Jurnal Nispatti
Journal of Pedagogy and Educational Studies
Journal Homepage:
https://ejournal.scadindependent.org/index.php/nispatti

Vol. 11, No. 2, June 2026	Copyright © 2026, is licensed under a CC-BY-SA
Pages: 83-98	Publisher: SCAD Independent
DOI: https://doi.org/10.26811/nispatti.v11i2.226	E-ISSN: 2621-6094

Pengembangan E– Modul Matematika Pada Materi Program Linear Berbasis TCK

Khusnul Safrina[1]; Budi Azhari[2]; M. Duskri[3]; Safitri Nuryanti[4]
[1,2,3,4]*Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia*
[2]*Correspondence Email: budiazhari@ar-raniry.ac.id*

Article Info

Received: January 05, 2026
Accepted: May 23, 2026
Published: June 28, 2026
Online First: June 15, 2026

Keywords

E-Module;
Technology Content Knowledge (TCK);
Mathematics;
Linear Programming;
Learning Media.

Abstract

Mathematics learning media are highly required in school learning. The utilization of technology in the learning process can be implemented through electronic-based media such as e-modules. This study aims to develop a technology-based mathematics e-module that integrates technological components and adequate instructional content for senior high school students.The research method used in this study is Research and Development (R&D). The development model applied is the 4D model, which consists of the stages of Define, Design, Development, and Dissemination. The results show that the developed mathematics e-module on linear programming material is valid and practical. The module is considered valid in terms of content, language, and the technology used, based on the assessments of expert validators. The field trial conducted with eleventh-grade students of SMAN 1 Simpang Kiri using a student response questionnaire obtained a score of 83%, which is categorized as valid. The development process and results of this mathematics e-module on linear programming indicate that it has strong potential to be used by teachers in the learning process as an effort to improve the quality of education in the 21st century.

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi abad 21 menuntut sistem pendidikan di Indonesia untuk dapat mengikuti perkembangan zaman saat ini sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Proses pembelajaran dapat terjadi tidak hanya berorientasi di sekolah saja, tetapi dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja dengan memanfaatkan teknologi digital. Hal ini menciptakan kemandirian belajar dimana siswa dapat belajar melalui berbagai sumber belajar yang berbasis teknologi saat ini yang dapat diakses kapan pun dan dimana pun (Sisouvong & Pasanchay, 2024).

Karakteristik pembelajaran abad 21 menuntut empat kecakapan yang harus dimiliki peserta didik Komunikasi (Communication), Kolaborasi (Collaboration), Berpikir kritis dan penyelesaian masalah (Critical thinking and problem solving), Kreatifitas dan inovasi (Creativity and innovation) dapat meningkatkan aktivitas kegiatan pembelajaran yang berpusat pada siswa (Nurhayati et al., 2024). Untuk mendapatkan kecakapan tersebut guru harus mempersiapkan pembelajaran matematika dengan matang. Salah satu yang bisa dilakukan oleh guru adalah dengan mempersiapkan perangkat dengan tepat dan baik untuk kegiatan pembelajaran. Persiapan perangkat pembelajaran yang efektif menuntut guru tidak hanya menguasai materi dengan baik namun juga mampu memanfaatkan teknologi secara maksimal (Nisa et al., 2023; Rahayu et al., 2022; Safrina et al., 2024).

Technological Content Knowledge (TCK) merupakan kemampuan guru menyampaikan materi menggunakan teknologi. TCK adalah bagaimana guru dapat menggambarkan konten (materi) dengan cara yang berbeda dengan teknologi yang sebelumnya belum diterapkan. TCK merupakan kemampuan guru kepada ketepatan dalam menentukan dan menggunakan teknologi untuk membuat representasi baru dalam proses transfer materi pembelajaran yang memiliki karakteristik khusus sehingga mampu mengubah mindset peserta didik (Sudiarti et al., 2025; Safrina et al., 2024). Penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran membutuhkan guru yang kompeten. Kompeten yang dimaksud adalah guru yang dapat mengintegrasikan antara kemampuan professional, kemampuan pedagogi, dan teknologi dalam pembelajaran (Harris et al., 2009).

Salah satu perangkat pembelajaran yang penting dimiliki oleh guru adalah modul pembelajaran. Modul pembelajaran memiliki peran yang penting dalam mengembangkan teknologi berdasarkan kecakapan abad 21 siswa dalam pembelajaran

matematika. Salah satunya sebagai sumber belajar mandiri peserta didik, modul memiliki peran sebagai perantara belajar secra mandiri yang dirancang secara sistematis meliputi pemberian materi, contoh, latihan dan evaluasi. Seiring dengan mudahnya akses teknologi, pengintegrasian teknologi ke dalam modul pembelajaran berpeluang memperkaya pengalaman belajar peserta didik (Franita et al., 2024). Teknologi memberikan nilai tambahan bagi modul yaitu sebagai penambah ruang penjelasan konten dengan menautkan konten pada berbagai sumber yang juga bersumber dari digital. Sehingga modul kini tidak hanya disajikan dalam bentuk cetak saja tetapi juga dalam bentuk elektronik attau yang dikenal dengan e-modul. E-modul merupakan bagian dari elecktronic based learning yang pembelajarannya memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, terutama perangkat elektronik (Melyastiti et al., 2023).

Kondisi awal yang ditemukan di lapangan menunjukkan bahwa beberapa modul yang telah dikembangkan hanya memfokuskan pada kelengkapan konten saja yang meliputi materi, contoh soal, dan soal latihan. Seperti modul yang dikembangkan oleh (Sugeng Mulyadi dan Antonius Nik Tikulabi, 2019) memuat materi program linier yang disajikan secara lengkap ditinjau dari segi materi (konten). Modul ini telah disajikan dalam bentuk pdf dan dapat diakses secara elektronik. Namun, modul ini masih berupa bacaan dan belum memfasilitasi keterlibatan siswa untuk secara aktif untuk mengerjakan latihan langsung pada modul. Artinya modul yang telah dikembangkan ini kurang mengeksplor keterlibatan siswa secara teknologi atau dengan kata lain unsur teknological knowledge masih minim.

Oleh karena itu, perlunya dikembangkan alternatif lain dalam mengelola kegiatan pembelajaran salah satunya adalah dengan mengembangkan media pembelajaran berupa modul yang disertai dengan video tutorial yang dapat membantu siswa dalam memahami materi yang sulit dipahami (Mardia & Sundara, 2020; Setiabudi et al., 2022). Modul yang dikembangkan tidak hanya berisi video pembelajaran saja, tetapi juga terdapat latihan yang dapat dikerjakan siswa dengan menggunakan google formulir. Hal ini bertujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri dan mengembangkan proses perkembangan kognitifnya secara optimal (Mardia & Sundara, 2020). Pengembangan E-modul ini diharapkan menjadi salah satu sarana penunjang proses belajar mengajar yang menarik dan informative sehingga dapat meningkatkan kemandirian belajar dan hasil belajar siswa.

B. Metode

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (reseach and development) yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugioyo,2019). Penelitan dan pengembangan yang digunakan adalah model 4-D meliputi 4 tahapan proses pengembangan yaitu tahap *define*, tahap *design*, tahap *develop* dan tahap *dessiminate* (Azhari & Safrina, 2022). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar validasi tingkat kevalidan produk dan angket kepraktisan. Kedua intrumen ini telah dilakukan validasi oleh validator yang ahli dibidang evaluasi, dan dinyatakan layak untuk digunakan sebagai instrumen penelitian pengembangan.

Subjek penelitian adalah siswa kelas XI IPA-1 di salah satu SMA Negeri 1 Simpang Kiri Kota Subulussalam yang berjumlah 29 orang yang akan diujicobakan produk e-modul untuk materi program linier yang telah dikembangkan. Pengumpulan data dilakukan melalui hasil skor kualitas produk dari validator. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis dengan menghitung persentase gabungan skor masing-masing validator dengan rumus perhitungan validitas gabung (Yulianty & Rezeki, 2020) sebagai berikut:

$$V = \frac{V_{a1} + V_{a2} + V_{a3} + V_{a4}}{4} \times 100\%$$

Keterangan:

V = Validitas gabungan
V_{a1} = Validitas dari validator 1
V_{a2} = Validitas dari validator 2
V_{a3} = Validitas dari validator 3
V_{a4} = Validitas dari validator 4
TSh = Total skor maksimal yang diharapkan
TSe = Total skor empiris (hasil valiadasi dari validator)

Adapun interpretasi kategori kriteria validitas dalam persentase adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Tingkat Validitas Instrumen (Creswell, 2014)

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01% – 100%	Sangat valid atau dapat digunakan tanpa revisi

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
$70{,}01\% - 85\%$	Cukup valid atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil
$50{,}01\% - 70\%$	Kurang valid, disarankan untuk tidak digunakan karena perlu revisi besar
$0\% - 50\%$	Tidak valid atau tidak dapat digunakan

Selanjutnya, data untuk tingkat kepraktisan dikumpulkan melalui pemberian angket pada subjek penelitian. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis dengan menentukan persentase seluruh item berdasarkan kriteria berikut:

$$\text{Persentase item} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Dengan kriteria interpretasi kepraktisan sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Tingkat Kepraktisan Produk

Penilaian (%)	Kategrori
$80 < N \leq 100$	Sangat Praktis
$60 < N \leq 80$	Praktis
$40 < N \leq 60$	Cukup Praktis
$20 < N \leq 40$	Kurang Praktis
$0 < N \leq 20$	Tidak Praktis

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Pengembangan modul pembelajaran matematika pada materi program linear kelas XI SMA/MA berbasi TCK dirancang dengan menggunakan model 4D yang telah dimodifikasi menjadi 3D. Model 3D hanya terdiri dari 3 tahapan yaitu define, design, development. Tujuann tahap define (pendefinisian) adalah menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan dan syarat yang sesuai untuk mengembangkan modul matematika berbasis TCK dengan menganalisis ketersediaan bahan ajar, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas,dan spesifikasi tujuan pembelajaran.

Analisis ketersediaan bahan ajar dilakukan dengan mewawancarai guru kelas XI SMAN 1 Simpang Kiri dengan mengajukan beberapa pertanyaan tentang kurikulum dan bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil wawancara diperoleh bahwa dalam proses pembelajaran khususnya pembelajaran matematika

pada materi program linear guru tersebut tidak menggunakan modul dalam pembelajaran di karenakan tidak ada modul yang dapat digunakan secara praktis adapun modul yang tersedia hanya berupa modul elektronik yang berbentuk pdf yang sama hal nya seperti buku cetak pada umumnya. Kemudian analisis siswa, kegiatan analisis siswa dilakukan terhadap siswa kelas XI sebagai subjek uji coba. Berdasarkan hasil observasi penggunaan bahan ajar di sekolah belum memanfaatkan teknologi, adapun bahan ajar yang digunakan berupa buku cetak yang terkadang membuat siswa kesulitan dalam memahami materi yang diberikan. Selanjutnya analisis konsep, analisis konsep dilakukan dengan cara mengidentifikasi hal-hal yang disajikan pada modul dengan mengacu pada silabus kelas XI. Selanjutnya analisis tugas, analisis tugas dilakukan untuk melihat bagaimana kemampuan siswa dalam memahami materi yang telah diberikan. Yang terakhir adalah spesifikasi tujuan pembelajaran bertujuan untuk menggabungkan tujuan dari analisis konsep dan analisis tugas menjadi tujuan yang lebih khusus yaitu mengembangkan modul pembelajaran matematika pada materi program linear kelas XI berbasis TCK.

Tahapan design (perencanaan) dalam penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan awal modul matematika pada materi program linear berbasis TCK yang akan dikembangkan berdasarkan hasil dari tahap pendefinisian. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini mencakup pemilihan bahan ajar, pemilihan format dan rancangan awal. Pemilihan bahan ajar yang akan dikembangkan adalah dengan menyajikan modul pembelajaran yang menggunakan fitur nnavigasi berbentuk e-book atau flipbook yang disertai dengan video penjelasan materi yang dipelajari dan latihan siswa yang terhubung dnegan g-form. Kemudian format yang dipilih untuk menampilkan modul berbasis TCK adalah aplikasi Canva dengan tampilan modul berupa buku digital atau flipbook.

Langkah terakhir adalah rancangan awal produk, rancangan awal ini akan menghasilkan draft modul yang kemudian akan di uji coba, diperbaiki serta disempurnakan melalui tahap pengembangan. Hasil akahir dari draft modul adalah sebuah produk modul pembelajaran matematika pada materi program linear kelas XI SMA/MA berbasis TCK. Sebelum menghasilkan draft modul dandiserahkan kepada validator, produk terlebih dahulu disusun berdasarkan analisis define, format dan teori-teori yang telah ada.

Tahapan terakhir yaitu development (pengembangan) merupakan tahap lanjutan dari penyempurnaan draft modul yang kemudian akan menghasilkan produk final. Tahapan ini bertujuan untuk menghasilkan draft modul yang telah direvisi berdasarkan masukan darri validator atau para ahli. Tahapan ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu : tahap penilaian oleh para ahli dan tahap uuji coba lapangan. Penilaian para ahli terhadap konteks, tampilan dan kesesuaian modul dengan TCK, kemudian modul direvisi berdasarkan saran-saran yang diberikan oleh validator. Penilaian dari validator akan disajikan menggunakan tabel berikut:

Tabel 3. Skor Penilaian dari segi isi

No	Kriteria Penilaian	Skor			$\frac{\sum x_i}{skor\ maks} \times 100\%$
		V1	V2	V3	
Bagian Pembuka					
1	Tampilan cover, tata letak dan ukuran huruf sudah sesuai	4	4	4	80%
2	Halaman awal sudah sesuai dari segi penulisan	4	4	4	80%
3	Terdapat kata pengantar	4	4	5	86%
4	Daftar isi yang disajikan sudah sesuai dengan format dan isi modul	4	4	4	80%
5	Kompetensi Dasar (KD), Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK), Tujuan Pembelajaran (TP) dituliskan secara jelas	4	4	4	80%
6	Kesesuaian indikator pencapaian kompetensi dengan kompetensi dasar	4	4	4	80%
7	Petunjuk penggunaan modul yang disajikan sudah cukup jelas dan mudah dipahami	4	4	5	86%
8	Penampilan peta konsep menggambarkan cakupan materi	4	4	4	80%
Skor bagian pembuka					81,5%
Bagian Inti					
9	Kesesuaian isi materi pembelajaran dengan Kompetensi Dasar (KD) dan Tujuan Pembelajaran (TP)	4	4	4	80%
10	Materi yang disajikan dapat dipahami dengan mudah oleh siswa	4	4	4	80%
11	Penyajian gambar cukup jelas	4	4	4	80%
12	Soal latihan relevan dengan materi pembelajaran	4	4	4	80%
13	Soal latihan mampu melatih peserta didik untuk mengembangkan kemampuannya	4	4	4	80%

No	Kriteria Penilaian	Skor			$\frac{\sum x_i}{skor\ maks} \times 100\%$
		V1	V2	V3	
14	Materi pada modul telah disusun secara runtut dan sistematis	4	4	4	80%
15	Modul yang dirancang dapat mempermudah siswa belajar mandiri	4	4	4	80%
16	Penggunaan istilah dan struktur kalimat pada modul sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	4	4	4	80%
17	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami	4	4	4	80%
Skor bagian inti					80%
Bagian Penutup					
18	Terdapat rangkuman yang dapat membantu peserta didik memahami materi	4	4	5	86%
19	Terdapat soal uji kompetensi di akhir modul yang membantu peserta didik memahami konsep secara keseluruhan	4	4	4	80%
20	Memuat kunci jawaban uji kompetensi yang dapat membantu peserta didik mengetahui kebenaran jawaban yang telah dibuat	4	4	5	86%
21	Memuat daftar pustaka	4	4	4	80%
Skor bagian penutup					83%
Rata-rata total					**81,5%**

Berdasarkan tabel 3 diperoleh bahwa kriteria penilaian pada setiap aspek diperoleh rata-rata 81,5% dengan kriteria sangat baik.

Selanjutnya, penilaian hasil skor produk terhadap kesesuaian dengan TCK tersaji dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Skor Penilaian dari segi Kesesuaian TCK

No	Kriteria penilaian	Skor			$\frac{\sum x_i}{skor\ maks} \times 100\%$
		V1	V2	V3	
1	Kesesuaian link video penjelasan dengan materi pembelajaran ada setiap kegiatan belajar	4	3	4	73%
2	Link tambahan berupa video penjelasan dapat mempermudah siswa memahami materi pembelajaran	4	3	4	73%

No	Kriteria penilaian	Skor			$\frac{\sum x_i}{skor\ maks} \times 100\%$
		V1	V2	V3	
3	Link tambahan berupa video penjelasan melalui youtube yang diberikan mudah diakses	4	4	4	80%
4	Kesesuaian latihan dengan materi pada setiap kegiatan belajar	4	4	4	80%
5	Latihan dengan menggunakan gogle formulir lebih praktis	4	4	4	80%
Rata-rata total					**77,2%**

Berdasarkan tabel 4 diperoleh hasil validasi setiap item penilaian kesesuaian produk dengan unsur TCK berada pada kategori baik dengan persentase skor rata-rata total 77,2%.

Selanjutnya, hasil penilaian kualitas produk dari segi tampilan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 5. Skor Penilaian dari Segi Tampilan Produk

No	Kriteria Penilaian	Skor			$\frac{\sum x_i}{skor\ maks} \times 100\%$
		V1	V2	V3	
Format					
1	Format orientasi kertas yang digunakan sudah tepat	4	4	4	80%
2	Pemilihan ukuran kertas sesuai dengan isi modul	4	4	4	80%
3	Ukuran huruf, jenis huruf, dan margin sesuai dengan kertas	4	4	4	80%
Organisasi					
4	Terdapat pendahuluan	4	4	4	80%
5	Terdapat latihan diakhir setiap materi dan latihan kompetensi akhir	4	4	4	80%
6	Terdapat rangkuman materi	4	4	4	80%
7	Terdapat kunci jawaban	4	4	4	80%
8	Terdapat daftar pustaka	4	4	4	80%
9	Penyajian kata mudah dibaca	4	4	4	80%
10	Pengorganisasian isi materi secara beruntut dan sistematis	4	4	4	80%
11	Pengorganisasian gambar sudah sesuai	4	4	4	80%
Daya Tarik					

No	Kriteria Penilaian	Skor			$\frac{\sum x_i}{skor\ maks} \times 100\%$
		V1	V2	V3	
12	Susunan dan tata letak (templet, gambar dan ilustrasi) proposional	4	4	4	80%
13	Bagian sampul (cover) dengan menggobinasikan warna, gambar dan ukuran huruf sudah sesuai	4	4	4	80%
14	warna yang dipakai pada modul sesuai	4	4	4	80%
15	Penempatan judul, sub judul, dan angka pada halaman tidak mengganggu siswa dalam kegiatan pembelajaran	4	4	4	80%
Bentuk dan ukuran huruf					
16	Ukuran huruf judul lebih dominan dan proposional dibandingkan huruf isi modul	4	4	4	80%
17	Tidak terlalu banyak kombinasi jenis huruf	4	4	4	80%
18	Penggunaan huruf mudah dibaca	4	4	5	86%
19	Kombinasi warna huruf sudah sesuai	4	4	4	80%
Aspek Ruang					
20	Spasi pada halaman sampul sudah sesuai	4	4	4	80%
21	Spasi antar paragraf sudah sesuai dann konsisten	4	4	4	80%
22	Kata-kata asing dimiringkan	4	4	4	80%
23	Penggantian antar pragraf dimulai dengan huruf kapital	4	4	4	80%
Konsistensi					
24	Jenis huruf dan ukuran huruf konsisten	4	4	4	80%
25	Letak gambar halaman konsisten	4	4	4	80%
26	letak gambar, ilustrasi dan tabel konsisten	4	4	4	80%
Rata-rata total					**80,23%**

Berdasarkan tabel 5 diperoleh skor penilai setiap item terhadap tampilan produk berada pada kategori tingkat sangat baik yaitu 80,23%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa produk e-modul yang dikembangkan dinyatakan valid dan layak diujicobakan.

Produk yang telah dinyatakan valid selanjutnya diujicobakan untuk memperoleh data tingkat kepraktisan penggunaan e-modul yang dikembangkan. Adapun hasil pengskoran angket respon siswa terhadap kepraktisan e-moduk yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Data Kepraktisan Penggunaan Produk

Indikator Penilaian		Kriteria Penilaian	Kepraktisan (%)
Ketertarikan	1	Tampilan modul matematika ini menarik	82%
	2	Modul matemtaika ini membuat saya lebih semangat dalam belajar	77,2%
	3	Dengan modul matematika ini membuat pembelajaran tidak membosankan	78%
	4	Modul matematika ini membantu saya untuk menguasai pembelajaran khususnya materi program linear	76,6%
Materi	5	Dengan adanya link tambahan berupa video dapat membantu saya untuk lebih memahami materi	89%
	6	Penyajian materi didalam modul berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	76,6%
	7	Penyajian materi dalam modul mudah dipahami	79,4%
	8	Modul ini memuat contoh soal sehingga menguatkan pemahaman pada materi program linear	81,4%
	9	Modul ini memuat soal evaluasi yang disertai dengan kunci jawaban	84,2%
Bahasa	10	Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam modul jelas dan mudah dipahami	85,6%
	11	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti	82,8%
	12	Huruf yang digunakan sederhana dan mudah di baca	84,8%
Skor rata-rata penilaian			**83%**

Berdasarkan hasil dari persentase kepraktisan di peroleh skor untuk modul adalah 83% dengan demikian angket respon siswa memenuhi kriteria sangat sesuai.

Pada awal kegiatan pembelajaran peneliti membagikan link e-modul kepada siswa. Sebelum memulai pembelajaran siswa terlebih dahulu diarahkan atau diberikan petunjuk penggunaan modul. Setelah memahami materi dan menonton video penjelasan materi siswa diminta untuk mengerjakan latihan melalui goggle formulir dan diminta untuk mengumpulkan jawaban dari latihan yang telah dikerjakan.

2. Pembahasan

Pengembangan modul matematika berbantuan aplikasi canva untuk siswa SMA telah melalui beberapa tahapan mulai dari pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), dan pengembangan (*develop*). Dari semua tahapan tersebut menghasilkan sebuah produk berupa modul pembelajaran matematika pada materi program linear kelas XI SMA/MA berbasis TCK.

Pada tahap pendefinisian melalui kegiatan analisis ketersedian bahan ajar diketahui bahwa dalam proses pembelajaran guru belum menggunakan modul dalam pembelajaran dikarenakan belum ada modul yang dapat digunakan secara praktis adapun modul yang tersedia hanya berupa modul elektronik yang berisi materi dan latihan siswa dalam format pdf yang sama hal nya seperti buku cetak pada umumnya. Padahal pada perkembangan abad 21 penggunaan teknologi dalam pembelajaran sangat diperlukan hal sesuai dengan yang dikemukakan oleh (Nurhayati et al., 2024) yang dimana ia mengatakan bahwa perkembangan zaman menuntut para bahwa perkembangan zaman menuntut para pendidik untuk berpartisipasi dalam proses pembelajaran, siswa harus dapat menggunakan alat digital, saluran komunikasi, dan jaringan. Pernyataan tersebut selaras pada PERMENDIKBUD Nomor 22 tahun 2016 tentang pemanfataan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran merupakan salah satu komponen standar proses untuk pendidikan dasar dan menengah.

Setelah melalui tahap pendefinisian, selanjutnya dilakukan tahap perancangan. Pada tahap ini modul dirancang semenarik mungkin dengan menggunakan aplikasi yang mudah untuk digunakan. Buku cetak yang berformat teks memiliki kelemahan yaitu subjek disajikan secara abstak yang mengakibatkan siswa akan kesulitan dalam memahami materi yang dapat menurunkan minat belajar siswa, oleh sebab itu guru perlu merencanakan perangkat pembelajaran berbentuk sumber belajar yang inovatif, efektif serta efisien (Rambe et al., 2024). Salah satu komponen penting yang dapat dijadikan sebagai desain alternatif oleh guru dalam menyampaikan materi adalah bahan ajar. Modul sebagai salah satu bentuk bahan ajar dapat digunakan sebagai sarana mandiri untuk mendukung pembelajaran (Arikunto, 2010; Sanjaya, 2008; Riyanto, 2014; Safrina et al., 2024).

Pengembangan bahan ajar berupa modul elektronik dapat membantu proses pembelajaran dengan menambahkan gambar, animasi, video, dan musik. Hamid (2013: 130) bahwa modul elektronik merupakan sumber belajar yang disusun secara logis serta semenarik mungkin secara elektronik agar kompetensi yang diharapkan dapat tercapai sesuai tingkat kerumitan, adanya bahasa yang jelas dapat memudahkan siswa belajar secara mandiri.

Para guru abad 21 tidak cukup hanya memiliki pengetahuan tentang materi yang diajarkan dan cara mengajarkannya. Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan

seni terkini dalam bidang pendidikan, menuntut guru untuk juga memiliki pengetahuan tentang teknologi dan penggunaannya dalam belajar dan pembelajaran. Guru abad 21 harus memiliki pengetahuan sekaligus keterampilan dalam menggunakan berbagai perangkat teknologi baik yang tradisional maupun modern untuk memfasilitasi belajar dan meningkatkan hasil pembelajaran (Susanti et al., 2024). Aktivitas mengajar didasari dengan pengetahuan tentang materi yang akan diajarkan (*content knowledge*), cara mengajarkan suatu materi (*pedagogical knowledge*), dan pengetahuan tentang penggunaan berbagai teknologi (*technological knowledge*) yang ketiganya memiliki persinggungan untuk dapat mendukung satu di antara lainnya (Mishra & Koehler, 2006). Technological Content Knowledge (TCK) adalah salah satu kemampuan yang harus dimiliki guru pada abad 21. *Technological Content Knowledge* (TCK) atau pengetahuan teknologi konten adalah pengetahuan tentang timbal balik antara teknologi dengan konten (Rahmadi, 2019).

Pengintegrasian teknologi dalam e-modul berbasis TCK yang akan dikembangkan ini berupa bentuk produk yang akan dihasilkan yaitu sebuah modul elektronik yang dapat digunakan pada perangkat elektronik seperti komputer, laptop, dan handphone. Sebuah perkembangan teknologi dapat digunakan unttuk membuat e-modul yang mencakup gambar, dan video pembelajaran. Serta perangkat lunak (software) yang digunakan dalam pembuatan e-modul ini sehingga siswa dapat memahami materi pelajaran dengan lebih sederhana yaitu canva.

E-modul matematika berbasis TCK ini juga merupakan e-modul yang mudah digunakan sehingga dapat dibuat secara terbuka, dan tidak memerlukan pengetahuan tentang bahasa pemograman HTML. Selain itu, e-modul ini memiliki beberapa keunggulan, seperti lebih kreatif dan menarik, dilengkapi dengan berbagai macam fitur didalamnya seperti video pembelajaran, animasi, audio dan gambar, yang umumnya tidak ditemukan dalam bahan ajar cetak serta dapat diakses dimanapun baik dengan atau tanpa bimbingan guru(Rosida et al., 2022).

Tahap selanjutnya adalah tahap pengembangan. Proses pengembangan modul pembelajaran menggunakan software yang mudah untuk dioperasikan, software yang digunakan adalah canva untuk mendesain modul yang manarik dan menggunakan video dari youtube sebagai video penjelasan. Produk yang telah dikembangkan, selanjutnya diuji kelayakannya dan kevalidan dengan melalui proses validasi media pembelajaran oleh salah satu validator yang ahli dalam bidangnya. Pentingnya

melakukan validasi adalah untuk melihat modul yang telah dirancang telah layak untuk digunakan dan dijadikan sebagai salah referensi ilmu pengetahuan.

D. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dari modul matematika berbasis TCK dapat diambil kesimpulan, proses pengembangan modul matematika berbasis TCK memlalui model 3D yaitu tahap define, design, development. Modul dikembangkan adalah valid berdasarkan penilaian para ahlidan uji coba lapangan, data kepraktisan menunjukkan persentase respon positif yang diberikan oleh siswa untuk modul tersebut melalui angket respon siswa. Modul yang dikembangkan diharapkan membantu dalam proses pembelajaran khususnya pada materi program linear.

Referensi

Arikunto Suharsimi. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.

Azhari, B., & Safrina, K. (2022). the Development of Learning Tools for Students With Comorbid Dyscalculia-Dyslexia. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, *10*(3), 859–880. https://doi.org/10.26811/peuradeun.v10i3.724

Franita, Y., Hendrastuti, Z. R., Kurniawan, A. D., & Alifia, A. (2024). *Pengembangan e-Modul Teknik Pengintegralan Bermuatan Video Pembelajaran Untuk Mahasiswa Pendidikan Matematika Gambar , Animasi , Teks , Ataupun Video . Kelebihan dari e-Modul Salah Satunya*. *15*(2), 150–162.

Harris, J., Koehler, M., Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). *What Is Technological Pedagogical Content Knowledge ? 9*, 60–70.

Mardia, A., & Sundara, V. Y. (2020). Pengembangan Modul Program Linier Berbasis Pembelajaran Mandiri Development of Independent Learning Liniear Program Module. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(April).

Melyastiti, N. M., Agung, A., Agung, G., & Sudarma, I. K. (2023). *E-Modul Berbasis Problem Based Learning pada Mata Pelajaran Matematika di Sekolah Dasar*. *7*(1), 82–92.

Nisa, K., Amanda, N., & Pribadi, R. A. (2023). Kolaborasi Pendidik Dan Peserta Didik dalam Mewujudkan Digitalisasi dan Penguasaan Teknologi Pada Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Basicedu*, *7*(3), 1433–1445. https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i3.5383

Nurhayati, I., Pramono, K. S. E., & Farida, A. (2024). Keterampilan 4C (Critical Thinking, Creativity, Communication And Collaboration) dalam Pembelajaran IPS untuk

Menjawab Tantangan Abad 21. *Jurnal Basicedu*, *8*(1), 36–43. https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.6842

Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, *6*(2), 2099–2104. https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2082

Rahmadi, I. F. (2019). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan*, *6*(1), 65. https://doi.org/10.32493/jpkn.v6i1.y2019.p65-74

Rambe, W. A., Musdi, E., Suherman, S., & Asmar, A. (2024). Pengembangan Video Interaktif Menggunakan Model Contextual Teaching and Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *13*(2), 394. https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i2.8538

Riyanto, R. (2014). *Model-Model Pembelajaran: Konsep dan Aplikasi*. Gadjah Mada University Press.

Rosida, N., Fatah, A., & Nindiasari, H. (2022). Pengembangan E-Modul Matematika Berbasis TPACK (Technological Pendagogical and Content Knowledge) pada Materi Aritmetika Sosial Pengembangan E-Modul Matematika Berbasis TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) pada Materi Aritmetika Sosial. *PMPJ: Paradikma Jurnal Pendidikan Matematika*, *15*(2), 17–23.

Safrina, K., Darwani, D., Susanti, S., & Nurfaiza, S. (2024). Pengembangan E-Modul Matematika untuk Pembelajaran Remedial pada Materi Bilangan. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(3), 2076–2090. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i3.3545

Sanjaya Wina. (2008). *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Kencana.

Setiabudi, A. A., Octaria, D., & Fuadiah, N. F. (2022). Desain E-Modul Berbasis Problem Based Learning pada Materi Program Linear untuk Siswa Kelas XI SMA. *Mathema Journal*, *4*(1), 27–38.

Sisouvong, V., & Pasanchay, K. (2024). *Mobile Learning : Enhancing Self-Directed Education through Technology , Wireless Networks , and the Internet Anytime , Anywhere*. *1*(April), 39–50.

Sudiarti, N. P., Lasmawan, I. W., & Kertih, I. W. (2025). *Implementasi Model Pembelajaran Berbasis TPACK dalam Pembelajaran IPS di Sekolah Dasar*. *9*(2), 250–258.

Susanti, Safrina, K., Febriani, D. R., & Khairi, R. (2024). *Learning tools development based on Technological , Pedagogical , and Content Knowledge (TPACK)*. *13*(1), 86–94. https://doi.org/10.30821/axiom.v13i1.19911

Yulianty, S., & Rezeki, S. (2020). Perangkat Pembelajaran Matematika dengan

Pendekatan Matematika Realistik (PMR) Berbasis Cerita Rakyat Melayu Riau. *Aksiomatik*, *8*(3), 117.