based on problem based learning assisted by the application developed has fulfilled the practical category in terms of the percentage of learning implementation, the average assessment of learning implementation and the percentage of student response questionnaires regarding the use of the e-module; The application-assisted, problem-based learning-based trigonometry e-module that was developed meets the effective category in terms of the percentage

of classical completeness. Based on the analysis of research results, an N-gain score of 0.71 was obtained, indicating that there was an increase in students' critical thinking abilities after using the trigonometry e-module based on application-assisted problem based learning.

Keywords: *e-module, problem based learning, critical thinking skills.*

Sitasi: Panjaitan, M., Harahap, A.N.S., Simanullang, M.C. 2023. Pengembangan e-modul Trigonometri Berbasis Problem Based Learning Berbantuan Aplikasi Flip pdf Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. <i>MES (Journal of Mathematics Education and Science, 9(1): 11-22</i>		
Submit: 28 September 2023	Revisi: 13 Oktober 2023	Publish: 18 Oktober 2023

PENDAHULUAN

Pendidikan saat ini sedang mengalami percepatan peningkatan pengetahuan yang luar biasa. Seiring dengan percepatan peningkatan pengetahuan tersebut, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi juga berkembang dengan pesat, sehingga membawa perubahan yang cukup signifikan dalam pembelajaran.

Memasuki abad 21, informasi mudah diperoleh dan teknologi berkembang dengan pesat. Pratiwi *et al.* (2019: 35) mengemukakan bahwa pendidikan dalam pembelajaran abad 21 diharapkan mampu menjamin siswa untuk dapat memiliki keterampilan dalam belajar dan berinovasi, mampu menggunakan teknologi dan media informasi, serta dapat bekerja dan bertahan dengan menggunakan keterampilan untuk hidup.

Carneiro & Draxler (2008: 149) menyatakan bahwa sistem pembelajaran abad 21 dibangun oleh empat pilar, yaitu: belajar untuk mengetahui, belajar untuk melakukan, belajar untuk mengaktualisasikan diri dan belajar untuk hidup bersama. Sejalan dengan hal tersebut, Salas-Pilco (2013: 13) menyatakan bahwa *a particular framework by partnership for 21st century skills, three elements as follows: learning and innovation skills, information, media and technology skills and life and career skills*. Lebih lanjut dijelaskan oleh Salas-Pilco (2013: 13), *competencies of learning and innovation skills are creativity and innovation, critical thinking and problem solving, communication and collaboration*. Hal ini menunjukkan bahwa salah satu kemampuan atau kompetensi yang harus dimiliki oleh siswa untuk dapat menghadapi tantangan abad 21 adalah *Critical Thinking* (berpikir kritis).

Menurut Robert H. Ennis (dalam Blake *et al.*, 2003: 181), *critical thinking defines as reasonable reflective thinking that is focused on deciding what to believe and do*". Sejalan dengan pendapat tersebut, Agnafia (2019: 46) menyatakan: "kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan untuk menganalisis situasi ataupun permasalahan berdasarkan fakta dan bukti sehingga diperoleh suatu kesimpulan". Berdasarkan pemaparan di atas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis adalah suatu kemampuan untuk memperoleh suatu keputusan yang tepat dalam memecahkan suatu permasalahan dengan menganalisis semua aspek yang ada dalam permasalahan tersebut.

Zulfa (dalam Rismayanti *et al.*, 2022: 859) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan dasar yang penting dimiliki oleh siswa dalam pembelajaran matematika. Sejalan dengan hal tersebut, Peter (dalam Putri *et al.*, 2018: 2) menyatakan: "*Critical thinking is important, students who are able to think critically are able to solve problems*". Peter menyatakan bahwa berpikir kritis sangatlah penting karena siswa yang

memiliki keterampilan berpikir kritis dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapinya. Berdasarkan pemaparan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis sangatlah penting untuk dikuasai oleh siswa.

Mengacu dengan pentingnya kemampuan berpikir kritis tersebut, kenyataannya adalah kemampuan berpikir kritis siswa masih tergolong rendah. Sebagaimana Arif *et al.* (2020: 323) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Lebih lanjut Sadikin & Muhammad (2018: 17) menyatakan kenyataan yang ada menunjukkan rendahnya kemampuan berpikir kritis di Indonesia. Hal ini berdasarkan laporan *Programme for International Student Assessment* (PISA) pada tahun 2015, Indonesia berada diperingkat ke 69 dari 76 negara pada masalah matematika yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi. Sejalan dengan hasil observasi yang dilakukan ke SMA Negeri 4 Pematangsiantar (2023) pada kelas X – PMIA 4. Saat siswa diberikan soal mengenai materi perbandingan trigonometri dan berkaitan dengan kemampuan berpikir kritis, siswa mengalami kesulitan dalam menemukan solusi dari permasalahan tersebut. Siswa masih belum mampu menginterpretasi soal yang diberikan dengan tepat. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu guru matematika menyebutkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa masih rendah dan perlu ditingkatkan.

Buhaera (dalam Samura, 2019: 22) menyatakan bahwa: “penyebab rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa pada pelajaran matematika adalah pembelajaran berpusat pada guru, konsep matematika disampaikan secara informatif”. Hal ini sejalan dengan hasil observasi proses pembelajaran yang telah dilakukan di SMA Negeri 4 Pematangsiantar (2022), menunjukkan bahwa pembelajaran masih berpusat kepada guru dan sebagian guru masih mengajar secara konvensional, tanpa didukung dengan penggunaan media yang cukup serta bahan ajar yang disediakan hanya buku diktat saja. Hal ini menyebabkan siswa merasa bosan dan kurang memahami materi pelajaran. Fakta lain yang ditemukan adalah soal yang disediakan belum mendukung kemampuan berpikir kritis siswa.

Agustina (2019: 7) mengemukakan agar dapat menghadapi tantangan hidup pada abad 21, upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis sangat penting dilakukan dalam pembelajaran matematika. Peningkatan kemampuan berpikir kritis bisa dilakukan dengan menggunakan bahan ajar yang bisa menopang peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Sejalan dengan hal tersebut, Rismayanti *et al.* (2022: 860) menyatakan bahwa: “untuk mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa, perlu adanya bahan ajar yang sesuai”.

Untuk mengatasi masalah di atas dapat dilakukan dengan menggunakan bahan ajar yang berupa modul dalam pembelajaran. Purwanto *et al.* (2007: 9) menyatakan bahwa modul adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas ke dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan untuk dipelajari secara mandiri oleh siswa.

Perkembangan teknologi memungkinkan terjadinya kombinasi antara teknologi cetak dan komputer dalam kegiatan pembelajaran, sehingga modul dapat ditransformasikan penyajiannya ke dalam bentuk elektronik. Suarsana & Mahayukti (dalam Rismayanti *et al.*, 2022: 860) mengemukakan: “terdapat beberapa kelebihan e-Modul, seperti: dilengkapi dengan video, audio, animasi, dan fitur interaktif lainnya, dapat digunakan dan diputar ulang oleh

siswa, sehingga akan memperkaya pengalaman belajar siswa”. Lebih lanjut, penelitian yang dilakukan oleh Suharyat *et al* (2023: 5073) menunjukkan fakta bahwa penggunaan e-Modul sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nikita *et al* (2018: 179) memperoleh fakta bahwa penggunaan e-modul dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Menurut Sugihartini & Jayanta (2017: 222): “pengembangan e-modul bisa dikolaborasikan dengan model pembelajaran yang ada”. Salah satu model pembelajaran yang dimaksud adalah *Problem Based Learning*. Sebagaimana dikatakan oleh Sianturi *et al* (2018: 40): “kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional”. Sejalan dengan hal tersebut, Suharyati *et al.* (2023) menyimpulkan bahwa: “pengembangan dan penggunaan e-Modul berbasis *Problem Based Learning* dalam pembelajaran sangat efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa Indonesia”.

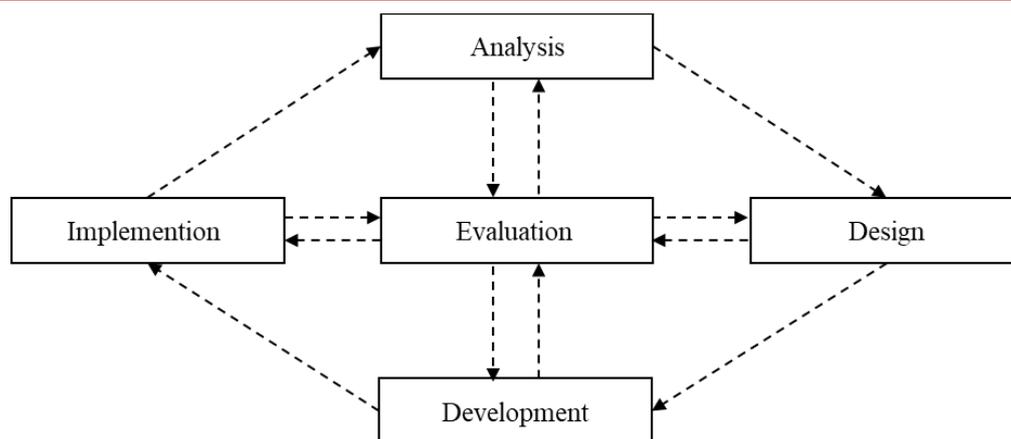
Aplikasi yang dapat digunakan untuk membuat modul elektronik atau e-Modul adalah Flip PDF. Aprilia *et al.* (2022: 118) menyatakan: “*Software Flip Pdf* dapat digunakan untuk mengedit modul sehingga menjadi e-Modul dengan *output* yang dapat dioperasikan secara *online* pada *smartphone* tanpa menginstal aplikasi tambahan”. Aplikasi flip pdf ini mudah digunakan untuk mendesain modul menjadi lebih menarik. Sebagaimana dinyatakan oleh Lestari *et al* (2022: 339-340): “aplikasi flip pdf yaitu sebuah media interaktif yang mudah, memiliki banyak fitur yang dapat mendesain e-modul sehingga lebih menarik untuk digunakan”.

Lebih lanjut, Nieven (1999: 126) menyatakan bahwa: “*learning materials must be of good quality with three quality criteria: validity, practicality, and effectiveness*”. Berdasarkan pendapat tersebut maka dapat disimpulkan bahwa bahan ajar yang berkualitas harus memenuhi tiga kriteria, yaitu validitas, kepraktisan dan efektivitas.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka dirumuskan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan e-modul trigonometri berbasis *problem based learning* berbantuan aplikasi *flip pdf* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA serta untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah diterapkannya e-modul trigonometri berbasis *problem based learning* berbantuan aplikasi *flip pdf*.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Menurut Hanafi (2017: 130), penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran”. Pengembangan e-Modul dalam penelitian ini mengacu kepada langkah-langkah model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*.



Gambar 1. Desain Penelitian Model ADDIE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 4 Kota Pematangsiantar tahun ajaran 2022/2023. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas X MIPA 4 SMA Negeri 4 Pematangsiantar yang berjumlah 36 siswa. Sedangkan objek dalam penelitian ini adalah e-modul trigonometri berbasis *problem based learning* berbantuan *flip pdf* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan empat jenis, yaitu wawancara, angket/kuesioner, observasi serta tes. Wawancara dilakukan untuk mengetahui informasi mengenai kebutuhan bahan ajar yang digunakan saat melakukan pembelajaran. Kuesioner atau angket digunakan untuk mengumpulkan data kevalidan dan kepraktisan e-Modul yang dikembangkan. Hasil validasi digunakan sebagai pertimbangan dalam melakukan revisi e-modul yang telah dikembangkan. Observasi dilakukan untuk memperoleh data keterlaksanaan pembelajaran yang nantinya digunakan sebagai acuan untuk mengukur kepraktisan penggunaan e-modul yang dikembangkan. Tes dilakukan untuk mengukur keefektifan e-modul serta mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah digunakannya e-modul. Tes dilakukan dua kali, yaitu pretest dan posttest yang terdiri dari 4 soal essay yang memenuhi indikator kemampuan berpikir kritis. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif.

Data kualitatif diperoleh pada saat wawancara dengan guru dan siswa terkait kebutuhan bahan ajar, serta berbagai masukan dan saran yang diberikan oleh validator sebagai ahli media dan ahli materi. Validator terdiri dari tiga orang, yaitu dua orang dosen matematika dan satu orang guru matematika. Analisis data deskriptif kuantitatif terdiri atas validasi ahli materi dan media, analisis data kepraktisan, dan analisis keefektifan e-modul.

Dalam penelitian ini peneliti menetapkan e-modul dikatakan valid apabila rata-rata total penilaian ahli minimal dalam kriteria “baik” dengan perolehan rata-rata penilaian oleh validator $\bar{x} > 2,80$. Adapun untuk menetapkan persentase keterlaksanaan pembelajaran minimal dalam kriteria “baik” dengan perolehan persentase $> 66\%$. Data penilaian guru terhadap keterlaksanaan pembelajaran menggunakan skala likert modifikasi. Angket dianalisis dengan menghitung rata-rata setiap pernyataan yang diberikan. Dalam penelitian ini peneliti menetapkan rata-rata penilaian observasi keterlaksanaan minimal dalam kriteria “baik” dengan perolehan rata-rata $\bar{x} > 2,80$.

Untuk menetapkan keefektifan e-modul juga dilihat dari persentase skor total respon siswa minimal dalam kriteria “baik” dengan perolehan persentase $> 61\%$. Selain itu, keefektifan e-Modul dapat ditinjau juga dari hasil tes ketuntasan belajar siswa. Siswa yang tuntas belajar harus mencapai batas KKM, yaitu lebih dari 75. Selanjutnya hasil persentase ketuntasan belajar siswa yang diperoleh akan diinterpretasikan ke dalam bentuk kategori keefektifan oleh Putri *et al* (2020: 142). Peneliti menetapkan persentase ketuntasan belajar siswa minimal dalam kriteria “efektif” dengan perolehan persentase $> 80\%$.

Untuk melihat adanya peningkatan prestasi belajar siswa dapat dilakukan dengan menggunakan uji Gain Ternormalisasi (Putri *et al*, 2020: 142; Sari & Prodjosantoso, 2018: 7). Hasil uji gain ternormalisasi yang diperoleh akan diinterpretasikan ke dalam kategori yang dikemukakan oleh Putri *et al* (2020: 142), yaitu: “batas minimum uji gain ternormalisasi terdapat pada rentang $0,00 < g < 0,30$ ”.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis (Analysis)

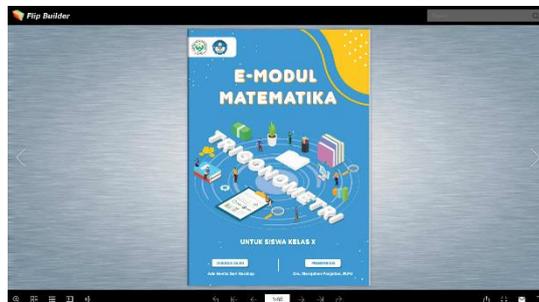
Tahap analisis dilakukan untuk menetapkan dan mendefinisikan segala kebutuhan yang diperlukan dalam proses pembelajaran sehingga akan menghasilkan e-modul yang berkualitas. Analisis yang dilakukan adalah analisis kurikulum, kebutuhan bahan ajar, materi ajar, dan analisis siswa. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, pembelajaran di SMA Negeri 4 Pematangsiantar menerapkan kurikulum 2013 yang menuntut perubahan dari pola *teaching centered learning* (TCL) kearah *student centered learning* (SCL). Berdasarkan permasalahan yang ditemui, bahan ajar yang ada hanya buku diktat saja dan kurangnya penggunaan media dalam menyajikan pembelajaran di kelas. Siswa membutuhkan sumber belajar lain yang dapat mendukung kegiatan pembelajaran. Siswa juga membutuhkan sumber belajar yang dapat dipahami secara mandiri. Permasalahan lainnya adalah penyusunan materi bahan ajar yang belum runtut sesuai dengan kompetensi dasar. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu adanya suatu bahan ajar yang terintegrasi dengan teknologi yang dapat diakses oleh siswa secara mandiri.

Tahap Desain (Design)

Tahap ini bertujuan untuk merancang dan menyiapkan e-modul. Pada tahap ini peneliti akan melakukan penetapan materi, penyusunan *storyboard* e-modul, penyusunan RPP, tes dan instrumen penelitian. *Storyboard* adalah sketsa atau gambaran yang disusun sesuai alur cerita dalam pembelajaran untuk mempermudah dalam menyampaikan materi serta pendeskripsian rancangan e-modul. Penyusunan RPP disusun agar pada saat pembelajaran berlangsung sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Tahap ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu: pemilihan bahan ajar, pemilihan format, penyusunan RPP, penyusunan rancangan awal e-modul, penyusunan instrumen penelitian. Format e-modul terdiri dari halaman sampul, peta kedudukan modul, kata pengantar, daftar isi, peta konsep, bagian pendahuluan yang mencakup deskripsi materi, materi prasyarat, petunjuk penggunaan e-modul bagi guru dan siswa, tampilan e-modul, dan kompetensi pembelajaran. Selanjutnya adalah bagian pembelajaran yang mana setiap kegiatan belajar memuat tujuan, uraian materi, rangkuman, latihan soal dan lembar kerja. Setelah itu adalah bagian evaluasi dan daftar pustaka.

Tahap Pengembangan (Development)

Rancangan sampul *e-modul* menggunakan *adobe photoshop* sedangkan rancangan desain isi modul menggunakan *canva* dan *ms. Powerpoint*. Rancangan keseluruhan *e-modul* dikembangkan dengan menggunakan aplikasi *flip pdf*. Tampilan cover *e-modul* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan cover *e-modul*

Kemudian dilakukan validasi kepada ahli materi dan ahli media terlebih dahulu sebelum diterapkan kedalam pembelajaran. Hasil penilaian para ahli media dan materi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penilaian *e-Modul* Oleh Ahli Media dan Ahli Materi

No	Ahli	Rata -Rata Penilaian	Ket
1	Ahli Media	3,83	SB
2	Ahli Materi	3,75	SB
Rata – Rata		3,79	SB

Berdasarkan tabel di atas diperoleh skor rata-rata penilaian ahli media dan ahli materi sebesar 3,79 dengan kategori sangat baik. Berdasarkan kriteria kevalidan, maka *e-modul* tersebut layak untuk digunakan dengan mengikuti saran dari para validator ahli, maka masih perlu dilakukan revisi / perbaikan *e-modul* pada beberapa aspek.

Beberapa saran perbaikan oleh validator adalah tombol home sebaiknya kembali ke halaman menu, fitur di menu dibuat lebih jelas urutannya, peta konsep dibuat tanda panahnya, *e-modul* harus disesuaikan dengan sintaks PBL mulai dari awal kegiatan pembelajaran, petunjuk penggunaan untuk siswa dan guru dibuat satu halaman, sebaiknya kegiatan pembelajaran 2 dipecah sehingga dalam *e-modul* terdapat 3 unit kegiatan pembelajaran, awal kegiatan pembelajaran harus langsung menyajikan permasalahan dan tidak boleh ada kegiatan mengingat kembali, gambar/video animasi boleh disisipkan lebih lagi pada *e-modul* agar lebih menarik lagi, contoh soal dan latihan diperbanyak. Revisi *e-Modul* dapat dilihat pada penjelasan berikut ini

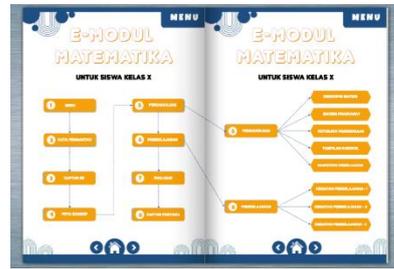
Sebelum Revisi

Peta konsep harus dibuat tanda panahnya

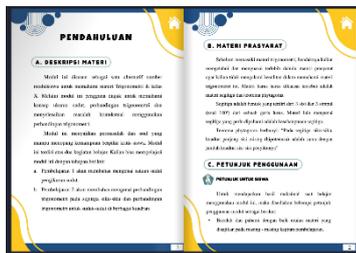


Setelah Revisi

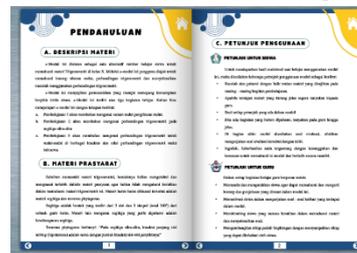
Memperbaiki desain peta konsep dengan membuat tanda panah



Petunjuk penggunaan e-Modul untuk siswa dan guru harus dimuat dalam satu halaman



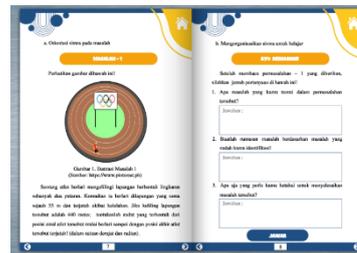
Memperbaiki Petunjuk penggunaan e-Modul untuk siswa dan guru



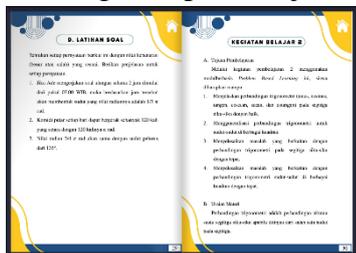
Rancangan kegiatan pembelajaran harus disesuaikan dengan sintaks PBL mulai dari awal kegiatan pembelajaran



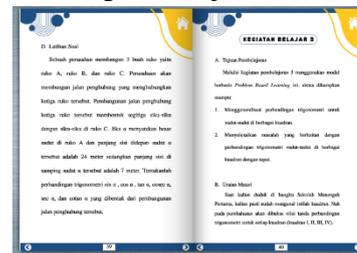
Memperbaiki rancangan kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintaks PBL



Kegiatan pembelajaran 2 dipecah sehingga dalam e-modul terdapat 3 unit kegiatan pembelajaran



Memperbaiki rancangan kegiatan pembelajaran menjadi 3 unit kegiatan pembelajaran



Video animasi perlu ditambahkan

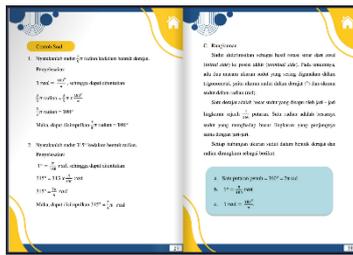


Menambahkan gambar/video pada e-Modul



Contoh soal dan latihan diperbanyak

Menambahkan contoh soal dan latihan



Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahapan implementasi dilakukan untuk menerapkan rancangan *e-Modul* dalam pembelajaran. Tahap implementasi dilakukan setelah mendapat hasil validasi *e-modul* yang dikembangkan, validasi RPP dan validasi seluruh instrumen penelitian yang diperlukan. *E-modul* yang telah dinyatakan layak uji, akan diuji cobakan ditempat penelitian.

Pembelajaran dilaksanakan pada kelas X IPA 4. Uji coba *e-modul* dilakukan untuk melihat kepraktisan dan keefektifan dari *e-modul*. Terlebih dahulu siswa diberikan soal pretest. Kemudian dilakukan pembelajaran dengan menggunakan *e-modul*. Pembelajaran dilaksanakan sebanyak tiga pertemuan. Setelah itu, siswa diberikan soal post-test untuk mengukur kemampuan siswa dan angket respon siswa untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap penggunaan *e-modul*. Sementara itu, guru sebagai observer mengamati kegiatan pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan oleh peneliti kemudian mengisi lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Kemudian semua data yang telah diperoleh akan dianalisis pada tahap pengembangan yang terakhir, yaitu tahap evaluasi.

Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi dilakukan untuk menganalisis data kepraktisan, keefektifan *e-Modul* serta peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Berikut ini merupakan hasil analisis kepraktisan dan keefektifan *e-modul* serta peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Kepraktisan e-Modul

Kepraktisan *e-Modul* ditinjau dari hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran serta hasil respon siswa terhadap penggunaan *e-Modul*. Observasi keterlaksanaan pembelajaran pada penelitian ini dilakukan oleh observer yaitu seorang guru bidang ahli matematika. Pembelajaran dilakukan sebanyak tiga pertemuan. Data dianalisis dengan menghitung persentase keterlaksanaan pembelajaran serta rata-rata total penilaian (respon guru) terhadap pelaksanaan pembelajaran, selanjutnya hasil yang diperoleh akan diinterpretasikan. Sedangkan respon siswa diperoleh melalui angket yang berisi tanggapan serta penilaian siswa terhadap *e-Modul* yang dikembangkan.

Tabel 2. Hasil Analisis Kepraktisan

Analisis Kepraktisan	Persentase	Rata-Rata Penilaian
Keterlaksanaan Pembelajaran	98,4%	3,71
Respon Siswa	86,4%	124,44

Berdasarkan tabel di atas, persentase rata-rata total keterlaksanaan pembelajaran adalah 98,4% dan rata-rata penilaian pelaksanaan pembelajaran sebesar 3,71 termasuk kedalam kategori sangat baik. Berdasarkan tabel ini juga diperoleh fakta bahwa rata-rata skor total respon siswa terhadap *e-modul* sebesar 124,4 dengan persentase 86,4% dan tergolong kedalam kategori sangat baik. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh bahwa hasil observasi keterlaksanaan dan angket respon siswa terhadap *e-modul* berada pada kategori sangat baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *e-modul* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria praktis.

Keefektifan e-Modul

Keefektifan produk *e-Modul* dengan aplikasi Flip Pdf Corporate dapat diketahui dari hasil tes posttest ketuntasan belajar siswa setelah menggunakan *e-modul* dalam pembelajaran. Berdasarkan posttest yang telah dilakukan, data hasil tes dapat dikumpulkan sebagai berikut.

Tabel 3. Analisis Hasil Post Test

Data	Rata-Rata	Simpangan Baku	Nilai Min	Nilai Maks
Skor Post Test	78,17	11,88	35,71	92,86

Siswa dikatakan tuntas belajar apabila skor nilai mencapai batas KKM. KKM mata pelajaran matematika wajib yaitu 75. Hasil analisis yang diperoleh dari ketuntasan belajar siswa disajikan dalam tabel berikut

Tabel 4. Ketuntasan Belajar Siswa

Data	Tuntas	Tidak Tuntas	Persentase
Skor Post Test	30	6	83,33%

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, terdapat 30 siswa yang tuntas belajar dan 6 siswa belum tuntas belajar. Sehingga dapat diperoleh persentase ketuntasan belajar siswa sebesar 83,33%. Selanjutnya hasil persentase ketuntasan belajar akan diinterpretasikan. Berdasarkan kriteria keefektifan, persentase ketuntasan belajar siswa berada pada interval 80-89% dengan kriteria efektif. Maka dapat disimpulkan, *e-modul* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria efektif.

Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Analisis peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dilakukan untuk mengetahui bagaimana peningkatan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan *e-modul* dalam pembelajaran. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, hasil rata-rata *N-gain* adalah 0,71. Berdasarkan klasifikasi *N-gain*, maka setelah menerapkan *e-modul* dalam pembelajaran, terjadi peningkatan skor siswa yang memenuhi kriteria tinggi. Sehingga dapat dinyatakan bahwa *e-modul* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, produk pengembangan e-modul trigonometri berbasis *problem based learning* berbantuan aplikasi flip pdf telah memenuhi syarat valid, praktis, efektif sehingga dapat dikategorikan layak untuk digunakan. Selain itu, penggunaan e-modul trigonometri berbasis *problem based learning* berbantuan aplikasi flip pdf dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnafia, D. N. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi. *Florea*, 6(1), 45-53.
- Agustina, I. (2019). Pentingnya berpikir kritis dalam pembelajaran matematika di era revolusi industri 4.0. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 8, 1-9.
- Akker, J. v., Branch, R. M., Gustafson, K., Nieveen, N., & Plomp, T. (1999). *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Berlin: Springer Science Business Media.
- Aprilia, A., Yudiyanto, & Hakim, N. (2022). Pengembangan E-Modul Menggunakan Flip PDF Professional pada Materi Fungi Kelas X SMA. *JET: Journal of Education and Teaching*, 3(1), 116-127.
- Arief, D. S., Zaenuri, & Cahyono, A. N. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Pada Model Problem Based Learning (PBL) Berbantu Media Pembelajaran Interaktif dan Google Classroom. *Seminar Nasional Pascasarjana* (pp. 323-328). Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Blake, N., Smeyers, P., Smith, R., & Standish, P. (2003). *The Blackwell Guide to the Philosophy of Education*. New York: Blackwell Publishing.
- Carneiro, R., & Draxler, A. (2008). Education for the 21st Century: lessons and challenges. *European Journal of Education*, 43(2), 149-160.
- Daryanto, & Karim, S. (2017). *Pembelajaran Abad 21*. Yogyakarta: Gava Media.
- Fadhilah, L. N., & Sulistyowati, H. (2022). Keefektifan dan Respon Peserta Didik Terhadap Bahan Ajar e-Modul Berbasis Aplikasi Flip Pdf Corporate. *Jurnal Pendidikan Tambusai* 4, 6(1), 4014-4024.
- Hanafi. (2017). KONSEP PENELITIAN R&D DALAM BIDANG PENDIDIKAN. *Jurnal Kajian Keislaman*, 4(2), 129-150.
- Lestari, E., Nulhakim, L., & Suryani, D. I. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Flip Pdf Professional "Tema Global Warming Sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa Kelas VII". *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 338-345.
- Nikita, P. M., Leksmono, A. D., & Harijanto, A. (2018). PENGEMBANGAN E-MODUL MATERI FLUIDA DINAMIS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA KELAS XI. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 175-180.
- Nizaar, M., Haifaturrahman, Abdillah, Sari, N., & Sirajuddin. (2021). Pengembangan Modul Tematik Berbasis Model Direct Intruction dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 6150-6157.

- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 9(1), 34-42.
- Purwanto, Rahadi, A., & Lasmono, S. (2007). *Pengembangan Modul*. Jakarta: Depdiknas.
- Putri, D. A., Susanti, V. D., & Apriandi, D. (2020). PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS RME UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIKA SISWA KELAS XI SMK. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 1(2), 138-146.
- Putri, F. M., Darmawijoyo, & Susanti, E. (2018). KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS SISWA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN TEORI APOS. *Histogram: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 1-11.
- Rismayanti, T. A., Anriani, N., & Sukirwan. (2022). Pengembangan E-Modul Berbantu Kodular pada Smartphone untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematik*, 6(1), 859-873.
- Sadikin, R. L., & Muhammad, G. M. (2018). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMA Dengan Model Brain Based Learning (Penelitian Tindakan Kelas). *Triple S, Journals of Mathematics Education*, 1(1), 15-28.
- Salas-Pilco, S. Z. (2013). Evolution of the framework for 21st century competencies. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 5(1), 10-24.
- Samura, A. O. (2019). KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF MATEMATIS MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH. *MES: Journal of Mathematics Education and Science*, 5(1), 20-28.
- Sari, N., & Prodjosantoso, A. K. (2018). PENGEMBANGAN MEDIA KOMIK IPA MODEL INKUIRI TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN ASPEK KOGNITIF PESERTA DIDIK SMP. *Jurnal Elementary*, 1(1), 5-10.
- Setyadi, A., & Saefudin, A. A. (2019). Pengembangan modul matematika dengan model pembelajaran berbasis masalah untuk siswa kelas VII SMP. *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 12-22.
- Sianturi, A., Sipayung, T. N., & Simorangkir, F. M. (2018). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMPN 5 Sumbul. *UNION: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 29-42 .
- Sugihartini, N., & Jayanta, N. L. (2017). Pengembangan E-Modul Mata Kuliah Strategi Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 14(2), 221-230.
- Suharyat, Y., Santosa, T. A., Zulysuri, Suhami, & Gunawan, R. G. (2023). Meta-Analisis: Pengaruh E-Modul Berbasis Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Pembelajaran IPA Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 5(1), 5069-5076.
- Tania, L., & Susilowibowo, J. (2017). Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Sebagai Pendukung Pembelajaran Kurikulum 2013 Pada Materi Ayat Jurnal Penyesuaian Perusahaan Jasa Siswa Kelas X Akuntansi Smk Negeri 1 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 5(2), 1-9.
- Widoyoko, E. P. (2009). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.