

Pengembangan E-Modul Berbasis *SketchUp* pada Materi Jembatan Rangka Baja di SMK Negeri Dander Bojonegoro

Muchammad Ainur Rofiq^{*1}, Desy Ratna Arthaningtyas²

^{1,2} Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia
Email: muchammadainur.22079@mhs.unesa.ac.id, desyarthaningtyas@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk mengetahui: (1) kelayakan e-modul; (2) peningkatan hasil belajar; dan (3) respon peserta didik. Jenis penelitian menggunakan *Research and Development (RnD)* memanfaatkan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Instrumen untuk penelitian ini berupa angket. Angket digunakan untuk menilai kelayakan e-modul melalui validasi ahli media dan materi. Data penelitian yang dikumpulkan berbentuk kuantitatif. Hasil penelitian membuktikan bahwa: (1) kelayakan e-modul dinyatakan "sangat layak" dengan skor rerata sebesar 95%, sedangkan kelayakan materi dinyatakan "sangat layak" dengan skor rerata sebesar 93%; (2) hasil belajar peserta didik menunjukkan peningkatan kognitif dengan nilai *N-Gain (g)* sebesar 0,9 (kategori tinggi), yang mengindikasikan efektivitas pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman peserta didik.; dan (3) respon peserta didik terhadap penggunaan e-modul juga sangat positif, dengan rata-rata skor 88%. Kesimpulan penelitian ini adalah e-modul berbasis *SketchUp* dinyatakan layak, efektif, dan diterima dengan baik oleh peserta didik, serta memiliki keunggulan dibanding bahan ajar sebelumnya karena mampu menyajikan visualisasi tiga dimensi yang lebih interaktif. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul dapat menjadi alternatif bahan ajar yang penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran pada materi jembatan rangka baja di SMK.

Kata kunci: *e-modul berbasis sketchUp, hasil belajar, model 4D, .*

Abstract

This research and development aims to find out: (1) the feasibility of e-modules; (2) improvement of learning outcomes; and (3) student responses. The type of research uses *Research and Development (RnD)* utilizing the 4D development model (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). The instrument for this research is in the form of a questionnaire. The questionnaire is used to assess the feasibility of the e-module through the validation of media and material experts. The research data collected is quantitative. The results of the study prove that: (1) the feasibility of the e-module was declared "very feasible" with an average score of 95%, while the feasibility of the material was declared "very feasible" with an average score of 93%; (2) students' learning outcomes showed cognitive improvement with an *N-Gain value (g)* of 0.9 (high category), which indicates the effectiveness of learning in improving students' understanding; and (3) students' responses to the use of e-modules were also very positive, with an average score of 88%. The conclusion of this study is that the *SketchUp*-based e-module is declared feasible, effective, and well accepted by students, and has advantages over previous teaching materials because it is able to present a more interactive three-dimensional visualization. These results show that e-modules can be an important alternative teaching material in improving the quality of learning in steel frame bridge materials at vocational schools.

Keywords: *4D model, learning outcomes, sketchUp-based e-module.*

1. PENDAHULUAN

Di era digital saat ini, teknologi telah memainkan peran penting dalam transformasi pendidikan dengan membuka berbagai peluang untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Pendidikan merupakan suatu proses interaksi antara peserta didik dan pendidik (Subroto et al., 2023). Pendidik berperan dalam membantu serta mendukung peserta didik agar tidak merasa bosan maupun jenuh dalam

mengikuti kegiatan pembelajaran di sekolah (Hanina et al., 2021). Hal ini dikarenakan proses pembelajaran yang berlangsung secara terus-menerus dan cenderung monoton dapat menurunkan minat belajar peserta didik. Oleh karena itu, peserta didik membutuhkan suasana dan kondisi belajar yang bervariasi agar lebih menarik dan tidak membosankan (Rikawati & Sitinjak, 2020).

Peran guru dalam menghadirkan inovasi pembelajaran menjadi sangat penting untuk mengatasi permasalahan dalam kegiatan belajar mengajar (Harlin & Arini, 2023). Inovasi tersebut bertujuan agar peserta didik memiliki minat belajar yang tinggi serta mampu memahami materi yang disampaikan dengan baik (Sari, 2021). Pembelajaran yang menarik dan mudah dipahami akan memberikan dampak positif terhadap peningkatan minat belajar peserta didik serta menciptakan suasana pembelajaran yang interaktif (Hermuni, 2025).

Untuk menunjang proses pembelajaran yang lebih efektif dan menarik, diperlukan bahan ajar yang sesuai dan berkualitas. Bahan ajar memiliki peran penting dalam membantu mencapai tujuan pembelajaran (Misrawati & Suryana, 2021). Ketidakjelasan atau kesulitan dalam penyampaian materi dapat diatasi melalui penggunaan bahan ajar sebagai media bantu dalam menjelaskan materi secara lebih sistematis dan menarik. Oleh karena itu, pemilihan dan penggunaan bahan ajar harus disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik serta perkembangan teknologi saat ini agar pembelajaran dapat berlangsung secara optimal (Ginting, 2023).

Pada Kompetensi Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (DPIB) fase F, peserta didik dituntut untuk mampu menggambar 2D dan 3D serta memahami konstruksi jalan dan jembatan menggunakan perangkat lunak desain yang relevan dengan dunia kerja. Peserta didik tidak hanya dituntut menguasai teori, tetapi juga harus mampu memvisualisasikan konsep secara nyata (Anggorowati, 2026). Salah satu mata pelajaran yang memerlukan pemahaman mendalam adalah Konsentrasi Keahlian. Materi pada mata pelajaran ini tergolong kompleks karena berkaitan langsung dengan struktur jalan dan jembatan yang sulit dipahami jika hanya disampaikan melalui penjelasan verbal atau gambar dua dimensi (Ghofar et al., 2025).

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan peneliti selama pelaksanaan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMK Negeri Dander Bojonegoro, ditemukan beberapa permasalahan dalam proses pembelajaran pada mata pelajaran Konsentrasi Keahlian, khususnya pada materi jembatan rangka baja. Permasalahan tersebut antara lain peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami penjelasan guru karena keterbatasan bahan ajar yang digunakan. Selain itu, sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan bentuk dan struktur jembatan, karena materi yang disampaikan masih berupa gambar dua dimensi. Hal ini berdampak pada rendahnya hasil belajar peserta didik.

Berdasarkan data yang diperoleh dari guru pengampu mata pelajaran konsentrasi keahlian, hasil Uji Kompetensi peserta didik tahun ajaran 2023/2024 menunjukkan bahwa sekitar 47% peserta didik memperoleh nilai di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Hal ini menunjukkan bahwa hasil belajar peserta didik masih tergolong rendah dan perlu adanya upaya perbaikan dalam proses pembelajaran.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, diperlukan inovasi dalam penggunaan bahan ajar yang mampu mendukung pembelajaran secara mandiri, interaktif, dan efektif (Kaamilah et al., 2024). Salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah bahan ajar berupa e-modul berbasis *SketchUp* yang dipadukan dengan pemanfaatan platform visualisasi 3D seperti *Sketchfab*. *SketchUp* digunakan sebagai perangkat lunak untuk merancang dan membuat model 3D konstruksi, sedangkan *Sketchfab* dimanfaatkan sebagai media visualisasi interaktif yang memungkinkan peserta didik untuk mengamati model secara lebih detail dari berbagai sudut pandang (Sembung & Nengah, 2023). Dengan adanya kombinasi kedua teknologi tersebut, peserta didik diharapkan dapat lebih mudah memahami bentuk, detail struktur, serta konsep konstruksi jalan dan jembatan secara lebih nyata.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa e-modul dapat meningkatkan pemahaman peserta didik karena dilengkapi dengan berbagai fitur seperti video pembelajaran, navigasi interaktif, serta evaluasi yang dapat diakses secara fleksibel melalui perangkat digital (Haryadi & Zalfa, 2021). Selain itu, e-modul yang dikembangkan juga dilengkapi dengan fitur *QR Code*, tautan otomatis

(*automatic link*), serta materi yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran sehingga dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi (Setiami & Maulana, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pengembangan e-modul berbasis *SketchUp* yang terintegrasi dengan *Sketchfab* diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas XI DPIB pada materi jembatan rangka baja di SMK Negeri Dander Bojonegoro. penelitian ini bertujuan mengembangkan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* serta menganalisis kelayakan produknya melalui penilaian ahli, mengetahui peningkatan hasil belajar setelah penggunaan e-modul serta uji respon peserta didik.

2. METODE PENELITIAN

Isi Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan *Research and Development (RnD)*. Model penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4-D (*four-D*). Model pengembangan 4D terdiri dari 4 tahap utama yaitu *Define* (Pendefinisian) meliputi tahap analisis awal, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas dan analisis perumusan tujuan pembelajaran. *Design* (Perancangan) yang meliputi tahap penyusunan garis besar media, pemilihan media, pemilihan format dan desain awal. *Development* (Pengembangan) yang meliputi validasi ahli dan uji coba produk. *Disseminate* (Penyebaran) yaitu tahap penyebarluasan media yang telah digunakan agar dapat dipakai oleh banyak pihak yang memerlukan.

Penelitian ini mengambil subjek penelitian diantaranya : (1) satu orang dosen dari Universitas Negeri Surabaya dan dua orang guru pengampu mata pelajaran konsentrasi keahlian di SMK Negeri Dander Bojonegoro sebagai validator dari kelayakan bahan ajar dan materi; (2) Seluruh peserta didik kelas XI DPIB dari SMK Negeri Dander Bojonegoro sejumlah 36 peserta didik sebagai pengguna e-modul yang berpartisipasi dalam pengisian instrumen angket respons penerapan e-modul dan instrumen tes berupa soal *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui hasil belajar peserta didik terhadap penerapan e-modul. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tes dan angket. Instrumen tes digunakan untuk mengetahui hasil belajar peserta didik setelah penerapan e-modul. Instrumen angket terdiri dari instrumen validasi oleh para ahli (ahli materi dan media) dan instrumen respons peserta didik.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu teknik analisis kualitatif dan teknik analisis kuantitatif. Analisis kualitatif dilaksanakan secara deskriptif kualitatif. Analisis ini digunakan untuk hasil data yang berbentuk dekripsi atau selain angka seperti komentar, saran, dan kritik dalam angket validasi oleh ahli dan angket respon peserta didik. Data kualitatif akan dianalisis dengan ditafsirkan secara langsung untuk menyusun kesimpulan penelitian melalui kategorisasi berdasarkan masalah dan tujuan penelitian. Sedangkan analisis kuantitatif digunakan untuk menganalisa hasil data berupa skor/angka yang didapat dari angket validasi oleh ahli, angket respon peserta didik, serta nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik.

Data angket kelayakan dalam penelitian ini dianalisis menggunakan skala *likert*, seperti dalam tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validasi

Skor Penilaian	Kriteria
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup Baik
2	Kurang Baik
1	Sangat Kurang Baik

Hasil penilaian kemudian diubah dalam bentuk persentase dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P (\%) = \frac{\Sigma F}{N \times I \times R} \times 100\%$$

Keterangan:

- P = Hasil persentase
 ΣF = Jumlah total jawaban validator
 N = Skor tertinggi dalam angket
 I = Jumlah pertanyaan dalam angket
 R = Jumlah validator

Presentase penilaian kelayakan e-modul dan materi yang telah diperoleh kemudian ditransformasikan ke dalam kalimat deskripsi dengan menggunakan tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Kriteria interpretasi skor kelayakan perangkat penelitian

Persentase	Interpretasi
76% - 100%	Sangat Layak
56% - 75%	Layak
40% - 55%	Kurang Layak
0% - 39%	Tidak Layak

Penilaian hasil belajar peserta didik dalam presentase dihitung dengan rumus: (Cahyono, 2017)

$$S = \frac{R}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

- S = Persentase nilai belajar peserta didik
 R = Jumlah skor siswa
 N = Skor maksimal

Dikelas XI DPIB SMK Negeri Dander Bojonegoro, hasil belajar individual pada mata Pelajaran konsentrasi keahlian adalah Tuntas (T), kategori peserta didik dengan skor >80%. Tidak Tuntas (TT), kategori peserta didik yang memiliki skor ≤ 80%.

Selanjutnya, nilai dihitung menggunakan rumus *N-Gain* untuk mengukur peningkatan hasil belajar. Berikut rumusnya:

$$N-Gain = \frac{S. \text{ posttest} - S. \text{ pretest}}{\text{skor maksimum} - S. \text{ pretest}}$$

Hasil perhitungan yang didapat dari rumus *N-Gain*, maka Langkah selanjutnya nilai dikategorikan dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Kategori Nilai N-gain

Nilai N-gain	Kategori
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Penelitian ini juga dipergunakan angket sebagai alat pengumpulan data untuk mendapatkan respon atau tanggapan peserta didik terhadap bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* yang kemudian diolah dengan cara sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

P : presentase jawaban

F : frekuesnsi setiap jawaban

n : jumlah responden

Hasil perhitungan yang didapat dari rumus persentase diatas, maka Langkah selanjutnya nilai dikategorikan dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4. Kategori Interval

Interval	Kategori
$0 < \text{skor} \leq 15$	Sangat Tidak Setuju
$16 < \text{skor} \leq 30$	Tidak Setuju
$31 < \text{skor} \leq 45$	Setuju
$46 < \text{skor} \leq 60$	Sangat Setuju

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan analisis kelayakan media dalam penelitian ini dilakukan analisis- analisis awal untuk membuat suatu media berdasarkan masalah yang ada pada sekolah tersebut. Dari berbagai masalah yang ada diambil satu masalah dari kelas XI DPIB di SMK Negeri Dander Bojonegoro. Adapaun Langkah-langkah yang diambil dalam pembuatan bahan ajar dijabarkan sebagai berikut:

3.1 Define (Pendefinisian)

Tahap ini dilakukan beberapa analisis untuk menggali permasalahan yang terjadi dan sejauh mana pengembangan yang perlu dilakukan. Adapun analisis pada tahap ini yaitu, analisis awal-akhir (*Front-end Analysis*), analisis peserta didik (*Leaner Analysis*), analisis konsep (*Concept Analysis*), analisis tugas (*Task Analysis*), perumusan tujuan pembelajaran (*Specifying Instructional Objectives*).

Analisis pertama pada tahap ini adalah analisis awal-akhir yang dilakukan melalui observasi dari hasil program pengamatan Pengenalan selama Lapangan Persekolahan (PLP) tahun 2025 dan hasil diskusi dengan guru Berdasarkan hasil pengamatan yang sudah dilakukan peneliti yakni tidak adanya bahan ajar dalam proses belajar mengajar. Pada saat memberikan materi pada materi jembatan rangka baja, Metode yang digunakan pendidik hanya ceramah dan media yang digunakan berupa papan tulis, *LCD Proyektor*, *powerpoint* akibatnya, peserta didik merasa kesulitan dalam memahami materi dan sulit memvisualisasikan struktur jembatan yang dijelaskan oleh guru karena hanya menggunakan gambar 2D dan memilih main handphone. sehingga bedampak negative terhadap hasil belajar mereka. Hal ini tercermin dari capaian nilai peserta didik dalam mata pelajaran konsentrasi keahlian, di mana rata-rata nilai Ujian Harian peserta didik berada di bawah standar yang telah ditetapkan, yakni tidak mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebagaimana yang ditentukan oleh pihak sekolah.

Sesudah dijalankannya analisis awal-akhir, tahap selanjutnya adalah analisis peserta didik untuk menelaah karakteristik dan kemampuan belajar peserta didik. Karakteristik dan kemampuan belajar peserta didik cenderung lebih cepat memahami materi ketika ditunjukkan secara langsung visual gambar 3D dari materi yang dipelajari, Selain itu, kebanyakan peserta didik masih kurang memiliki keinginan untuk belajar mandiri. Kebanyakan peserta didik masih mengandalkan temannya dalam mengerjakan tugas dan sering bertanya kepada gurunya. Oleh karena itu, pengembangan e-modul ini dibuat dengan menampilkan visualisasi gambar 3D dari materi dan memungkinkan peserta didik untuk fokus belajar mandiri.

Analisis selanjutnya dilakukan analisis konsep, Materi yang dipilih dalam pengembangan bahan ajar e-modul ini adalah elemen desain pemodelan jalan dan jembatan pada materi jembatan rangka baja. Konsep ini menjadi sangat penting karena merupakan dasar pengetahuan bagi peserta didik untuk memahami tahapan selanjutnya dalam proses pembelajaran, seperti menggambar konstruksi 2D dan 3D serta membuat visualisasi animasi menggunakan teknologi Building Information Modeling (BIM). Materi konsep tersebut secara umum mengandung informasi teknis yang spesifik, memuat istilah-istilah teknis dalam dunia konstruksi, serta memerlukan pemahaman visual terhadap bentuk dan fungsi masing

masing bagian jembatan rangka baja. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang mampu menyajikan materi secara sistematis, visual, dan mudah dipahami oleh peserta didik. Penggunaan e-modul sebagai bahan ajar sangat cocok karena mampu menggabungkan teks ringkas, gambar ilustratif, dan bahkan tautan ke sumber visual lainnya seperti desain model 3D interaktif yang dapat diputar (*rotate*), diperbesar (*zoom*), dan diamati dari berbagai sudut pandang. Sehingga membantu peserta didik memahami konsep secara lebih menyeluruh. Dari yang sudah dijelaskan maka, analisis konsep bisa dijabarkan sebagai berikut: (a) Capaian pembelajaran pada materi jembatan rangka baja berdasarkan kurikulum Merdeka Belajar pada jurusan DPIB fase F atau kelas XI, (b) Spesifikasi pengembangan bahan ajar e-modul materi jembatan rangka baja berbasis link atau tautan yang berisi bahan ajar e-modul dengan format *heizen flipbook* file. Peserta didik hanya perlu menyimpan tautan tersebut, selanjutnya peserta didik dapat mengakses tautan tersebut untuk bahan ajar kapanpun dengan koneksi internet.

Selanjutnya, Setelah analisis konsep selesai, Kemudian dilakukan analisis tugas, Kegiatan ini dilakukan untuk menentukan materi berdasarkan saran yang telah didapat ketika diskusi bersama guru pengampu Mata Pelajaran Konsentrasi Keahlian. Permasalahan kelas XI DPIB di SMK Negeri Dander Bojonegoro adalah peserta didik kurang memahami materi klasifikasi jembatan terutama pada jembatan rangka baja yang cukup kompleks dikarenakan materi yang disampaikan hanya berupa 2D. Tugas yang diberikan oleh pendidik ke peserta didik juga belum terkonsep rapi, maka dari itu dibuat tugas didalam bahan ajar e-modul yang terangkum dan peserta didik bisa melihat dan mengerjakan tugas soal evaluasi secara langsung.

Analisis terakhir pada tahap ini adalah perumusan tujuan pembelajaran. Pada perumusan tujuan pembelajaran ini menunjukkan tujuan akhir pembelajaran yang akan dicapai yaitu memudahkan peserta didik dalam memahami materi jembatan rangka baja, serta peserta didik secara mandiri dapat mengulang materi kapanpun dan dimanapun. Perumusan tujuan pembelajaran ini didapat setelah mengetahui kendala peserta didik yang kurang begitu memahami materi yang dijelaskan pendidik hanya dengan media *power point* dan secara lisan saja.

3.2 Design (Perancangan)

Tahap design (perancangan) terdapat beberapa tahap diantaranya, penyusunan standar tes, pemilihan media, pemilihan format, dan rancangan awal.

Analisis pertama pada tahap ini adalah Penyusunan standar tes Penelitian ini memanfaatkan instrumen tes kognitif berbentuk soal pilihan ganda sebagai alat ukur pencapaian tujuan pembelajaran peserta didik setelah menerima jembatan rangka baja melalui bahan ajar e-modul. Soal-soal yang digunakan dirancang dalam bentuk pilihan ganda dan disusun berdasarkan taksonomi kognitif dengan alur berupa soal *pretest* sebelum memulai pembelajaran, kemudian diberikan soal *posttest* setelah materi pembelajaran berakhir. Soal *pretest* dan *posttest* berjumlah 25 soal pilihan ganda dengan 4 pilihan jawaban.

Selanjutnya dilakukan tahap pemilihan media bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp*. Hal ini disesuaikan dengan mempertimbangkan kebutuhan peserta didik berdasarkan analisis *define*. Bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* sangat efisien dengan pengoperasian melalui handphone dan berupa *link* yang dapat diakses dengan bantuan internet. Tampilan e-modul dengan format yang menarik dapat memotivasi peserta didik untuk belajar serta mudah diakses Dimana saja dan kapan saja. E-modul akan ditampilkan dengan menggunakan format akhir *heyzine flipbook*.

Setelah pemilihan media dilanjutkan dengan pemilihan format, format bahan ajar e-modul merupakan deskripsi dan gambaran umum mengenai susunan komponen isi serta format penyajian bahan ajar yang dirancang sebagai pedoman bagi peneliti dalam menyusun materi ajar berbasis digital. Penyusunan format ini bertujuan untuk memastikan bahwa informasi yang disampaikan dalam bahan ajar e-modul tersusun secara sistematis, mudah dipahami, serta relevan dengan kompetensi yang ingin dicapai. Komponen isi yang disajikan dalam e-modul meliputi: 1) pengertian jembatan rangka baja, 2) jenis jembatan rangka baja, dan 3) komponen struktur jembatan rangka baja. Ketiga komponen tersebut

3.3 Development (Pengembangan)

Tahap ini terdiri dari validasi ahli dan uji coba e-modul. Validasi ahli diberikan kepada 3 validator ahli media bahan ajar e-modul dan ahli materi e-modul. Hasil validasi bahan ajar dan materi e-modul dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Validasi Kelayakan E-modul

Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
Isi	97%	Sangat Layak
Bahasa	90%	Sangat Layak
Perwajahan dan Tata letak	98%	Sangat Layak
Daya tarik dan Penggunaan	93%	Sangat Layak
Rerata	95%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi e-modul berbasis *SketchUp* diperoleh hasil validasi dari para ahli yaitu pada aspek isi mendapatkan nilai rata-rata 97%, pada aspek bahasa mendapatkan nilai rata-rata 90%, pada aspek perwajahan dan tata letak mendapatkan nilai rata-rata 98%, dan pada aspek daya Tarik dan penggunaan mendapatkan nilai rata-rata 93%. dari keempat aspek diperoleh rata-rata secara keseluruhan adalah sebesar 95% dengan kategori “**Sangat Layak**” untuk digunakan dalam pembelajaran dan tidak memerlukan revisi yang signifikan.

Tabel 6. Hasil Validasi Materi

Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
Kesesuaian Materi	93%	Sangat Layak
Keakuratan dan Kedalaman Materi	95%	Sangat Layak
Penyajian Materi	90%	Sangat Layak
Bahasa	96%	Sangat Layak
Rerata	93%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi materi diperoleh hasil validasi dari para ahli yaitu pada aspek kesesuaian materi mendapatkan nilai rata-rata 93%, pada aspek keakuratan dan kedalaman materi mendapatkan nilai rata-rata 95%, pada aspek penyajian materi mendapatkan nilai rata-rata 90%, pada aspek bahasa mendapatkan nilai rata-rata 96%. dari keempat aspek diperoleh rata-rata secara keseluruhan adalah sebesar 93% dengan kategori “**Sangat Layak**” untuk digunakan dalam pembelajaran.

Adapun data hasil perolehan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik dapat dilihat secara rinci pada Tabel 7, yang menyajikan informasi mengenai perkembangan pencapaian belajar peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp*.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Belajar Peserta Didik

Aspek Penilaian	Pretest	Posttest
Tuntas	4	36
Tidak Tuntas	32	0
Jumlah Peserta	36	36
Rerata Nilai	64,5	97

Berdasarkan data pada Tabel 7, diketahui bahwa jumlah peserta didik di kelas XI DPIB adalah sebanyak 36 orang. Rata-rata nilai *pretest* yang diperoleh peserta didik sebelum penggunaan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* adalah sebesar 64,50. Setelah dilakukan pembelajaran menggunakan e-bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp*, rata-rata nilai *posttest* meningkat menjadi 97. Selisih rata-rata antara nilai *pre-test* dan *post-test* adalah sebesar 32,50.

Setelah diketahui rata-rata nilai *pretest* dan *posttest*. Maka untuk mengetahui peningkatan hasil belajar menggunakan rumus *N-Gain*:

$$N = \frac{97 - 64,50}{100 - 64,50} = 0,91$$

Berdasarkan hasil perhitungan peningkatan hasil belajar peserta didik menggunakan rumus *N-Gain*, diperoleh nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,91. nilai tersebut termasuk dalam kategori "tinggi".

Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil belajar peserta didik setelah penerapan pembelajaran menggunakan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp*. Peningkatan yang berada pada kategori tinggi mengindikasikan bahwa bahan ajar yang digunakan cukup efektif dalam membantu peserta didik memahami materi yang diajarkan.

Setelah pelaksanaan pembelajaran menggunakan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* dan juga pelaksanaan tes soal pilihan ganda untuk mengetahui perolehan ketuntasan belajar peserta didik, selanjutnya dilakukan pengumpulan nilai respon peserta didik terhadap pelaksanaan pembelajaran menggunakan e-modul berbasis *SketchUp* pada materi jembatan rangka baja. Data respon peserta didik ini menjadi umpan balik yang tertuang pada butir pernyataan angket, selanjutnya data yang diperoleh akan diolah menggunakan *software excel* agar menemukan kesimpulan apakah penerapan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* ini bersifat positif dan dapat diterima oleh peserta didik. Setelah seluruh data respon dianalisis maka hasil akhir keseluruhan dari respon peserta didik dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Akhir Analisis Respon Peserta Didik

Interval	Kategori	Frekuensi	Presentase
$0 < \text{skor} \leq 15$	Sangat tidak setuju	0	0
$16 < \text{skor} \leq 30$	Tidak setuju	0	0
$31 < \text{skor} \leq 45$	Setuju	0	0
$46 < \text{skor} \leq 60$	Sangat setuju	36	100

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa skor maksimum dari data ialah 60 dan skor minimum ialah 48, dan berdasarkan tabel jumlah responden yang menjawab berdasarkan kategori ialah kategori sangat tidak setuju terdapat frekuensi rata-rata sebanyak 0, kategori tidak setuju terdapat frekuensi rata-rata sebanyak 0, kategori setuju terdapat frekuensi rata-rata sebanyak 0, kategori sangat setuju terdapat frekuensi rata-rata sebanyak 36. Hasil analisis tersebut dapat disimpulkan berdasarkan interval penilaian bahwa rata-rata respon peserta didik adalah "**sangat setuju**" dalam penggunaan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* pada mata Pelajaran konsentrasi keahlian dapat dilihat dari interval $46 < \text{skor} \leq 60$ dengan kategori sangat setuju terdapat frekuensi rata-rata sebesar 36. Data ini menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik memberikan respons positif terhadap penggunaan media e-modul dalam pembelajaran.

3.4 Disseminate (Penyebaran)

Penyebaran luasan produk berupa bahan ajar e-modul ini dilakukan secara internal saja. Internal yang dilandasi disini adalah pendidik pengampu Mata Pelajaran Konsentrasi Keahlian, serta peserta didik kelas XI DPIB di SMK Negeri Dander Bojonegoro. Teknik penyebaran sendiri dilakukan dengan metode link atau tautan. Tautan atau link dapat diakses melalui aplikasi whatsapp dan disebarakan kegrup kelas XI DPIB SMK Negeri Dander Bojonegoro masing-masing.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian pengembangan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* yang telah dilakukan dapat ditarik simpulan untuk kelayakan pengembangan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* pada materi jembatan rangka baja pada Elemen Konstruksi Jalan dan Jembatan kelas

XI DPIB SMKN Dander Bojonegoro mendapatkan skor 95% dengan kategori “Sangat Layak” dan validasi materi oleh ahli mendapatkan skor 93% Dengan kategori “Sangat Layak” maka dapat dikatakan bahwa bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* sangat layak untuk diterapkan. Dan untuk Keefektifan pengembangan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* terhadap hasil belajar peserta didik ditinjau dari nilai soal *pretest-posttest* pada Elemen Desain Pemodelan Konstruksi Jalan dan Jembatan menunjukkan peningkatan ketuntasan belajar, yaitu Berdasarkan hasil perhitungan peningkatan hasil belajar peserta didik menggunakan rumus *N-Gain*, diperoleh nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,9. nilai tersebut termasuk dalam kategori tinggi. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* efektif dalam meningkatkan tingkat ketuntasan belajar peserta didik. Serta Rata-rata respon peserta didik sangat setuju atau sangat baik dalam penggunaan bahan ajar e-modul berbasis *SketchUp* pada Mata Pelajaran Konsentrasi Keahlian dengan interval $36 < \text{skor} \leq 40$ dengan kategori sangat setuju terdapat frekuensi rata-rata sebesar 36 atau 100%. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dalam menyediakan bahan ajar berbasis visualisasi tiga dimensi yang interaktif sebagai alternatif inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pada mata pelajaran konsentrasi keahlian di SMK. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengembangkan e-modul pada materi lain yang lebih luas serta menguji keefektifannya pada skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorowati. (2026). Sosialisasi Sertifikasi Kompetensi Tenaga Kerja Juru Gambar Trase Jalan dan Jembatan di SMKN 1 Mandiraja Jawa Tengah. *JOMPA ABDI: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5, 108–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.57218/jompaabdi.v5i1.2541>
- Cahyono. (2017). Model Pembelajaran REACT (Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring) disertai Media Video Kejadian Fisika Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa dalam Pembelajaran Fisika di SMA (REACT Learning Model (Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring) to media of physics phenomenon on Process Skills of Science and Student Achievement in Physics Learning at SMA). *Jurnal Edukasi*, 3, 20–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/edukasi.v19i2>
- Endrawati Subroto, D., Wirawan, R., & Yanto Rukmana, A. (2023). Implementasi Teknologi dalam Pembelajaran di Era Digital: Tantangan dan Peluang bagi Dunia Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan West Science*, 01(07), 473–480. <https://doi.org/https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i07.542>
- Ghofar, W. S. M. A., Setiawan, A. H., & Siswanto, B. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality (AR) Berbasis Android pada Mata Pelajaran Konstruksi Jalan dan Jembatan Kelas XII SMKN 2 Surakarta. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*, 18(2), 306. <https://doi.org/10.20961/jiptek.v18i2.93304>
- Ginting. (2023). Penerapan Media Pembelajaran Interaktif Lectora Inspire Sebagai Inovasi Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Perawatan Gedung Kelas XI KGSP DI SMKN 5 Surabaya. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 8, 2–3. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jkptb.v8i1.51047>
- Hanina, P., Faiz, A., & Yuningsih, D. (2021). Upaya Guru Dalam Mengatasi Kejenuhan Belajar Peserta Didik Di Masa Pandemi. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3791–3798. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1402>
- Harlin, M. D., & Arini, N. W. (2023). Pengembangan Media Kartu UNO pada Materi Satuan Berat di Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 3027–3038. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2731>
- Haryadi, R., & Zalfa, N. F. (2021). Penyesuaian Diri Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri 6 Kota Tangerang Terhadap Pembelajaran Fisika Melalui Media Daring Akibat Pandemi Covid-19. *Khazanah Pendidikan*, 15, 14–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.30595/jkp.v15i1.9267>

- Hermi, T. (2025). Inovasi Metode Pembelajaran Interaktif Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Dan Kesejahteraan Emosional Siswa Di UPTD SDN 30 Sungailiat. *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, 2(2), 2248.
- Kaamilah, S., Usman, H., & Sari, Y. (2023). Pengembangan Bahan Ajar digital Interaktif Berbasis Inkuiri Pada Mata Pelajaran IPA Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 6, 71–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/didaktika.v6i2.60763>
- Misrawati, M., & Suryana, D. (2021). Bahan Ajar Matematika Berbasis Model Pembelajaran Tematik terhadap Kemampuan Berhitung Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(1), 298–306. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i1.1249>
- Rikawati, K., & Sitingjak, D. (2020). Peningkatan Keaktifan Belajar Siswa dengan Penggunaan Metode Ceramah Interaktif. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 2(2), 40. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.2.6059>
- Sari, I. K. (2021). Blended Learning sebagai Alternatif Model Pembelajaran Inovatif di Masa Post-Pandemi di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 2156–2163. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1137>
- Sembung, F. Y., & I Nengah, S. W. (2023). Penerapan Metode Tanya Jawab Berbantuan Sketchfab Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI MIPA 3 Tahun Ajaran 2022/2023. *Emasains : Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 12(2), 153–166. <https://doi.org/10.59672/emasains.v12i2.2825>
- Setiami, R., & Maulana, A. (2021). Development Of E-Modules In Engineering Drawing Courses With The BIM System Building Modeling Application. *Jurnal PenSil*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v10i1.17013>

Halaman ini dikosongkan