

Pengembangan E-Modul Poligon Tertutup Berbantu Media 3D Interaktif untuk Siswa Fase E TKP di SMK N 1 Magelang

Muhammad Fabian Moreno¹⁾, Nurul Yuhanafia²⁾, Virgiawan Adi Kristianto³⁾

^{1,2,3)}Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Email: ¹⁾morenofabian087@students.unnes.ac.id

 <https://doi.org/10.15294/scaffolding.v14i2.49446>

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-Modul Elemen Ukur Tanah materi Pengukuran Poligon Tertutup berbantu media interaktif 3D sebagai solusi atas keterbatasan media pembelajaran konvensional yang digunakan di SMK Negeri 1 Magelang pada Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan (TKP). Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model 4D yang dimodifikasi menjadi tiga tahap: Define, Design, dan Develop. Tahapan pendefinisian meliputi analisis kebutuhan siswa dan kurikulum. Pada tahap perancangan dilakukan penyusunan struktur e-modul dan integrasi media interaktif 3D, sedangkan tahap pengembangan mencakup pembuatan produk digital dan validasi oleh ahli materi, ahli media, serta uji respons siswa. Hasil validasi menunjukkan tingkat kelayakan sangat tinggi: ahli materi 95,33%, ahli media 90,27%, dan respon siswa sebesar 89,18%, yang semuanya termasuk dalam kategori "Sangat Layak". Produk akhir berupa e-modul digital model flipbook berformat PDF yang dapat diakses secara offline maupun online, serta dilengkapi fitur navigasi dan hyperlink eksternal untuk mengakses 3D interaktif. E-Modul ini dinilai efektif dan menarik dalam membantu siswa memahami konsep pengukuran poligon tertutup. Dengan demikian, E-Modul hasil pengembangan ini layak digunakan sebagai media pembelajaran alternatif pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan.

Kata kunci: pengembangan, e-modul, ukur tanah, poligon tertutup, 3D interaktif, teknik konstruksi dan perumahan

ABSTRACT

This research aims to develop an E-Module on Land Measurement Elements, specifically focusing on Closed Polygon Measurement, supported by interactive 3D media as a solution to the limitations of conventional learning resources used at SMK Negeri 1 Magelang in the Construction and Housing Engineering (TKP) Expertise Program. The method used is Research and Development (R&D) with the 4D model, which was modified into three stages: Define, Design, and Develop. The define stage includes an analysis of student needs and curriculum content. The design stage involves the structuring of the e-module and the integration of interactive 3D media, while the development stage encompasses the creation of the digital product, validation by subject matter and media experts, and testing of student responses. The validation results indicate a very high level of feasibility: material expert at 95.33%, media expert at 90.27%, and student responses at 89.18%, all falling into the "Highly Feasible" category. The final product is a digital flipbook-format e-module in PDF form, accessible both online and offline, and equipped with navigational features and external hyperlinks for accessing interactive 3D content. The e-module is considered effective and engaging in helping students understand the concept of closed polygon measurement. Therefore, the developed e-module is deemed suitable for use as an alternative learning medium in the Basic Construction and Housing Engineering subject.

Keywords : development, e-module, land measurement, closed polygon, interactive 3D, construction and housing engineering.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan bagian penting dalam membangun generasi masa depan, sehingga harus terus menyesuaikan diri dengan perkembangan zaman. Jika tidak, sistem pendidikan bisa tertinggal, baik dalam penggunaan teknologi maupun pembaruan kurikulum, dibandingkan dengan negara-negara maju (Dito & Pujiastuti, 2021). Saat ini, teknologi sudah menjadi bagian dari dunia pendidikan. Di era globalisasi yang penuh dengan kemajuan teknologi, pendidikan memiliki peran penting dalam menyeimbangkan perkembangan teknologi dengan perkembangan manusia. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam Revolusi Industri juga harus diimbangi dengan perubahan cara berpikir agar dapat dimanfaatkan dengan baik (Syerlita & Siagian, 2024).

Dengan adanya perkembangan teknologi yang pesat dalam dunia pendidikan, diperlukan inovasi dalam metode pembelajaran agar teknologi tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal. Indra & Saleh (2021) menyebutkan bahwa penggunaan teknologi dalam pendidikan dapat diterapkan dalam proses belajar mengajar, salah satunya melalui bahan ajar digital. Pengembangan bahan ajar ini bertujuan untuk meningkatkan minat belajar serta memudahkan siswa dalam memahami dan mengikuti pembelajaran.

Pengembangan bahan ajar yang inovatif dan efektif memainkan peran penting dalam memanfaatkan teknologi pendidikan guna mendukung proses pembelajaran yang lebih fleksibel dan dapat diakses kapan saja. Salah satu inovasi dalam pengembangan bahan ajar adalah e-modul atau modul digital, yang menyajikan materi pembelajaran secara interaktif dan dapat diakses dengan mudah melalui berbagai perangkat elektronik (Istiqoma dkk., 2023).

Pengembangan bahan ajar dapat dilakukan menggunakan berbagai teknologi, seperti media cetak, audiovisual, komputer, atau teknologi yang terintegrasi (Cahyadi, 2019; Thifal, 2021). Salah satu bentuk bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah e-modul. Menurut Direktorat Pembinaan SMA dan Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah (2017) menjelaskan pengertian e-modul adalah bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis dalam bentuk digital.

E-Modul dirancang untuk memudahkan siswa dalam belajar dengan fitur interaktif, seperti tautan navigasi, video tutorial, animasi, dan audio. Dengan fitur-fitur tersebut, e-modul membuat proses pembelajaran lebih menarik dan mudah dipahami. Selain itu, perkembangan e-modul dalam media interaktif semakin berkembang dengan adanya teknologi tambahan, seperti gambar 3D berbasis *Augmented Reality* (AR) (Harahap dkk., 2020).

Pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), terutama program keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan, siswa dituntut memahami berbagai materi praktik, salah satunya adalah elemen ukur tanah sesuai dengan capaian pembelajaran pada Kurikulum Merdeka bahwa siswa mampu memahami jenis-jenis alat ukur, cara pengoperasian dan perawatan alat ukur sederhana maupun profesional (manual/digital) serta menghitung data hasil pengukuran (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi., 2024).

SMK Negeri 1 Magelang merupakan lembaga pendidikan kejuruan yang telah menerapkan Kurikulum Merdeka sebagai upaya untuk menyesuaikan proses pembelajaran dengan perkembangan zaman dan kebutuhan dunia kerja. Sekolah ini memiliki visi menjadi SMK unggul yang menghasilkan lulusan bertakwa, berakhlak mulia, berwawasan kebangsaan, berprestasi, dan berkompetensi global. Salah satu misi yang dijalankan oleh SMK Negeri 1 Magelang adalah meningkatkan prestasi akademik peserta didik melalui peningkatan kualitas proses dan hasil pembelajaran. Misi ini menegaskan pentingnya inovasi dalam metode, media, dan strategi pembelajaran yang mampu meningkatkan kualitas belajar siswa secara menyeluruh.

Dalam kondisi aktual yang ada, khususnya pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan, ditemukan adanya tantangan dalam proses pembelajaran materi elemen ukur tanah, terutama pada submateri pengukuran poligon tertutup. Berdasarkan hasil pra riset yang dilakukan peneliti melalui wawancara pada tanggal 19 Mei 2025, dengan guru pengampu di SMK Negeri 1 Magelang menunjukkan bahwa proses pembelajaran pada materi ini masih menghadapi beberapa kendala. Guru menyampaikan bahwa meskipun sekolah telah memiliki lima unit theodolite, jumlah tersebut belum cukup optimal untuk mendukung praktik lapangan secara maksimal, mengingat jumlah siswa dalam satu kelas yang berjumlah 34 siswa.

Praktik dilakukan secara berkelompok dengan anggota sekitar enam hingga tujuh siswa per kelompok, sehingga waktu dan kesempatan praktik menjadi terbatas.

Selain kendala alat, guru juga menyoroti pentingnya penguasaan konsep sebelum praktik lapangan dilakukan. Biasanya guru hanya menggunakan video materi dari aplikasi *Youtube* dan modul biasa. Menurutnya, pemanfaatan e-modul 3D akan sangat membantu siswa dalam memahami prosedur dan visualisasi arah sudut atau bentuk poligon yang sering kali sulit dipahami hanya melalui penjelasan verbal atau gambar dua dimensi.

Selain hasil wawancara dengan guru pengampu, peneliti juga melakukan pra riset melalui penyebaran angket kepada siswa fase E Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan di SMK Negeri 1 Magelang. Dari hasil angket tersebut diperoleh data yang memperkuat pentingnya pengembangan media pembelajaran interaktif. Berdasarkan hasil angket, sebanyak 54,3% siswa menyatakan bahwa modul pembelajaran yang digunakan saat ini belum membantu mereka secara optimal, karena masih bersifat konvensional. Selain itu, sebanyak 68,6% siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep pengukuran poligon tertutup hanya melalui buku teks, dan 60% siswa juga mengaku sering kebingungan dalam memahami prosedur penggunaan alat ukur tanah. Temuan ini menunjukkan adanya kebutuhan akan pendekatan pembelajaran yang lebih visual, interaktif, dan kontekstual, guna membantu siswa memahami materi secara lebih mendalam sebelum memasuki tahap praktik.

Mayoritas siswa yaitu 60%, menyatakan setuju 40% sangat setuju bahwa pembelajaran akan lebih mudah dipahami dengan bantuan media visual seperti gambar, animasi, dan tampilan 3D. Bahkan, 68,6% siswa menunjukkan minat yang tinggi terhadap pengemasan materi ukur tanah dalam bentuk e-modul berbasis media 3D interaktif. Temuan ini memperkuat bahwa pengembangan e-modul tidak hanya menjadi bentuk inovasi pembelajaran, tetapi juga merupakan respon terhadap kebutuhan nyata siswa di kelas, khususnya dalam memahami materi yang bersifat visual dan teknis seperti pengukuran poligon tertutup.

Dengan memperhatikan kondisi aktual di lapangan dan hasil pra riset yang telah dilakukan, jelas bahwa pengembangan e-modul berbasis media 3D interaktif pada materi pengukuran poligon tertutup merupakan solusi yang relevan dan dibutuhkan. E-modul ini diharapkan dapat menjadi jembatan antara keterbatasan sarana praktik dengan kebutuhan siswa dalam memahami konsep secara mendalam sebelum praktik lapangan dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada upaya mengembangkan e-modul elemen ukur tanah berbasis media 3D interaktif sebagai alternatif bahan ajar yang mampu menunjang pembelajaran yang lebih efektif, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan siswa SMK pada era digital saat ini.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *Research and Development (R&D)* atau penelitian dan pengembangan. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data yang dikumpulkan berupa angka-angka dari hasil angket/kuesioner, yang kemudian dianalisis secara statistik untuk mengetahui kelayakan dan kebutuhan terhadap produk e-modul yang dikembangkan.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan mengadaptasi model *4D (Define, Design, Develop, Disseminate)* dari Thiagarajan (1974). Model ini dipilih karena sesuai untuk mengembangkan bahan ajar berbasis teknologi seperti e-modul, serta memungkinkan proses validasi dan revisi secara bertahap agar produk akhir yang dihasilkan layak digunakan dalam pembelajaran.

Penelitian ini dilakukan di SMK Negeri 1 Magelang yang berlokasi di Jl. Cawang No.2, Kelurahan Jurangombo Selatan, Kecamatan Magelang Selatan, Kota Magelang. Waktu penelitian dilaksanakan dalam semester genap tahun ajaran 2024/2025. Penelitian ini dilakukan bulan Mei – Juli 2025.

Dalam penelitian ini digunakan teknik Total Sampling, yang juga dikenal sebagai sampling jenuh atau sensus, yaitu ketika seluruh anggota populasi dilibatkan dalam penelitian. Sesuai dengan pendapat Sugiyono (2013), teknik ini diterapkan apabila seluruh anggota populasi dijadikan sampel karena jumlahnya tergolong kecil. Oleh karena itu, sampel dalam penelitian ini melibatkan seluruh siswa fase E Teknik Konstruksi dan Perumahan (TKP), yang terdiri dari hanya 1 kelas yang berjumlah 34 siswa. Pada penelitian ini proses pengembangan hanya menggunakan

3 tahapan dari 4D tanpa melakukan *Dissaminate* karena keterbatasan waktu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dikembangkan berupa e-modul pembelajaran Elemen Ukur Tanah dengan fokus pada materi pengukuran Poligon Tertutup. Pengembangan dilakukan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D. Dalam penelitian ini hanya menggunakan 3 tahapan, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), tanpa *Disseminate* (penyebarluasan). Berikut ini adalah penjelasan tiap tahapannya :

A. Define (Pendefinisian)

a) Analisis Awal

Pada tahap ini dilakukan penelitian awal melalui observasi dan penyebaran angket kepada guru dan siswa kelas X Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan di SMK Negeri 1 Magelang. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep pengukuran poligon tertutup dan penggunaan alat ukur seperti theodolite. Data juga mengungkapkan bahwa media belajar yang digunakan di kelas masih terbatas pada buku teks tanpa visualisasi interaktif. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan e-modul dengan pendekatan visual dan interaktif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pengukuran.

b) Analisis Peserta Didik

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan kebutuhan belajar siswa. Berdasarkan hasil wawancara dan angket, diketahui bahwa sebagian besar siswa memiliki gaya belajar visual dan kinestetik. Mereka lebih tertarik pada media pembelajaran yang menggabungkan elemen visual, seperti gambar dan animasi 3D, serta aktivitas langsung yang memungkinkan mereka berinteraksi secara virtual. Hal ini menjadi dasar dalam pengembangan e-modul berbasis visual interaktif dengan dukungan media 3D.

c) Analisis Tugas

Materi dalam e-modul dirancang untuk mendukung pencapaian kompetensi dasar terkait pengukuran poligon tertutup. Materi meliputi pengenalan konsep poligon tertutup, fungsi dan penggunaan alat ukur tanah pada pengukuran poligon tertutup, serta langkah-langkah pengukuran di lapangan. Selain itu, e-modul juga dilengkapi dengan latihan asesmen. Mengacu pada hasil analisis pembelajar, materi disajikan dengan ilustrasi 3D dan video pendek agar lebih mudah dipahami siswa serta mendorong keterlibatan aktif dalam proses belajar.

d) Analisis Penyusunan Konsep

Konsep utama dari e-modul ini adalah pembelajaran digital yang dirancang sesuai dengan Kurikulum Merdeka. E-modul dikembangkan agar membantu siswa memahami materi pengukuran poligon tertutup dengan bantuan media interaktif 3D. Konten pembelajaran disusun agar sesuai dengan pencapaian pembelajaran, yaitu agar siswa mampu melakukan pengukuran tanah menggunakan metode poligon tertutup dengan pemanfaatan teknologi digital. E-modul ini tersedia dalam format PDF dan dapat diakses secara berani melalui berbagai perangkat seperti laptop, tablet, atau smartphone.

e) Analisis Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran dalam e-modul ini disusun berdasarkan arahan dari guru pengampu mata pelajaran dan mengacu pada pencapaian pembelajaran Kurikulum Merdeka. Fokus tujuannya ditujukan agar siswa mampu memahami konsep dasar, mengenali alat ukur, serta menerapkan prosedur pengukuran poligon tertutup dengan bantuan media interaktif 3D secara efektif.

B. Design (Perancangan)

a) Penyusunan Standar Tes

Dalam e-modul ini, disiapkan beberapa jenis evaluasi untuk mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi. Asesmen diberikan dalam bentuk kuis pada akhir setiap submateri. Selain itu, adajuga tugas praktik yang bertujuan untuk melatih kemampuan siswa dalam menggunakan alat ukur tanah pada pengukuran poligon tertutup. Di akhir modul, disediakan juga tugas proyek sederhana untuk mengetahui pemahaman siswa secara menyeluruh terhadap seluruh isi modul. Kriteria ketuntasan minimal disesuaikan dengan kebijakan guru di sekolah, umumnya minimal 70.

b) Pemilihan Media

Media utama dalam e-modul ini adalah ilustrasi dan simulasi 3D interaktif untuk mempermudah siswa dalam memahami cara kerja pengukuran poligon tertutup. Selain itu, e-modul dilengkapi dengan video pembelajaran yang disematkan melalui kode QR atau hyperlink. Video ini berfungsi untuk memberikan penjelasan tambahan secara visual dan auditif. Semua konten e-modul dirancang agar dapat diakses menggunakan berbagai perangkat elektronik seperti handphone, laptop, maupun komputer, sehingga siswa lebih fleksibel dalam belajar kapan saja dan di mana saja.

c) Format E-modul

Format e-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan file berjenis PDF agar dapat diakses secara fleksibel melalui berbagai perangkat seperti laptop, komputer, tablet, dan smartphone dan juga dengan model flipbook dengan heyzone flipbook maker. Penyusunan e-modul dilakukan dengan bantuan aplikasi Canva, dengan penggunaan elemen visual berupa gambar dan ilustrasi yang diunduh dari situs 3D warehouse SketchUp. Materi pendukungnya berupa video pembelajaran dari platform YouTube, dan disematkan dalam e-modul melalui tautan (hyperlink) dan QR code.

d) Rancangan Awal

Produk e-modul dirancang dengan struktur yang sistematis dan interaktif menggunakan model flipbook. Bagian awal terdiri dari cover, kata pengantar, daftar isi, diikuti bagian pendahuluan yang memuat petunjuk penggunaan dan tujuan pembelajaran. Bagian isi modul mencakup pembahasan materi utama terkait pengukuran poligon yang tertutup, mulai dari pengertian, fungsi dan prinsip dasar, alat yang digunakan, serta langkah-langkah pengukuran di lapangan. Pada setiap akhir materi, disediakan asesmen, serta latihan praktik (waktu latihan). Setiap materi juga didukung oleh video pembelajaran berbasis animasi 3D interaktif, yang dapat diakses langsung melalui hyperlink maupun QR code pada bagian akhir halaman materi. Rancangan awal e-modul ini menjadi dasar dalam proses pengembangan lebih lanjut dan dituangkan dalam bentuk tabel pengembangan produk.

Tabel 1. Aspek Pengembangan E-Modul

Kondisi	Isi	Aspek yang dikembangkan media pada bahan ajar	Fitur
Sebelum dilakukan pengembangan	Materi hanya berisi penjelasan mengenai materi poligon tertutup	Penjelasan langsung dari guru dengan membawa alat ukur langsung dan video dari youtube dan dari modul ajar	Tidak ada
Setelah dilakukan pengembangan	E-Modul berisi materi yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan siswa terkait pengukuran poligon tertutup mulai dari alat ukur poligon tertutup, fungsi, langkah-langkah dan perhitungan.	Media bahan ajar yang dikembangkan berbentuk E-modul dengan model flipbook untuk kemudahan akses dan dilengkapi dengan jelajah materi berupa 3D Interaktif	Model flipbook untuk kemudahan akses. QR dan hyperlink untuk mengakses 3D interaktif atau video pembelajaran

C. Development (Pengembangan)

a) Penilaian Ahli

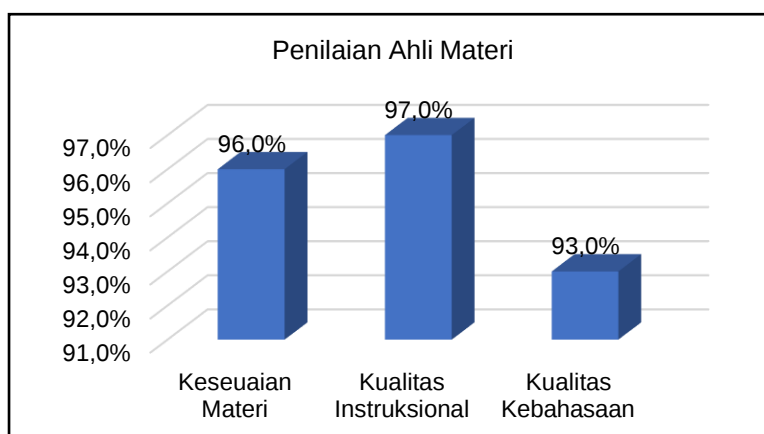
Untuk mengetahui kelayakan E-Modul yang dikembangkan, dilakukan proses validasi oleh para ahliyang sesuai dengan bidangnya. Validasi dilakukan oleh 2 orang ahli materi yang memiliki kompetensi di bidang ilmu ukur tanah, serta 2 orang ahli media pembelajaran dengan latar belakang teknologi Pendidikan. Para ahli memberikan penilaian terhadap kelengkapan materi, kesesuaian konten dengan tujuan pembelajaran, tampilan visual, serta aspek keterpakaian media oleh siswa SMK.

Validasi ahli materi dilakukan oleh 2 ahli dari prodi Pendidikan Teknik Bangunan dan guru pengampu.

Hasil validasi oleh ahli materi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil Penilaian oleh Ahli Materi

Indikator yang Dinilai	Jumlah Butir	Total Skor	Responden × Indikator	Skor Rata-Rata	Presentase (%)	Kategori
Kesuaian Materi	12	93	24	3,88	96%	Sangat Layak
Kualitas Instruksional	9	70	18	3,89	97%	Sangat Layak
Kualitas Kebahasaan	4	30	8	3,75	93%	Sangat Layak
Rata-Rata Total					95,33	Sangat Layak



Gambar 1. Grafik Diagram Batang Penilaian Ahli Materi

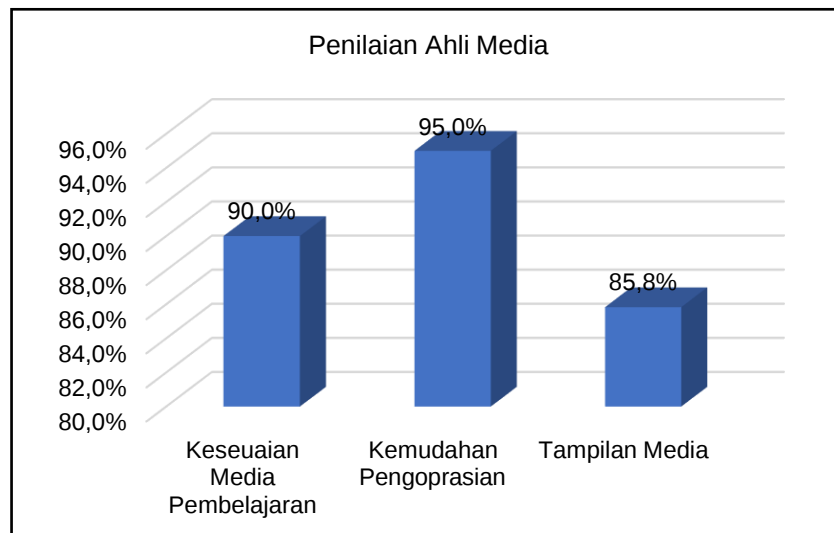
Proses validasi materi E-Modul dilakukan oleh dua validator yang memiliki keahlian di bidangnya. Validasi pertama dilakukan oleh Bapak Dimas Gustoro, S.T., M.Eng., yang memberikan beberapa masukan untuk penyempurnaan materi. Beliau menyarankan agar pada bagian peta materi, poin terakhir diubah menjadi “menganalisis data hasil pengukuran” untuk memperjelas kompetensi yang diharapkan. Selain itu, beliau menekankan pentingnya ketelitian dalam penulisan judul gambar, khususnya pada gambar nomor 9, serta penggunaan istilah “Poligon” secara konsisten di seluruh isi E-Modul. Berdasarkan penilaian beliau, materi dalam E-Modul dinyatakan layak digunakan dengan catatan dilakukan perbaikan sesuai saran yang diberikan.

Validasi kedua dilakukan oleh Bapak Iskandar, S.Pd., yang juga memberikan masukan konstruktif. Beliau menyarankan agar bagian-bagian pada alat theodolite dilengkapi dengan keterangan yang lebih jelas, sehingga memudahkan siswa dalam memahami fungsi setiap komponen. Selain itu, pada bagian asesmen disarankan untuk dilengkapi dengan rubrik penilaian sebagai panduan evaluasi yang lebih terstruktur. Berdasarkan hasil penilaiannya, E-Modul dinyatakan layak digunakan dengan perbaikan sesuai masukan yang telah disampaikan.

Validasi ahli media dilakukan oleh 2 ahli dari prodi Pendidikan Teknik Bangunan. Hasil validasi oleh ahli media dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil Penilaian oleh Ahli Media

Indikator yang Dinilai	Jumlah Butir	Total Skor	Responden x Indikator	Skor Rata-Rata	Presentase (%)	Kategori
Kesuaian Media Pembelajaran	5	36	10	3,60	90%	Sangat Layak
Kemudahan Pengoprasian Media	5	38	10	3,80	95%	Sangat Layak
Tampilan Media Pembelajaran	15	103	10	3,43	85,83%	Sangat Layak
Rata-Rata Total					90,27%	Sangat Layak



Gambar 2. Grafik Diagram Batang Penilaian Ahli Media

Berdasarkan hasil penilaian kedua validator ahli media, keseluruhan respon ahli media terhadap produk E-Modul yang dikembangkan mencapai angka 90,27%. Sesuai dengan kriteria interpretasi kelayakan, maka media di dalam e-modul tersebut, termasuk dalam kategori “Sangat Layak” untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Validasi pertama dilakukan oleh Bapak Drs. Bambang Sugiyarto, M.T. Kesimpulan yang diberikan adalah tidak ada saran perbaikan atau revisi, sehingga media E-Modul ini layak digunakan tanpa revisi. Validasi kedua dilakukan oleh Bapak Listiyono Budi, S.Pd.,M.T. Kesimpulan yang diberikan tidak ada perbaikan atau revisi namun diberikan saran berupa memperpendek link eksternal E-Modul sehingga mudah diakses apabila terkendala dengan QR Code. Namun secara keseluruhan media E-Modul layak digunakan tanpa revisi.

b) Revisi E-Modul

Proses revisi produk dilakukan berdasarkan masukan dan saran yang diberikan oleh para validator, baik dari aspek materi maupun media. Tujuan utama dari revisi ini adalah untuk menyempurnakan E-Modul agar kualitasnya semakin optimal dan sesuai dengan standar kelayakan sebagai media pembelajaran yang efektif. Masukan dari validator menjadi dasar yang penting dalam pengembangan lebih lanjut, sehingga E-Modul yang dihasilkan tidak hanya valid secara isi, namun juga praktis dan mudah digunakan oleh siswa. Berikut ini merupakan tabel catatan revisi produk E-Modul yang memuat saran dari validator serta tindak lanjut atau hasil revisi yang telah dilakukan:

Tabel 4. Rekapitulasi Revisi E-Modul

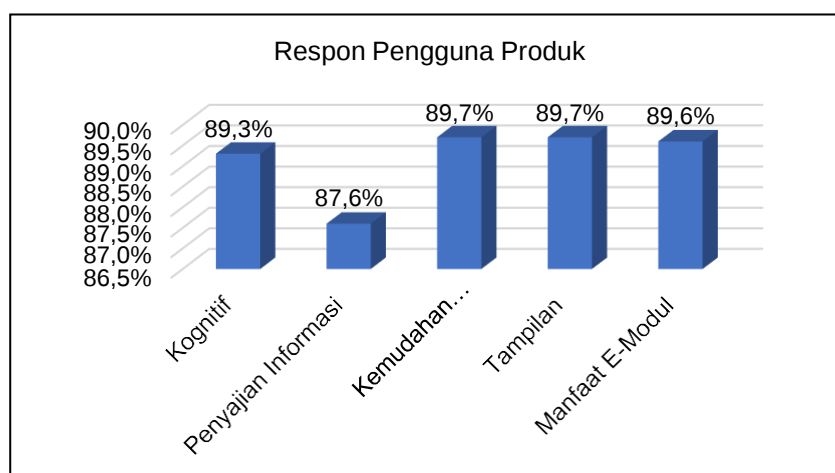
No.	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
1	Pada peta materi bagian akhir tertulis "Menghitung data hasil pengukuran"	Pada peta materi bagian akhir sudah tertulis "Menganalisis data hasil pengukuran"
2	Pada judul gambar nomor 9 terdapat kesalahan penulisan , yaitu "Payung"	Pada judul gambar no 9 sudah diperbaiki menjadi "Payung"
3	Penulisan "Poligon" masih belum konsisten masih beberapa yang tertulis "Polygon"	Penulisan sudah diperbaiki menjadi "Poligon" semua.
4	Pada bagian theodolite belum diberi keterangan	Pada bagian theodolite sudah diberi keterangan.
5	Pada asesmen belum dilengkapi rubrik penilaian	Pada asesmen sudah dilengkapi rubrik penilaian
6	Link E-modul belum dipersingkat	Link E-modul sudah dipersingkat

a) Penilaian Pengguna Produk

Setelah melalui tahap validasi, produk E-Modul disebar secara terbatas untuk mendapat masukan langsung dari pengguna. Penilaian ini dilakukan kepada siswa kelas X program keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan di SMK Negeri 1 Magelang yang telah menerima materi pengukuran Poligon Tertutup dalam pembelajaran. Tujuan dari penilaian ini adalah untuk melihat respon siswa terhadap tampilan, isi, dan interaktivitas E-Modul.

Tabel 5. Hasil Respon Pengguna Produk

Indikator yang Dinilai	Jumlah Butir	Total Skor	Responden x Indikator	Skor Rata-Rata	Presentase (%)	Kategori
Kognitif	4	486	136	3,57	89,3%	Sangat Layak
Penyajian Informasi	6	715	204	3,50	87,6%	Sangat Layak
Kemudahan Navigasi	4	488	136	3,58	89,7%	Sangat Layak
Tampilan	4	488	136	3,58	89,7%	Sangat Layak
Manfaat E- Modul	5	609	170	3,58	89,6%	Sangat Layak
Rata-Rata Total					90,27%	Sangat Layak



Gambar 3. Grafik Diagram Batang Penilaian Pengguna Produk

Berdasarkan hasil penilaian pengguna produk persentase keseluruhan respon siswa terhadap produk E-Modul yang dikembangkan mencapai angka 89,18%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa E-Modul memperoleh penilaian sangat positif dari pengguna (siswa kelas X TKP). Jika mengacu pada kriteria kelayakan produk, nilai tersebut termasuk dalam kategori Sangat Layak.

Dengan demikian, E-Modul Elemen Ukur Tanah materi Poligon Tertutup ini dinilai sangat baik dan sangat sesuai untuk digunakan sebagai media pembelajaran, karena mampu memenuhi

harapan siswa baik dari segi isi materi, penyajian, navigasi, tampilan visual, maupun manfaat pembelajaran yang diberikannya.

b) Pembahasan

Penelitian pengembangan E-Modul Elemen Ukur Tanah materi Pengukuran Poligon Tertutup berbantu media 3D interaktif ini dilatarbelakangi oleh hasil pra-riset yang dilakukan peneliti di SMK Negeri 1 Magelang, khususnya pada Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan (TKP). Berdasarkan wawancara dengan guru pengampu dan penyebaran angket kepada siswa fase E, ditemukan bahwa media pembelajaran yang digunakan masih terbatas pada modul cetak dan penjelasan konvensional.

Hasil pra-riset pada siswa menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan memahami materi pengukuran poligon tertutup karena media pembelajaran yang digunakan masih konvensional. Sebagian besar siswa menyatakan lebih mudah memahami materi melalui media visual seperti animasi dan 3D. Oleh karena itu, pengembangan e-modul berbasis media interaktif 3D dinilai relevan dan dibutuhkan sebagai solusi pembelajaran yang lebih menarik, kontekstual, dan efektif bagi siswa fase E TKP di SMK Negeri 1 Magelang. Hal ini didukung oleh penelitian dari Harahap dkk. (2020), bahwa dengan fitur-fitur 3D interaktif tersebut pada E-Modul membuat proses pembelajaran lebih menarik dan mudah dipahami.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* dengan model 4D (Thiagarajan, 1974). Namun pada penelitian ini hanya terdiri dari 3 tahapan, yaitu *Define*, *Design* dan *Develop* tanpa adanya *Disseminate* atau penyebarluasan karena keterbatasan waktu.

Pada tahap pendefinisian (*define*), peneliti melakukan analisis kebutuhan sebagai dasar awal pengembangan E-Modul. Analisis ini meliputi kajian terhadap kurikulum yang berlaku, karakteristik siswa fase E Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan, serta temuan dari hasil pra-riset melalui wawancara dengan guru dan penyebaran angket kepada siswa. Tahap ini bertujuan untuk merumuskan landasan pengembangan e-modul yang sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan dan arah pengembangan media pembelajaran yang relevan dan kontekstual.

Selanjutnya pada tahap perancangan (*design*), dilakukan penyusunan kerangka atau struktur e-modul, pemilihan dan penulisan materi, serta perancangan tampilan visual yang menarik dan interaktif. Perancangan terfokus pada integrasi media interaktif 3D agar mampu membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep-konsep pengukuran poligon tertutup secara lebih mudah dipahami. Desain ini mempertimbangkan aspek kognitif, estetika, serta kemudahan penggunaan bagi siswa. Software yang dipakai untuk membuat E-Modul ini adalah Canva, kemudian 3D Interaktif di buat pada SketchUp serta tampilan flipbook menggunakan Heyzine Flipbook.

Tahap pengembangan (*develop*), di mana E-Modul mulai diwujudkan dalam bentuk produk digital yang utuh. Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kesesuaian isi, tampilan, serta kualitas teknis dan kognitifnya. Setelah itu, dilakukan penilaian terhadap pengguna produk yaitu kepada siswa untuk memperoleh masukan terkait efektivitas dan keterpakaian e-modul dalam proses pembelajaran. Proses ini memastikan bahwa e-modul yang dihasilkan layak digunakan dan sesuai dengan kebutuhan serta karakteristik siswa SMK Program Keahlian TKP.

Kemudian terdapat tahap yang seharusnya menjadi proses akhir dalam pengembangan produk namun tidak dilakukan dalam penelitian ini karena keterbatasan waktu, yaitu tahap diseminasi atau penyebarluasan e-modul kepada pengguna sebenarnya. Pada tahap ini, e-modul 3D interaktif yang telah melewati proses validasi dan uji coba mulai diterapkan secara langsung dalam proses pembelajaran di kelas. Produk hasil pengembangan ini diimplementasikan kepada siswa fase E Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan di SMK Negeri 1 Magelang, yang menjadi sasaran utama dalam penelitian ini.

Tujuan dari tahap diseminasi adalah untuk mengetahui sejauh mana e-modul dapat digunakan secara efektif dalam situasi pembelajaran nyata, serta menilai respons siswa dan guru terhadap implementasi e-modul tersebut. Melalui tahap ini, juga dapat menilai kelayakan e-modul secara menyeluruh, baik dari sisi isi, tampilan visual, keinteraktifan, maupun ketercapaiannya

dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pengukuran poligon tertutup.

Berdasarkan hasil uji validasi yang dilakukan terhadap produk e-modul yang dikembangkan, diperoleh hasil yang sangat memuaskan. Validasi oleh ahli materi menunjukkan tingkat kelayakan sebesar 95,33% , yang termasuk dalam kategori Sangat Layak . Namun, dari hasil validasi tersebut beberapa saran perbaikan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas E-Modul. Beberapa masukan dari ahli materi pertama antara lain perlunya penyesuaian pada bagian peta materi di akhir submateri agar lebih tepat, yaitu dengan menuliskan "menganalisis data hasil pengukuran" untuk memberikan wawasan tahapan berpikir kepada siswa. Selain itu, ketelitian dalam penulisan judul gambar juga perlu diperhatikan, khususnya pada Gambar 9, agar tidak menimbulkan kebingungan dalam memahami isi visual. Penulisan istilah "Poligon" juga disarankan untuk digunakan secara konsisten di seluruh isi modul guna menjaga keseragaman istilah teknis.

Kemudian hasil validasi dari ahli materi kedua juga memberikan beberapa masukan penting. Di antaranya yaitu penambahan keterangan pada gambar bagian-bagian theodolite agar siswa lebih mudah mengidentifikasi komponen dan fungsinya secara visual. Selain itu, pada bagian asesmen pembelajaran, validator menyarankan agar dilengkapi dengan rubrik penilaian untuk memberikan acuan penilaian yang objektif dan transparan bagi guru dan siswa. Berdasarkan masukan tersebut, dilakukan perbaikan terhadap E-Modul sehingga dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran dalam mendukung materi pengukuran poligon tertutup di SMK Negeri 1 Magelang.

Hasil validasi oleh ahli media mencapai angka 90,27%. Sesuai dengan kriteria interpretasi kelayakan, maka media di dalam e-modul tersebut, termasuk dalam kategori "Sangat Layak" untuk digunakan dalam proses pembelajaran, berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli media pertama, e-modul dinyatakan layak digunakan tanpa memerlukan revisi. Maka, e-modul sudah memenuhi kriteria kelayakan isi dan penyajian, sehingga tidak memberikan saran perbaikan. Dengan demikian, media dinyatakan langsung layak digunakan dalam pembelajaran.

Validasi oleh ahli media kedua tidak ada saran revisi terhadap isi maupun desain tampilan, namun beliau memberikan masukan tambahan berupa penyederhanaan atau pemendekan link eksternal yang tercantum dalam E-Modul. Hal ini bertujuan agar akses ke sumber tambahan tetap dapat dilakukan dengan mudah apabila siswa mengalami kendala dalam memindai QR Code. Secara keseluruhan, hasil validasi menunjukkan bahwa E-Modul telah memenuhi standar kelayakan dan siap digunakan sebagai media pembelajaran interaktif pada siswa fase E Teknik Konstruksi dan Perumahan.

Setelah dilakukan validasi oleh ahli materi dan media, kemudian e-modul diberikan kepada siswa fase E TKP untuk dinilai dan melihat respon siswa terhadap e-modul yang sudah dikembangkan. Berdasarkan hasil penilaian pengguna produk persentase keseluruhan respon siswa terhadap produk E- Modul yang dikembangkan mencapai angka 89,18%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa E-Modul memperoleh penilaian sangat positif dari pengguna (siswa fase E TKP). Jika mengacu pada kriteria kelayakan produk, nilai tersebut termasuk dalam kategori Sangat Layak.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Annisa Handini Putri (2024), di mana kelayakan media dalam bentuk e-modul mencapai 97% dan kelayakan materi sebesar 95%, yang juga termasuk dalam kategori Sangat Layak. Penelitian lain oleh Riyad Hanafi, Arris Maulana, dan Rosmawita Saleh (2024) turut memperkuat temuan ini, dengan hasil validasi modul mencapai 83,59% untuk aspek materi dan 86,67% untuk aspek media. Dengan demikian, temuan penelitian ini tidak hanya memperkuat hasil-hasil sebelumnya, tetapi juga menegaskan bahwa pengembangan e-modul berbasis media 3D interaktif mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif bagi siswa SMK, khususnya dalam mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan.

Pada akhir hasil pengembangan adalah e-modul elemen Ukur Tanah materi Poligon Tertutup adalah berupa e-modul model flipbook. E-Modul yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas tiga bagian utama. Bagian awal mencakup elemen-elemen pembuka seperti cover, identitas penyusun, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, peta konsep, petunjuk penggunaan dalam E-Modul. Pada bagian inti disajikan materi pembelajaran, asesmen, dan rangkuman untuk

memperkuat pemahaman siswa. Sementara itu, bagian akhir memuat rubrik penilaian dan jelajah materi.

Secara keseluruhan, terdapat tiga pokok bahasan utama dalam E-Modul ini, yaitu: (1) Macam-macam alat ukur tanah untuk pengukuran poligon tertutup, (2) Prosedur pengoprasian theodolite (3) Pengukuran poligon tertutup menggunakan theodolite. E-Modul yang telah dikembangkan selanjutnya diserahkan kepada guru pengampu mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan. E-Modul ini dapat diakses melalui tautan berikut: https://bit.ly/modul_poligontertutup.

Produk akhir yang telah dikembangkan memiliki sejumlah kelebihan. Salah satunya adalah bentuknya yang berupa E-Modul digital, sehingga tidak memerlukan media fisik yang harus dibawa saat proses pembelajaran berlangsung. Format E-Modul disajikan dalam model *flipbook* dan bisa diunduh jugamenjadi format PDF yang memungkinkan siswa untuk mengakses materi secara offline tanpa memerlukan koneksi internet. Akses internet hanya dibutuhkan pada saat membuka tautan video pembelajaran dan 3Dinteraktif yang disematkan dalam modul.

E-Modul ini juga dapat diakses secara gratis dan tidak memerlukan instalasi khusus, cukup menggunakan perangkat yang sudah terpasang aplikasi pembaca PDF seperti WPS Office, Adobe Acrobat Reader, atau aplikasi sejenis lainnya dan Fitur pendukung dalam model *flipbook* meliputi tombol yang berfungsi untuk mempermudah navigasi antarbab atau antarkonten, serta *hyperlink* eksternal yang mengarahkan pengguna ke situs web atau video pembelajaran yang terintegrasi melalui platform pihak ketiga.

Berdasarkan seluruh hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa E-Modul Elemen Ukur Tanah Materi Poligon Tertutup Berbantu Media 3D Interaktif dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Hal ini dibuktikan melalui hasil validasi oleh ahli materi dan media yang menyatakan modul dalam kategori “Sangat Layak” meskipun ada beberapa perbaikan. serta hasil respon pengguna produk yaitu siswa fase E yang menunjukkan respon positif dengan kategori “Sangat Layak”. E-Modul ini tidak hanya memudahkan siswa dalam mengakses materi secara fleksibel, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik melalui pemanfaatan media visual 3D. Dengan demikian, pengembangan E-Modul ini diharapkan dapat mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif dan menyenangkan pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan Elemen Ukur Tanah pada Materi Pengukuran Poligon Tertutup.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan E-Modul Elemen Ukur Tanah Materi Pengukuran Poligon Tertutup Berbantu Media 3D Interaktif untuk siswa Fase E Program Keahlian Teknik Konstruksi dan Perumahan di SMK Negeri 1 Magelang menggunakan metode 4D, yaitu *Define, Design, Develop, dan Disseminate*, yang dikemas dalam model *flipbook* menggunakan *Heyzine Flipbook*. Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi, ahli media, dan penilaian pengguna, e-modul ini memperoleh kategori *sangat layak* untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran, antara lain bagi guru, e-modul ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran alternatif untuk mendukung proses pembelajaran, khususnya pada materi pengukuran poligon tertutup. Bagi siswa, disarankan untuk memanfaatkan e-modul ini secara maksimal karena telah dirancang dengan fitur interaktif dan visual yang membantu pemahaman serta memudahkan dalam mengakses materi. Untuk peneliti selanjutnya, diharapkan dapat mengembangkan e-modul ini lebih lanjut, baik dengan memperluas cakupan materi maupun menambahkan fitur interaktif lainnya seperti simulasi atau evaluasi otomatis berbasis aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis ADDIE Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- 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>

- Harahap, A., Sucipto, A., & Jupriyadi, J. (2020). Pemanfaatan Augmented Reality (AR) Pada Media Pembelajaran Pengenalan Komponen Elektronika Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Infrastruktur Teknologi Informasi*, 1(1), 20–25. <https://doi.org/10.33365/jiiti.v1i1.266>
- Istiqoma, M., Nani Prihatmi, T., & Anjarwati, R. (2023). Modul Elektronik Sebagai Media Pembelajaran Mandiri. *Prosiding SENIATI*, 7(2), 296–300. <https://doi.org/10.36040/seniati.v7i2.8016>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2024). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka*. (No. 032/H/KR/2024; hlm. 470–476). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. CV Alfabeta.
- Syerlita, R., & Siagian, I. (2024). Dampak Perkembangan Revolusi Industri 4.0 Terhadap Pendidikan Di Era Globalisasi Saat Ini. *Journal on Education*, 7(1), 3507–3515. <https://doi.org/10.31004/joe.v7i1.6945>
- Thifal, M. A. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar Cetak Mata Kuliah Difusi Inovasi Pendidikan Program Studi Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Jakarta* [Skripsi, Universitas Negeri Jakarta]. <http://repository.unj.ac.id/19294/>.