

## Pengembangan Bahan Ajar Fisika Bangunan Berbasis *E-Module* di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan

Ayu Putri Kenyo Jati<sup>1</sup>, M. Agphin Ramadhan<sup>2</sup>, R. Eka Murtinugraha<sup>3</sup>  
Email: agphin@unj.ac.id

Diterima : 27 Mei 2022  
Disetujui : 08 September 2022  
Terbit : 31 Desember 2022

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar mata kuliah fisika dasar berbasis e-module pada materi fisika bangunan yang dapat membantu pendidik dalam menyampaikan materi dan membantu meningkatkan persentase hasil belajar mahasiswa yang baik pada mata kuliah fisika dasar di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode penelitian riset dan pengembangan (R&D) dan model penelitiannya adalah model 4D yang terdiri dari 4 tahap penelitian, yaitu *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Penelitian ini menggunakan instrumen yang berguna dalam pengumpulan data analisa kebutuhan, pengujian kelayakan produk oleh ahli materi dan ahli media, serta penilaian pengguna produk oleh mahasiswa. Hasil dari penelitian ini merupakan bahan ajar mata kuliah fisika dasar berbasis e-module yang berfokus pada materi fisika bangunan yang terdiri dari 4 bab materi pokok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) hasil validasi produk oleh ahli materi mendapatkan persentase rata-rata sebesar 86% (sangat layak). (2) hasil validasi produk oleh ahli media mendapatkan persentase rata-rata sebesar 99% (sangat layak). (3) peningkatan nilai rata-rata mahasiswa pada hasil uji coba terbatas dengan persentase sebesar 21%. (4) hasil rata-rata skor sebesar 4,16 (dari skala 5) yang termasuk ke dalam kategori baik pada penilaian produk oleh mahasiswa.

**Keywords:** ajar; bangunan; elektronik; fisika; modul

**Abstract:** *This study aims to develop teaching materials for introductory physics courses based on an e-module on building physics materials. It can help educators deliver material and increase the percentage of good student learning outcomes in introductory physics courses in the Building Engineering Education Study Program, Faculty of Engineering, State University of Jakarta. This research was carried out using the research and development (R&D) method, and the research model was the 4D model, which consisted of 4 research stages: Define, Design, Develop, and Disseminate. This study uses instruments that are useful in collecting needs analysis data, testing product feasibility by material and media experts, and evaluating product users by students. The results of this study are teaching materials for introductory physics courses based on e-module, which focus on building physics material that consists of 4 subject matter chapters. The study results show that: (1) the results of product validation by material experts get an average percentage of 86% (very feasible). (2) The product validation results by media experts get an average percentage of 99% (very feasible). (3) an increase in the average value of students in the results of limited trials with a percentage of 21%. (4) the average score of 4.16 (on a scale of 5) is included in the excellent category in product evaluation by students.*

**Keywords:** building; electronic; modules; physics; teaching

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

## PENDAHULUAN

Fisika bangunan merupakan suatu ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang elemen-elemen fisika (suhu, suara, dan cahaya) yang terjadi pada suatu bangunan yang mempengaruhi faktor kenyamanan pengguna bangunan. Dalam bidang teknik sipil, mempelajari fisika bangunan sangat penting karena dalam merancang suatu bangunan, tidak hanya mementingkan kekuatan struktur atau keindahan arsitektur saja, namun ada elemen-elemen fisika yang perlu dipertimbangkan juga. Menurut (Hienonen, dkk., 2017) dalam mendesain dan merancang suatu bangunan harus mempunyai rencana yang tepat dan benar dalam hal fisika bangunan karena hal ini sangat penting untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perpindahan panas, massa, serta rencana desain dan struktur apa yang akan digunakan demi kenyamanan pengguna bangunan.

Fisika bangunan merupakan salah satu bagian bab pendukung pada mata kuliah fisika dasar yang merupakan mata kuliah wajib di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta. Mahasiswa harus mempelajari materi fisika dasar terlebih dahulu pada awal semester setelah itu dilanjutkan dengan materi fisika bangunan. Materi-materi fisika bangunan pada mata kuliah fisika dasar antara lain, yaitu suhu dan kalor, pencahayaan, fluida, dan penerapan gelombang mekanik bunyi. Dengan mempelajari keempat materi tersebut diharapkan dapat menjadi dasar pengetahuan mahasiswa tentang fisika bangunan yang dapat mendukung dalam menyelesaikan persoalan-persoalan saat merancang suatu bangunan di bidang teknik sipil.

Berdasarkan data nilai mahasiswa yang sudah menempuh mata kuliah fisika dasar pada tahun ajaran 2018/2019 di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dengan total 75 orang menunjukkan bahwa persentase mahasiswa yang mendapatkan nilai A yaitu sebesar 4% dan persentase mahasiswa yang tidak lulus yaitu sebesar

12%. Sementara rata-rata mahasiswa lulus paling banyak mendapatkan nilai B- dengan persentase 25%. Sedangkan pada data nilai mahasiswa yang sudah menempuh mata kuliah fisika dasar pada tahun ajaran 2019/2020 di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dengan total 78 orang menunjukkan bahwa persentase mahasiswa yang mendapatkan nilai A yaitu sebesar 0% dan persentase mahasiswa yang tidak lulus yaitu sebesar 24%. Sementara rata-rata mahasiswa lulus paling banyak mendapatkan nilai C+ dengan persentase 40%. Dari kedua data nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa persentase mahasiswa yang mendapatkan nilai A mengalami penurunan dari 4% menjadi 0%, rata-rata mahasiswa lulus paling banyak juga mengalami penurunan dengan tingkatan nilai dari B- menjadi C+, dan persentase mahasiswa yang tidak lulus meningkat dari 12% menjadi 24%.

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar antara lain, yaitu kompetensi guru, pemanfaatan bahan ajar, penggunaan media, metode pembelajaran yang digunakan, motivasi belajar peserta didik, dan kesiapan peserta didik dalam belajar (Qomariah dan Sudiarditha, 2016). Berkaitan dengan masalah sebelumnya dapat dikatakan bahwa salah satu penyebabnya adalah penggunaan media pembelajarannya. Mata kuliah fisika dasar menggunakan media pembelajaran *Ms. Powerpoint* (PPT) sebagai alat bantu pendidik dalam menyampaikan materi. Pada dasarnya, media menyajikan materi-materi pembelajaran yang terdapat pada bahan ajar. Sedangkan pada mata kuliah fisika dasar belum terdapat bahan ajar khusus yang digunakan sebagai pedoman pendidik dan mahasiswa, akibatnya media akan menjadi kurang maksimal tanpa adanya bahan ajar tersebut. Sependapat dengan (Serevina, dkk., 2018) bahwa bahan ajar dibuat agar dapat mentransfer pesan pembelajaran dari pendidik kepada mahasiswa sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, minat dan kemauan siswa untuk belajar.

Penggunaan media pembelajaran dan tidak tersedianya bahan ajar juga mempengaruhi tingkat pemahaman mahasiswa dalam memahami pembelajaran fisika dasar. Hal tersebut dinyatakan dengan hasil kuesioner yang diisi oleh 90 orang mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah fisika dasar pada tahun ajaran 2018/2019 dan 2019/2020, sebanyak 2,2% responden menyatakan sangat paham akan materi yang disampaikan oleh dosen, 91,1% menjawab paham, 6,67% menjawab tidak paham, dan 0% menjawab sangat tidak paham. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata mahasiswa memiliki tingkat pemahaman dalam kategori paham terhadap materi pada pembelajaran mata kuliah fisika dasar. Hasil tersebut bisa dikatakan belum maksimal karena masih terdapat mahasiswa yang tidak paham serta sedikitnya mahasiswa yang sangat paham akan materi fisika dasar (termasuk fisika bangunan di dalamnya).

Selain itu, terdapat juga kendala atau kesulitan yang dialami mahasiswa dalam mempelajari materi yang dapat mempengaruhi hasil akhir mahasiswa. Berdasarkan hasil kuisisioner, didapatkan beberapa kendala mahasiswa pada proses pembelajaran mata kuliah fisika dasar. Kendala-kendala tersebut di antaranya, yaitu materi yang terlalu banyak (27,8%), rumus yang banyak dan rumit (73,3%), sedikitnya latihan soal yang disajikan (21,1%), bahasa yang digunakan sulit dimengerti (16,7%), dan lain-lain (3,3%). Dapat disimpulkan bahwa hasil kuesioner didominasi oleh kendala mengenai rumus yang banyak dan rumit di mana kendala tersebut merupakan kendala yang umum ditemukan pada mata kuliah yang berkaitan dengan perhitungan. Lalu, kendala kedua yang paling banyak dialami oleh mahasiswa adalah materi yang terlalu banyak di mana kendala tersebut merupakan hal yang wajar karena materi yang disajikan sudah sesuai dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) yang apabila materinya dikurangi akan menyebabkan tidak tercapainya Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK). Selanjutnya terdapat

kendala mengenai sedikitnya latihan soal yang disajikan dan bahasa yang sulit dimengerti. Dua kendala tersebut dapat diminimalisir dengan membuat bahan ajar yang menyajikan latihan soal yang lebih banyak dan menggunakan bahasa yang mudah dimengerti.

Berdasarkan kumpulan data kuesioner di atas, pembelajaran mata kuliah fisika dasar mengalami penurunan persentase mahasiswa yang mendapatkan nilai 4 A, peningkatan persentase mahasiswa yang tidak lulus, tidak tersedianya bahan ajar khusus pada perkuliahan, pemahaman mahasiswa yang didominasi dengan kategori paham, serta kendala-kendala seperti sedikitnya latihan soal dan bahasa yang sulit dimengerti, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran masih kurang maksimal dan perlu ditingkatkan kualitas pembelajarannya.

Pada umumnya untuk mencetak output yang berkualitas maka harus diimbangi dengan input yang berkualitas juga. Peningkatan kualitas pendidikan tidak dapat berjalan tanpa adanya inovasi pendidikan seperti terciptanya produk baru atau mengembangkan suatu produk yang sudah ada menjadi lebih baik, dimana produk-produk tersebut termasuk ke dalam elemen-elemen yang berkaitan dengan proses pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti melakukan salah satu inovasi pendidikan dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran yaitu dengan cara mengembangkan bahan ajar pada mata kuliah fisika dasar.

Saat ini perkembangan zaman sudah memasuki era revolusi industri 4.0 dimana segala informasi dan teknologi berkembang sangat pesat yang mempengaruhi bidang-bidang dalam kehidupan, salah satunya adalah bidang pendidikan. Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan besar bagi kemajuan dunia pendidikan karena perkembangan metode pembelajaran juga banyak mengalami perkembangan, baik metode pembelajaran maupun media dalam proses pembelajaran (Sari dan Setiawan, 2018). Menghadapi tantangan perkembangan

tersebut, proses pembelajaran dituntut untuk lebih akrab dalam memanfaatkan teknologi dalam bidang pendidikan. Seels dan Richey dalam (Supriadi, 2015) menjelaskan bahwa teknologi pendidikan dicirikan dengan pemanfaatan sumber belajar seluas mungkin untuk kebutuhan belajar dan dalam upaya untuk mendapat hasil belajar yang maksimal, maka sumber belajar tersebut perlu dikembangkan dan dikelola secara sistematis, baik, dan fungsional.

Berkaitan dengan teknologi pendidikan tersebut, salah satu perkembangan teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pendidikan adalah *e-module* yang dapat digunakan sebagai bahan ajar pada proses pembelajaran. *E-module* adalah versi elektronik dari yang sebelumnya merupakan sebuah modul cetak yang dapat dibaca pada komputer atau gadget lainnya dan dirancang dengan software pendukung (Elvarita, dkk., 2020). Bahan ajar berbasis *e-module* dapat diakses kapanpun dan dimanapun, sehingga dengan kemudahan tersebut diharapkan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Sependapat dengan penelitian yang dilakukan (Perdana, dkk., 2017) yang menyatakan bahwa pengembangan *e-module* pembelajaran ditujukan untuk mahasiswa belajar mandiri, sehingga dengan *e-module* yang diberikan dapat membantu memotivasi mahasiswa untuk belajar dan meningkatkan hasil belajar mahasiswa itu sendiri.

Peneliti melakukan analisis kebutuhan bahan ajar yang cocok untuk dikembangkan pada mata kuliah fisika dasar dengan memberikan kuesioner kepada mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta angkatan 2018 dan 2019. Total responden berjumlah 90 orang yang terdiri dari angkatan 2018 sebanyak 50 responden dan angkatan 2019 sebanyak 40 responden. Hasil kuesioner tersebut menunjukkan 54,4% responden memilih modul elektronik, 8,9% memilih buku cetak, 18,9% memilih modul cetak, dan 17,8% memilih buku elektronik. Berdasarkan persentase tersebut, peneliti memilih untuk mengembangkan bahan ajar modul elektronik atau *e-module* pada mata

kuliah fisika dasar dengan berfokus pada materi fisika bangunan yang diharapkan dapat membantu mahasiswa maupun pendidik dalam pembelajaran fisika bangunan. Penyusunan *e-module* ini juga dilakukan karena selama 5 tahun terakhir belum terdapat produk pembelajaran berupa *e-module* pada mata kuliah fisika dasar untuk mahasiswa PTB dan Teknik Sipil di Universitas Negeri Jakarta (Ramadhan, dkk., 2020).

Oleh karena itu, berdasarkan hal-hal yang dilengkapi dengan data pendahuluan seperti yang dijabarkan di atas, dilakukan penelitian pengembangan bahan ajar pada mata kuliah fisika dasar yang diharapkan dengan adanya pengembangan bahan ajar berbasis *e-module* ini dapat membantu pendidik dalam menyampaikan materi, dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi, serta meningkatkan output pada mata kuliah fisika dasar khususnya pada materi fisika bangunan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode penelitian riset dan pengembangan atau Research and Development (R&D) dan model penelitiannya adalah model 4D yang terdiri dari 4 tahap penelitian, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebarluasan). Penelitian berlangsung pada bulan Maret 2020 hingga Januari 2021 dengan tempat penelitian di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Sasaran dari penelitian ini adalah mahasiswa yang menempuh mata kuliah fisika dasar pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

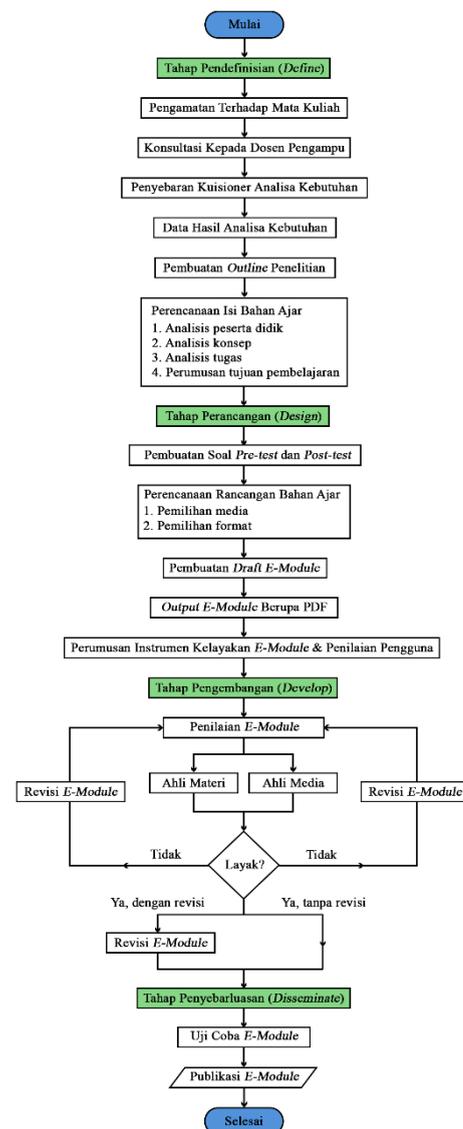
Instrumen yang digunakan pada penelitian pengembangan ini terbagi menjadi empat, yaitu instrumen analisa kebutuhan, instrumen ahli materi, instrumen ahli media, dan instrumen penilaian pengguna. Instrumen analisa kebutuhan digunakan sebagai data awal yang

digunakan dalam mendukung penelitian, instrumen ahli materi dibuat sebagai penilaian yang berhubungan dengan materi yang disajikan pada produk, instrumen ahli media dibuat sebagai penilaian yang berhubungan dengan media yang disajikan pada produk, dan instrumen penilaian pengguna dibuat untuk melihat penilaian produk berdasarkan perspektif pengguna produk (mahasiswa).

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui 3 tahap, yaitu tahap penelitian dan pengumpulan informasi, tahap perencanaan, lalu tahap desain produk. Tahap penelitian dan pengumpulan informasi dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah fisika dasar tahun ajaran 2018/2019 dan 2019/2020 dan menganalisis hasil instrumen analisa kebutuhan. Sedangkan pada tahap perencanaan, dilakukan pengumpulan sumber bahan ajar serta menentukan kriteria kualitas produk yang mencakup kevalidan dan keefektifan produk sehingga didapatkan kriteria kualitas produk yang mengacu kepada kriteria Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yang sudah dimodifikasi oleh peneliti.

Tahap terakhir, yaitu tahap desain produk. Pada tahap ini, dilakukan tahap penelitian dengan model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*) yang terdiri dari serangkaian tahapan penelitian yang lebih merinci. Tahap *define* (pendefinisian) terdiri dari beberapa proses yang dilalui yang intinya peneliti melakukan pengumpulan informasi, lalu informasi tersebut dianalisis serta penentuan konsep-konsep yang akan dimuat pada *e-module* fisika bangunan juga dilakukan pada tahap ini. Tahap *design* (perancangan) merupakan tahap yang berkaitan dengan pembuatan bahan ajar *e-module*. Tahap perancangan juga melalui berbagai macam kegiatan yang dimulai dari perancangan awal hingga terbentuknya *e-module* serta pembuatan instrumen untuk uji validasi *e-module* dan penilaian pengguna juga dilakukan pada tahap ini. Pada tahap *develop* (pengembangan), peneliti

melakukan uji validasi atau kelayakan *e-module* dan revisi *e-module* berdasarkan para ahli juga dilakukan. Tahap terakhir pada penelitian ini, yaitu tahap penyebarluasan dengan melakukan uji coba terbatas dan menjadikan produk sebagai bahan ajar fisika bangunan yang bisa digunakan pendidik dan mahasiswa pada mata kuliah fisika dasar khususnya bab fisika bangunan. Tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Teknik pengumpulan data pada penelitian pengembangan bahan ajar mata

kuliah fisika dasar berbasis *e-module* pada materi fisika bangunan untuk memperoleh data pendukung atau data pengujian yang digunakan dalam pemecahan masalah dan mencapai tujuan penelitian adalah observasi dan kuisioner. Sedangkan untuk teknis analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis data dengan statistik deskriptif dan analisis data secara kuantitatif.

Penelitian ini menggunakan instrumen kuisioner dengan skala penilaian yang digunakan adalah skala likert. Skala likert yang digunakan pada validasi ahli merupakan skala likert modifikasi, yaitu menggunakan empat skala (meniadakan pilihan yang di tengah). Hal ini dimaksudkan agar tidak ada pilihan yang berarti ganda (setuju tidak, tidak setuju pun tidak, atau ragu-ragu) sehingga validator dapat menjawab pertanyaan dengan tegas dan lebih maksimal. Hasil skor yang diperoleh dari validator diubah menjadi nilai angka dengan rumus dari Purwanto (2010) yang telah dimodifikasi yang dapat digunakan untuk menghitung skor validitas dari hasil penilaian ahli:

$$\text{Validitas (\%V)} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100$$

Setelah didapatkan persentase validitas, persentase tersebut akan menunjukkan tingkat kelayakan produk. Lalu persentase tersebut diinterpretasikan dengan kriteria kelayakan pada penelitian yang diadaptasi dari (Akbar, 2013) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Validasi Ahli

Persentase Nilai	Kategori	Keterangan
85% – 100%	Sangat Layak	Sangat baik untuk digunakan
69% – 84%	Layak	Boleh digunakan dengan revisi kecil
53% – 68%	Cukup Layak	Boleh digunakan dengan revisi besar
37% – 52%	Kurang Layak	Tidak boleh digunakan
20% – 36%	Tidak Layak	Tidak boleh digunakan

Pada penilaian yang dilakukan oleh pengguna (mahasiswa), dilakukan

penyebaran kuisioner yang menggunakan skala likert 5 skala (sangat baik, baik, cukup, tidak baik, dan sangat tidak baik). Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung skor penilaian dari hasil penilaian mahasiswa:

$$\text{Skor (X)} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah responden}}$$

Setelah didapatkan skor (X) sesuai perhitungan di atas, skor (X) tersebut akan menunjukkan tingkat kualitas bahan ajar berdasarkan penilaian mahasiswa. Selanjutnya, skor tersebut diinterpretasikan dengan kriteria penilaian pengguna yang diadaptasi dari (Sugiyono, 2015) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Penilaian Pengguna

Interval Skor	Nilai	Kategori
$X > 4,21$	5	Sangat Baik
$3,40 < X \leq 4,21$	4	Baik
$2,60 < X \leq 3,40$	3	Cukup
$1,79 < X \leq 2,60$	2	Tidak Baik
$X \leq 1,79$	1	Sangat Tidak Baik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan bahan ajar mata kuliah fisika dasar berbasis *e-module* pada materi fisika bangunan (selanjutnya disebut dengan bahan ajar atau *e-module* fisika bangunan) di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Jakarta yang dirancang dan disusun dengan sebaik mungkin dengan menggunakan Adobe Photoshop CS6 dan Adobe InDesign 2020. Masing-masing *software* tersebut memiliki fungsi yang berbeda dan saling melengkapi. Semua yang berhubungan dengan desain, gambar, ilustrasi, dan sebagainya diolah menggunakan Adobe Photoshop. Sedangkan Adobe InDesign berfungsi sebagai wadah untuk menyusun hal-hal yang akan dimuat pada *e-module* fisika bangunan.

*E-module* yang telah dibuat, disusun berdasarkan struktur *e-module* pada umumnya yang terbagi menjadi tiga bagian,

yaitu bagian pembuka, bagian inti, dan penutup. Selain itu, format *e-module* juga disesuaikan dengan format pembelajaran jarak jauh yang diluncurkan oleh ISO (International Organization for Standardization). Isi dari bahan ajar fisika bangunan berbasis *e-module* ini menyajikan empat bab materi fisika bangunan yang disesuaikan dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) mata kuliah fisika dasar. Keempat bab tersebut, yaitu suhu dan kalor, pencahayaan, fluida, dan penerapan gelombang mekanik bunyi. Dalam penyusunannya disusun dengan memperhatikan elemen-elemen *e-module*, seperti konsistensi, format, organisasi, daya tarik, bentuk dan ukuran huruf, serta penggunaan ruang atau spasi kosong.

Selain pentingnya elemen-elemen *e-module*, *e-module* yang telah dibuat juga memiliki karakteristik sesuai *e-module* pada umumnya, yaitu *self instructional*, *self contained*, *stand alone*, *adaptive*, dan *user friendly*. Karakteristik *self instructional* dapat ditemukan pada instruksi-instruksi yang tersebar pada *e-module* yang telah dibuat, misalnya seperti adanya instruksi sebelum mengerjakan soal sehingga pengguna *e-module* belajar mandiri. Lalu, karakter *self contained* (berkaitan dengan isi *e-module*) dan *stand alone* merupakan dua karakteristik *e-module* yang saling berkaitan. Dua karakteristik tersebut ditandai dengan tidak perlukannya sumber lain atau dapat berdiri sendiri karena isi materi sudah lengkap dan sudah disesuaikan dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) mata kuliah fisika dasar. Karakteristik *adaptive* dapat ditemukan pada isi materi yang disesuaikan dengan perkembangan teknologi dan fleksibilitasnya dalam hal penggunaan *e-module* ini (mudah diakses pada berbagai macam perangkat). Karakteristik yang terakhir, *user friendly*, salah satunya ditandai dengan tersedianya *hyperlink* yang digunakan untuk memudahkan dalam mencari materi, tabel, gambar, dan sebagainya pada suatu halaman di *e-module*.

Validasi *e-module* dilakukan dengan menggunakan instrumen penilaian dari ahli

materi, ahli media, dan pengguna (mahasiswa). Instrumen ahli materi diajukan kepada ahli materi, yaitu dosen yang berada pada lingkup fisika dasar atau fisika bangunan dengan kualifikasi pendidikan minimal S2. Komponen pada instrumen ahli materi terdiri dari tiga aspek, yaitu aspek kelayakan isi, aspek penyajian, dan aspek kebahasaan. Berdasarkan hasil validasi materi didapatkan bahwa bahan ajar fisika bangunan memiliki total rata-rata persentase sebesar 86% yang menunjukkan bahwa *e-module* yang dikembangkan termasuk ke dalam kategori sangat layak dengan keterangan sangat baik untuk digunakan. Berikut adalah Tabel 3 yang menjabarkan hasil validasi produk dari ahli materi.

Tabel 3. Data Validasi Ahli Materi

No.	Judul Bab	Persentase		Rata-Rata	Kategori
		V1	V2		
1	Suhu dan Kalor	79%	91%	85%	Sangat Layak
2	Pencahayaan	78%	92%	85%	Sangat Layak
3	Fluida	79%	92%	86%	Sangat Layak
4	Penerapan Gelombang Mekanik Bunyi	79%	94%	87%	Sangat Layak
Total		79%	92%	86%	Sangat Layak

Sedangkan instrumen ahli media diajukan kepada ahli media, yaitu dosen yang berada pada lingkup teknologi pendidikan dengan kualifikasi pendidikan minimal S2. Penilaian yang dilakukan oleh ahli media berkaitan dengan aspek kegrafikan yang terdiri dari tujuh komponen. Berdasarkan hasil validasi oleh ahli media, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar fisika bangunan memiliki total rata-rata persentase sebesar 99% yang menunjukkan bahwa *e-module* yang dikembangkan termasuk ke dalam kategori sangat layak dengan keterangan sangat baik untuk digunakan. Berikut adalah Tabel 4 yang menjabarkan hasil validasi produk dari ahli media.

Tabel 4. Data Validasi Ahli Media

No	Indikator Penilaian	Persentase		Rata	Kategori
		V1	V2	Rata	
1	Penyajian struktur penulisan bahan ajar	100%	92%	96%	Sangat Layak
2	Keberfungsian <i>hyperlink</i>	100%	100%	100%	Sangat Layak
3	Tata letak huruf dan gambar/ ilustrasi	100%	100%	100%	Sangat Layak
4	Penggunaan bentuk dan ukuran font	100%	100%	100%	Sangat Layak
5	Konsistensi huruf, spasi, tata letak	100%	100%	100%	Sangat Layak
6	Penggunaan ruang atau spasi kosong	100%	100%	100%	Sangat Layak
7	Daya tarik bahan ajar	100%	100%	100%	Sangat Layak
Total		100%	99%	99%	Sangat Layak

Lalu, hasil uji coba terbatas kepada 10 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta tahun ajaran 2019/2020 yang telah menempuh mata kuliah fisika dasar khususnya bab fisika bangunan, didapatkan bahwa perolehan rata-rata nilai untuk *pre-test* adalah 58,5 dan untuk *post-test* adalah 79,5. Dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan persentase sebesar 21% pada nilai *pre-test* ke *post-test* pada uji coba tersebut. Berikut adalah Tabel 5 yang merupakan hasil uji coba terbatas pada 10 mahasiswa.

Tabel 5. Data Hasil Uji Coba Terbatas

No.	NIM	Nilai <i>Pre-Test</i>	Nilai <i>Post-Test</i>
1	1503619055	60	95
2	1503619060	65	80
3	1503619001	60	95
4	1503619066	80	100
5	1503619036	20	40
6	1503619079	65	90
7	1503619083	85	95
8	1503619069	85	95
9	1503619015	40	55
10	1503619021	25	50
Rata-Rata		58,5	79,5

Setelah responden selesai mengerjakan soal *pre-test* dan *post-test*, responden juga diberikan instrumen penilaian bahan ajar fisika bangunan berbasis *e-module*. Didapatkan perolehan rata-rata nilai untuk penilaian pengguna (peserta uji coba terbatas) mendapatkan hasil 4,16 yang termasuk ke dalam kategori baik. Berikut adalah Tabel 6

yang merupakan hasil penilaian produk dari mahasiswa.

Tabel 6. Data Penilaian Pengguna

No.	Indikator Penilaian	X	Kategori
1	Tampilan bahan ajar	4,32	95
2	Penggunaan bahan ajar	3,94	80
3	Isi bahan ajar	4,20	95
4	Evaluasi pembelajaran	4,18	100
Rata-Rata		4,16	Baik

Salah satu hal yang mendasari penelitian dan pengembangan ini dilakukan, yaitu karena belum tersedianya bahan ajar khusus pada mata kuliah fisika dasar khususnya bab fisika bangunan di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, sehingga dengan dibuatnya bahan ajar fisika bangunan berbasis *e-module* ini dapat menjadi poin lebih pada penelitian ini. Selain itu, kelebihan lainnya adalah bahan ajar ini dapat digunakan secara mandiri oleh mahasiswa karena sudah dilengkapi dengan latihan soal, tes formatif, kunci jawaban, pembahasan, dan umpan balik dan tindak lanjut yang berguna sebagai refleksi diri dalam mengukur kemampuan mahasiswa.

Berkaitan dengan kemajuan teknologi, *e-module* didesain dengan memanfaatkan fitur yang ada. Video pembelajaran dapat diakses dengan menggunakan *QR code* yang tersedia pada isi *e-module*. Kelebihan lainnya, yaitu bentuknya yang berupa elektronik menjadikan bahan ajar dapat diakses kapanpun dan dimanapun dan bentuknya dalam format .pdf juga menjadi poin lebih karena mudah diakses pada berbagai perangkat. Dengan format tersebut bahan ajar fisika bangunan ini juga apabila dimungkinkan dapat dimasukkan ke dalam *e-learning* Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta sehingga dapat mendukung pembelajaran daring.



Gambar 2. Tampilan E-Module Fisika

## KESIMPULAN

Penelitian pengembangan bahan ajar mata kuliah fisika dasar berbasis *e-module* pada materi fisika bangunan di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta telah dilakukan dengan metode pengembangan model 4D yang melalui empat proses kegiatan, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebarluasan). Penelitian ini menghasilkan bahan ajar fisika bangunan berbasis *e-module* yang berisi empat bab materi, yaitu suhu dan kalor, pencahayaan, fluida, dan penerapan gelombang mekanik bunyi. Bahan ajar dibuat dengan menggunakan dua software yaitu Adobe Photoshop dan Adobe InDesign.

Berdasarkan hasil data penelitian dan uraian pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa bahan ajar fisika bangunan berbasis *e-module*, menurut data

validasi ahli materi sudah sangat layak (sangat baik untuk digunakan) dengan persentase nilai 86%, lalu menurut data validasi ahli media juga sudah sangat layak (sangat baik untuk digunakan) dengan persentase nilai 99%. Selain itu, menurut data uji coba terbatas juga dapat disimpulkan bahwa bahan ajar fisika bangunan berbasis *e-module* juga dirasa mampu untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada materi fisika bangunan dengan dilihatnya peningkatan persentase nilai rata-rata, yaitu sebesar 21% serta pada penilaian produk oleh mahasiswa didapatkan hasil rata-rata skor sebesar 4,16 (dari skala 5) yang termasuk ke dalam kategori baik.

Untuk penelitian selanjutnya, bahan ajar fisika bangunan berbasis *e-module* dapat ditambahkan video pembelajarannya (ditautkan menggunakan *QR code*) agar menambah pemahaman bagi para pengguna *e-module*. Dilihat dari adanya video pada *e-module* yang masih belum maksimal dari sumbernya dan video yang tersedia di internet masih banyak menggunakan bahasa Inggris, apabila memungkinkan dapat dibuat versi bahasa Indonesianya. Selain itu, bahan ajar fisika bangunan berbasis *e-module* ini juga dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menguji keefektifitasan *e-module* pada skala yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Rosda
- Elvarita, dkk. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Mekanika Tanah Berbasis E-Modul Pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil*, 9(1):1-7.
- Hienonen, dkk. (2017). The Importance of Building Physics in Improving Quality Control of Public Buildings – The Role of Public Authority Control. *Energy Procedia* 132:99-104.
- Perdana, dkk. (2017). Development of E-Module Combining Science Process Skills and Dynamics Motion Material to Increasing Critical Thinking Skills and

- Improve Student Learning Motivation Senior High School.” *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 1(1):45.
- Purwanto, N. (2010). *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Qomariah, dkk. (2016). Kualitas Media Pembelajaran, Minat Belajar, Dan Hasil Belajar Siswa: Studi Pada Mata Pelajaran Ekonomi. *Jurnal Pendidikan Ekonomi Dan Bisnis*, 4(1):33–47.
- Ramadhan, dkk. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika Dasar Untuk Mahasiswa Calon Guru SMK Teknik Konstruksi Dan Properti.” *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(2).
- Sari, P.A., dan Setiawan, A. (2018). The Development of Internet-Based Economic Learning Media Using Moodle Approach. *International Journal of Active Learning*, 3(2):100–109.
- Serevina, dkk. (2018). Development of E-Module Based on Problem Based Learning (PBL) on Heat and Temperature to Improve Student’s Science Process Skill. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 17(3):26–36.
- Supriadi. (2015). Pemanfaatan Sumber Belajar Dalam Proses Pembelajaran. *Lantanida Journal*, 3(2):127–39.