

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA VOKASI DIGITAL BERBASIS STEM DI SMK PADA MATERI *TRIGONOMETRI*

I Komang Sukendra^{1*}, I Made Surat², I Made Darmada³

^{1,2} Pendidikan Matematika Universitas PGRI Mahadewa Indonesia

³ PJOK Universitas PGRI Mahadewa Indonesia

e-mail: kingsukendra70@gmail.com ; madesurat@gmail.com ; m.darmada1965@gmail.com

ABSTRACT

Vocational education is higher education that supports the mastery of certain applied skills and mathematics is a universal language for presenting ideas or knowledge in a formal and precise manner so that it does not allow for multiple interpretations. This study aims to determine the quality of the development of STEM-based digital vocational mathematics teaching materials on Trigonometry materials in SMK. The research and development procedure uses the Plomp model which includes five stages, namely initial investigation, design, realization/construction, as well as testing, evaluation and revision and implementation. Sources of data in this study are validators, mathematics teachers and students of SMK Negeri 5 Denpasar. The data collection technique used a validation questionnaire for the validation test, a practicality questionnaire for the practicality test and a test for testing the effectiveness of digital vocational mathematics teaching materials. The results of the initial validity test were declared valid with a value of validity on the content aspect of 0.79, the validity of the presentation aspect of 0.90; language validity 0.93; and media validity 0.94. The results of the second stage of the validity test were declared valid, with a validity value of 0.91. The results of the practicality test on students obtained results of 80.5 and for teachers of 79.5 including the practical category, and the results obtained by students in the evaluation had an average of 84.15. So STEM-based digital vocational mathematics teaching materials are effective for use in learning in SMK.

Keywords: digital teaching materials, vocational mathematics, STEM, trigonometri

ABSTRAK

Pendidikan vokasi adalah pendidikan tinggi yang menunjang pada penguasaan keahlian terapan tertentu dan matematika merupakan bahasa universal untuk menyajikan gagasan atau pengetahuan secara formal dan presisi sehingga tidak memungkinkan terjadinya multi tafsir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas pengembangan bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM pada materi Trigonometri di SMK. Prosedur penelitian dan pengembangan menggunakan model Plomp yang meliputi lima tahapan, yaitu investigasi awal, desain, realisasi/konstruksi, serta tes, evaluasi dan revisi serta implementasi. Sumber data dalam penelitian adalah validator, guru matematika dan siswa SMK Negeri 5 Denpasar. Teknik pengumpulan data menggunakan angket validasi untuk uji validasi, angket kepraktisan untuk uji kepraktisan dan test untuk uji efektivitas bahan ajar matematika vokasi digital. Hasil uji validitas tahap awal dinyatakan valid dengan nilai validitas pada aspek isi 0,79, validitas pada aspek penyajian 0,90; validitas bahasa 0,93; dan validitas media 0,94. Hasil uji validitas tahap kedua yang hasilnya dinyatakan valid, dengan nilai validitas 0,91. Hasil uji kepraktisan pada siswa diperoleh hasil sebesar 80,5 dan pada guru sebesar 79,5 termasuk kategori praktis, dan hasil yang diperoleh siswa pada evaluasi memiliki rata-rata 84,15. Jadi bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM efektif untuk digunakan pada pembelajaran di SMK.

Kata Kunci: bahan ajar digital, matematika vokasi, STEM, trigonometri

PENDAHULUAN

Sekolah vokasi atau kejuruan di setiap Negara berbeda bentuknya. Ada sekolah kejuruan yang berbentuk formal dan ada juga yang tidak formal seperti pelatihan atau kursus-kursus keahlian kejuruan. Di Indonesia, sekolah kejuruan berbentuk formal tingkat menengah dikenal dengan sekolah menengah kejuruan (SMK). SMK memiliki sembilan bidang keahlian dengan yaitu: teknologi dan rekayasa, energi dan pertambangan, teknologi informasi dan komunikasi, kesehatan dan pekerjaan sosial, agribisnis dan agroteknologi, kemaritiman, bisnis dan manajemen, pariwisata, seni dan industri kreatif. Pengetahuan matematika yang dikoneksikan dengan masalah bidang keahlian kejuruan akan menjadi lebih bermakna bagi siswa karena dapat merasakan langsung manfaat mempelajari matematika di sekolah kejuruan.

Salah satu usaha yang dilakukan pemerintah untuk mengembangkan pendidikan di Indonesia adalah dengan menerapkan kurikulum 2013. Adapun tujuan pembelajaran matematika yaitu: (1) meningkatkan kemampuan intelektual, khususnya kemampuan tingkat tinggi siswa, (2) membentuk kemampuan siswa

dalam menyelesaikan suatu masalah secara sistematis, (3) memperoleh hasil belajar yang tinggi, (4) melatih siswa dalam mengkomunikasikan ide-ide (Kemendikbud, 2013).

Bahan ajar secara umum ialah semua bahan (teks, alat, informasi) yang dirangkap secara teratur dengan menyajikan sosok utuh dari kompetensi yang akan dipahami oleh siswa dan digunakan dalam proses pembelajaran dengan tujuan untuk perencanaan dan pengamatan implementasi pembelajaran. Pengembangan bahan ajar digunakan untuk keperluan pembelajaran yang akan dilakukan, oleh karena itu sebelumnya perlu dilakukan analisis terhadap karakteristik yang berkaitan dengan keadaan siswa, potensi sekolah dan lingkungan, sumber belajar yang tersedia, serta dukungan lainnya. Selama ini matematika di SMK hanya dipandang sebagai kumpulan konsep-konsep tanpa makna, rumus-rumus yang harus diingat dan prosedur-prosedur berhitung saja oleh karena itu perlu adanya inovasi untuk meningkatkan minat dan motivasi siswa melalui pengembangan bahan ajar digital matematika berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

Pentingnya keberadaan bahan ajar digital yang dapat membantu siswa dalam melakukan pemahaman materi secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru, maka perlu adanya inovasi baru untuk mengembangkan bahan ajar yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa dan perkembangan kurikulum. Salah satu bahan ajar yang dipandang peneliti bisa mengikuti perkembangan kurikulum dan sesuai dengan perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi adalah bahan ajar digital berbasis STEM.

Pengetahuan teoritis dan keterampilan praktis harus seiring sejalan. Matematika yang bersifat teoritis dapat menjadi alat bantu mengonstruksi pengetahuan teoritis dan keterampilan praktis. Matematika vokasi menjadi sarana transisi antara pengetahuan teoritis dan praktis. Matematika vokasi menjadi jembatan antara pengetahuan matematika dan pengetahuan kejuruan. Matematika vokasi memiliki karakteristik yang khas yaitu mengabstraksi masalah-masalah di tempat kerja, sering dimediasi oleh teknologi, dan menerapkan konsep matematika dalam konteks vokasi. Ketika siswa diajarkan suatu konsep di kelas maka diharapkan akan diterapkan nanti

ketika praktik untuk mengantisipasi perasaan siswa bahwa konsep matematika hanya beruparangkaian bahasa verbal dan merasa tidak bermakna ketika praktik karena pembelajaran di kelas sering dikaitkan dengan pengajaran teoritis

Pembelajaran berbasis STEM menggabungkan empat bidang ilmu yaitu sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika. Empat aspek STEM yang telah diuraikan oleh (Torlakson, 2014) yaitu: (1) *Science*, artinya ilmu tentang alam yang merepresentasikan hukum alam yang berkaitan dengan fisika, kimia, biologi dan perlakuan atau penerapan fakta, prinsip, konsep dan konveksi terkait dengan disiplin ilmu. (2) *Technology*, adalah keterampilan atau sistem yang digunakan dalam mengelola masyarakat, organisasi, pengetahuan atau dapat diartikan sebagai produk hakikat ilmu dan teknik. (3) *Engineering*, adalah ilmu keteknikan dengan memanfaatkan konsep-konsep dari sains dan matematika serta alat-alat teknologi untuk memecahkan suatu masalah. (4) *Mathematics* adalah pengetahuan yang menghubungkan besaran, spasi, dan bilangan yang membutuhkan argumentasi logis.

Matematika merupakan salah satu bidang ilmu yang memiliki peran penting di sekolah maupun kehidupan sehari-hari. Pentingnya mempelajari matematika diungkapkan juga oleh (Kusumawati, 2017) bahwa matematika memiliki peranan penting dalam pendidikan dan kehidupan masyarakat. Pembelajaran matematika dengan berorientasi pada matematika vokasi adalah pembelajaran yang paling memungkinkan diterapkan di SMK. Pembelajaran tersebut merupakan suatu aktivitas yang terjalin antara siswa, matematika vokasi dan guru yang mengintegrasikan pengetahuan matematika dan pengetahuan kejuruan. Sehingga dalam pembelajaran matematika, masalah yang dimunculkan memiliki konteks kejuruan dan mendukung praktik kejuruan di sekolah.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi diperoleh bahwa sebenarnya sekolah telah menyediakan buku paket, akan tetapi materi pada buku paket yang diajarkan kurang sesuai dengan pembelajaran abad 21 yang menuntut siswa kompeten dalam bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika, selain itu bahan ajar yang digunakan masih dominan menggunakan pendekatan

konvensional dan kurang menarik bagi siswa. Kurangnya daya tarik atau motivasi belajar dalam diri siswa mengakibatkan rendahnya hasil belajar matematika siswa.

Dalam mengatasi rendahnya hasil belajar siswa perlu dikembangkan bahan ajar matematika berbasis STEM. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Tria Ruliyanti, Sudarmin, dan Nanik Wijayati dengan judul “*Development of STEM-Based Module With Integrated Chemo-Entrepreneurship to Enhance Students’ Conservation Characters and Entrepreneurship*” menghasilkan sebuah produk berupa modul berbasis STEM yang terintegrasi dengan Kemo-wirausaha (*Chemo-Entrepreneurship*) untuk mengembangkan karakter konservasi dan kewirausahaan siswa. Hasil uji kelayakan modul yang dilakukan oleh para ahli diperoleh rata-rata 84,8% dengan kategori sangat layak untuk digunakan. Respon siswa dan guru di SMK Askhabul Kahfi dan Lemuria menunjukkan hasil 94% dan 91% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan analisis hasil belajar kognitif siswa Askhabul Kafi dan Lemuria menunjukkan bahwa siswa mencapai rata-rata ketuntasan melebihi 75, mencapai ketuntasan klasikal lebih dari 75% dan

mengalami peningkatan dari nilai pretest dan posttest. Selain itu berdasarkan pengamatan karakter konservasi mengalami peningkatan dengan N-Gain 0,64 pada kategori sedang dan 0,73 pada kategori tinggi.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti melakukan sebuah penelitian yang berfokus pada pengembangan bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM pada materi Trigonometri kelas X SMK. Pengembangan bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM dirasa sangat efektif untuk membantu siswa dalam mencapai hasil belajar yang maksimal serta mengatasi kesulitan siswa dalam belajar dengan konsep yang menarik sehingga mampu memotivasi siswa dalam belajar. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Untuk menghasilkan karakteristik bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM kelas X pada materi trigonometri yang valid, praktis, dan efektif. (2) Untuk mendeskripsikan persepsi guru terhadap bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM. (3) Untuk mendeskripsikan persepsi siswa terhadap bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM di SMK.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*), dengan mengikuti prosedur pengembangan Plomp. Pada penelitian ini, produk yang akan dikembangkan adalah bahan ajar matematika vokasi digital. Adapun fase-fase dari model plomp yaitu (Rochmad, 2012): (1) Fase investigasi awal. Salah satu unsur penting dalam proses desain adalah mendefinisikan masalah. (2) Fase desain. Dalam fase ini pemecahan (*solution*) di desain, mulai dari definisi masalah. (3) Fase realisasi/konstruksi. Desain merupakan rencana kerja atau untuk direalisasikan dalam rangka memperoleh pemecahan pada fase realisasi/konstruksi. (4) Fase tes, evaluasi dan revisi. Suatu pemecahan yang dikembangkan harus diuji dan dievaluasi dalam praktik. (5) Fase implementasi. Setelah dilakukan evaluasi dan diperoleh produk yang valid, praktis, dan efektif; maka produk dapat diimplementasikan untuk wilayah yang lebih luas.

Penggabungan Teknologi Informasi dan komunikasi dengan bahan ajar matematika vokasi digital dapat tersimpan

dalam bentuk link yang bisa dibuka kapanpun dan dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan konsep yang diperlukan. Pada penelitian ini bahan ajar matematika vokasi digital yang dikembangkan menggunakan aplikasi *Kvisoft Flipbook Maker pro 3.6.10*. Aplikasi ini tidak hanya dapat menyisipkan teks, dengan *Kvisoft Flipbook Maker* juga dapat menyisipkan gambar, grafik, suara, link dan video pada lembar kerja (Abdullah et al., 2020).

Uji coba ini dilakukan setelah produk dinyatakan valid oleh validator, setelah terpenuhi, tahap pertama produk tersebut diuji cobakan kepada kelompok terbatas untuk menguji kepraktisan dan keefektifan serta untuk mengetahui persepsi guru dan siswa dari bahan ajar yang dikembangkan. Setelah melakukan revisi terhadap produk yang dikembangkan, berdasarkan hasil pengujian tahap pertama kemudian dilanjutkan dengan uji tahap kedua yaitu dengan menguji cobakan produk kepada kelompok skala besar untuk mengetahui lebih lanjut tingkat kepraktisan dan keefektifan serta untuk mengetahui persepsi guru dan siswa dari bahan ajar matematika vokasi digital yang

dikembangkan. Teknik pengambilan sampel pada tahap pengujian kelompok terbatas dan kelompok skala besar dengan menggunakan teknik *simple random sampling*.

Subjek untuk uji praktikalitas dan untuk mengetahui persepsi guru dan siswa dari bahan ajar matematika vokasi yang dikembangkan adalah guru mata pelajaran matematika vokasi dan siswa kelas X SMA Negeri 5 Denpasar tahun 2020/2021. Sedangkan subjek untuk uji efektivitas dari bahan ajar matematika vokasi yang dikembangkan adalah siswa kelas X SMA Negeri 5 Denpasar. Penelitian dan pengembangan bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM menggunakan 2 jenis data yaitu: data kualitatif dan data kuantitatif.

HASIL PENELITIAN

Uji coba terbatas melibatkan 6 orang siswa dan guru matematika di SMK Negeri 5 Denpasar. Fokus dari uji coba ini adalah untuk mendapatkan gambaran keterlaksanaan pembelajaran menggunakan bahan ajar matematika vokasi yang dikembangkan. Pada uji coba ini dilaksanakan evaluasi formatif menggunakan beberapa teknik penilaian

seperti: angket, observasi, dan tes hasil belajar, kemudian hasilnya digunakan

untuk merevisi draf 2, hasil revisi dari kegiatan ini disebut dengan draf 3.

Tabel 1 Hasil Angket Respons Siswa dan Guru Pada Tiap Siklus

Aspek	Uji Coba Terbatas		Uji coba lapangan 1		Uji coba lapangan 2	
	Rata-Rata Siswa	Rata-Rata Guru	Rata-Rata Siswa	Rata-Rata Guru	Rata-Rata Siswa	Rata-Rata Guru
Tampilan	0,780	0,786	0,870	0,856	0,895	0,858
Penyajian Materi	0,795	0,778	0,855	0,885	0,885	0,888
Manfaat	0,825	0,789	0,890	0,865	0,876	0,905
Rata-Rata Total	0,800	0,844	0,863	0,867	0,885	0,884

Rata-rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM berdasarkan angket respons siswa adalah 0,800 dan respons guru adalah 0,789. Skor tersebut dikonversi sesuai dengan aspek penilaian Guilford sehingga rata-rata angket respons siswa berada pada rentang $0,60 < X^- \leq 0,80$. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar matematika vokasi digital yang diterapkan pada uji coba terbatas tergolong klasifikasi baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

Rata-rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM berdasarkan observasi adalah 0,863. Rata-rata observasi berada pada rentang $X^- > 0,80$. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar matematika vokasi yang diterapkan

pada uji coba lapangan 1 tergolong klasifikasi sangat baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

Dari 36 orang siswa yang terlibat pada uji coba lapangan 1 hanya 5 orang tidak memenuhi nilai KKM. Persentase ketuntasan klasikal sebesar 86,11% berada pada rentang $p > 80\%$ dengan klasifikasi sangat baik. Berdasarkan tabel konversi sesuai pedoman Guilford maka bahan ajar matematika vokasi yang diterapkan pada uji coba lapangan 1 efektif digunakan dalam pembelajaran, sehingga nilai siswa menjadi tuntas.

Rata-rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM berdasarkan angket respons siswa adalah 0,863 dan respons guru adalah 0,867. Skor

tersebut dikonversi sesuai dengan aspek penilaian Guilford sehingga rata-rata angket respons siswa berada pada rentang $X^- > 0,80$. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar matematika vokasi digital yang diterapkan pada uji coba lapangan 1 tergolong klasifikasi sangat baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

Dari 36 orang siswa yang terlibat pada uji coba lapangan 2 hanya 2 orang

tidak memenuhi nilai KKM. Persentase ketuntasan klasikal sebesar 94,44% berada pada rentang $p > 80$ dengan klasifikasi sangat baik. Bahan ajar matematika vokasi digital yang diterapkan pada uji coba lapangan 2 efektif digunakan dalam pembelajaran, sehingga nilai siswa menjadi tuntas.

Tabel 2 Rekapitulasi Tes Hasil Belajar Siswa

Perolehan	Hasil Siswa Uji Lapangan Terbatas	Hasil Uji Lapangan 1	Hasil Uji Lapangan 2
Perolehan Siswa yang Tuntas	4	31	34
Jumlah Siswa yang Tidak Tuntas	2	5	2
Persentase Ketuntasan Klasikal	66,67 %	86,11 %	94,44 %

Dari 6 orang siswa yang terlibat pada uji coba terbatas hanya 2 orang tidak memenuhi nilai KKM. Persentase ketuntasan klasikal sebesar 66,67% berada pada rentang $p > 80\%$ dengan klasifikasi baik. Berdasarkan tabel konversi sesuai pedoman Guilford yang telah ditetapkan maka bahan ajar matematika vokasi digital yang diterapkan pada uji coba terbatas efektif digunakan dalam pembelajaran, sehingga nilai siswa menjadi tuntas.

Uji coba lapangan 1. Uji coba ini melibatkan 36 orang siswa dan guru matematika di SMK Negeri 5 Denpasar. Fokus dari uji coba ini adalah untuk meningkatkan kualitas produk. Pada uji coba ini hasilnya digunakan untuk merevisi draf 3, hasil revisi dari kegiatan ini disebut dengan draf 4.

Uji coba lapangan 2 digunakan untuk merevisi draf 4. Hasil revisi dari draf 4 disebut dengan produk final dengan kualitas valid, praktis dan efektif. Uji

coba ini melibatkan 36 orang siswa dan guru matematika di SMK Negeri 5 Denpasar. Fokus dari uji coba ini adalah untuk mendapatkan produk final. Pada uji coba ini dilaksanakan tes semi sumatif menggunakan beberapa teknik penilaian seperti: angket, observasi, dan tes hasil belajar, kemudian hasilnya digunakan untuk merevisi draf 4, hasil revisi dari kegiatan ini disebut dengan produk final.

Analisis dan Pembahasan Hasil Penelitian

1. Analisis Kevalidan Bahan Ajar

Validitas bahan ajar matematika vokasi digital dalam penelitian ini dilihat berdasarkan validitas isi dan validitas konstruk. Adapun rata-rata hasil validasi ahli materi diperoleh 0,865 maka bahan ajar matematika vokasi oleh ahli materi berada pada rentangan skor $> 0,7$ sehingga bahan ajar yang dikembangkan dikatakan valid oleh ahli materi dan rata-rata hasil validasi ahli media adalah 0,855.

Diperolehnya bahan ajar yang valid, disebabkan beberapa vaktor sebagai berikut: (1) bahan ajar matematika vokasi digital yang dikembangkan sesuai dengan aspek-aspek pengukuran validitas yang telah memenuhi validitas isi dan validitas

konstruks. (2) bahan ajar matematika vokasi yang dikembangkan dalam penelitian ini telah menghasilkan karakteristik bahan ajar matematika vokasi berbasis STEM. (3) bahan ajar yang dikembangkan telah sesuai dengan karakteristik pembelajaran matematika vokasi berbasis STEM. (4) bahan ajar yang dikembangkan sudah sesuai dengan aspek kelayakan isi seperti: Kesesuaian materi dengan KD, Keakuratan Materi, Pendukung Materi Pembelajaran, Kemutakhiran Materi.

2. Analisis Kepraktisan Bahan Ajar

Berdasarkan hasil observasi selama uji coba terbatas diperoleh rata-rata 0,780. Skor tersebut dikonversi sesuai dengan aspek penilaian Guilford sehingga rata-rata observasi berada pada rentang $0,60 < X^- \leq 0,80$. Pada uji coba lapangan 1 terjadi peningkatan skor rata-rata hasil observasi. Rata-rata hasil evaluasi berdasarkan observasi adalah 0,820. Rata-rata observasi berada pada rentang $X^- > 0,80$. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar matematika vokasi yang diterapkan pada uji coba lapangan 1 tergolong klasifikasi sangat baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran. Sedangkan pada uji coba lapangan 2 juga terjadi peningkatan. Rata-

rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM berdasarkan observasi adalah 0,867. Skor tersebut berada pada rentang $X^- > 0,80$. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar matematika vokasi yang diterapkan pada uji coba lapangan 2 tergolong klasifikasi sangat baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil observasi pada uji coba lapangan terbatas, uji coba lapangan 1 dan uji coba lapangan 2 bahan ajar yang diterapkan tidak mengalami kendala apapun, sehingga bahan ajar matematika vokasi praktis digunakan oleh guru dan siswa dalam melaksanakan pembelajaran. Rata-rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM berdasarkan angket respons siswa pada uji coba terbatas adalah 0,767. Skor tersebut berada pada rentang $0,60 < X^- \leq 0,80$. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar matematika vokasi digital yang diterapkan pada uji coba terbatas tergolong klasifikasi baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

Rata-rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM berdasarkan angket respons siswa adalah 0,863. Skor tersebut dikonversi sesuai

dengan aspek penilaian Guilford sehingga rata-rata angket respons siswa berada pada rentang $X^- > 0,80$. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar yang diterapkan pada uji coba lapangan 1 tergolong klasifikasi sangat baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

Rata-rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM berdasarkan angket respons guru adalah 0,844 Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar matematika vokasi digital yang diterapkan pada uji coba terbatas tergolong klasifikasi baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran. Pada uji coba lapangan 1 terjadi peningkatan, rata-rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi berbasis STEM berdasarkan angket respons guru adalah 0,867. Rata-rata angket respons guru berada pada rentang $X^- > 0,80$. Hal ini menunjukkan bahan ajar matematika vokasi yang diterapkan pada uji coba terbatas tergolong klasifikasi sangat baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran. Pada uji coba lapangan 2 juga terjadi peningkatan, rata-rata hasil evaluasi bahan ajar matematika vokasi berbasis STEM berdasarkan angket respons guru adalah 0,884. Skor tersebut berada pada rentang $X^- > 0,80$. Hal ini

menunjukkan bahan ajar yang diterapkan pada uji coba lapangan 2 tergolong klasifikasi sangat baik dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

3. Analisis Keefektifan Bahan Ajar

Dari 6 orang siswa yang terlibat pada uji coba terbatas hanya 2 orang tidak memenuhi nilai KKM. Persentase ketuntasan klasikal sebesar 66,67% berada pada rentang $p > 80$ dengan klasifikasi Baik. Dari 36 orang siswa yang terlibat pada uji coba lapangan 1 hanya 5 orang tidak memenuhi nilai KKM. Persentase ketuntasan klasikal sebesar 86,11% berada pada rentang $p > 80$ dengan klasifikasi sangat baik. Berdasarkan tabel konversi yang telah ditetapkan maka bahan ajar yang diterapkan pada uji coba lapangan 1 efektif digunakan dalam pembelajaran, sehingga nilai siswa menjadi tuntas.

Dari 36 orang siswa yang terlibat pada uji coba lapangan 2 hanya 2 orang tidak memenuhi nilai KKM. Persentase ketuntasan klasikal sebesar 94,44% berada pada rentang $p > 80$ dengan klasifikasi sangat baik. Berdasarkan tabel konversi yang telah ditetapkan maka bahan ajar yang diterapkan pada uji coba lapangan 2 efektif digunakan dalam pembelajaran, sehingga nilai siswa menjadi tuntas.

PEMBAHASAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM untuk siswa kelas X SMK pada materi Trigonometri. Adapun karakteristik bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM yang berkualitas valid, praktis dan efektif adalah (1) Penggunaan konteks STEM di awal pembelajaran; (2) Bahan ajar matematika vokasi mengarahkan siswa mengembangkan instrumen vertikal yang didiskusikan secara berkelompok; (3) Bahan ajar matematika vokasi mengarahkan siswa menggunakan hasil pekerjaan siswa dan mengkonstruksikannya; (4) Adanya soal-soal diskusi yang dapat menimbulkan interaktivitas secara online maupun offline; (5) Bahan ajar matematika vokasi berbasis STEM yang dikembangkan dalam bentuk digital sehingga siswa bisa belajar mandiri kapan saja dan di mana saja; (6) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran.

Bahan ajar matematika vokasi yang dikembangkan sudah memenuhi sesuai dengan aspek kelayakan isi seperti: Kesesuaian materi dengan KD, keakuratan

materi, pendukung materi pembelajaran, kemutakhiran materi. Bahan ajar matematika vokasi berbasis STEM dalam penelitian ini dikatakan memenuhi aspek kepraktisan karena adanya respons positif oleh siswa dan guru selama uji coba. Berdasarkan hasil observasi tampak bahwa siswa dan guru tidak mengalami hambatan yang signifikan selama pembelajaran. Siswa merasa puas mempelajari materi matematika hal ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu: (1) Materi matematika sangat terkait dengan STEM yang dipilih siswa; (2) Bahan ajar matematika vokasi digital bisa digunakan dimana saja dan kapan saja tanpa harus membawa buku teks kemana-mana; (3) Evaluasi kompetensi berisi kunci jawaban yang tersedia dalam bentuk online maupun offline, sehingga siswa bebas memilih sesuai kenyamanan mereka belajar dan dapat dikerjakan secara berulang-ulang sampai menemukan jawaban yang tepat.

Bahan ajar matematika vokasi digital yang dikembangkan dalam penelitian ini dikatakan efektif apabila mampu mencapai sasaran yang diinginkan, yaitu meningkatkan hasil belajar pada materi trigonometri. Keberhasilan tersebut dinilai dari

pemahaman siswa terhadap konsep pembelajaran serta kemampuan siswa dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan materi trigonometri yang diajarkan dan diukur dengan tes uraian, tes ini diberikan kepada siswa disetiap akhir ujicoba.

SIMPULAN

Pengembangan bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM untuk siswa dan guru kelas X SMK pada materi Trigonometri yang berkualitas valid, praktis dan efektif.

1. Karakteristik bahan ajar matematika vokasi berbasis STEM yang dikembangkan adalah (1) Penggunaan konteks STEM setiap awal pembelajaran; (2) Bahan ajar matematika vokasi mengarahkan siswa mengembangkan instrumen vertikal yang didiskusikan secara berkelompok; (3) Bahan ajar matematika vokasi mengarahkan siswa menggunakan hasil pekerjaan siswa dan mengkonstruksikannya; (4) Adanya soal-soal diskusi yang dapat menimbulkan interaktivitas secara online maupun offline; (5) Bahan ajar matematika vokasi berbasis STEM

- yang dikembangkan dalam bentuk digital sehingga siswa bisa belajar mandiri kapan saja dan di mana saja;
- (6) Tujuan akhir pembelajaran dirumuskan dengan jelas; (7) Terdapat instrumen evaluasi kompetensi digunakan mengukur atau mengevaluasi tingkat penguasaan materi penggunaannya; (8) Terdapat rangkuman materi pembelajaran; (9) Terdapat soal-soal dan kunci jawaban.
2. Karakteristik pembelajaran matematika vokasi berbasis STEM adalah (1) Penggunaan konteks STEM setiap awal pembelajaran; (2) Bahan ajar matematika vokasi mengarahkan siswa mengembangkan instrumen vertikal yang didiskusikan secara berkelompok; (3) Bahan ajar matematika vokasi mengarahkan siswa menggunakan hasil pekerjaan siswa dan mengkonstruksikannya; (4) Adanya soal-soal diskusi yang dapat menimbulkan interaktivitas secara online maupun offline; (5) Adanya keterkaitan materi Trigonometri berbasis STEM.
 3. Bahan ajar matematika vokasi digital yang dikembangkan telah memenuhi aspek validitas isi dan validitas

konstruks karena sudah sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan sesuai teori teori yang digunakan sebagai landasan dalam pengembangan bahan ajar matematika vokasi. Sedangkan validitas konstruk dinilai berdasarkan keterkaitan antar berbagai antar berbagai komponen yang menyusun produk tersebut yang dinilai dari aspek kedalaman materi dan media.

4. Bahan ajar matematika vokasi digital berbasis STEM dalam penelitian ini telah memenuhi aspek kevalitan, kepraktisan, dan keefektipan karena adanya respons positif oleh siswa dan guru selama uji coba di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminingsih, & Izzati, N. (2020). Pengembangan modul pembelajaran berbasis STEM pada materi himpunan kelas VII SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1), 67–76.
- Capraro, R. M., & Slough, W. S. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Sense Publishers.
- Direktur Pembinaan SMK Kemendikbud: Siswa SMK Didominasi Keluarga Miskin, Kenapa ya?. (2015, Oktober 7). Metro Siantar.com. Retrieved November 20, 2017, from: <http://www.metrosiantar.co>

- m /news/nasional/ 2015/10/07/213808/siswa-smk- didominasi-dari-keluarga- miskin-kenapa-ya/.
- Guilford, J.P., *Fundamental Statistics in Psychology and Education*, New York: McGraw-Hill Book Company, inc., 1956
- Hidayatullah, M. S. (2016). Pengembangan media pembelajaran berbasis flip book maker pada mata pelajaran elektronika dasar di SMK Negeri 1 Sampang. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 84.
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh Penerapan STEM Project - Based Learning terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3, 264–272.
- Khaeroningtyas, Permanasari, & Hamidah. (2016). STEM Learning in Material of Temperature and Its Change to Improve Scientific Literacy of Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1).
- Milaturrahmah, N., Mardiyana, M., & Pramudya, I. (2017). Mathematic learning process with science, technology, engineerin, mathematics (STEM)approach in indonesia. *In International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE)*, 1–7.
- Niam, M. A., & Asikin, M. (2020). *The development of science, technology, engineering, and mathematics (stem)-based mathematics teaching materials to increase mathematical connection ability*. 8(1), 153–167.
- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto. (2017). Bahan ajar berbasis STEM (science, technology, engineering, and mathematics) untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa SMA. *Unnes Physics Education Journal*, 6(3), 53–58.
- Pribadi, B. A., & Putri, D. A. padmo. (2019). *Pengembangan Bahan Ajar*. Universitas Terbuka.
- Sari, N., Syarif Sumantri, M., & G Bachtiar, I. (2018). The development of science teaching materials based on STEM to increase science literacy ability of elementary school students. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 4(7), 161–168. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2018.32808>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pedidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, dan Penelitian Pendidikan)*. Alfabeta CV.
- Utami, T. N., Jatmiko, A., & Suherman. (2018). Pengembangan modul matematika dengan pendekatan science, technology, engineering, and mathematics (STEM) padamateri segiempat. *Jurnal Matematika*, 1(2), 165–172.