

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian pengembangan ini menghasilkan sebuah produk bahan ajar matematika berupa modul pembelajaran *project based learning* berbasis *Environment- Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (E-STEM) pada materi perbandingan trigonometri dalam metakognitif. Pada bab ini akan dijelaskan secara keseluruhan hasil penelitian pengembangan bahan ajar matematika berbasis E-STEM pada materi perbandingan trigonometri yang sudah dibuat dan divalidasi terlebih dahulu. Setelah dinyatakan valid dengan skor yang sesuai kriteria kelayakan baru diuji cobakan kepada peserta didik. Proses pengembangan yang dilakukan tidak sampai pada tahap menguji cobakan produk kepada peserta didik. Peneliti hanya mendesain dan memvalidasi modul *project based learning* berbasis E-STEM pada materi perbandingan trigonometri. Penelitian yang digunakan dalam mengembangkan bahan ajar matematika berbasis E-STEM menggunakan model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Adapun hasil penelitian yang dikembangkan melalui tiga langkah dari lima langkah model ADDIE yaitu *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation* sebagai berikut.

1. Deskripsi Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait produk yang akan dikembangkan dalam rangka mengatasi berbagai masalah yang ada di sekolah. Analisis ini dilakukan khusus dalam pembelajaran matematika. Pada tahap analisis dilakukan tiga macam analisis, yaitu analisis kebutuhan, analisis kurikulum dan analisis karakteristik siswa. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

a. Analisis Kebutuhan (*Need Analyze*)

Langkah awal yang dilakukan peneliti dalam penelitian modul adalah melakukan analisis kebutuhan. Peneliti melakukan wawancara kepada guru matematika di kelas X MAN 1 Banjarmasin. Wawancara yang dilakukan untuk mendapatkan informasi untuk kebutuhan penelitian terkait pembelajaran matematika di MAN 1 Banjarmasin khususnya bahan ajar berupa modul matematika *project based learning* berbasis *Environment- Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (E-STEM) dalam metakognitif. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan dapat dijadikan acuan dalam mengembangkan bahan ajar berupa modul.

1) Hasil wawancara analisis kebutuhan

Wawancara dilakukan dengan berpedoman pada 10 butir pertanyaan untuk melakukan analisis kebutuhan bahan ajar berbasis E-STEM yaitu berupa modul serta mengetahui kemampuan peserta didik dalam pembelajaran matematika. Berikut data hasil wawancara oleh peneliti dengan guru matematika MAN 1

Banjarmasin yaitu ibu Wenni Meliana, S.Pd., yang melaksanakan kurikulum 2013 terkait dengan pembelajaran matematika yang akan dijelaskan pada setiap butir.

Butir pertanyaan pertama yaitu dalam menyampaikan materi, bahan ajar apa saja yang biasa ibu gunakan dalam pembelajaran matematika. Guru menggunakan bahan ajar secara umum berupa buku paket kurikulum 2013 yang dikeluarkan oleh Kemendikbud dan buku pegangan LKS matematika kurikulum 2013.

Butir pertanyaan kedua yaitu apakah ibu pernah menggunakan modul dalam pembelajaran matematika. Guru mengatakan bahwa pernah menggunakan modul dalam pembelajaran matematika

Butir pertanyaan ketiga yaitu bagaimana kemampuan peserta didik dalam pembelajaran matematika. Jawaban guru yaitu untuk kemampuan setiap siswa itu berbeda-beda, tergantung tingkat pemahaman anaknya. kemampuan anak untuk tiap jurusan itu berbeda, untuk anak IPA mereka lebih cenderung cepat memahami materi matematika yang diajarkan dibandingkan anak IPS dan anak Agama.

Butir pertanyaan keempat yaitu kurikulum apa yang ibu gunakan dalam pembelajaran matematika. Jawaban guru yaitu untuk sekolah MAN 1 banjarmasin sudah menggunakan kurikulum 2013 untuk semua mata pelajaran. Jadi ibu menggunakan kurikulum 2013 untuk mata pelajaran matematika.

Butir pertanyaan kelima yaitu apakah ibu pernah mengaitkan lingkungan dalam kegiatan pembelajaran matematika berupa kegiatan project di kelas.

Jawaban guru yaitu pernah, bahkan hampir setiap materi dalam pembelajaran matematika terdapat kegiatan project. Namun, pada situasi pandemi seperti ini ibu jarang memberikan kegiatan project karena kondisi memang tidak memungkinkan.

Butir pertanyaan keenam yaitu pada pembelajaran matematika, apakah ibu pernah menghubungkan konsep matematika dengan konsep sains dalam proses pembelajaran. Jawaban guru yaitu biasanya lebih kekontekstual dalam kehidupan sehari-hari saja. Kalau untuk matematika ke sains biasanya jarang.

Butir pertanyaan ketujuh yaitu apakah ibu pernah menggunakan teknologi dalam mengaplikasikan kegiatan pembelajaran matematika. Jawaban guru yaitu pernah, seperti menggunakan PPT dalam mengajar matematika. Terus karena sekarang sudah ada gadget. Jadi, sering juga menggunakan internet dalam mencari bahan/sumber pembelajaran lewat internet karena biasanya materi yang ada dibuku juga membutuhkan bantuan internet dan penggunaan kalkulator *scientific*.

Butir pertanyaan kedelapan yaitu apakah ibu pernah mengajarkan materi untuk mendesain suatu produk dengan konsep matematika pada peserta didik. Jawaban guru yaitu pernah, pada penerapan geometri dimensi tiga yaitu membuat bangun ruang, pembuatan dadu pada materi peluang, klinometer pada materi trigonometri

Butir pertanyaan kesembilan yaitu apakah ibu pernah menggunakan bahan ajar dengan pendekatan E-STEM (*Environment-Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Jawaban guru yaitu belum pernah, tapi untuk

penggunaan sains, teknologi dan matematika pernah dilakukan dalam pembelajaran, namun tidak saling berkaitan.

Butir pertanyaan kesepuluh yaitu bagaimana penilaian guru terhadap kemampuan metakognitif peserta didik dalam kegiatan pembelajaran matematika. Jawaban guru yaitu untuk penilaian biasanya menggunakan penilaian karakter dan penilaian kognitif, itu sesuai dengan penilaian pada kurikulum 2013 misalnya penilaian karakter yang dinilai kejujuran, tanggung jawab, disiplin, dan sebagainya, kemudian untuk penilaian kognitif biasanya menggunakan soal-soal evaluasi yang diberikan seperti tugas, ulangan harian, UTS dan UAS.

Berdasarkan hasil wawancara tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa guru pernah melakukan kegiatan berbasis project, namun untuk pembelajaran project berbasis E-STEM masih belum pernah dilakukan. Hanya saja guru pernah menggunakan beberapa komponen E-STEM dalam proses pembelajaran dikelas secara tidak langsung yaitu komponen lingkungan, sains, teknologi, dan matematika.

b. Analisis Kurikulum

Pada tahap ini, bertujuan untuk mengidentifikasi kurikulum yang digunakan oleh guru kelas X di MAN 1 Banjarmasin sebagai objek atau sasaran pengembangan bahan ajar berbasis E-STEM pada bahasan perbandingan trigonometri. Analisis kurikulum peneliti lakukan dengan observasi langsung ke sekolah. Observasi yang dilakukan berupa wawancara. Berdasarkan hasil wawancara yaitu kurikulum yang digunakan di sekolah adalah Kurikulum 2013,

guru menggunakan pendekatan yang lebih ditekankan di kurikulum 2013 yaitu pendekatan saintifik (*approach saintific*) yang didalamnya mencakup 5M yaitu mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengeksplorasi, sedangkan pendekatan STEM belum pernah diterapkan pada proses pembelajaran di kelas. STEM di Indonesia belum terlalu populer jika dibandingkan di negara maju, namun pembelajaran ini mulai dilirik pemerintah Indonesia untuk dimasukkan ke dalam kurikulum sekolah.¹ Penelitian tersebut sangat mendukung penerapan kurikulum saat ini (kurikulum 2013 revisi) yang menekankan pada keaktifan siswa dalam kelas, dengan berfokus pada interaksi matematika dan sains STEM menekankan pentingnya empat bidang ilmu pengetahuan (sains, teknologi, teknik, dan matematika) untuk memecahkan suatu permasalahan dan peneliti menambahkan satu disiplin ilmu berupa lingkungan (*environment*) karena lingkungan pembelajaran penting untuk turut diperhatikan terlebih dalam kondisi pandemi *covid-19*.

Proses kegiatan di kelas, guru memberikan penilaian outentik berdasarkan kurikulum 2013 yaitu penilaian afektif, kognitif dan psikomotorik. Khususnya dalam penilaian afektif guru menilai sesuai standar Kurikulum 2013 yaitu tanggung jawab, kerjasama, disiplin, santun, dan sebagainya.

Berdasarkan analisis kurikulum peneliti ingin mengembangkan bahan ajar berbasis E-STEM yaitu kombinasi antara *Environment* dan STEM. Environment yang diamati lebih spesifik pada bagaimana siswa mengenali lingkungan dengan

¹A. Fathoni, dkk., "STEM: Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi" dalam *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, Vol. 7 No. 1 Januari 2020, h. 40.

mengkaitkannya dalam pembelajaran perbandingan trigonometri. Bahan ajar yang dikembangkan berupa modul. Modul dibuat menggunakan taksonomi bloom pada langkah kegiatan pembelajarannya yang berbasis E-STEM berdasarkan kurikulum 2013.

c. Analisis peserta didik

Analisis peserta didik yang dimaksud adalah peneliti mengkaji tentang karakteristik peserta didik dari segi pengetahuan matematika dan karakter peserta didik. Berdasarkan wawancara dengan guru matematika MAN 1 Banjarmasin bahwa untuk kemampuan setiap siswa berbeda-beda, Tergantung tingkat pemahaman anaknya. Perbedaan kemampuan anak tersebut dapat diamati berdasarkan jurusan kelas, untuk anak IPA mereka lebih cenderung cepat memahami materi matematika yang diajarkan dibandingkan anak IPS dan anak agama. Karakter peserta didik, guru hanya menilai berdasarkan karakter di kurikulum 2013 misalnya kejujuran, tanggung jawab, disiplin, kerjasama dan sebagainya, untuk karakter peserta didik cukup baik.

Berdasarkan analisis kebutuhan, kurikulum, dan karakteristik peserta didik yaitu kemampuan pemahaman siswa terhadap matematika yang berbeda setiap jurusan membuat peneliti ingin mengembangkan bahan ajar matematika berbasis E-STEM agar bisa meningkatkan metakognitif siswa dalam berpikir tingkat tinggi. Materi yang digunakan merupakan materi matematika wajib yang dapat diterapkan disemua jurusan yaitu trigonometri submateri perbandingan trigonometri. Selain itu, pembelajaran berbasis E-STEM belum pernah dilakukan

oleh guru matematika di MAN 1 Banjarmasin untuk proses kegiatan pembelajaran di kelas.

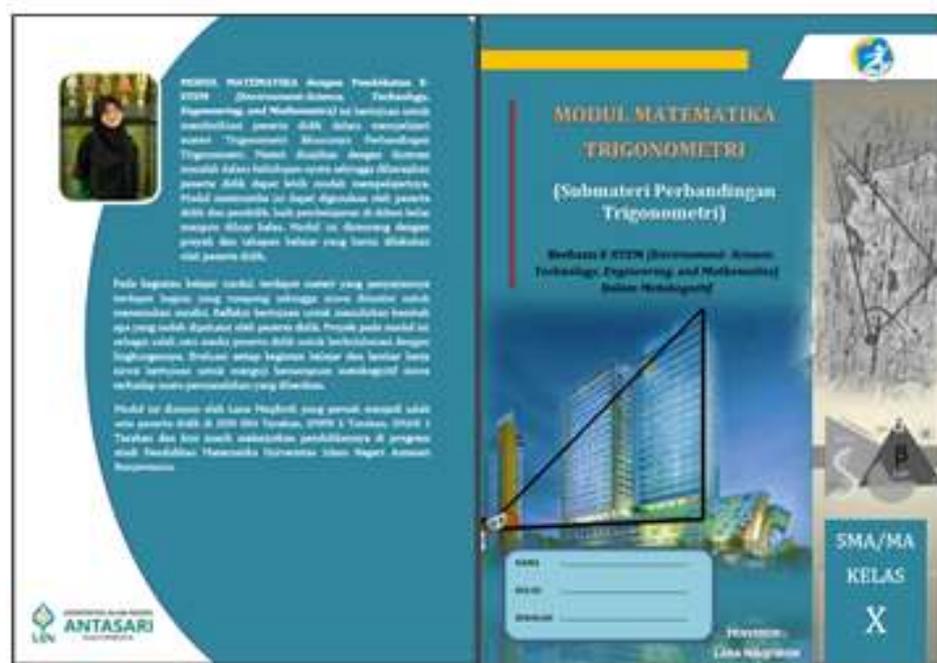
2. Desain (*Design*)

Tahap kedua yaitu desain bahan ajar matematika berbasis E-STEM dengan produk yang dirancang berupa modul. Penyusunan modul ini dirancang berdasarkan kurikulum 2013 dengan menerapkannya melalui pendekatan E-STEM untuk meningkatkan kemampuan metakognitif siswa. Pada tahapan perencanaan ini, peneliti menjalankan rencana awal untuk membuat produk berupa modul. Adapun tahap perancangan bahan ajar sebagai berikut:

Sumber referensi dalam pengembangan modul didapat dari sumber yang memperhatikan komponen yang terdapat pada modul. Modul yang dikembangkan juga sangat memperhatikan prinsip-prinsip dan langkah-langkah dalam penulisan modul baik dari segi analisis kebutuhan modul, peta modul, desain modul, evaluasi dan validasi sebagai proses dalam menguji kesesuaian modul dengan kompetensi yang menjadi target belajar.

Langkah-langkah penyusunan desain produk modul ini, diantaranya adalah menyesuaikan standar kompetensi inti dan kompetensi dasar berdasarkan kurikulum 2013. Modul menggunakan pembelajaran berbasis E-STEM pada materi perbandingan trigonometri dan menggunakan ukuran kertas yang digunakan adalah A4. Ukuran font yang digunakan berbeda untuk setiap judul, subjudul dan isi naskah. Ukuran font untuk judul adalah 16, subjudul 14, dan isi naskah 12. Huruf yang digunakan *Cambria* dengan spasi 1,15 dan 1,5 (sesuai dengan jenis font).

Adapun desain produk pengembangan modul adalah terdiri dari cover (halaman sampul), halaman france , kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, peta konsep, petunjuk kegiatan pembelajaran, halaman isi modul yang terdiri dari 3 sub materi, kunci jawaban, glosarium,dan daftar pustaka. Halaman isi modul terdiri dari konten Ringkasan Materi yang memuat indikator kurikulum 2013, Kegiatan proyek, contoh soal dan evaluasi yang dibuat sesuai dengan indikator dalam meningkatkan pengetahuan metakognitif peserta didik . Tampilan sampul modul dapat dilihat pada Gambar IV



Gambar III Tampilan Cover Modul

Pembuatan kisi-kisi instrumen yang dibuat peneliti sesuai dengan teori-teori yang ada di buku berdasarkan pernyataan yang terkait, setelah itu dikembangkan menjadi instrumen peneliti. Instrumen yang diberikan kepada para ahli sesuai bidangnya untuk menguji kualitas modul yang dikembangkan yaitu

modul pembelajaran Trigonometri (submateri perbandingan trigonometri) berbasis E-STEM dalam meningkatkan kemampuan metakognitif.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan modul ini adalah cara penyajian materi dalam bahan ajar. Penyajian materi dalam bahan ajar matematika berbasis E-STEM ini menghubungkan ilmu-ilmu fisika dengan konteks dalam kehidupan peserta didik. Uraian materi diawali dengan fenomena-fenomena yang sering ditemui oleh peserta didik, selanjutnya terdapat pertanyaan atau masalah dengan tujuan untuk mengarahkan peserta didik agar dapat melihat gambaran materi yang akan dipelajarinya. Setelah dirangsang dengan pertanyaan, diikuti dengan penyajian materi, di mana setiap materi terdapat contoh soal beserta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari dengan tujuan dari adanya evaluasi tersebut dapat membantu siswa untuk mengembangkan proses berpikirnya dalam menentukan strategi apa yang digunakan dalam menyelesaikan soal.

3. Pengembangan (*Development*)

Tahap ketiga yaitu mengembangkan bahan ajar menggunakan *project* berbasis E-STEM yang mengacu pada kurikulum 2013 pada materi perbandingan trigonometri. E-STEM adalah metadisiplin ilmu yang terintegrasi antara *Environment- Science, Technology, Engineering and Mathematics* untuk mengembangkan kreativitas siswa melalui proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang terfokus pada masalah matematika.

a. Proses Pembuatan Bahan Ajar

Langkah pertama yang dilakukan pada tahap ini adalah menentukan kompetensi dasar dan indikator pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013. peneliti melakukan analisis KD untuk menentukan materi yang akan digunakan sebagai penelitian dalam mengembangkan produk. Materi yang akan digunakan adalah materi trigonometri dengan submateri perbandingan trigonometri, sebagaimana BAB yang terdapat dalam kurikulum 2013. Sesuai dengan KD yang ada pada buku pegangan guru, peneliti kemudian menurunkan menjadi indikator pembelajaran yang hendak dicapai. Ketika menyusun indikator pembelajaran peneliti menggunakan kata kerja operasional yang sesuai dengan pembelajaran E-STEM untuk mendukung indikator yang telah ditetapkan. Setiap indikator yang dibuat diberikan evaluasi yang sesuai dengan indikator tersebut. Tujuannya adalah untuk memudahkan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Selain itu, desain modul pembelajaran yang dibuat sesuai dengan karakteristik kurikulum 2013 yang berbasis pembelajaran E-STEM. Soal-soal yang disajikan dalam modul juga mengarahkan peserta didik untuk mengembangkan metakognitifnya dalam pembelajaran pemecahan masalah matematika.

Langkah-langkah kegiatan pada modul juga menggunakan taksonomi bloom yang terdiri dari mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta.

Modul dibuat secara menarik dan memungkinkan peserta didik aktif untuk mencari informasi sesuai dengan pengetahuan yang dibutuhkan. Kegiatan yang tertera dalam modul memungkinkan tercapainya indikator dan tujuan pembelajaran yang dibuat. Setiap kegiatan berbasis pembelajaran E-STEM mengacu pada pendekatan E-STEM. Pembelajaran berbasis E-STEM ini membuat peserta didik menjadi lebih mudah memahami materi yang dipelajari karena pembelajaran dikemas dengan ilustrasi yang dekat pada lingkungan peserta didik. Siswa tidak hanya menggunakan pemanfaatan lingkungan dengan menggunakan konsep dari matematika saja melainkan dari beberapa ilmu seperti sains, , teknologi, dan rekayasa. Penguasaan siswa terhadap kemampuan pembelajaran E-STEM dapat bermanfaat untuk siswa dalam bersaing dalam dunia global sebab pembelajaran E-STEM akan menghasilkan sebuah produk yang dapat dimanfaatkan dilingkungan kehidupan. Urutan kegiatan yang digunakan sistematis sehingga pembelajaran terurut dan peneliti juga menyiapkan pertanyaan berupa mitigasi dan antisipasi untuk peserta didik. Hal tersebut bertujuan untuk menyiapkan antisipasi bagi peserta didik yang mudah memahami pembelajaran dan peserta didik yang susah untuk memahami pembelajaran.

Peneliti juga menyediakan penugasan proyek kelompok yang tertera di lembar kerja siswa pada setiap submateri. Proyek yang menjadi tugas peserta didik ialah membuat alat ukur berupa klinometer yang dapat mengukur ketinggian suatu objek, dimana proyek tersebut menggunakan pembelajaran berbasis E-STEM yang menggabungkan beberapa ilmu seperti lingkungan, sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Sains yang dimaksud ialah kajian observasi dan

pengamatan dalam penggunaan konsep fisika untuk mengetahui keakuratan perhitungan alat ukur dalam mengukur ketinggian suatu objek. Teknologi yang dimaksud yaitu penggunaan aplikasi seperti *My Elevation*, *Altimeter Akurat*, dalam merancang alat ukur klinometer juga penggunaan *Microsoft Word* dan internet dalam mengolah data dan mencari data. Lingkungan yang dimaksud ialah keterampilan peserta didik memanfaatkan lingkungan dalam melaksanakan proyek baik lingkungan akademik maupun lingkungan fisik. Rekayasa yang dimaksud ialah cara siswa mendesain klinometer dengan alat dan bahan yang telah ditentukan. Sedangkan matematika yang dimaksud ialah penggunaan konsep perbandingan trigonometri dengan menggunakan klinometer dalam mengukur ketinggian dari satu objek seperti bangunan tinggi. Modul ini tidak hanya berpaku pada proyek pembuatan alat ukur berupa klinometer sederhana saja, tetapi peserta didik juga diharapkan mampu mendesain klinometer yang memiliki estetika tinggi namun tetap pada kelayakan dalam pemakaiannya. Setelah dibuat produk dari project yang dilakukan peserta didik, selanjutnya peserta didik diminta untuk menguji coba produk yang dibuat kelapangan dengan menentukan sendiri objek yang akan diukur dengan menggunakan klinometer.

Langkah selanjutnya yang dilakukan oleh peneliti adalah menyusun draf bahan ajar matematika pada materi perbandingan trigonometri untuk siswa SMA/MA kelas X. Pada tahap ini bahan ajar yang dikembangkan terdapat perubahan berdasarkan saran dan masukan dari pembimbing dan validator.

b. Validasi Bahan Ajar Matematika

Tahap validasi dilakukan untuk menguji produk bahan ajar yang dikembangkan agar dapat diketahui kualitasnya berdasarkan penilaian para ahli. Angket validasi diuji oleh 7 orang ahli yang berkompeten dalam bidangnya yang terdiri dari 3 ahli media, 3 ahli materi dan 1 ahli kemampuan metakognitif. Data hasil penilaian validasi media tersaji dalam Tabel XI, sedangkan data penilaian hasil validasi materi tersaji dalam Tabel XII dan data penilaian hasil validasi uji soal kemampuan metakognitif tersaji pada Tabel XV. Validasi produk ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan penilaian kelayakan, saran dan masukan dari para ahli yang berkompeten sehingga bahan ajar yang dikembangkan mempunyai kelayakan yang baik. Instrumen yang digunakan adalah hasil penjabaran peneliti yang mengacu pada Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP).

1) Penilaian Ahli Desain Media

Penilaian dilakukan oleh ahli desain media bertujuan untuk mengetahui kelayakan bahan ajar matematika berbasis E-STEM. Ahli desain media memberi penilaian sesuai dengan kisi-kisi ahli desain media. Dalam pengembangan bahan ajar, diperlukan pengembang dalam menguasai keahlian mendesain, agar penampilan fisik bahan ajar akan dapat membangkitkan motivasi peserta didik dalam membaca serta mempelajarinya.

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan yaitu:² (1) Warna, khususnya jika warna itu mengandung makna, (2) Penempatan ilustrasi, ditempatkan sedekat

² Andi Prrastowo, Panduan Kreatif,, h. 29.

mungkin dengan konsep yang dijelaskan dengan ilustrasi, (3) Peta, tabel, dan grafik harus sesuai dengan teks, harus akurat, dan sederhana, dan (4) Kertas dan ukuran buku.

Penilaian dilakukan oleh tiga dosen, yaitu bapak Yusran Fauzi, S.Pd.I., M.Pd (dosen pendidikan matematika FTK UIN Antasari Banjarmasin), ibu Rinda Azmi Saputri, M.Pd (dosen pendidikan matematika FTK UIN Antasari Banjarmasin), dan ibu Fitri Nur Hikmah, M.Pd.Si (dosen tadrис fisika FTK UIN Antasari Banjarmasin). Berikut data hasil penilaian bahan ajar matematika materi perbandingan trigonometri kelas X SMA/MA berbasis E-STEM dalam meningkatkan kemampuan metakognitif oleh ahli desain media.

Tabel XI. Hasil Validasi Oleh Ahli Media

No	Komponen	Nomor Butir	V ₁	V ₂	V ₃	V _t	Persentase Per No. Butir	Persentase Perkomponen
1.	Ukuran bahan ajar	1	3	3	4	10	83%	83%
		2	3	3	4	10	83%	
2.	Desain sampul bahan ajar (Cover)	3a	3	4	4	11	92%	86%
		3b	3	3	4	10	83%	
		4	2	4	4	10	83%	
3.	Desain isi bahan ajar	5a	4	3	4	11	92%	79%
		5b	3	3	4	10	83%	
		6	2	3	4	9	75%	
		7	4	4	4	12	100%	
		8	4	2	2	8	67%	
		9	4	2	3	9	75%	
		10	2	4	4	10	83%	
		11	3	2	4	9	75%	
		12	3	2	3	8	67%	
		13	4	2	3	9	75%	
		14	3	3	4	10	83%	
Presentase Keseluruhan								83%
Kriteria Interpretasi								Sangat Layak

Keterangan:

Validator media 1 (V 1) = Yusran Fauzi, S.Pd.I., M.Pd

Validator media 2 (V 2) = Rinda Azmi Saputri, M.Pd

Validator media 3 (V 3) = Fitri Nur Hikmah, M.Pd.Si

Hasil penilaian bahan ajar matematika oleh ahli desain media secara keseluruhan mendapatkan kriteria sangat layak (83%) sehingga bahan ajar dapat digunakan sebagai bahan ajar peserta didik dalam proses pembelajaran. Ditinjau dari keseluruhan aspek, persentase kelayakan tertinggi berada pada aspek desain sampul bahan ajar (cover) mendapatkan kriteria sangat layak (86%). Selanjutnya, diikuti oleh aspek ukuran bahan ajar didapatkan kriteria sangat layak (83%). Dan yang terakhir yaitu aspek desain isi bahan ajar mendapatkan kriteria layak (79%)

dengan persentase kelayakan lebih rendah dari aspek ukuran bahan ajar dan desain sampul bahan ajar.

Berdasarkan pertanyaan pendukung yang diisi oleh ahli desain media terkait saran pengembangan atau harapan tentang bahan ajar berbasis E-STEM yaitu validator ahli I memberikan saran terkait modul bahwa dalam penggunaan huruf harus lebih konsisten karena masih terdapat pengetikan yang salah atau tidak sesuai tata bahasa Indonesia, beberapa petunjuk masih agak ambigu, perlu penambahan beberapa ilustrasi agar lebih jelas. Kemudian validator ahli II memberikan saran terkait modul bahwa bahan ajar yang dibuat sudah bagus, hanya perlu perbaikan di beberapa bagian yang masih kurang jelas, misalnya pada contoh soal yang menggunakan ilustrasi gambar, sebab gambar yang disajikan masih menimbulkan kebingungan. Kemudian, validator ahli III memberikan saran bahwa modul sudah cukup layak digunakan, namun beberapa koreksi yang harus direvisi dalam penulisannya.

2) Penilaian Ahli Substansi Materi

Penilaian ahli substansi materi bertujuan untuk mengetahui kelayakan materi dalam bahan ajar matematika berbasis E-STEM yang telah dikembangkan. Pengembangan bahan ajar matematika ditujukan kepada siswa kelas X SMA/MA pada materi perbandingan trigonometri, sehingga peneliti melakukan validasi bahan ajar kepada dosen pendidikan matematika yang mengampu mata kuliah trigonometri di UIN Antasari Banjarmasin. Penilaian ahli substansi materi mencakup tiga aspek yaitu, aspek kelayakan isi, aspek kelayakan penyajian, dan aspek kebahasaan. Penilaian ahli substansi materi dilakukan oleh tiga validator

yang ahli dalam bidang matematika khususnya trigonometri yaitu bapak Farid Hidayat, M.Pd (Dosen pendidikan matematika NU Kalimantan Selatan), dan ibu Siti Khairunnisa, M.Si (Dosen pendidikan matematika UIN Antasari Banjarmasin), ibu Hj. Wenni Meliana, S.Pd (Guru matematika MAN 1 Banjarmasin). Berdasarkan data hasil pengembangan bahan ajar matematika pada perbandingan trigonometri kelas X SMA/MA berbasis E-STEM oleh ahli desain substansi materi.

Tabel XII Hasil Validasi oleh Ahli Materi

No	Komponen	No Butir	V ₁	V ₂	V ₃	V _t	Persentase Per No. Butir	Persentase Perkomponen
1.	Aspek Kelayakan Isi	1	4	4	3	11	92%	85,7%
		2	3	4	3	10	83%	
		3	3	4	3	10	83%	
		4	3	4	3	10	83%	
		5	3	4	3	10	83%	
		6	3	4	3	10	83%	
		7	3	4	4	11	92%	
		8	4	4	3	11	92%	
		9	3	4	3	10	83%	
		10	3	4	3	10	83%	
2.	Aspek Kelayakan Penyajian	1	4	4	3	11	92%	87,6%
		2	3	4	3	10	83%	
		3	4	4	3	11	92%	
		4	3	4	2	9	75%	
		5	4	4	3	11	92%	
		6	4	4	3	11	92%	
		7	4	4	3	11	92%	
		8	3	4	3	10	83%	
3.	Aspek Kebahasaan	1	2	4	3	9	75%	78,5%
		2	2	4	3	9	75%	
		3	3	4	3	10	83%	
		4	2	4	3	9	75%	
		5	3	4	3	10	83%	
		6	3	4	3	10	83%	
		7	3	4	3	10	83%	
		8	2	4	3	9	75%	

No	Komponen	No Butir	V ₁	V ₂	V ₃	V _t	Persentase Per No. Butir	Persentase Perkomponen
		9	2	4	3	9	75%	
Presentase Keseluruhan								84%
Kriteria Interpretasi								Sangat Layak

Keterangan :

Validator materi 1 (V 1) = Farid Hidayat, M.Pd

Validator materi 2 (V 2) = Siti Khairunnisa, M.Si

Validator materi 3 (V 3) = Hj. Wenni Meliana, S.Pd

Hasil penilaian bahan ajar matematika oleh ahli substansi materi secara keseluruhan dari aspek yang dinilai mendapatkan kriteria sangat layak (88%) sehingga bahan ajar dapat digunakan sebagai bahan ajar peserta didik dalam proses pembelajaran. Secara keseluruhan, aspek yang mendapat persentase kelayakan tertinggi yaitu berada pada aspek kelayakan penyajian dengan kriteria sangat layak (87,6%).Selanjutnya diikuti oleh aspek kelayakan isi mendapatkan kriteria sangat layak (85,7%). Dan yang terakhir aspek kelayakan kebahasaan mendapatkan kriteria layak (78,5%) dengan persentase kelayakan lebih rendah dari aspek kelayakan penyajian dan aspek kelayakan isi.Berdasarkan jawaban dari pertanyaan pendukung yang diisi oleh ahli substansi materi, bahwa (1) Bahan ajar *project based learning* berbasis E-STEM dapat membantu peserta didik dalam memahami materi namun ditambah lagi contoh konsep atau aplikasinya, materi yang disampaikan dalam modul sudah runtut dan mudah dipahami (2) Kelebihan dari bahan ajar *project based learning* berbasis E-STEM yaitu mampu membantu keterlibatan siswa sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari. (3) Kekurangan dari bahan ajar yaitu masalah pada penulisan yang masih belum sesuai dengan EYD (4) saran untuk kedepannya agar lebih baik lagi.

3) Penilaian Ahli Butir Soal Kemampuan Metakognitif

Penilaian ahli butir soal kemampuan metakognitif bertujuan untuk mengetahui valid atau tidaknya suatu instrumen yang dibuat pada bahan ajar. Pengujian soal dilakukan dengan memberikan angket kepada validator yang ahli dalam bidang kemampuan metakognitif. Terdapat dua jenis penilaian dalam angket validasi soal yaitu penilaian butir soal yang dibuat sesuai dengan indikator kemampuan metakognitif berjumlah 19 butir soal bentuk uraian

Tabel XIII Indikator Penilaian Kemampuan Metakognitif

Komponen	Indikator	Konsep
Pengetahuan Metakognisi	Pengetahuan Deklaratif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan informasi yang diketahui dan ditanyakan. 2. Mengaitkan pengetahuan dasar yang dimiliki dengan informasi yang diperoleh dalam soal. 3. Mengetahui kelemahan yang ada dalam dirinya
	Pengetahuan Prosedural	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui gambaran langkah atau cara menyelesaikan masalah secara umum. 2. Menggunakan cara lain yang dianggap lebih mudah
	Pengetahuan Kondisional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui rumus yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. 2. Menjelaskan alasan mengapa menggunakan rumus
Pengalaman atau Regulasi Metakognisi	Perencanaan (<i>planning</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menulis yang diketahui dan yang ditanyakan. 2. Menyatakan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan menggunakan simbol. 3. Memahami langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan masalah.

Komponen	Indikator	Konsep
	Pemantauan (<i>monitoring</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menulis rumus dengan benar dan tepat. 2. Langkah penyelesaian yang dilakukan siswa runtut. 3. Siswa mengontrol atau memantau langkah penyelesaian dari informasi yang diketahui
	Evaluasi (<i>evaluation</i>)	Siswa melakukan pemeriksaan kembali terhadap langkah-langkah yang dilakukan apakah telah sesuai dengan informasi-informasi yang diketahui dari masalah

Soal dikatakan valid apabila memenuhi indikator kemampuan metakognitif dan taksonomi bloom. Dikatakan tidak valid apabila tidak memenuhi salah satu indikator dari kemampuan metakognitif dan taksonomi bloom.

Selain penilaian butir soal, peneliti juga memvalidasi aspek isi yang terdapat pada soal seperti kesesuaian teknik penilaian dengan tujuan pembelajaran, konstruksi soal, dan aspek kebahasaan yang terdapat pada soal. validasi soal dilakukan oleh dosen yang berkompeten dalam bidangnya yaitu ibu Dr. Zahra Chairani M.Pd (Dosen pendidikan matematika STKIP PGRI Banjarmasin). Berikut hasil validasi soal kemampuan metakognitif

Tabel XIV Penilaian Butir Soal

Butir Soal	Kesimpulan (Valid/Tidak Valid)
1	Valid
2	Valid
3	Valid

Butir Soal	Kesimpulan (Valid/Tidak Valid)
4	Valid
5	Valid
6	Valid
7	Valid
8	Valid
9	Valid
10	Valid
11	Valid
12	Valid
13	Valid
14	Valid
15	Valid
16	Valid
17	Valid
18	Valid
19	Valid

Tabel XV Hasil Penilaian Validasi Isi Butir Soal

No	Komponen	No Butir	Validator	Persentase Per No. Butir	Persentase Perkomponen
1.	Kesesuaian teknik penilaian dengan tujuan pembelajaran	1	3	75%	75%
		2	3	75%	
		3	3	75%	
2.	Konstruksi Soal	4	4	100%	96%
		5	4	100%	
		6	3	75%	
		7	4	100%	
		8	4	100%	
		9	4	100%	
3.	Aspek Bahasa	10	4	100%	100%
		11	4	100%	
		12	4	100%	
		13	4	100%	
		14	4	100%	
Presentase Keseluruhan					90%
Kriteria Interpretasi					Sangat Layak

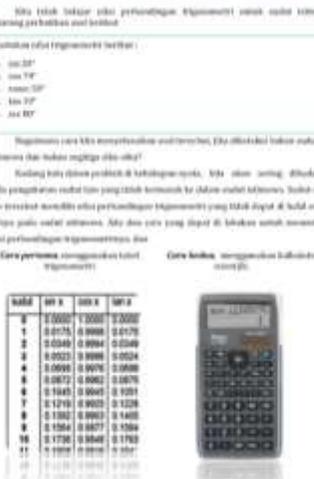
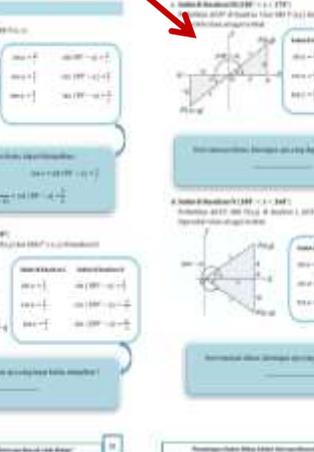
Hasil penilaian bahan ajar matematika oleh ahli kemampuan metakognitif secara keseluruhan dari aspek yang dinilai mendapatkan kriteria sangat layak (90%) sehingga soal dapat digunakan dalam modul sebagai evaluasi pembelajaran peserta didik. Secara keseluruhan, aspek yang mendapat persentase kelayakan tertinggi yaitu berada pada aspek bahasa dengan kriteria sangat layak (100%). Selanjutnya diikuti oleh aspek konstruksi soal mendapatkan kriteria sangat layak (96%). Dan yang terakhir aspek Kesesuaian teknik penilaian dengan tujuan pembelajaran mendapatkan kriteria layak (75%) dengan persentase kelayakan lebih rendah dari aspek bahasa dan aspek konstruksi isi. Adapun saran dan masukan validator bahwa Revisi kecil pada formulasi kesesuaian kalimat pada indikator dengan butir soal harus lebih disesuaikan lagi.

c. Revisi Produk Setelah Validasi

Setelah dilakukan validasi produk oleh ahli media, ahli materi dan ahli soal, maka langkah selanjutnya adalah melakukan revisi produk sesuai masukan dan saran yang telah diberikan oleh para ahli. Adapun saran dan hasil perbaikan oleh para ahli sebagai berikut.

Tabel XVI Modul Sebelum dan Sesudah Direvisi Oleh Ahli Materi

No	Saran Perbaikan	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	<p>Pada bagian Ayo Mengamati, ganti gambar dengan objek-objek lokal yang berada di Kalimantan serta beri arahan atau petunjuk setelah mengamati, siswa disuruh melakukan apa.</p>	 <p>Gambar yang diberikan masih menggunakan objek yang berada di luar negeri dan tidak ada arahan setelahnya</p>	 <p>Gambar menggunakan objek dalam negeri dan diberikan arahan terkait gambar yang telah diamati</p>

<p>4</p>	<p>Berikan penjelasan tambahan cara menentukan nilai perbandingan tersebut menggunakan tabel atau kalkulator</p>	 <p>Tabel Perbandingan Trigonometri Sudut - Sudut Istimewa</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Perbandingan</th> <th>0°</th> <th>30°</th> <th>45°</th> <th>60°</th> <th>90°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sin α</td> <td>0</td> <td>$\frac{1}{2}$</td> <td>$\frac{1}{\sqrt{2}}$</td> <td>$\frac{\sqrt{3}}{2}$</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>cos α</td> <td>1</td> <td>$\frac{\sqrt{3}}{2}$</td> <td>$\frac{1}{\sqrt{2}}$</td> <td>$\frac{1}{2}$</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>tan α</td> <td>0</td> <td>$\frac{1}{\sqrt{3}}$</td> <td>1</td> <td>$\sqrt{3}$</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Gambar Tabel Trigonometri</p> <p>Gambar Kalkulator Scientific</p>	Perbandingan	0°	30°	45°	60°	90°	sin α	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	cos α	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0	tan α	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	-	 <p>Tentukan nilai trigonometri berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> sin 30° cos 15° tan 30° sin 75° tan 60° <p>Gambar Tabel Trigonometri</p> <p>Gambar Kalkulator Scientific</p>
Perbandingan	0°	30°	45°	60°	90°																						
sin α	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1																						
cos α	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0																						
tan α	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	-																						
<p>5</p>	<p>Siswa dikasih tau saja atau diminta menalar dari mana dapat nilai perbandingan trigonometri untuk setiap kuadran tersebut? Kalau diminta menemukan sendiri seharusnya ada petunjuk atau arahan biar siswa dapat menyimpulkan sendiri</p>	 <p>37. Perhatikan gambar petang yang diberikan oleh A di bawah dengan gambar berikut yang ada di samping kanan yang digunakan sebagai acuan. 30 adalah jarak yang tercapai oleh kendaraan petang tersebut. Dengan menggunakan konsep sinus, diperoleh petang itu dengan menggunakan cara sebagai berikut.</p> <p>Tan C = $\frac{AB}{BC}$</p> <p>Tan 45° = $\frac{AB}{BC}$</p> <p>BC = AB</p> <p>Dengan menggunakan sudut 45°, diperoleh bahwa petang BC sama dengan petang AB.</p> <p>Ayo Menanggapi!</p> <p>Tentukanlah sudut-sudut lain yang berada di dalam lingkaran yang memiliki besar sudut:</p> <ol style="list-style-type: none"> antara 0° sampai 90° atau 0° < α < 90° antara 90° sampai 180° atau 90° < α < 180° antara 180° sampai 270° atau 180° < α < 270° antara 270° sampai 360° atau 270° < α < 360° <p>Pada saat ini kita akan membahas tabel di bawah ini, yaitu tabel nilai perbandingan trigonometri untuk sudut-sudut istimewa. Tabel perbandingan ini bisa kita simpulkan sendiri melalui gambar di bawah ini. Untuk itu, perhatikan gambar petang perbandingan trigonometri. Adapun gambar di bawah ini adalah petang perbandingan trigonometri.</p> <p>Gambar Tabel Perbandingan Trigonometri</p>	 <p>38. Perhatikan gambar petang yang diberikan oleh B di bawah dengan gambar berikut yang ada di samping kanan yang digunakan sebagai acuan. 30 adalah jarak yang tercapai oleh kendaraan petang tersebut. Dengan menggunakan konsep sinus, diperoleh petang itu dengan menggunakan cara sebagai berikut.</p> <p>Tan C = $\frac{AB}{BC}$</p> <p>Tan 45° = $\frac{AB}{BC}$</p> <p>BC = AB</p> <p>Dengan menggunakan sudut 45°, diperoleh bahwa petang BC sama dengan petang AB.</p> <p>Ayo Menanggapi!</p> <p>Tentukanlah sudut-sudut lain yang berada di dalam lingkaran yang memiliki besar sudut:</p> <ol style="list-style-type: none"> antara 0° sampai 90° atau 0° < α < 90° antara 90° sampai 180° atau 90° < α < 180° antara 180° sampai 270° atau 180° < α < 270° antara 270° sampai 360° atau 270° < α < 360° <p>Pada saat ini kita akan membahas tabel di bawah ini, yaitu tabel nilai perbandingan trigonometri untuk sudut-sudut istimewa. Tabel perbandingan ini bisa kita simpulkan sendiri melalui gambar di bawah ini. Untuk itu, perhatikan gambar petang perbandingan trigonometri. Adapun gambar di bawah ini adalah petang perbandingan trigonometri.</p> <p>Gambar Tabel Perbandingan Trigonometri</p>																								

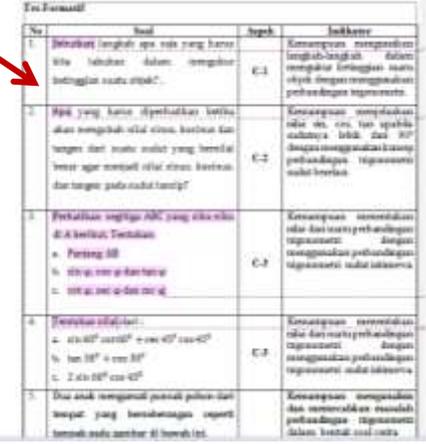
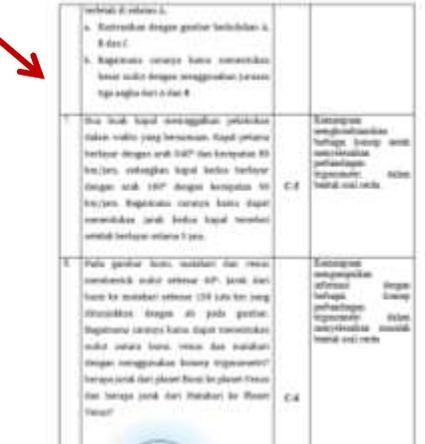
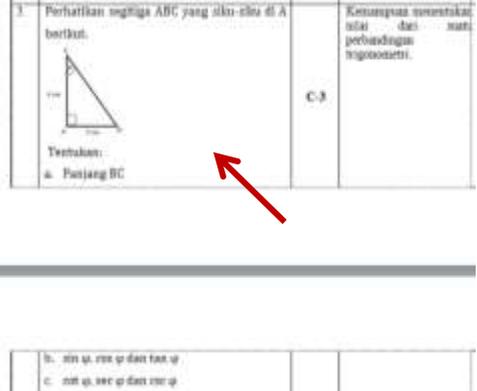
<p>6</p>	<p>Munculkan Karakteristik E-STEM di bagian evaluasi 1.3</p>		
----------	--	--	--

Tabel XVII Modul Sebelum dan Sesudah Direvisi Ahli Media

No	Saran Perbaikan	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Lihat kembali penulisannya	<p style="text-align: center;">Trigonometri</p> <p>Modul Matematika TRIGONOMETRI (Submateri Perbandingan Trigonometri)</p> <p>Berbasis E-STEM (Environment- Science, Technology, Engineering, And Mathematics)</p> <p>→</p> <p>UNTUK SMA/MA KELAS X</p>	<p>Modul Matematika TRIGONOMETRI (Submateri Perbandingan Trigonometri)</p> <p>Berbasis E-STEM (Environment- Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</p> <p>→</p> <p>UNTUK SMA/MA KELAS X</p>

<p>2</p>	<p>Pada gambar ini kurang jelas antara bayangan dan objek, bisa diganti dengan ilustrasi gambar yang lain. Gunakan ilustrasi gambar tunggal saja.</p>		
<p>3</p>	<p>Pada bagian glosarium, cek kembali pengertian sudut dalam buku geometri,</p>		

Tabel XVIII Modul Sebelum dan Sesudah Direvisi Oleh Ahli Soal Kemampuan Metakognitif

No	Saran Perbaikan	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1.	Soal yang dibuat masih mengarah kepada kognisi, kalau penulis ingin mengarahkan siswa untuk berfikir pada kemampuan metakognisi maka pertanyaan yang harus dimunculkan adalah pertanyaan meta bukan pertanyaan kognisi.		
2.	Beberapa soal masih belum jelas maksudnya. Silahkan ditambahkan gambar ilustrasi.		

B. Pembahasan

Penelitian ini dirancang menggunakan jenis pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze-Design-Development-Implementation-Evaluation*), kemudian peneliti melakukan pembatasan menjadi 3 langkah untuk menghasilkan produk akhir yang bisa terus dikembangkan dalam lembaga pendidikan. Berikut pembahasan hasil penelitian:

a. Pengumpulan Data

Berdasarkan hasil penelitian dalam pengumpulan data menggunakan metode wawancara. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data mengenai kebutuhan bahan ajar matematika yang inovatif dan kreatif dalam membantu siswa memahami materi. Data pendukung dalam pengumpulan data diperoleh dari sumber referensi jurnal-jurnal dan buku penunjang yang berkaitan dengan E-STEM. Pengumpulan informasi terkait penelitian dan pengembangan sebuah perangkat pembelajaran matematika yang akan dikembangkan. Kemudian pengumpulan gambar dilakukan dengan mengambil dokumentasi terhadap pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

1. Analisis (*Analyze*)

Hasil penelitian yang diperoleh dari wawancara dengan guru matematika yaitu Ibu Wenni Meliana, S. Pd, bahwa guru matematika menggunakan bahan ajar secara umum berupa RPP, silabus, buku matematika kurikulum 2013 dari pemerintah, buku LKS sebagai pegangan siswa, lembar penilaian dan sebagainya, kemudian sekolah telah menggunakan kurikulum 2013 dalam proses pembelajaran serta belum pernah menggunakan bahan ajar yang berbasis E-

STEM. Mungkin guru pernah menggunakan teknologi dalam proses pembelajaran dikelas matematika seperti penggunaan gedit sebagai mencari bahan/sumber pembelajaran lewat internet karena biasanya materi yang ada dibuku juga membutuhkan bantuan internet dan penggunaan kalkulator *scientific* dalam pembelajaran matematika. Hubungan ilmu sains dengan matematika jarang diterapkan dalam pembelajaran matematika, guru lebih menerapkan pembelajaran kontekstual dalam kehidupan sehari-hari. Dibidang *engineering*, guru pernah mengajarkan materi untuk mendesain suatu produk dengan konsep matematika pada peserta didik yaitu penerapan geometri dimensi tiga dalam pembuatan bangun ruang, pembuatan dadu pada materi peluang.

Karakter pendidikan lingkungan yang dikembangkan pada diri siswa adalah terkait bagaimana siswa dapat menyikapi pembelajaran yang dilakukan baik dilingkungan akademik maupun lingkungan fisik. Menurut Sukmadinata “lingkungan sekolah memegang perananan penting bagi perkembangan belajar para siswanya”.¹ Maka dari itu adanya kemampuan siswa dalam menghubungkan antara lingkungan akademik dengan lingkungan fisik dengan menggunakan pendekatan berbasis STEM menjadi suatu penilaian yang perlu diteliti.

Para pendidik, tenaga pendidikan, orang tua peserta, dan masyarakat diharapkan perlu menyadari betapa pentingnya pendidikan karakter lingkungan sebagai sarana pembentuk pedoman perilaku, pengayaan nilai individu dengan cara menjadi figur keteladanan bagi anak didik serta mampu menciptakan

¹Nana Syaodih Sukmadinata, *Landasan Psikologi Proses Pendidikan*, (Bandung: Remaja Rosdakarya, 2003), h.164.

lingkungan yang kondusif bagi proses pertumbuhan berupa kebersihan, kenyamanan dan keamanan, kerapihan, sopan santun, dan ramah serta keagamaan yang kokoh dan yang dapat membantu suasana pengembangan diri individu secara keseluruhan dari segi teknis, intelektual, psikologis, moral, sosial, estetis dan religius

Kedua, masalah dalam penelitian dan pengembangan yaitu berdasarkan jurnal pendidikan teknologi dan kejujuran bahwa pembelajaran STEM di Indonesia jarang untuk digunakan dan belum terlalu populer jika dibandingkan negara maju seperti Amerika.² STEM telah sukses diterapkan baik diluar negeri maupun dalam negeri. STEM terbukti dapat meningkatkan hasil pencapaian pembelajaran siswa untuk berinovasi, berfikir kritis dan kreatif. Sehingga perlu adanya pengembangan bahan ajar berbasis *Environment-Science, Technology, Religion, Engineering, and Mathematics* (E-STEM). Tahapan ini dilakukan dengan cara mewawancarai guru matematikanya. Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui informasi yang dibutuhkan peneliti dalam mengembangkan bahan ajar *Project Based Learning* berbasis E-STEM dalam metakognitif

2. Desain Produk

Produk yang dikembangkan dalam penelitian yaitu modul dalam project based learning berbasis E-STEM pada submateri perbandingan trigonometri pada materi trigonometri. Langkah pembelajaran yang dibuat menggunakan taksonomi bloom yang berbasis E-STEM untuk meningkatkan kemampuan metakognitif. KI

²A. Fathoni, dkk., "STEM: Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi" dalam *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, Vol. 7 No. 1 Januari 2020, h. 40.

yang digunakan sesuai kurikulum 2013, KD yang digunakan dikembangkan lagi agar sesuai dengan materi pembelajaran *project based learning* berbasis E-STEM yang disajikan. KD yang dikembangkan berdasarkan saran yang disepakati oleh ahli validator, dan indikator yang digunakan sesuai dengan KD dan kurikulum 2013. Materi dalam modul disesuaikan dengan indikator, KI, dan KD pada kurikulum 2013. Pemilihan E-STEM sebagai pendukung dalam pembuatan bahan ajar matematika yang dibuat dikarenakan perkembangan zaman, sehingga bisa memenuhi kebutuhan siswa terhadap pembelajaran yang inovatif yang belum pernah dilakukan sebelumnya.

a. Hasil Validasi Desain

Data hasil validasi bahan ajar matematika berupa modul yang berbasis E-STEM diperoleh dari beberapa validator, yaitu terdiri dari 6 dosen ahli dan 1 guru yang sesuai bidangnya, data yang diperoleh berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa angket penilaian dan data kualitatif berupa tanggapan saran, kritik, dan kesimpulan secara umum terhadap bahan ajar matematika berbasis E-STEM yang dikembangkan. Data kuantitatif dianalisis dengan perhitungan presentase nilai rata-rata dari angket berupa skala penilaian 1, 2, 3, 4. Nilai dari 6 validator dirata-rata untuk setiap komponen aspek indikatornya sehingga diperoleh validasi akhir. Nilai ini selanjutnya dirujukan pada interval penentuan tingkat kevalidan produk hasil pengembangan sehingga diperoleh kriteria validator terhadap bahan ajar berbasis E-STEM dalam meningkatkan kemampuan metakognitif

Komponen-komponen di dalam bahan ajar terdiri dari cover bahan ajar, softcover bahan ajar, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan (deskripsi modul dan petunjuk penggunaan modul), peta konsep, Kompetensi dasar, indikator modul, tujuan modul, petunjuk kegiatan pembelajaran, pengetahuan awal yang diperlukan (mengamati, mencari tahu, menalar), kegiatan proyek (Lembar kerja siswa) berbasis E-STEM, evaluasi berbasis E-STEM, tes formatif 1 dan tes formatif 2, kegiatan merangkum, kunci jawaban, glosarium, daftar pustaka, dan RPP. Bahan ajar yang dikembangkan yaitu bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM yang terdiri dari konsep lingkungan, sains, teknologi, teknik, dan matematika yang menjadi dasar pada pembelajaran ini.

Pada penelitian ini peneliti mengembangkan bahan ajar project berbasis E-STEM sehingga pada pembelajaran ini konsep materi perbandingan trigonometri tentang sudut dan ketinggian suatu objek dapat diterapkan sebagai dasar Pengetahuan (S), Teknologi (T) sebagai media untuk membantu peserta didik dalam proses pembuatan proyek atau aktivitas, Teknik (E) sebagai langkah peserta didik dalam membangun proyeknya, dan Matematika (M) sebagai konsep dasar perhitungan dalam penerapan materi perbandingan trigonometri tentang objek dan ketinggian pada proyek yang dibuat oleh peserta didik. Lingkungan (E) sebagai sarana yang dapat dilakukan peserta didik dalam menghubungkan antara materi perbandingan trigonometri dengan objek benda yang ada disekitarnya.

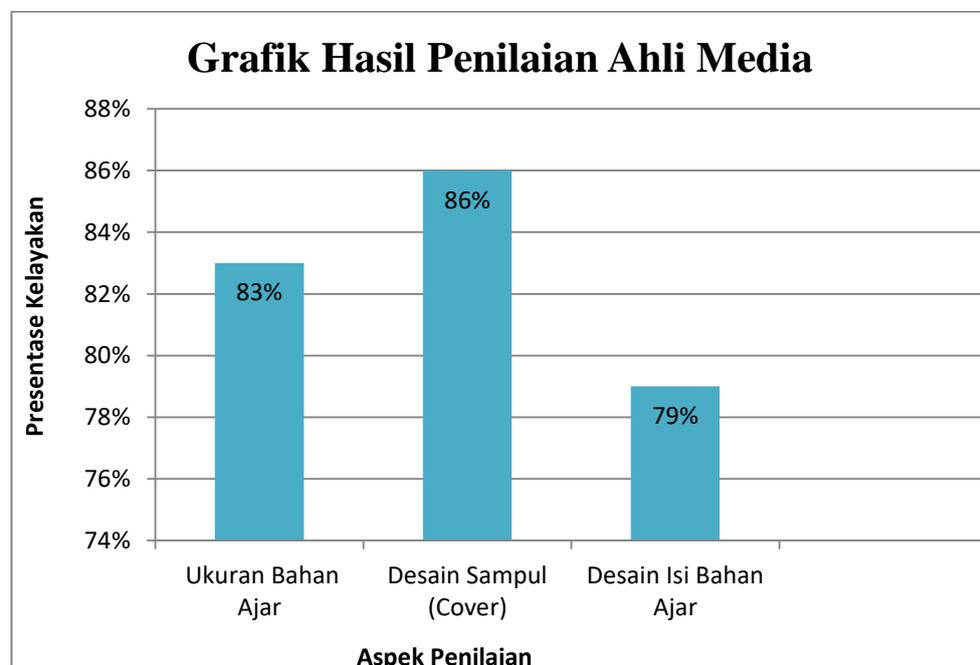
b. Kelayakan Bahan Ajar

Penilaian terhadap bahan ajar dilakukan enam dosen ahli yang berkompeten dalam bidangnya. Ahli desain media menilai pengembangan bahan

ajar dalam tiga poin, yaitu ukuran bahan ajar, desain cover, dan desain isi bahan ajar. Untuk ahli substansi materi menilai pengembangan bahan ajar dalam tiga aspek, yaitu aspek kelayakan isi, aspek kelayakan penyajian, dan aspek kebahasaan. Data hasil penilaian bahan ajar meliputi data berupa skor kemudian dikonversikan menjadi empat kategori yaitu sangat layak (SL), layak (L), kurang layak (KL), dan tidak layak (TK). Skor yang diperoleh juga diolah menjadi persentase untuk kriteria kelayakan.

1) Penilaian oleh Ahli Desain Media

Adapun hasil penilaian oleh ahli desain media terhadap bahan ajar matematika pada setiap aspek dapat dilihat dalam gambar yang berbentuk grafik berikut:



Gambar IV Grafik Hasil Penilaian Ahli Media

Berdasarkan hasil analisis penilaian desain media mengenai bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM pada aspek media diperoleh rata-rata skor keseluruhan yaitu 83% dengan kategori sangat layak atau dapat digunakan dengan revisi. Berdasarkan hasil penilaian dari validator ahli desain media pada aspek ukuran bahan ajar mendapatkan rata-rata skor kelayakan 83% sesuai Tabel XI. Aspek pertama yaitu aspek ukuran bahan ajar yang membahas mengenai kesesuaian ukuran bahan ajar dengan standar ISO dan kesesuaian ukuran dengan materi isi bahan ajar. Sesuai dengan indikator ini, bahan ajar matematika *project based learning* berbasis E-STEM menggunakan ukuran kertas A4. Ukuran A4 dipilih agar teks dan gambar pada bahan ajar dapat terbaca dengan baik. Berdasarkan lembar kelayakan bahan ajar, ukuran bahan ajar yang baik harus sesuai dengan standar ISO. Dengan demikian, bahan ajar *project based learning* berbasis E-STEM telah sesuai dengan ISO. Aspek kedua yaitu desain sampul bahan ajar (cover) mendapatkan rata-rata skor 86% yang terdiri atas tiga sub indikator yaitu ukuran huruf, judul bahan ajar lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran bahan ajar, nama pengarang, warna judul bahan ajar kontras dengan warna latar belakang, dan tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf. Pada sub indikator desain sampul bahan ajar membahas mengenai ilustrasi yang dapat menggambarkan isi/materi bahan ajar, ukuran serta warna dari bahan ajar. Ilustrasi materi pada sampul bahan ajar dipilih agar dapat menggambarkan isi materi dengan baik.

Pada bahan ajar *project based learning* berbasis E-STEM, ilustrasi yang dapat menggambarkan isi materi yaitu gambar objek yang memiliki ketinggian karena pada materi dibahas mengenai perbandingan trigonometri dan aktivitas yang akan dikerjakan berkaitan dengan mengukur ketinggian suatu objek dengan menggunakan konsep perbandingan trigonometri. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa judul pada bahan ajar harus sesuai dengan isi bahan ajar.³ Dengan demikian, judul dan ilustrasi pada bahan ajar perlu menyesuaikan dengan isi bahan ajar. Bahan ajar matematika *project based learning* berbasis E-STEM telah memiliki tampilan sampul bahan ajar yang sesuai dengan ketentuan desain sampul pada indikatornya.

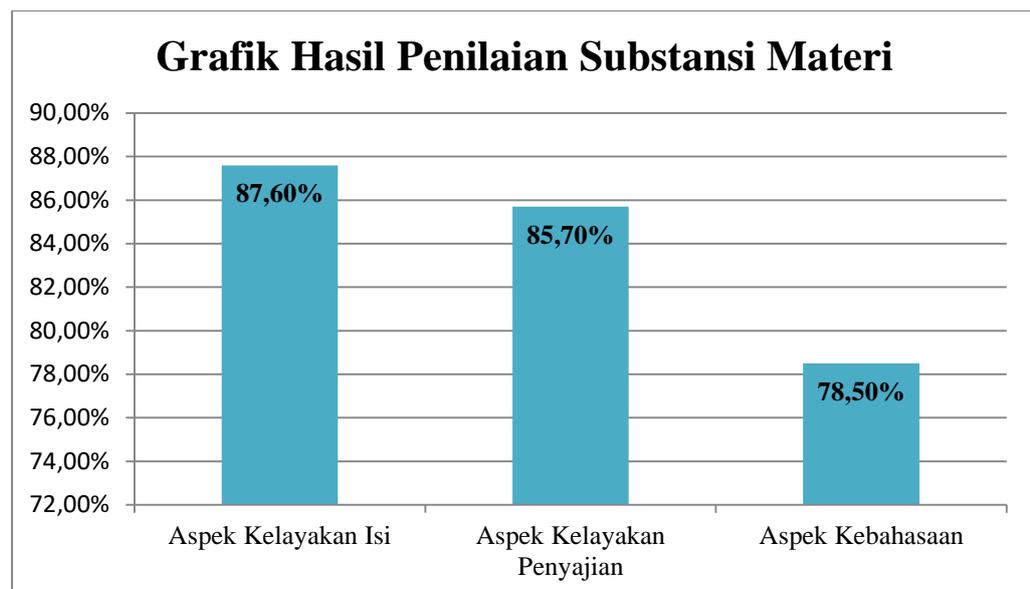
Aspek ketiga yaitu desain isi bahan ajar yang terdiri atas 11 sub indikator yaitu penempatan unsur tata letak konsisten, berdasarkan pola, pemisahan antarparagraf, spasi antar teks dalam ilustrasi sesuai, judul kegiatan belajar, sub judul kegiatan belajar dan angka halaman, ilustrasi dan keterangan gambar, penempatan judul, subjudul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman, tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf, jenjang judul jelas, konsisten dan proporsional, mampu mengungkapkan makna/arti dari objek, bentuk akurat dan proporsional sesuai dengan kenyataan, kreatif dan dinamis. Aspek desain isi bahan ajar mendapatkan rata-rata skor 79% sesuai Tabel VIII. Pada sub indikator desain isi bahan ajar membahas mengenai ilustrasi yang menarik,

³ Sandra Devi Sugianto, Mochammad Ahled, dkk, Pengembangan Modul IPA ,....., h.35.

kreatif, dinamis serta mempermudah pemahaman materi. Bahan ajar didesain dengan tampilan yang menarik serta pemilihan ilustrasi yang dapat mempermudah dalam memahami materi. Berdasarkan penjelasan ahli desain media bahwa bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM layak digunakan dalam pembelajaran.

2) Penilaian ahli substansi materi

Persentase hasil penilaian oleh ahli substansi materi terhadap bahan ajar matematika pada setiap aspek dapat dilihat dalam gambar yang berada dalam bentuk grafik berikut.



Gambar V Grafik Hasil Penilaian Substansi Materi

Berdasarkan hasil analisis penilaian materi mengenai kelayakan bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM pada aspek materi diperoleh rata-rata skor keseluruhan yaitu 84% dengan kategori sangat layak. Pada aspek materi terdiri dari tiga aspek penilaian. Aspek pertama yaitu aspek kelayakan isi. Hasil penilaian dari validator ahli materi pada aspek

kelayakan isi mendapatkan rata-rata seluruh skor adalah 87,60% sesuai Tabel IX. Pada aspek kelayakan isi terdiri dari sub indikator yaitu kesesuaian materi dengan KD, keakuratan materi, kemutakhiran materi, dan mendorong keingintahuan.

Dengan demikian, pada bahan ajar sangat memperhatikan isi materi dengan menyesuaikan isi materi dalam perkembangan ilmu dan memilih topik atau contoh kasus melalui pengerjaan proyek atau aktivitas yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa salah satu karakteristik bahan ajar adalah adaptif yaitu bahan ajar dapat menyesuaikan dengan perkembangan ilmu dan teknologi serta fleksibel digunakan diberbagai perangkat keras.⁴ Selain itu, pada sub indikator kesesuaian materi dengan KD membahas tentang kelengkapan, keluasan dan kedalaman materi. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa salah satu karakteristik bahan ajar yaitu bila seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan termuat dalam bahan ajar tersebut.⁵

Tujuan dari konsep ini adalah untuk mempelajari materi pembelajaran secara tuntas, karena materi belajar dikemas menjadi satu kesatuan yang utuh. Pada aspek kedua yaitu aspek kelayakan penyajian terdiri atas tiga subindikator yaitu teknik penyajian, pendukung penyajian, dan penyajian pembelajaran. Aspek kelayakan penyajian mendapatkan rata-rata skor adalah 85,70% sesuai Tabel IX. pada sub indikator teknik penyajian membahas mengenai keruntutan konsep. Keruntutan penyajian bahan ajar tentunya sangat diperlukan dalam menanamkan pengetahuan sehingga pembelajaran dengan bahan ajar matematika menggunakan

⁴ Sandra Devi Sugianto, Mochammad Ahled, dkk, Pengembangan Modul IPA ,h.33.

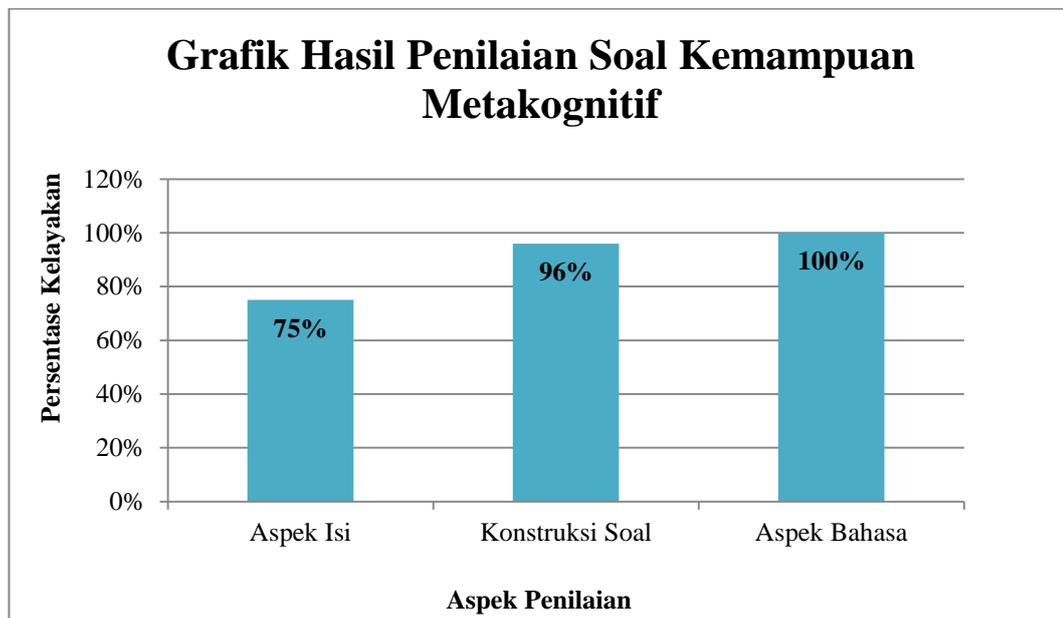
⁵ *Ibid*, h.33.

project based learning berbasis E-STEM akan menjadi pembelajaran yang bermakna.

Aspek materi ketiga yaitu aspek kebahasaan yang terdiri atas lima subindikator. Sub indikator tersebut meliputi kelugasan bahasa, komunikatif, dialogis dan interaktif, kesesuaian dengan perkembangan peserta didik, dan kesesuaian dengan kaidah bahasa. Aspek kebahasaan mendapatkan rata-rata skor 78,50% sesuai Tabel IX. Pada sub indikator kesesuaian dengan kaidah bahasa membahas mengenai ketepatan tata bahasa dan ejaan. Dalam bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM memiliki susunan bahasa yang sistematis sehingga mudah dipahami. Dengan demikian, materi pada bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM layak digunakan dalam pembelajaran.

3) Penilaian Oleh Ahli Butir Soal Kemampuan Metakognitif

Persentase hasil penilaian oleh ahli butir soal terhadap kemampuan metakognitif bahan ajar matematika pada setiap aspek dapat dilihat dalam gambar yang berada dalam bentuk grafik berikut



Gambar VI Grafik Hasil Penilaian Isi Soal Kemampuan Metakognitif

Berdasarkan hasil analisis penilaian isi soal kemampuan metakognitif mengenai kelayakan bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM pada validasi soal terdapat dua aspek yang dinilai yaitu aspek penilaian butir soal yang terdiri dari 19 butir soal yang terdapat pada modul dan aspek validasi isi dan bahasa dalam soal yang terdiri dari beberapa aspek yaitu aspek isi, konstruksi soal dan aspek bahasa.

Setelah di analisa oleh dosen ahli kemampuan metakognitif didapat kesimpulan bahwa 19 butir soal yang terdapat pada modul memiliki kriteria valid dengan beberapa saran dan masukan yang harus direvisi seperti keterkaitan antara soal dengan indikator taksonomi bloom, serta perintah soal yang masih belum mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan soal kearah metakognitif. Aspek kedua yaitu aspek validasi isi yang terdiri dari aspek kesesuaian teknik penilaian dengan tujuan pembelajaran yang terdiri dari 3 sub indikator yaitu

Ketepatan pemilihan teknik penilaian yang bertujuan mengukur kemampuan metakognitif siswa, Kesesuaian soal dengan indikator yang dapat mengukur kemampuan metakognitif siswa., Keterwakilan indikator soal , diperoleh rata-rata skor keseluruhan yaitu 75% dengan kategori layak. Pada aspek konstruksi soal yang terdiri dari 6 subindikator yaitu Menunjukkan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraian, Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal, Tabel, gambar, grafik, peta atau yang sejenisnya ditampilkan dengan jelas dan terbaca, Kejelasan soal dalam mengukur hasil belajar yang sesuai dengan tujuan yaitu mengukur kemampuan metakognitif siswa, Keakuratan penyajian soal sesuai dengan tingkat *Taksonomi Bloom*, keakuratan penyajian soal pada setiap latihan sesuai dengan tingkat *Taksonomi Bloom*. diperoleh rata-rata skor keseluruhan yaitu 96% dengan kategori sangat layak. Kemudian pada aspek bahasa yang terdiri dari 5 subindikator yang meliputi, rumusan kalimat soal komunikatif, butir soal menggunakan bahasa indonesia yang baku, tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda, ketepatan penggunaan kata-kata yang mudah dipahami siswa, keefektifan dan keefisienan penggunaan bahasa. Diperoleh rata-rata skor keseluruhan yaitu 100% dengan kategori sangat layak. Adapun masukan dan saran yang diberikan oleh dosen ahli terkait validasi isi soal yaitu kesesuaian kalimat soal pada indikator dengan butir soal harus diperhatikan lagi, soal yang dibuat juga harus mengantarkan siswa pada cara berfikir secara meta bukan kognisi

c. Revisi Setelah Validasi

Hasil revisi desain diperoleh dari angket ahli materi, ahli media dan ahli soal kemampuan metakognitif yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan revisi desain. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM dalam meningkatkan kemampuan metakognitif pada materi perbandingan trigonometri yang telah dibuat sudah layak digunakan/diterapkan pada proses pembelajaran dengan data validasi di isi oleh ahli media, ahli materi, ahli soal sebagai validator, sehingga bahan ajar ini dinyatakan memenuhi persyaratan untuk layak digunakan pada proses pembelajaran di kelas.

Kelebihan produk hasil pembuatan bahan ajar berupa modul ini memiliki beberapa kelebihan yaitu:

- 1). Bahan ajar matematika yang dibuat bisa membantu sebagai penunjang pembelajaran dan dapat lebih mempermudah guru dalam memberikan pembelajaran terhadap siswa, sehingga siswa dapat memahami pembelajaran secara terarah.
- 2). Bahan ajar matematika yang dibuat sudah mampu membangun keterlibatan siswa, karena pembahasan yang disajikan dalam modul sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari.
- 3). Bahan ajar matematika yang dibuat memuat berbagai macam kegiatan project menggunakan pendekatan E-STEM yang menuntut siswa untuk lebih kreatif, inovatif dan aktif dalam kegiatan pembelajaran.

- 4). Peserta didik tidak hanya memahami konsep saja dari pembelajaran yang diberikan, peserta didik dapat menciptakan/menghasilkan produk untuk solusi masalah yang diberikan seperti merancang bangunan tinggi dan membuat alat ukur berupa klinometer sederhana..
- 5). Evaluasi yang diberikan mengarahkan pada peserta didik untuk berfikir secara metakognitif yang dapat mengarahkan siswa untuk menggunakan strategi belajar yang dimilikinya..

Kekurangan bahan ajar matematika menggunakan *project based learning* berbasis E-STEM yaitu waktu yang diperlukan dalam proses pembelajaran project berbasis E-STEM ini membutuhkan waktu yang tidak singkat, sehingga pencapaian materi yang diinginkan guru memiliki keterbatasan waktu.

d. Keterbatasan Penelitian

Terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

- 1). Tahap pembuatan bahan ajar hanya pada revisi desain produk saja dan belum melakukan uji coba produk serta produksi masal karena keterbatasan peneliti, waktu, serta situasi dan kondisi yang kurang memungkinkan pada masa *covid-19*
- 2). Penentuan standar kualitas bahan ajar matematika berupa modul hanya sebatas penilaian 3 ahli media, 3 ahli materi dan 1 ahli soal kemampuan metakognitif serta lembar respon siswa. Kualitas bahan

ajar matematika ini dapat berubah apabila dibagikan pada skala yang lebih luas.

- 3). Pada pengembangan modul yang menggunakan tahapan model ADDIE ini memerlukan waktu yang lama pada tahapan desain dan implementasi karena waktu yang terbatas.
- 4). Siswa yang belum terbiasa dengan belajar mandiri dan memecahkan soal matematika berbasis E-STEM membuat siswa masih perlu dibimbing oleh guru dalam memahami materi dan contoh soal.