

PENGEMBANGAN *E-MODUL* BERBASIS *FLIP PDF CORPORATE EDITION* PADA PEMBELAJARAN MEKANIKA TEKNIK 2 KELAS X DPIB

Nur Hidayat¹, Muhammad Surya Wijaya Kusuma², Rudi Nur Syamsudin³, Indah Wahyuni⁴, Dhian Fitri Asmarawati⁵
Universitas Negeri Yogyakarta^{1,2,3,4}, SMKN 2 Depok Sleman⁵
e-mail: nurhidayat@uny.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan sebagai respon terhadap adanya keterbatasan media pembelajaran pada mata pelajaran Mekanika Teknik 2 yang dinilai belum sejalan dengan kemajuan teknologi, serta rendahnya minat belajar peserta didik Konsentrasi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan di SMK Negeri 1 Seyegan. Tujuan utama penelitian adalah untuk mengembangkan *e-modul* interaktif yang dapat mendorong peningkatan minat belajar siswa pada mata pelajaran tersebut. Metode penelitian mengacu pada metode *Research and Development (RnD)* dengan mengacu pada model pengembangan *ADDIE* (Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation). Data diperoleh melalui wawancara dan observasi, kemudian dianalisis secara deskriptif. Validasi dilakukan oleh ahli materi, ahli media, serta respon peserta didik. Hasil validasi menunjukkan *E-modul* layak digunakan: ahli materi termasuk kategori “Layak”, ahli media termasuk kategori “Sangat Layak”, serta respon peserta didik pada aspek isi, kebahasaan, kegrafikan dan kemanfaatan termasuk kategori “Sangat Layak”. Dengan demikian, *E-modul* Mekanika Teknik 2 yang dikembangkan dinyatakan layak sebagai bahan ajar bagi guru sekaligus media belajar yang meningkatkan minat belajar bagi peserta didik. *E-modul* mempunyai keunggulan dari sisi interaktivitas sehingga peserta didik dapat menggunakannya sebagai media pembelajaran mandiri.

Kata Kunci: *E-modul, Kelayakan, Mekanika Teknik 2, Minat Belajar, Pengembangan*

ABSTRACT

The limited relevance of existing teaching materials in Engineering Mechanics 2 and the low level of student engagement in the Building Modeling and Information Design Expertise Concentration at SMK Negeri 1 Seyegan present significant challenges in the learning process. The purpose of the research is to develop an interactive E-module to increase learning interest in the subject. The research uses the Research and Development (RnD) method with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). Data were obtained through interviews and observations, then analyzed descriptively. Validation was carried out by material experts, media experts, and student responses. The validation results show that the E-module is suitable for use: material experts are included in the “Feasible” category, media experts are included in the “Very Feasible” category, and student responses to the content, language, graphics and usefulness aspects are included in the “Very Feasible” category. Thus, the developed Engineering Mechanics 2 E-module was declared suitable as a teaching material for teachers as well as a learning medium that increases learning interest for students. E-modules have the advantage of interactivity so that students can use them as independent learning media.

Keywords: *E-module, Feasibility, Engineering Mechanics 2, Learning Interest, Development*

PENDAHULUAN

Mekanika Teknik merupakan salah satu ilmu utama dalam bidang konstruksi bangunan atau teknik sipil. Menurut Hidayat, Syamsudin, dan Ramadhani (2025), ilmu ini digunakan oleh

para insinyur untuk menganalisis perilaku struktur terhadap beban yang bekerja dengan tujuan menghitung kekuatan, kestabilan, dan dimensi elemen struktur agar dapat menahan beban secara aman dan efisien. Secara umum, Mekanika Teknik mempelajari respons suatu struktur terhadap beban yang diterapkan serta aspek konstruktif yang berkaitan dengan perhitungan elemen bangunan. Oleh sebab itu, penguasaan konsep Mekanika Teknik menjadi landasan penting bagi peserta didik yang menekuni bidang teknik konstruksi bangunan.

Peserta didik pada bidang keahlian teknik konstruksi bangunan diwajibkan mempelajari mata pelajaran Mekanika Teknik sebagai dasar pemahaman terhadap prinsip-prinsip struktur bangunan. Namun, Hasil observasi yang dilakukan pada peserta didik kelas X Konsentrasi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) di SMK Negeri 1 Seyegan menunjukkan bahwa tingkat minat belajar terhadap mata pelajaran Mekanika Teknik 2 masih relatif rendah. Berdasarkan survei terhadap 57 peserta didik, sebanyak 21,05% menyatakan “sangat setuju” dan 78,95% “setuju” perlunya pengembangan bahan ajar yang lebih menarik. Wawancara dengan guru pengampu menunjukkan bahwa sarana, metode pembelajaran, dan sistem evaluasi telah sesuai estándar. Namun, bahan ajar yang digunakan masih terbatas pada modul cetak dan belum menyesuaikan dengan kemajuan teknologi informasi yang berkembang pesat di era Revolusi Industri 4.0.

Faktor lain seperti kompetensi guru, fasilitas, metode pembelajaran, waktu, serta sistem evaluasi juga berpengaruh terhadap efektivitas pembelajaran (Murwaningsih & Fauziah, 2022). Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan kajian literatur (Hidayat, Syamsudin, & Ramadhani, 2025; Dito & Pujiastuti, 2021), peserta didik membutuhkan bahan ajar yang bersifat digital, interaktif, dan kontekstual guna meningkatkan minat serta motivasi belajar, sekaligus mendukung pembelajaran yang selaras dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era Revolusi Industri 4.0.

Menurut Haryonik dan Bhakti (2018), Keberadaan bahan ajar memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mempelajari kompetensi secara terstruktur, berurutan, dan menyeluruh, sehingga mereka dapat menguasai materi secara utuh serta berperan dalam meningkatkan mutu pembelajaran dan kualitas pendidikan. Bahan ajar idealnya disusun secara sistematis mulai dari teori dasar hingga pendalaman materi sesuai kurikulum (Malahayati & Zunaidah, 2021). Sejalan dengan hal tersebut, guru berperan sebagai fasilitator yang dituntut untuk mengembangkan bahan ajar secara kreatif dan inovatif, menyesuaikan dengan kebutuhan peserta didik serta perkembangan teknologi informasi (Magdalena, dkk., 2020). Komponen utama dalam penyusunan bahan ajar mencakup petunjuk belajar, kompetensi yang hendak dicapai, informasi pendukung, latihan, lembar kerja, serta evaluasi (Nuryasana & Desiningrum, 2020). Penilaian kelayakan bahan ajar juga perlu melibatkan ahli materi, ahli media, serta mempertimbangkan respons peserta didik untuk menjamin efektivitas bahan ajar yang dikembangkan (Andayani, Fathahillah, & Jakob, 2024).

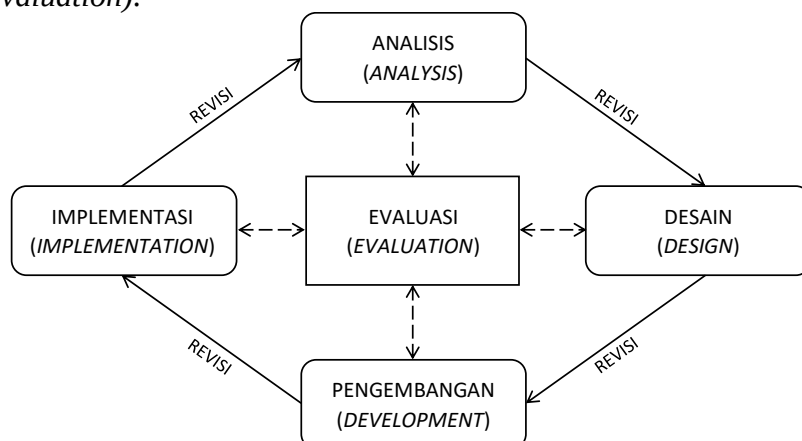
Salah satu bentuk bahan ajar yang umum digunakan dalam pembelajaran adalah modul. Menurut Famulaqih dan Lukman (2024), modul berfungsi sebagai panduan bagi guru dalam membimbing peserta didik memahami materi, serta sebagai media belajar mandiri yang memuat tujuan, isi, dan evaluasi pembelajaran. Modul memiliki fungsi strategis dalam mendukung capaian pembelajaran, sebagaimana dijelaskan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2017), yaitu harus memenuhi karakteristik *stand alone* (dapat dipelajari secara mandiri), *self-instruction* (memiliki petunjuk belajar jelas), *self-contained* (materi lengkap tanpa perlu sumber tambahan), dan *user-friendly* (mudah digunakan). Diharapkan dengan memenuhi karakteristik tersebut, modul berperan penting sebagai sarana pembelajaran yang efektif, efisien, dan mampu mendorong kemandirian belajar peserta didik.

Upaya peningkatan kualitas pembelajaran dapat dilakukan melalui integrasi bahan ajar dengan teknologi digital agar lebih menarik dan interaktif. Priambodo dan Arifin (2019) menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi mampu meningkatkan minat belajar serta memberikan pengaruh positif terhadap proses pembelajaran. Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah pengembangan *E-modul* dengan memanfaatkan perangkat teknologi seperti komputer, laptop, atau gawai (Sukoco dkk. dalam Titania & Widodo, 2020). Dalam penelitian ini, pengembangan *E-modul* Mekanika Teknik 2 menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition*, yakni perangkat lunak yang mampu mengonversi berbagai format file seperti *PDF*, *Office*, gambar, dan video menjadi *flipbook* interaktif tanpa memerlukan kemampuan pemrograman. Aplikasi ini memungkinkan pembuatan *E-modul* yang ekonomis, mudah diakses secara *offline* maupun *online*, serta interaktif dan efisien.

Sejumlah penelitian relevan telah dilakukan terkait pengembangan bahan ajar berbasis digital. Nur, Hilaliyah, Kuncoro, Isnandar, dan Setiyawan (2024) dalam penelitiannya yang berjudul *Development of Flipbook-Based E-Modules on Class XI Construction Cost Estimation Subjects* menunjukkan bahwa *E-modul* berbasis *flipbook* layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Lilik Hariyanto (2024) berjudul *Pengembangan Modul Pembelajaran Mekanika Teknik 2 untuk SMK Kelas X Konsentrasi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan* juga menunjukkan hasil serupa, bahwa modul pembelajaran tersebut dinyatakan layak dan mendukung proses belajar. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, pengembangan *E-Modul* berbasis *Flip PDF Corporate Edition* pada pembelajaran Mekanika Teknik 2 bagi peserta didik kelas X Konsentrasi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan di SMK Negeri 1 Seyegan diharapkan dapat menjadi alternatif solusi untuk meningkatkan minat belajar siswa. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan bahan ajar *E-modul* yang menarik dan interaktif guna meningkatkan minat belajar peserta didik, serta (2) mengetahui tingkat kelayakan *E-modul* Mekanika Teknik 2 yang dikembangkan berdasarkan penilaian ahli dan respons pengguna yang dalam hal ini adalah peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development (RnD)* dan model *ADDIE* oleh Dick dan Carey (1996) sebagai model pengembangannya. Model *ADDIE* adalah model pengembangan suatu produk dengan lima tahapan proses yaitu: (1) Analisis (*Analysis*), (2) Desain (*Design*), (3) Pengembangan (*Development*), (4) Implementasi (*Implementation*), dan (5) Evaluasi (*Evaluation*).



Gambar 1. Tahapan Penelitian Pengembangan dengan Model ADDIE (Branch, 2009)

Pada tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan pembelajaran melalui wawancara dengan guru serta observasi peserta didik. Desain mencakup penyusunan draf *E-modul*, kerangka isi, serta instrumen penilaian kelayakan. Pada tahap Pengembangan, produk *E-modul* disusun dan divalidasi oleh ahli materi serta ahli media. Selanjutnya, tahap Implementasi dilakukan melalui uji coba penggunaan *E-modul* oleh guru dan peserta didik. Evaluasi dilakukan berdasarkan umpan balik dari validator dan pengguna untuk menyempurnakan produk.

Objek penelitian adalah *E-modul* Mekanika Teknik 2 untuk kelas X Konsentrasi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan di SMK Negeri 1 Seyegan, dengan subjek penelitian meliputi ahli materi, ahli media, guru mata pelajaran, dan peserta didik. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, angket validasi, dan dokumentasi. Data dianalisis secara deskriptif. Penilaian validasi dilakukan oleh ahli materi, ahli media, guru, dan peserta didik dikonversi menggunakan Skala Likert 4, kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan. Hasil analisis digunakan sebagai dasar penyempurnaan pengembangan *E-modul*. Adapun kriteria penilaian skor kelayakan dari *E-modul* Mekanika Teknik 2 menggunakan kriteria penilaian Skala Likert 4 dapat dicermati dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Skala Likert

No.	Indikator	Skor
1.	Sangat Setuju/SS	4
2.	Setuju/S	3
3.	Tidak Setuju/TS	2
4.	Sangat Tidak Setuju/STS	1

Selanjutnya nilai rerata yang diperoleh dari angket validasi ahli media, ahli materi, pengguna (peserta didik) dikategorikan dalam Kategori Kelayakan seperti pada Tabel 2. Nilai dalam kategori "Layak" berfungsi sebagai ambang batas minimum studi untuk kelayakan *E-modul* yang dikembangkan.

Tabel 2. Interpretasi Kategori Kelayakan

No.	Interval	Kategori Kelayakan
1.	$Mi + 1,5 SDi < X$	Sangat Layak
2.	$Mi < X \leq Mi + 1,5 SDi$	Layak
3.	$Mi - 1,5 SDi < X \leq Mi$	Tidak Layak
4.	$X < Mi - 1,5 SDi$	Sangat Tidak Layak

Sumber: (Sudjana, 2016)

Keterangan :

Mi = Nilai Rata-rata Ideal
X = Skor penilaian yang diperoleh
SDi = Standar deviasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengembangan *E-modul* dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan analisis kebutuhan yang dilakukan pada tahap awal di Konsentrasi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan di SMK Negeri 1 Seyegan. Analisis kebutuhan tersebut menjadi dasar dalam menentukan materi, strategi penyajian serta fitur

interaktif yang relevan agar *e-modul* yang dikembangkan dapat mendukung pencapaian kompetensi peserta didik secara optimal. Adapun tahapan pengembangan *e-modul* meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Adapun uraian dari setiap tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Analisis (*Analysis*)

a. Kurikulum

SMK Negeri 1 Seyegan telah mulai menerapkan Kurikulum Merdeka dalam proses pembelajarannya. Hal ini merupakan upaya untuk menyesuaikan diri dengan kebijakan pendidikan nasional yang menekankan pada pembelajaran berbasis kompetensi dan penguatan karakter. Penerapan kurikulum ini juga sejalan dengan capaian pembelajaran serta tujuan pembelajaran yang dirancang berdasarkan silabus mata pelajaran *Mekanika Teknik 2*, yang merupakan bagian dari kelompok muatan kejuruan. Adanya penerapan Kurikulum Merdeka, diharapkan peserta didik mampu untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta keterampilan teknis yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja di bidang teknik bangunan

b. Kegiatan Pembelajaran

Hasil wawancara dengan guru terhadap kegiatan pembelajaran *Mekanika Teknik 2*, yaitu: (1) Materi *Mekanika Teknik 2* yang diajarkan adalah Perhitungan Momen Statis, Penentuan Titik Berat, dan Momen Kelembaman/Inersia, (2) Guru memberikan apersepsi sebelum peserta didik mendengarkan, mencatat, mengerjakan tugas, dan berdiskusi, (3) Waktu pembelajaran memiliki durasi 4 x 45 menit yang masih belum berjalan secara maksimal, (4) Sebagian peserta didik kurang berinisiatif mempersiapkan diri sebelum mempelajari materi yang berdampak pada kurangnya pemahaman materi dan sedikitnya motivasi belajar yang timbul, (5) Pembelajaran dilaksanakan dengan buku/modul cetak dan presentasi menggunakan PowerPoint, (6) Guru menyebutkan perlunya rencana pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan kompatibel.

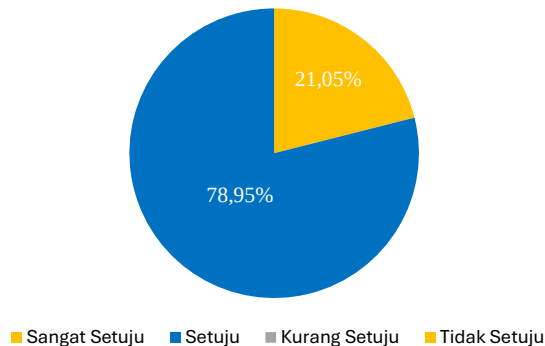
c. Penggunaan Bahan Ajar

Penggunaan bahan ajar saat ini dinilai kurang mengikuti perkembangan dan perubahan bahan ajar guna mengimbangi peningkatan kompetensi yang dibutuhkan di dunia industri. Selain itu, penggunaan bahan ajar masih bersifat terbatas dan dipinjamkan kepada peserta didik selama pembelajaran yang memaksa peserta didik untuk terus mencatat. Berdasarkan hal itu, fleksibilitas bahan ajar perlu ditingkatkan dalam menghadapi perubahan. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan fleksibilitas dan inovasi dalam pengembangan bahan ajar agar mampu beradaptasi terhadap perubahan dan mendukung pembelajaran yang lebih interaktif, efisien, serta sesuai dengan tuntutan kompetensi industri masa kini.

d. Instrumen Kebutuhan Pengembangan

Observasi kebutuhan pengembangan bahan ajar dilakukan dengan penyebaran angket/kuesioner observasi kepada peserta didik kelas X DPIB 1 dan X DPIB 2 di SMK Negeri 1 Seyegan dengan bantuan Google Form. Angket observasi berisi 10 butir pertanyaan untuk memahami sikap peserta didik pada pembelajaran *Mekanika Teknik 2* dan kebutuhan pengembangan *E-modul Mekanika Teknik 2*. Hasil dari angket observasi yang diisi oleh 57 peserta didik, yaitu 21,05% menyatakan "Sangat Setuju" dan 78,95% lainnya menyatakan "Setuju" terkait diperlukannya pengembangan *E-modul Mekanika Teknik 2*. Diagram hasil observasi tersebut dicantumkan dalam Gambar 2.

Observasi Pengembangan E-modul Mekanika Teknik 2



Gambar 2. Tahapan Model Penelitian dengan Model ADDIE

e. Instrumen Penilaian Kelayakan Bahan Ajar

Sejalan dengan pemanfaatan bahan ajar yang sesuai berdasarkan fungsi dan tujuan, bahan ajar yang dikembangkan harus berhasil melalui uji kelayakan. Instrumen penilaian kelayakan tersebut disusun berdasarkan persyaratan alat penilaian bahan ajar oleh Prastowo (2015) yang dimodifikasi sedemikian rupa agar sesuai penelitian ini.

2. Desain (*Design*)

a. Menyusun Draf/Konsep *E-modul*

Draf *E-modul* dan urutan penyajian dicantumkan dalam outline berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Komponennya meliputi tiga materi pembelajaran, yaitu Perhitungan Momen Statis, Penentuan Titik Berat, dan Momen Kelembaman/Inersia. Garis besar penyajian setiap materi dimulai dari capaian pembelajaran, apersepsi, pengertian dasar, video pembelajaran, contoh soal, kuis interaktif, dan latihan soal. Harapannya dengan penyusunan yang sistematis tersebut, *e-modul* diharapkan mampu memfasilitasi proses pembelajaran yang lebih menarik, efektif, dan mendukung pencapaian kompetensi peserta didik secara menyeluruh.

b. Menyusun Kerangka *E-modul*

Kerangka *E-modul* Mekanika Teknik 2 yang dikembangkan, yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Komponen dari masing-masing bagian adalah:

- 1) Pembuka disusun oleh sampul depan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar video, dan pendahuluan.
- 2) Isi disusun oleh tiga materi Mekanika Teknik 2 yang dibagi menjadi tiga kegiatan pembelajaran yang masing-masing dilengkapi oleh tujuan pembelajaran, capaian pembelajaran, pengertian dasar, video pembelajaran, contoh soal, rangkuman, kuis interaktif, dan latihan soal.
- 3) Penutup disusun oleh, evaluasi akhir, tindak lanjut, glosarium, daftar pustaka, pembahasan, profil penulis, dan sampul belakang.

c. Menyusun Isi Pembelajaran *E-modul*

E-modul yang dikembangkan menjelaskan tentang pengertian dan penerapan materi-materi Mekanika Teknik 2 yang dilengkapi dengan contoh soal, video pembelajaran, kuis interaktif, dan latihan soal guna meningkatkan minat peserta didik dalam belajar. Sumber referensi dari pengembangan *E-modul* merupakan modul yang digunakan guru, yaitu Modul Mekanika Teknik 2. *E-modul* dikembangkan dan

dirancang dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition*. *E-modul* memiliki fitur-fitur, seperti efek animasi seperti buku asli, video pembelajaran yang dapat diakses kapan pun, kuis interaktif terkait materi dengan feedback jawaban, latihan soal, serta pembahasan.

d. Menyusun Instrumen Penelitian

Instrumen penilaian kelayakan *E-modul* disusun menggunakan skala Likert 4 dengan memperhatikan aspek ahli materi, ahli media, dan respon pengguna Prastowo (2015). Aspek-aspek penilaian tersebut, yaitu:

- 1) Ahli materi meliputi aspek penilaian kelayakan isi ketiga materi
- 2) Ahli media meliputi aspek penilaian kelayakan tampilan desain, konsistensi, kegrafikan, kemudahan pengguna, dan kemanfaatan berdasarkan
- 3) Respon pengguna meliputi aspek penilaian kelayakan tampilan desain, konsistensi, kegrafikan, kemudahan pengguna, dan kemanfaatan.

3. Pengembangan (*Development*)

a. Pengembangan *E-modul*

E-modul dikembangkan dengan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition*. Seluruh konten dalam *E-modul* disusun terlebih dahulu menggunakan Microsoft Office Word sebelum formatnya diubah menjadi PDF. Kemudian, *E-modul* dirancang dan ditambahkan fitur interaktif, seperti video pembelajaran dan kuis interaktif, dengan format output yang berbentuk HTML agar dapat diakses dengan *link* dan *barcode*.



Gambar 3. Fitur-fitur dari *E-modul* Mekanika Teknik 2

Selanjutnya, untuk fleksibilitasnya, dibuatlah desain *flyer barcode E-modul* Mekanika Teknik 2 yang menarik dan memudahkan akses *E-modul* peserta didik karena dapat ditempel di ruangan ataupun disebarakan melalui grup WhatsApp kelas.



Gambar 4. *Flyer Barcode E-modul* Mekanika Teknik 2

b. Pengembangan Instrumen

Produk selanjutnya dikonsultasikan untuk dinilai diikuti dengan persiapan instrumen penilaian yang telah dibuat. Apabila isi, media, dan angket respon pengguna sudah siap, maka dilakukan validasi untuk memastikan produk akhir dapat diandalkan dan layak digunakan sebagai bahan mengajar bagi guru dan bahan belajar bagi peserta didik. Validator adalah seorang dosen ahli materi dan seorang dosen ahli media. Instrumen yang dimaksud kemudian divalidasi sehingga menghasilkan hasil instrumen yang valid dan dalam menentukan kelayakan *E-modul*.

c. Penilaian *E-modul*

1) Validasi oleh Ahli Materi

Berdasarkan instrumen validasi ahli materi dapat ditentukan nilai mean ideal dan SD ideal sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Mean Ideal} &= 1/2 (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah}) \\ &= 1/2 ((15 \times 4) + (15 \times 1)) \\ &= 1/2 (75) \\ &= 37,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SD Ideal} &= 1/6 (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}) \\ &= 1/6 ((15 \times 4) - (15 \times 1)) \\ &= 1/6 (45) \\ &= 7,5\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai mean ideal sebesar 37,5 dan SD ideal sebesar 7,5, sehingga berdasarkan Tabel 2 diperoleh tabel pengkategorian yang tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Interpretasi Kategori Kelayakan Ahli Materi

No.	Interval	Kategori Kelayakan
1.	$48,75 < X$	Sangat Layak
2.	$37,5 < X \leq 48,75$	Layak
3.	$26,25 < X \leq 37,5$	Tidak Layak
4.	$X < 26,25$	Sangat Tidak Layak

Sehingga dapat dicermati bahwa penilaian dari ahli materi terhadap *E-modul* Mekanika Teknik 2 sub indikator memenuhi kategori “Layak”. Adapun hasil detailnya dapat dicermati pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi *E-modul* oleh Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Sub Indikator	Jumlah Item	Nilai Maks.	Penilaian Ahli Materi	Kategori
1.	Isi	Perhitungan Momen Statis	15	60	48	Layak
		Penentuan Titik Berat	15	60	46	Layak
		Momen Inersia/Kelembaman	15	60	46	Layak

2) Validasi oleh Ahli Media

Berdasarkan instrumen validasi ahli media terkait aspek penilaian tampilan desain, kegrafikan dan kemudahan pengguna dapat ditentukan nilai mean ideal dan SD ideal sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Mean Ideal} &= 1/2 (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah}) \\ &= 1/2 ((7 \times 4) + (7 \times 1)) \\ &= 1/2 (35) \\ &= 17,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SD Ideal} &= 1/6 (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}) \\ &= 1/6 ((7 \times 4) - (7 \times 1)) \\ &= 1/6 (21) \\ &= 3,5\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai mean ideal sebesar 17,5 dan SD ideal sebesar 3,5, sehingga berdasarkan Tabel 2 diperoleh tabel pengkategorian yang tercantum pada Tabel 5.

**Tabel 5. Interpretasi Kategori Kelayakan Ahli Media
(Aspek Penilaian Tampilan Desain, Kegrafikan dan Kemudahan Pengguna)**

No.	Interval	Kategori Kelayakan
1.	$22,75 < X$	Sangat Layak
2.	$17,5 < X \leq 22,75$	Layak
3.	$26,25 < X \leq 17,5$	Tidak Layak
4.	$X < 26,25$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan instrumen validasi ahli media terkait aspek konsistensi dapat ditentukan nilai mean ideal dan SD ideal sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Mean Ideal} &= 1/2 (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah}) \\ &= 1/2 ((3 \times 4) + (3 \times 1)) \\ &= 1/2 (15) \\ &= 7,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SD Ideal} &= 1/6 (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}) \\ &= 1/6 ((3 \times 4) - (3 \times 1)) \\ &= 1/6 (9) \\ &= 1,5\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai mean ideal sebesar 7,5 dan SD ideal sebesar 1,5, sehingga berdasarkan Tabel 2 diperoleh tabel pengkategorian yang tercantum pada Tabel 6.

**Tabel 6. Interpretasi Kategori Kelayakan Ahli Media
(Aspek Penilaian Konsistensi)**

No.	Interval	Kategori Kelayakan
1.	$9,75 < X$	Sangat Layak
2.	$7,5 < X \leq 9,75$	Layak
3.	$5,25 < X \leq 7,5$	Tidak Layak
4.	$X < 5,25$	Sangat Tidak Layak

Berdasarkan instrumen validasi ahli media terkait aspek kemanfaatan dapat ditentukan nilai mean ideal dan SD ideal sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Mean Ideal} &= 1/2 (\text{skor tertinggi} + \text{skor terendah}) \\ &= 1/2 ((6 \times 4) + (6 \times 1)) \\ &= 1/2 (30) \\ &= 15 \\ \text{SD Ideal} &= 1/6 (\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}) \\ &= 1/6 ((6 \times 4) - (6 \times 1)) \\ &= 1/6 (18) \\ &= 3\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai mean ideal sebesar 15 dan SD ideal sebesar 3, sehingga berdasarkan Tabel 2 diperoleh tabel pengkategorian yang tercantum pada Tabel 7.

**Tabel 7. Interpretasi Kategori Kelayakan Ahli Media
(Aspek Penilaian Kemanfaatan)**

No.	Interval	Kategori Kelayakan
1.	$19,5 < X$	Sangat Layak
2.	$15 < X \leq 19,5$	Layak
3.	$10,5 < X \leq 15$	Tidak Layak
4.	$X < 10,5$	Sangat Tidak Layak

Total skor penilaian dari ahli media terhadap *E-modul* Mekanika Teknik 2 termasuk kategori “Sangat Layak”. Hasil validasi kelayakan materi disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Validasi *E-modul* oleh Ahli Media

No.	Aspek Penilaian	Jumlah Item	Nilai Maks.	Penilaian Ahli Media	Kategori
1.	Tampilan Desain	7	28	25	Sangat Layak
2.	Konsistensi	3	12	12	Sangat Layak
3.	Kegrafikan	7	28	26	Sangat Layak
4.	Kemudahan Penggunaan	7	28	27	Sangat Layak
5.	Kemanfaatan	6	24	21	Sangat Layak
Total Skor Penilaian		30	120	111	Sangat Layak

Saran/masukan dari validator ahli materi adalah:

- Format isi diubah sesuai format modul
- Di bagian akhir dibuat evaluasi akhir
- Warna background dibuat terang/putih agar mudah diperbanyak.

4. Implementasi (*Impelentation*)

E-modul yang telah dinilai kelayakannya oleh ahli materi dan ahli media kemudian diujicobakan kepada pengguna. Guru mata pelajaran memanfaatkan *E-modul* sebagai bahan ajar kepada peserta didik kelas X Konsentrasi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan di SMK Negeri 1 Seyegan, pada kelas X DPIB 1 dan X DPIB 2. Hasil uji coba tersebut menjadi tolak ukur dalam penyempurnaan *E-modul* Mekanika Teknik 2. Uji coba *E-modul* berlangsung selama 2 jam pelajaran (2 x 45 menit) pada materi

Perhitungan Momen Statis. Setelah itu, guru dan peserta didik mengisi angket evaluasi respon pengguna pada *link Google Form*.

Data aspek kelayakan isi, kegrafikan dan kemanfaatan diperoleh dari angket yang diisi oleh 50 responden peserta didik dengan jumlah item sebanyak 8 butir dan skor penilaian menggunakan skala Likert 4.

$$\begin{aligned}\text{Mean Ideal} &= 1/2 (\text{skor maks. ideal} + \text{skor min. ideal}) \\ &= 1/2 ((8 \times 4) + (8 \times 1)) \\ &= 1/2 (40) \\ &= 20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai SDi} &= 1/6 (\text{skor maks. ideal} - \text{skor min. ideal}) \\ &= 1/6 ((8 \times 4) - (8 \times 1)) \\ &= 1/6 (24) \\ &= 4\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai mean ideal sebesar 20 dan SD ideal sebesar 4, sehingga berdasarkan Tabel 2 diperoleh tabel pengkategorian yang tercantum pada Tabel 9.

Tabel 9. Interpretasi Kategori Kelayakan Ahli Media (Aspek Isi, Kegrafikan, Kemanfaatan)

No.	Interval	Kategori Kelayakan
1.	$26 < X$	Sangat Layak
2.	$20 < X \leq 26$	Layak
3.	$14 < X \leq 20$	Tidak Layak
4.	$X < 14$	Sangat Tidak Layak

Data aspek kelayakan kebahasaan diperoleh dari angket yang diisi oleh 50 responden peserta didik dengan jumlah item sebanyak 8 butir dan skor penilaian menggunakan skala Likert 4.

$$\begin{aligned}\text{Mean Ideal} &= 1/2 (\text{skor maks. ideal} + \text{skor min. ideal}) \\ &= 1/2 ((6 \times 4) + (6 \times 1)) \\ &= 1/2 (30) \\ &= 15\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai SDi} &= 1/6 (\text{skor maks. ideal} - \text{skor min. ideal}) \\ &= 1/6 ((6 \times 4) - (6 \times 1)) \\ &= 1/6 (18) \\ &= 3\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai mean ideal sebesar 15 dan SD ideal sebesar 3, sehingga berdasarkan Tabel 2 diperoleh tabel pengkategorian yang tercantum pada Tabel 10.

Tabel 10. Interpretasi Kategori Kelayakan Ahli Media (Aspek Kebahasaan)

No.	Interval	Kategori Kelayakan
1.	$19,5 < X$	Sangat Layak
2.	$15 < X \leq 19,5$	Layak
3.	$10,5 < X \leq 15$	Tidak Layak
4.	$X < 10,5$	Sangat Tidak Layak

Hasil evaluasi respon pengguna peserta didik terhadap aspek kelayakan isi, kebahasaan, kegrafikan, dan kemanfaatan ditampilkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Validasi Pengguna terhadap Aspek Kelayakan

No.	Aspek Penilaian	Jumlah Item	Nilai Maksimal	Rerata Penilaian Pengguna	Kategori
1.	Isi	8	32	27,98	Sangat Layak
2.	Kebahasaan	6	24	20,74	Sangat Layak
3.	Kegrafikan	8	32	27,80	Sangat Layak
4.	Kemanfaatan	8	32	27,94	Sangat Layak

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap terakhir merupakan evaluasi dari pengembangan *E-modul* Mekanika Teknik 2. Hasil evaluasi formatif dalam penelitian ini merupakan hasil saran, masukan, dan komentar dari validator ahli materi, ahli media, serta respon pengguna. Evaluasi tersebut berfungsi sebagai acuan untuk memperbaiki, merevisi, dan menyempurnakan *E-modul* Mekanika Teknik 2. Diharapkan hasil evaluasi formatif ini berperan sebagai acuan utama dalam proses revisi dan penyempurnaan e-modul Mekanika Teknik 2 sebelum diimplementasikan secara optimal di lingkungan sekolah

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *E-modul Mekanika Teknik 2* yang dikembangkan dengan model *ADDIE* dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar. Hasil validasi oleh ahli materi memperoleh skor rata-rata 3,11 dengan kategori “Layak”, sedangkan ahli media memperoleh skor 3,73 dengan kategori “Sangat Layak”. Selain itu, respon peserta didik terhadap *E-modul* juga tergolong “Sangat Layak” dengan rata-rata skor 3,48. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *E-modul* telah memenuhi kriteria kelayakan isi, kebahasaan, kegrafikan, dan kemanfaatan sebagaimana dikemukakan oleh Hidayat & Aminawati (2025)

Secara materi, *E-modul* telah sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka pada materi Perhitungan Momen Statis, Penentuan Titik Berat, dan Momen Inersia. *E-modul* didasarkan pada materi yang telah disesuaikan berdasar tingkat pendidikan SMK (Hidayat, Syamsudin, & Ramadhani, 2025). Dari sisi media, penggunaan aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* membuat tampilan lebih menarik dan interaktif, sehingga mendukung pendapat Priambodo & Arifin (2019) bahwa media interaktif dapat meningkatkan motivasi serta minat belajar. *E-modul* juga telah mengatasi keterbatasan modul cetak yang telah dikembangkan sebelumnya (Syamsudin, dkk., 2022). Respon positif peserta didik menunjukkan bahwa *E-modul* membantu proses belajar menjadi lebih fleksibel dan menarik dibanding bahan ajar cetak. Dengan demikian, *E-modul Mekanika Teknik 2* dinilai layak digunakan sebagai alternatif bahan ajar yang mendukung pembelajaran digital di SMK serta sejalan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka dan pembelajaran abad ke-21. Adapun keunggulan media yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran mandiri berikut tetap masih perlu dibimbing oleh guru (Hidayat & Aminawati, 2025)

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan *E-modul* Mekanika Teknik 2 berbasis *Flip PDF Corporate Edition* dengan fitur interaktif, video pembelajaran, *hyperlink*, kuis, serta akses mudah melalui tautan dan *barcode*, yang dirancang untuk meningkatkan minat belajar peserta didik. Hasil validasi menunjukkan *E-modul* layak digunakan: ahli materi termasuk kategori “Layak”, ahli media termasuk kategori “Sangat Layak”, serta respon peserta didik pada aspek isi, kebahasaan,

kegrafikan dan kemanfaatan termasuk kategori “Sangat Layak”. Dengan demikian, *E-modul Mekanika Teknik 2* dinyatakan memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan ajar bagi guru serta media pembelajaran yang menarik dan interaktif bagi peserta didik kelas X Konsentrasi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan di SMK Negeri 1 Seyegan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, D. D., Fathahillah, & Jakob, F. E. (2024). Pengembangan E-Modul Ajar Kurikulum Merdeka Berbasis Augmented Reality pada Mata Pelajaran TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) kelas VII UPT SMP Negeri 4 Parepare. *Scholars: Jurnal Sosial Humaniora Dan Pendidikan*, 2(2), 86–98. <https://doi.org/10.31959/js.v2i2.2521>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (1996). *The Systematic Design of Instruction*. Harper Collins College Publishers.
- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. (2021). Dampak Revolusi Industri 4.0 pada Sektor Pendidikan: Kajian Literatur Mengenai Digital Learning pada Pendidikan Dasar dan Menengah. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 4(2), 59–65. <https://doi.org/10.24246/juses.v4i2p59-65>
- Famulaqih, S & Lukman, A. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Modul Pembelajaran. *Karakter: Jurnal Riset Ilmu Pendidikan Islam*, 1(2), 01–12. <https://doi.org/10.61132/karakter.v1i2.156>
- Haryonik, Y. & Bhakti, Y. B. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Lembar Kerja Siswa dengan Pendekatan Matematika Realistik. *MaPan: Jurnal Matematika dan Pembelajaran*, 6 (1), (40-55). <https://doi.org/10.24252/mapan.2018v6n1a5>
- Hidayat, N., & Aminawati, F. (2025). *Geomatics E-module development: Google Earth for curve-bounded areas*. In *Proceedings of the 8th International Conference on Education Innovation*. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-360-3_126
- Hidayat, N., Syamsudin, R. N., & Ramadhani, F. (2025). *Analisis Struktur Dasar*. UNY Press
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul*. Direktorat Pembinaan SMA
- Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). Analisis Pengembangan Bahan Ajar. *NUSANTARA*, 2(2), 180-187. <https://doi.org/10.36088/nusantara.v2i2.805>
- Malahayati, E. N., & Zunaidah, F. N. (2021). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Mata Kuliah Kurikulum. *Jurnal Basicedu*, 5 (6), 6218-6226. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1802>
- Murwaningsih, T., & Fauziah, M. (2022). The Problem and Need for Continuing Professional Development of Vocational School Teachers. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 28(1), 76–92. <https://doi.org/10.21831/jptk.v28i1.42860>
- Nur, P., Hilaliyah, A., Kuncoro, T., & Setiyawan, A. (2024). Development of Flipbook-Based E-Modules on Class XI Construction Cost Estimation Subjects. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.21831/jpts.v6i1.72416>
- Nuryasana, E., & Desiningrum, N. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Strategi Belajar Mengajar untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(5), 967-974. <https://doi.org/10.47492/jip.v1i5.177>
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Priambodo, A., & Arifin, Z. (2019). Interactive Animation-Based Learning Media on Starter System Materials for Vocational Students. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 25(2), 187–193. <https://doi.org/10.21831/jptk.v25i2.20026>

- Sudjana, N. (2016). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Syamsudin, R. N., Hidayat, N., Prihadi, W. R., Malik, A., & Wibowo, D. E. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Kerja Plambing dan Sanitasi di Prodi Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil*, 4(1). <https://doi.org/10.21831/jpts.v4i1.49374>
- Titania, T., & Widodo, D. S. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Video Animasi untuk Mata Pelajaran Mekanika Teknik Kelas X Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan di SMK N 2 Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil*, 2(2). <https://doi.org/10.21831/jpts.v2i2.36343>