



Pengembangan E-Modul 3D Printing Mata Kuliah CAD 3D di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin

Development of 3D Printing E-Modules for 3D CAD Courses in the Department of Mechanical Engineering

Bagas Dimas Wisnusuasono*, Yatin Ngadiyono

Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta

*Penulis Koresponden: bagasdimas.2019@student.uny.ac.id

Abstrak

Kemajuan teknologi dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan sektor pendidikan, salah satunya dengan menciptakan inovasi berupa transformasi modul menjadi e-modul. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa e-modul 3D *printing* berbantuan *flip book* untuk mata kuliah CAD 3D di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta dan menguji kelayakannya melalui validasi oleh ahli. Jenis penelitian pengembangan *Research dan Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 tahapan, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Populasi penelitian adalah peserta didik yaitu mahasiswa semester 4 yang sedang menempuh mata kuliah CAD 3D. Sampel penelitian sebanyak 40 orang yang ditentukan dengan teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian yaitu lembar observasi potensi, lembar validasi oleh validator ahli materi, media, dan praktisi, serta lembar angket respon peserta didik terhadap kelayakan produk. Analisis data dilakukan dengan statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran e-modul 3D *printing* berbantuan *flip book* valid dan layak untuk dikembangkan maupun digunakan.

Kata kunci: pengembangan, e-modul, 3D *print*, CAD 3D

Abstract

Technological advances can be utilized to develop the education sector, one of which is by creating innovations in the form of transforming modules into e-modules. This study aims to develop learning media in the form of 3D printing e-modules assisted by flip books for 3D CAD courses in the Department of Mechanical Engineering Education, Yogyakarta State University and test its feasibility through validation by experts. The type of development research is Research and Development (R&D) with the ADDIE development model consisting of 5 stages, namely analysis, design, development, implementation, and evaluation. The research population was students, namely 4th semester students who were taking 3D CAD courses. The research sample was 40 people who were determined using the purposive sampling technique. The research instruments were potential observation sheets, validation sheets by expert validators of material, media, and practitioners, and student response questionnaire sheets regarding product feasibility. Data analysis was carried out using descriptive statistics. The results of the study showed that the 3D printing e-module learning media assisted by flip books was valid and feasible to be developed and used.

Keyword: development, eE-modul, 3D *print*, CAD 3D

Diterima: 16 July 2023; **Disetujui:** 25 July 2023; **Dipublikasikan:** 29 Maret 2024

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi beserta informasi yang sangat signifikan dalam berbagai aspek bidang kehidupan salah satunya pada bidang pendidikan merupakan bukti nyata pembaharuan yang menciptakan kemajuan. Untuk dapat bersanding dengan kemajuan tersebut, dibutuhkan sikap dan penyesuaian untuk terus belajar agar tidak tertinggal dengan kemajuan perkembangan teknologi sehingga dapat bersaing dan ikut serta menciptakan inovasi. Wahyuni (2018:299) menyatakan bahwa

inovasi teknologi berasal dari pendidikan yang baik, pendidikan menjadi pondasi dan merupakan faktor utama dari pencerminan kualitas sumber daya manusia.

Pendidikan merupakan sarana untuk menciptakan generasi yang cerdas, kreatif, bertanggung jawab, berbudi pekerti, dan terampil. Salah satu unsur pendidikan yang dapat menunjang kemampuan maupun kreatifitas serta selaras dengan inovasi teknologi adalah kemampuan memanfaatkan teknologi *rapid prototyping*. *Rapid prototyping* merupakan teknologi pembuatan *prototype* secara efisien dengan teknik *layer by layer*. Ada banyak contoh penggunaan teknologi *rapid prototyping* yang telah diterapkan di lingkungan sekitar, contohnya pemanfaatan 3D *printing*. 3D *printing* merupakan teknologi *printer* yang dapat membuat objek nyata 3D dimensi.

3D *print* mulai masuk di berbagai sektor, salah satunya yaitu pada sektor pendidikan. Pada sektor pendidikan, 3D *print* digunakan sebagai bahan ajar untuk mengaplikasikan hasil kemampuan desain peserta didik seperti pada mata kuliah CAD 3D pada Jurusan Pendidikan Teknik Mesin di Universitas Negeri Yogyakarta. Mata kuliah CAD 3D merupakan salah satu mata kuliah wajib yang memiliki bobot 3 SKS dan ditempuh selama 16 pertemuan. Terdapat 10 target pencapaian pembelajaran di dalamnya, salah satunya yakni mengaplikasikan desain CAD 3D pada teknologi *rapid prototyping* yaitu 3D *printer*.

Materi 3D *print* memiliki banyak komponen konten yang cukup rumit dan kompleks. Hal tersebut disebabkan karena tantangan pada praktik proses *printing* yang banyak serta proses *printing* memakan waktu yang cukup lama, terlebih materi 3D *print* mengandung banyak capaian pembelajaran seperti memahami 3D *print*, menerapkan desain CAD 3D pada *licer*, menerapkan parameter yang tepat pada proses *slicing* desain, dapat melakukan proses *printing*, menerapkan proses *post processing*, memahami *trouble* proses 3D *print*, dan K3 3D *print*.

Agar peserta didik dapat mempelajari dan memahami materi 3D *print* serta mampu memperoleh target capaian pembelajaran dengan optimal tanpa terhalang batasan waktu pertemuan dan banyaknya capaian pembelajaran dalam mata kuliah CAD 3D, maka diperlukannya solusi yang efektif dalam mengatasi hal tersebut. Salah satu solusinya yaitu dengan menerapkan sikap belajar mandiri pada peserta didik. Hal ini sejalan dengan pernyataan Arikunto (2010), yakni peserta didik dituntut untuk aktif belajar secara mandiri dalam membangun pengetahuan dan pemahamannya.

Adapun salah satu cara dalam menerapkan sikap belajar mandiri pada peserta didik adalah dengan menerapkan pembelajaran *e-learning*. Simanihuruk (2019) memberikan pernyataan bahwa *e-learning* membuat tiap individu dari peserta didik dapat merencanakan dan mengarahkan diri sendiri dalam proses belajarnya, hal ini menciptakan suatu kondisi dimana peserta didik dapat memiliki sikap tanggung jawab dan belajar sesuai kesadaran mereka sendiri. Adapun pernyataan lain yang mendukung yakni menurut Arifin dan Herman (2018: 4), *E-learning* dapat meningkatkan pengalaman belajar karena peserta didik bisa belajar dalam kondisi apapun dan dimanapun tanpa adanya batasan seperti pembelajaran taap muka. Dengan begitu, peserta didik dapat mempelajari materi 3D *print* yang banyak dan kompleks pada mata kuliah CAD 3D tanpa batasan jumlah pertemuan kelas, waktu, maupun tempat belajar.

E-learning dapat berjalan dengan optimal apabila memiliki dan menggunakan media pembelajaran yang efisien dan sesuai (Wahyuni, dkk. 2020: 2). Sejalan dengan pernyataan Ramadhani & Fitri (2020: 150) bahwa tenaga pendidik dituntut untuk dapat mengembangkan media pembelajaran berbasis elektronik (digital). Tujuannya untuk menciptakan suatu pembelajaran yang tidak monoton, menarik, dan pembelajaran tidak berhenti di kelas, namun juga dapat berlanjut di luar kelas (Herlina, 2019: 109). Adapun media pembelajaran yang baik adalah yang mampu menciptakan kondisi dimana peserta didik mau belajar secara mandiri dengan kesadarannya sendiri dan mampu menguasai target capaian kompetensi yang ditentukan, contohnya yaitu media ajar modul. Modul pembelajaran adalah media ajar yang disusun dengan sistematis namun menarik dan disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik, sehingga dapat dengan mudah untuk dipahami (Herlina, 2019: 110).

Pada penyajiannya, modul memiliki beberapa kelemahan salah satunya yaitu modul hanya berisi konten materi berupa tulisan saja (Haryanto, 2015: 12). Hal tersebut dapat memicu rasa jenuh pada peserta didik saat menggunakannya sehingga menimbulkan kecendrungan untuk malas dan mengabaikan modul (Haryanto, 2015: 13).

Dengan kemajuan teknologi yang dipadukan dalam sektor pendidikan, menciptakan suatu inovasi pada media pembelajaran yaitu modul menjadi e-modul (Nisa, dkk. 2020: 13). Sajian modul cetak ditransformasikan ke bentuk elektronik, yang menciptakan modul elektronik atau e-modul. E-modul dapat memberikan sikap kemandirian dan mengarahkan peserta didik dalam memahami pembelajaran. Nisa, dkk. (2020: 25) memaparkan kelebihan e-modul yakni dapat menekan biaya, bersih dan efisien dalam penggunaannya, tidak dapat usang karna waktu, serta dapat ditambahkan dengan sajian audio, gambar, video, maupun animasi. Hal ini dapat mengatasi kelemahan modul akan kecenderungannya dalam memicu rasa jenuh dan malas pada peserta didik sehingga menciptakan kondisi peserta didik belajar secara mandiri dapat diterapkan dengan baik dan optimal.

Berdasarkan wawancara dan diskusi yang diterapkan kepada tenaga pendidik yang mengampu mata kuliah CAD 3D materi 3D *print*, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (JPTM), Fakultas Teknik (FT), Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) pada tanggal 15 Januari 2023, ditemukan permasalahan meliputi pertama, pembelajaran mata kuliah CAD 3D pada materi 3D *print* belum memiliki media pembelajaran penunjang berbasis *e-learning*. Kedua, belum adanya media ajar yang menjadi acuan tetap dalam pembelajaran mata kuliah CAD 3D materi 3D *print*, baik yang berbentuk cetak, maupun e-modul yang menciptakan kemandirian belajar peserta didik. Ketiga, Tenaga pendidik dan peserta didik memiliki perangkat elektronik seperti laptop sehingga pengembangan media pembelajaran berbasis *e-learning* seperti e-modul sangat berpotensi diterapkan dan digunakan. Keempat, terdapat sarana dan prasarana seperti laboratorium dan komputer yang dapat digunakan dalam menunjang proses pembelajaran berbasis *e-learning*. Sehingga media pembelajaran seperti e-modul 3D *print* sangat cocok untuk diterapkan. Kelima, Pembelajaran materi 3D *print* pada mata kuliah CAD 3D di JPTM UNY menyediakan 16 pertemuan untuk mempelajari materi dasar CAD 3D hingga 3D *print*, namun materi dasar CAD 3D sendiri sangat banyak dengan ditempuh selama 11 pertemuan, sedangkan materi 3D *print*

juga cukup banyak dan membutuhkan waktu praktik untuk *printing* yang memakan waktu tidak sedikit, dengan ditempuh hanya 5 pertemuan pembelajaran 3D *print* belum optimal untuk mencapai tujuan pembelajarannya. Sehingga solusi dari peneliti adalah pengembangan e-modul 3D *print* untuk dapat membantu peserta didik belajar mandiri dan tidak hanya mengandalkan 5 pertemuan di kelas untuk memahami materi 3D *print*, 5 pertemuan tersebut dapat digunakan hanya untuk mengulas materi dengan tenaga pendidik serta melakukan proses *printing*.

Adapun untuk menciptakan e-modul yang baik, perlu digunakannya *software* pengembang yang tepat dan sesuai. Ada banyak *software* pengembang e-modul seperti *kvisoft flipbook* (Sugianto, dkk. 2017: 101), *3D page flip* (Ferdianto, dkk. 2019), dan *Flip Book* (Seruni, dkk. 2019: 48). Diantara *software* tersebut, *flip book* yang memiliki kelebihan yang banyak, Adapun kelebihan tersebut yakni, pengoperasian *software* yang sangat mudah karena fitur yang disajikan cukup sederhana namun bermanfaat sehingga pemula dapat menggunakannya, publikasi luaran produk tidak sulit, dapat dilakukan secara *offline*, serta banyak pilihannya luarannya seperti EXE, Zip, HTML 5, dan FBR (Seruni, dkk. 2019: 56).

Flip book merupakan *software* yang berguna untuk mengkonversi file materi modul berformat PDF ke publikasi digital yang dapat menyajikan sebuah e-modul beranimasi seperti membolak balikkan lembar kertas pada sebuah buku ketika digunakan. *Flip book* memiliki fitur dapat menambah dan menyajikan audio, gambar, video, maupun animasi, sehingga produk e-modul yang dikembangkan menjadi interaktif dan menarik untuk digunakan (Agustin, dkk. 2021).

Berdasarkan pemaparan berbagai topik diatas, diharapkan pengembangan media pembelajaran e-modul 3D *print* berbantuan *flip book* pada materi 3D *print* di mata kuliah CAD 3D dapat menjadi alternatif media pembelajaran berbasis *e-learning* yang baik bagi peserta didik dan tenaga pendidik, serta dapat menimbulkan kesadaran dan sikap mandiri belajar pada peserta didik.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*research and development*). Pendekatan R&D merupakan metode penelitian dengan menciptakan produk keahlian pada bidang tertentu dan memiliki nilai efektif (Saputro, 2017). Model pengembangan yang digunakan yaitu ADDIE dengan tahapan analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*) (Sugiyono, 2019). Penelitian berlangsung pada tanggal 22 Mei 2023 – 2 Juni 2023 bertempat di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Dengan alamat, Kampus Karang Malang, Jl. Colombo No.1, Karang Gayam, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281. Penelitian menggunakan subjek uji coba terbatas pada peserta didik yang menempuh mata kuliah CAD 3D di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta yakni pada kelas Perancangan sebanyak 23 peserta didik, dan kelas Fabrikasi sebanyak 17 peserta didik, sebagai subjek responden e-modul 3D *print*.

Prosedur pengembangan disusun berdasarkan dasar teori pengembangan metode ADDIE oleh Rayanto dan Sugianti (2020) dan Suryaningsih (2018) seperti yang dipaparkan di bagian model pengembangan. Tahap pertama yaitu analisis, proses analisis kebutuhan dalam pengembangan e-modul 3D *print* dilakukan dengan 2 tahap, yaitu studi pustaka dan studi lapangan. Pada tahap studi pustaka diterapkan dengan mempelajari literatur penelitian terdahulu, mengkaji mata kuliah CAD 3D terutama materi 3D *print*, dan mengkaji kebutuhan e-modul. Tahap studi lapangan dilakukan dengan kegiatan observasi secara langsung pada sampel penelitian. Tahap kedua yaitu desain, proses Menyusun desain rancangan e-modul 3D *print* dilakukan dengan cara menyusun rancangan kerangka e-modul yang sejalan dengan susunan materi 3D *print*, menetapkan desain dan format tampilan e-modul meliputi desain *cover*, desain halaman materi, dan lainnya. Tahap ketiga yaitu pengembangan, proses pengembangan e-modul 3D *print* dilakukan dengan cara menyusun materi e-modul 3D *print* beserta video penunjang pembelajaran, melakukan pengembangan pada *software flip book* terkait input video, animasi, dan lainnya, Menyusun instrumen penilaian e-modul 3D *print* terhadap kevaliditasan dan kelayakan kemudian menguji pada 3 validator yaitu ahli materi, ahli media, dan praktisi. Tahap keempat yaitu implementasi, e-modul 3D *print* diterapkan dengan cara memberikan akses penggunaan e-modul 3D *print* pada 40 orang peserta didik yang sedang menempuh mata kuliah CAD 3D materi 3D *print*. Sembari mengakses e-modul 3D *print*, peserta didik memperhatikan presentasi produk e-modul 3D *print* secara singkat terkait tata cara penggunaan e-modul, kemudian setelah peserta didik mempelajari e-modul 3D *print*, peserta didik melakukan beberapa kegiatan praktik yang terdapat dalam e-modul salah satunya yaitu melakukan proses *printing* 3D. Setelah kegiatan pengaplikasian produk selesai, selanjutnya menyajikan angket respon penilaian e-modul 3D *print* kepada peserta didik untuk memperoleh informasi kelayakan. Tahap terakhir yaitu evaluasi, evaluasi yang diterapkan berjenis evaluasi formatif, untuk menilai atau memperbaiki e-modul 3D *print* pada setiap tahapan pengembangannya.

Teknik pengumpulan data yang terdapat pada penelitian ini yaitu teknik angket. Angket disusun dan divalidasi oleh validator (ahli media, materi, dan praktisi) serta disebarakan ke subjek penelitian yakni peserta didik guna memperoleh kelayakan e-modul 3D *print*. Teknik pengumpulan data yang terdapat pada penelitian ini yaitu teknik angket. Angket disusun dan divalidasi oleh validator (ahli media, materi, dan praktisi) serta disebarakan ke subjek penelitian yakni peserta didik guna memperoleh kelayakan e-modul 3D *print*. Terdapat 3 jenis angket instrumen, angket observasi potensi dengan skala *Guttman* dengan interval dua, angket validitas, dan angket keterbacaan dengan skala *Likert* interval empat. Adapun bentuk dari skala *Guttman* dan *Likert* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kategori *Guttman* skala dua (Sugiyono, 2019)

Penilaian	Keterangan	Skor
SB	Setuju	4
B	Tidak Setuju	3

Tabel 2. Kategori *Likert* skala empat (Sugiyono, 2019)

Penilaian	Keterangan	Skor
SB	Sangat Baik	4
B	Baik	3
K	Kurang	2
SK	Sangat Kurang	1

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif. Data yang diperoleh dari angket berupa data angka (kuantitatif) kemudian dideskripsikan dalam bentuk deskripsi (kualitatif). Adapun pembagian kriteria kelayakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Kelayakan Produk (Akbar, 2017).

Kriteria Kelayakan	Tingkat Kelayakan
80,01% - 100%	Sangat Layak
60,01% - 80,00%	Layak
40,01% - 60,00%	Kurang Layak
20,01% - 40,00%	Tidak Layak
00,00% - 20,00%	Sangat Tidak Layak

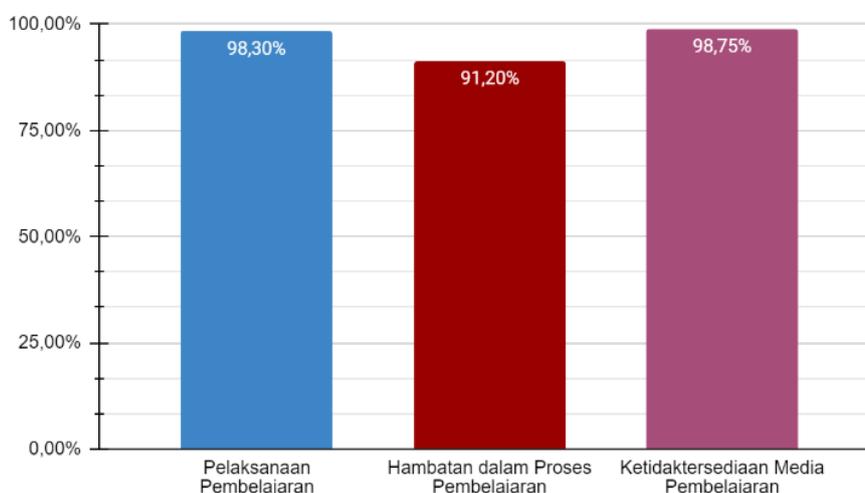
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa media pembelajaran e-modul 3D *print* berbantuan *flip book* yang mengandung materi 3D *print* pada mata kuliah CAD 3D menggunakan prosedur metode pengembangan ADDIE. Berikut merupakan penjabaran dari tahapan pengembangan. Tahap pertama yaitu analisis (*analysis*), pada tahap analisis dilakukan dua cara analisis yaitu studi pustaka dan studi lapangan. Pada analisis studi pustaka, kegiatan yang diterapkan yaitu mempelajari literatur penelitian terdahulu yang serupa dan relevan, mengkaji mata kuliah CAD 3D terutama materi 3D *print*, dan mengkaji kebutuhan e-modul. Hasil dari analisis studi pustaka meliputi kajian terdahulu yakni penelitian yang dilakukan oleh Seruni, dkk. (2019) mengenai pengembangan e-modul biokimia pada materi *metabolism lipid*, dan penelitian Widodo dan Jasmadi (2020). Mengenai pengembangan e-modul praktik mesin bubut sebagai sumber belajar. Dari kedua penelitian tersebut, kajian yang dilakukan yaitu mempelajari tata cara pengembangan produk e-modul hingga tahap evaluasi produk. Selanjutnya menganalisis mata kuliah CAD 3D yang meliputi mengkaji RPS mata kuliah CAD 3D hingga menelaah capaian pembelajaran mata kuliah CAD 3D. Kemudian mengkaji kebutuhan e-modul seperti karakteristik e-modul menurut Septora (2017: 89), komponen e-modul menurut Depdiknas (2008), susunan e-modul oleh Widodo dan Jasmadi (2020) hingga kajian rancangan dan ketentuan pengembangan e-modul pada Prastowo (2012).

Setelah melakukan analisis studi pustaka, selanjutnya yaitu analisis studi lapangan, studi lapangan dilakukan dengan kegiatan observasi secara langsung di kelas Perancangan dan fabrikasi yang sedang menempuh mata kuliah CAD 3D materi 3D *print*. Melalui survei angket observasi potensi, diperoleh data analisis masalah, kekurangan, serta kebutuhan yang disimpulkan bahwa kurangnya media pembelajaran berbasis *e-learning* berupa e-modul guna menunjang pembelajaran peserta didik maupun mempermudah tenaga pendidik dalam mengajar. Adapun hasil dari studi lapangan yang diterapkan meliputi pembelajaran mata kuliah CAD 3D pada materi 3D *print* belum memiliki media pembelajaran

penunjang berbasis *e-learning*. Kemudian belum adanya media ajar yang menjadi acuan tetap dalam pembelajaran mata kuliah CAD 3D materi 3D *print*, baik yang berbentuk cetak, maupun e-modul yang menciptakan kemandirian belajar peserta didik. Kemudian, tenaga pendidik dan peserta didik memiliki perangkat elektronik seperti laptop sehingga pengembangan media pembelajaran berbasis *e-learning* seperti e-modul sangat berpotensi diterapkan dan digunakan. Lalu terdapat sarana dan prasarana seperti laboratorium dan komputer yang dapat digunakan dalam menunjang proses pembelajaran berbasis *e-learning*. Sehingga media pembelajaran seperti e-modul 3D *print* sangat cocok untuk diterapkan. Hingga permasalahan yaitu pembelajaran materi 3D *print* pada mata kuliah CAD 3D di JPTM UNY hanya memiliki 5 pertemuan pembelajaran, hal ini dinyatakan kurang cukup oleh praktisi karena materi 3D *print* cukup banyak dan waktu praktik *printing* memakan waktu yang tidak sedikit, sehingga pengembangan e-modul 3D *print* dapat membantu peserta didik belajar mandiri di luar pertemuan kelas sehingga peserta didik dapat lebih cepat memahami materi dan lebih siap terjun dalam praktik saat pertemuan di kelas.

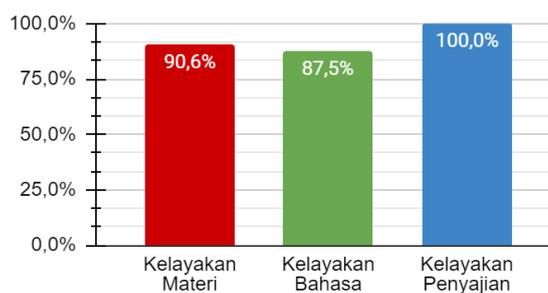
Observasi dilakukan terhadap 40 peserta didik yang sedang menjalani mata kuliah CAD 3D materi 3D *print* melalui angket instrumen observasi potensi. Diperoleh data hasil observasi sebesar 97,3% yang dapat dilihat pada Gambar 1 dengan kriteria sangat berpotensi dan solusi yang ditawarkan yaitu pengembangan media pembelajaran e-modul 3D *print*. Didasarkan pada identifikasi dan analisis studi pustaka dan lapangan, didapatkan potensi dan kebutuhan untuk dikembangkannya media pembelajaran berupa e-modul 3D *print*.



Gambar 1. Data hasil observasi potensi

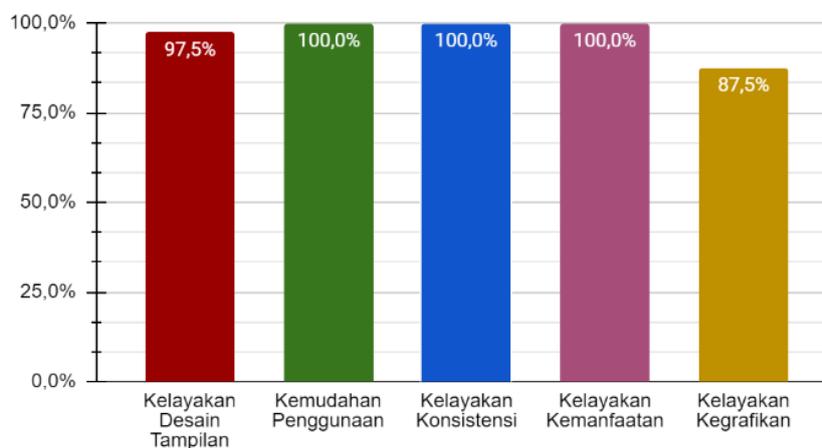
Tahap kedua yaitu desain (*Design*), penyusunan rancangan produk berupa e-modul 3D *print* berbantuan *software flip book* pada materi 3D *print* di mata kuliah CAD 3D memiliki beberapa rancangan kegiatan, meliputi penyusunan rancangan kerangka e-modul yang sejalan dengan susunan materi 3D *print* dan menetapkan desain dan format tampilan e-modul agar sistematis, efektif, dan menarik untuk digunakan seperti *storyboard layout*, desain *cover*, dan perancangan plan sebelum penggunaan beberapa *software* seperti *Microsoft word* untuk materi, *flip book* untuk pengembangan e-modul, serta *adobe premiere pro* untuk editing video penunjang di dalam e-modul.

Tahap ketiga yaitu pengembangan produk (*development*), tahap ini memiliki beberapa kegiatan dalam pengembangan e-modul 3D *print* yaitu Menyusun materi 3D *print*, membuat soal evaluasi perbab dan soal OJT (*On job Training*) di *software Microsoft word*, membuat dan mengedit video pembelajaran di *software adobe premiere pro* dan *veedio* serta membuat tampilan sampul atau *cover* di *adobe photoshop*. Setelah modul dibuat di *word*, *dissave* dengan format PDF guna memenuhi kriteria import *software* pengembang produk yakni *flip book*. Selanjutnya, menyusun dan mengembangkan materi e-modul di *software flip book* meliputi input video, gambar, audio, serta tombol navigasi e-modul. Memublikasikan e-modul dengan berbagai format yang sesuai dengan target penggunaan, contohnya EXE untuk penggunaan di laptop. Kemudian, Menyusun instrumen penilaian e-modul 3D *print* berupa lembar validasi dan angket respon peserta didik terhadap kelayakan produk. Tahap selanjutnya yaitu produk divalidasi oleh 3 validator (ahli media, materi, dan praktisi) dengan instrumen yang telah dibuat dan teruji. Validitas yang diterapkan pada validator berguna untuk mendapatkan kevalidan atau kelayakan produk. Validasi ahli materi memberikan persentase rerata skor e-modul 3D *print* sebesar 92% yang masuk dalam kriteria sangat valid. Adapun hasil penilaian validasi dari ahli materi dapat dilihat pada Gambar 2.



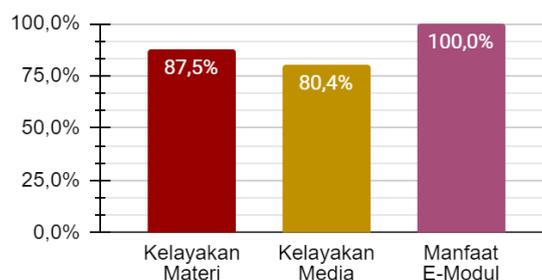
Gambar 2. Data Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi dari ahli media memberikan persentase rerata skor e-modul 3D *print* sebesar 97% yang masuk dalam kriteria sangat valid. Hasil validasi dari ahli media disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Data Hasil Validasi Ahli Media

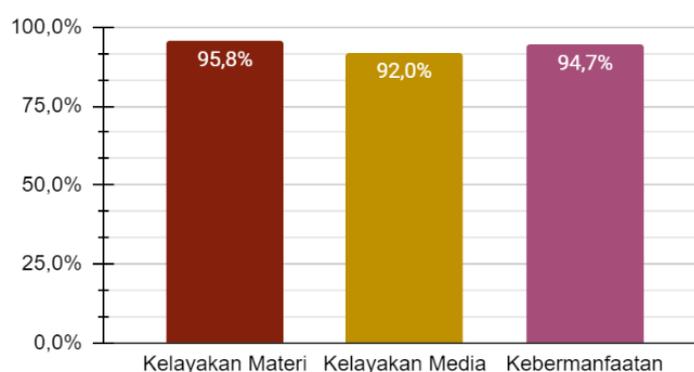
Validasi dari praktisi memberikan persentase rerata skor e-modul 3D *print* t sebesar 84,4% yang masuk dalam kriteria sangat valid. Data hasil validasi oleh praktisi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Data Hasil Validasi Praktisi

Setelah melalui proses validasi, produk e-modul 3D *print* direvisi sesuai saran validator untuk mencapai titik kesempurnaan pada produk dan mendapati perbandingan e-modul sebelum dan sesudah direvisi.

Tahap selanjutnya yaitu uji coba terbatas e-modul 3D *print* ke 40 orang peserta didik pada mata kuliah CAD 3D di JPTM FT UNY. Peserta didik diberikan akses untuk mempelajari e-modul sembari memperhatikan e-modul 3D *print* yang dipresentasikan secara singkat terkait tata cara penggunaan e-modul 3D *print*. Kemudian peserta didik mengisi angket respon uji keterbacaan terhadap e-modul 3D *print*. Penilaian kelayakan dari peserta didik memberikan persentase rerata skor e-modul 3D *print* sebesar 93,5% yang masuk dalam kriteria sangat layak. Hasil penilaian kelayakan dari peserta didik disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Data Hasil Penilaian Peserta Didik

Adapun evaluasi menggunakan evaluasi formatif, yakni evaluasi untuk menilai atau memperbaiki e-modul 3D *print* yang dikembangkan dengan target didapatkannya kevalidan dan kelayakan. Evaluasi pada tahap analisis dan desain di dapatkan dari dosen pembimbing dan evaluasi pada tahap pengembangan didapatkan berupa revisi dari hasil validasi oleh 3 validator.

SIMPULAN

Proses analisis kebutuhan dalam pengembangan e-modul 3D *print* dilakukan dengan 2 tahap, yaitu studi pustaka dan studi lapangan. Pada tahap studi pustaka diterapkan dengan mempelajari literatur penelitian terdahulu, mengkaji mata kuliah CAD 3D terutama materi 3D *print*, dan mengkaji kebutuhan e-modul. Pada tahap studi lapangan diterapkan dengan kegiatan observasi secara langsung pada sampel penelitian serta mengidentifikasi masalah beserta potensi dikembangkannya e-modul 3D *print* dengan

angket instrumen potensi, didapatkan respon dengan nilai rerata persentase sebesar 97,3% dengan kriteria sangat berpotensi. Proses menyusun desain rancangan e-modul 3D *print* adalah dengan cara menyusun rancangan kerangka e-modul yang sejalan dengan susunan materi 3D *print*, menetapkan desain dan format tampilan e-modul meliputi desain *cover*, desain halaman materi, dan lainnya.

Proses pengembangan e-modul 3D *print* dilakukan dengan cara menyusun materi e-modul 3D *print* beserta video penunjang pembelajaran, melakukan pengembangan pada *software flip book* terkait input video, animasi, dan lainnya, menyusun instrumen penilaian e-modul 3D *print* terhadap kevaliditasan dan kelayakan kemudian menguji pada 3 validator yaitu ahli materi, ahli media, dan praktisi dan mendapatkan hasil nilai rerata persentase sebesar 91% dengan kriteria sangat valid. Penerapan uji coba terbatas e-modul 3D *print* diterapkan dengan cara memberikan akses penggunaan e-modul 3D *print* pada 40 orang peserta didik yang sedang menempuh mata kuliah CAD 3D materi 3D *print*. Peserta didik diberikan angket respon penilaian e-modul 3D *print* untuk memperoleh informasi kelayakan dan didapatkan hasil berupa nilai rerata persentase sebesar 93,5% atau dengan kriteria sangat layak.

Adapun evaluasi diterapkan berjenis evaluasi formatif, untuk menilai atau memperbaiki e-modul 3D *print* pada setiap tahapan pengembangannya. Validitas dan kelayakan dari pengembangan e-modul 3D *print* memperoleh hasil sangat valid dan sangat layak. Bagi penelitian selanjutnya yang mengambil topik serupa, sebaiknya perancangan dan penyusunan materi, format, dan *layout* e-modul pada *Microsoft word* haruslah diteliti dan dicermati dengan baik, hal ini dapat meminimalisir kesalahan pengembangan produk e-modul sebelum disusun pada *flip book*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, E. C., Dwi Kusumajanto, D., Dian Wahyudi, H., & Hidayat, R. (2021). Pengembangan E-Modul Berbantuan Aplikasi *Flip Builder* pada Mata Pelajaran Marketing (studi pada kelas X bisnis daring dan pemasaran SMKN 1 Turen). *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Pendidikan*, 1(2), 163–171.
- Akbar, S. (2017). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arifin, F., & Herman, T. (2018). Pengaruh Pembelajaran *E-Learning Model Web Centric Course* Terhadap Pemahaman Konsep Dan Kemandirian Belajar Matematika Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 1–12.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian (Suatu Pendekatan Praktik)*. Jakarta: PT RINEKA CIPTA.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan bahan ajar*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Ferdianto, F., Setiyani, & Nurulfatwa, D. (2019). *3D Page Flip Professional: Enhance of Representation Mathematical Ability on Linear Equation in One Variable*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1), 1-9. Diakses tanggal 22 Juli 2023 dari <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012043>
- Herlina, S. (2019). Desain Modul Pengantar Dasar Matematika untuk Mahasiswa Pendidikan Matematika. *AKSIOMA Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 107–115.
- Nisa, H. A., Wahyu, R., & Putra, Y. (2020). Efektivitas E-Modul dengan *Flip Pdf Professional* Berbasis Gamifikasi Terhadap Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 5(2), 13–25.
- Prastowo, A. (2012). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Ramadhani, R., & Fitri, Y. (2020). Pengembangan *E-Modul* Matematika Berbasis Model *Flipped-Blended Learning*. *Genta Mulia*, 11(2), 150–163.
- Rayanto, Y. H., & Sugianti. (2020). *Penelitian Pengembangan Model ADDIE dan R2D2: Teori & Praktek*. Pasuruan: Lembaga Academic & Research Institute.

- Saputro, B. (2017). *Manajemen Penelitian Pengembangan*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.
- Septora, R. (2017). Pengembangan Modul dengan Menggunakan Pendekatan Saintifik Pada Kelas X Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian LPPM UM METRO*, 2(1), 86-98.
- Seruni, R., Munawaroh, S., Kurniadewi, F., & Nurjayadi, M. (2019). Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Biokimia Pada Materi Metabolisme Lipid Menggunakan *Flip Pdf Professional*. *Jurnal Tadris Kimiya*, 4(1), 48-56.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan (pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Simanihuruk. (2019). *E-Learning: Implementasi, Strategi, dan Inovasinya*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Sugianto, D., Abdullah, A. G., Elvyanti, S., & Muladi, Y. (2017). Modul Virtual: Multimedia *Flip book* Dasar Teknik Digital. *Innovation of Vocational Technology Education*, 9(2), 101-116.
- Wahyuni, A. (2018). Pengembangan Pembelajaran Kooperatif Tipe Number Head (NHT) untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Siak Hulu. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 293-299.
- Wahyuni, S., Yati, M., & Fadila, A. (2020). Pengembangan Modul Matematika Berbasis *REACT* terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 1(1), 1-12. Diakses tanggal 22 Juli 2023 dari <https://doi.org/10.34312/jmathedu.v1i1.4542>.
- Widodo, C. S., & Jasmadi. (2008). *Panduan Menyusun Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Jakarta: PT. Ele XI Media Komputindo.