

Pengembangan E-module Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan PhET Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Mahasiswa

Shinta Dewi Susanti, Muhammad Reyza Arief Taqwa*, Sulur

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Malang

*Email: reyza.arief.fmipa@um.ac.id

Received: 27 November 2020; **Accepted:** 29 Desember 2020; **Published:** 30 Desember 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jpft.v6i2.2234>

Abstract - This research was conducted to develop discovery learning-based E-modulees combined with PhET in kinetik gas theory materials with the aim of: 1) producing discovery learning-based E-modulee products in the analysekinetik theory of gassesmaterial subjects for students. (2) knowing the feasibility of discovery learning-based E-modulee products in kinetik gas theory material for students. referring to the R&D (reaserch and development) method of the step of development refers to Thiagarajan (4D) which has been adapted to the purpose of research only until the development stage. The development procedures in this study include define, design, and development. This research resulted in a product in the form of discovery learning based emodulees on the subject matter of kinetik gas for students with a decent category. Based on the results of validation by experts, the overall product feasibility percentage is 87.7%, which means that the product falls into very valid criteria. The readability test conducted on 14 students of physics education UM obtained an average reading result of 96.4% of the readability criteria included in the legible category.

Keywords: E-module; Discovery Learning

PENDAHULUAN

Kunci keberhasilan dalam mempelajari fisika terletak pada pemahaman konsep (Irawati, 2012; Riyadi *et al.*, 2017; Sutrisno *et al.*, 2015). Memahami konsep, prinsip maupun hukum-hukum fisika melalui proses berpikir analitis, rasa ingin tahu tinggi dan proses ilmiah merupakan tuntutan ketika mempelajari fisika (Maiyena & Imamora, 2020). Tuntutan mempelajari fisika dapat dicapai jika dibelajarkan sebagaimana fisikawan terdahulu memperoleh pengetahuan karena hal ini dapat membantu untuk menguasai konsep (Kurniawati, 2018). Pembelajaran Fisika menekankan pada pengalaman langsung dan menaritahu untuk memperoleh pengalaman yang lebih mendalam (Hermansyah *et al.*, 2017). Salah satu model pembelajaran yang sesuai untuk mengeksplorasi dan mencari tahu secara langsung adalah *Discovery Learning*.

Discovery learning merupakan model pembelajaran yang mengutamakan pengembangan pemahaman konseptual berbasis pengalaman langsung oleh siswa (Mulyani, 2019). Model *discovery learning* menekankan pada peran aktif siswa dalam memperoleh konsep-konsep dengan cara menemukan sendiri (Fernanda *et al.*, 2015; Kemendikbud, 2013). Penemuan konsep pada *discovery learning* diperoleh melalui proses pengamatan atau percobaan (Sintia *et al.*, 2015). Karena berhubungan dengan percobaan dan pengamatan langsung, ada beberapa percobaan yang sulit jika dilakukan/diamati secara langsung.

Kesulitan dalam percobaan dan pengamatan secara langsung berpotensi menimbulkan kesulitan dalam pemahaman konsep. Keterbatasan indera manusia dalam mengamati fenomena menimbulkan pemahaman konsep yang tidak tepat (Gusmida *et al.*, 2016). Materi teori kinetik gas merupakan materi yang cakupan

kajiannya terkait benda yang benda-benda yang tidak tampak oleh mata serta bersifat makroskopis dan abstrak (Yoto & Wiyono, 2015). Konsep yang bersifat abstrak merupakan konsep yang sulit divisualisasikan atau ditampilkan prosesnya secara langsung bahkan melalui kegiatan laboratorium riil sekalipun (Gunawan *et al.*, 2017). Oleh karenanya pembelajaran fisika dapat memanfaatkan IT untuk menjadi pembelajaran yang menarik, efektif dan inovatif (Anggraini, 2017).

PhET adalah contoh lab virtual yang menggunakan simulasi terapan konsep fisika dalam menciptakan pembelajaran menarik (Syaiyulloh & Jatmiko, 2014). Simulasi PhET sangat efektif untuk membantu siswa dalam membangun pemahaman untuk fenomena yang bersifat abstrak (Sari & Simanjuntak, 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa laboratorium virtual PhET dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep fisika (Hikmawati *et al.*, 2019).

Penggunaan bahan ajar yang tepat juga dapat membantu dalam memahami konsep fisika. Keberadaan bahan ajar sangatlah penting didalam membangun pemahaman, melalui bahan ajar mahasiswa dapat memahami kembali materi perkuliahan yang diberikan dosen (Dewi & Afrizon, 2018). Dijurusan Fisika UM belum dikembangkan modul yang dirancang khusus untuk materi teori kinetik gas. Alternatif penyelesaian yang diberikan adalah dengan menggunakan *E-module*. *E-module* sendiri dapat disajikan melalui media elektronik yang dapat diakses dimanapun dan kapanpun (Syafutri *et al.*, 2019).

Penelitian terdahulu yang dilakukan Saidah (2018) mengembangkan *E-module* android pada materi Teori Kinetik Gas menggunakan software Adobe Animate CC. Hasil produk memiliki format aplikasi .apk

dapat digunakan pada sistem operasi android dan diperoleh hasil nilai validasi materi sebesar 92,2%, validasi media sebesar 93,96%, artinya memiliki kategori sangat valid, hasil uji kepraktisan sebesar 92,5%, dapat dikategorikan sangat praktis. Dapat diketahui dari produk yang dikembangkan masih belum menggunakan model pembelajaran dan PhET. Dikembangkannya *E-module* berbasis *discovery learning* yang dipadukan dengan PhET pada materi Teori kinetik gas dengan diharapkan dapat mencapai tujuan: 1) menghasilkan produk *E-module* berbasis *discovery learning* pada mata pelajaran materi teori kinetik gas untuk mahasiswa. (2) mengetahui tingkat kelayakan produk *E-module* berbasis *discovery learning* pada materi teori kinetik gas untuk mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah R&D (*Research and Development*) dengan model pengembangan 4D Thiagarajan yang terdiri dari 4 tahapan pengembangan yaitu: pendefinisian (*define*), penyusunan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*) (Pinilih *et al.*, 2016). Tahapan pada metode ini dilakukan hanya sebatas pada tahap ketiga yaitu pengembangan (*develop*). Tahap penyebaran (*disseminate*) tidak dilaksanakan karena penelitian ini dilakukan hingga tahap uji coba terbatas saja. Jadi tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut

- 1. Tahap pendefinisian (*define*)**, pada tahap ini akan ditetapkan dan didefinisikan syarat produk yang akan dihasilkan, produk yang dimaksud adalah *E-module*. Pada tahap ini dilakukan studi literatur dengan mengkaji jurnal penelitian yang berkaitan dengan pemahaman mahasiswa untuk materi teori kinetik gas serta kesulitan ketika mempelajari materi tersebut. Selanjutnya

menganalisis kompetensi kompetensi dasar yang harus dikuasai dengan tujuan untuk menentukan konsep mana yang akan disampaikan. Analisis sumber belajar bertujuan untuk menentukan sumber-sumber mana yang sesuai digunakan sebagai referensi untuk penyusunan modul. Perumusan modul yang akan dikembangkan harus sesuai dengan tingkat kemampuan mahasiswa yaitu modul dapat membantu dalam membangun pemahaman konsep pada materi teori kinetic gas. Selanjutnya peneliti merumuskan tujuan pengembangan secara spesifik merangkum hasil yaitu untuk menghasilkan modul dengan sintak *Discovery Learning* dan disertai PhET dalam percobaan.

2. Tahap Penyusunan (*design*), pada tahap ini produk akan dirancang sesuai dengan hasil dari tahapan *define*. Pada tahap ini akan dikembangkan modul yang dapat membantu mahasiswa membangun konsep Teori Kinetik Gas. Modul dikembangkan dengan model *Discovery Learning* berbantuan PhET dalam percobaan dengan tujuan memudahkan mahasiswa mengamati secara langsung.

3. Tahap pengembangan (*develop*), pada tahap ini menghasilkan produk pengembangan sesuai dengan desain dan apa yang di inginkan, tahapan *develop* terdiri dari tiga tahapan(Fonna & Mursalin, 2019): (1) jika hasil yang diperoleh valid maka selanjutnya di ujicoba untuk menentukan kriteria keterbacaan dan kepraktisan; (2) jika hasil yang diperoleh cukup valid, maka dilakukan sedikit revisi , yang selanjutnya diujicobakan untuk menentukan kriteria keterbacaan ; dan (3) jika hasil menunjukkan tidak valid, maka dilakukan revisi total dan divalidasi kembali. Tujuan dari tahap *develop* ini adalah untuk menciptakan produk akhir E-module yang lebih baik lagi berdasarkan proses revisi dengan mempertimbangkan saran validator ahli.

Instrumen yang digunakan untuk pengambilan data berupa angket validasi dan angket keterbacaan. Data yang diperoleh dalam penelitian pengembangan ini adalah data kuantitatif berupa hasil skor validasi dan keterbacaan, serta data kualitatif berupa saran dari 3 validator ahli. Data kuantitatif diperoleh dari hasil validasi yang berupa skor penilaian dari 3 validator ahli dan 14 mahasiswa yang sedang atau telah memperoleh materi Teori kinetik gas.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik deskriptif dan disimpulkan sebagai masukan untuk memperbaiki atau merevisi produk. Data hasil validasi akan dianalisis melalui rumusan berikut:

Rumus untuk pengolahan data per item:

$$P = \frac{x}{x_i} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase

x = skor tiap kriteria

x_i = skor maksimal tiap kriteria

Dengan kriteria ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Validasi

Kriteria validitas (%)	Tingkat validitas
85,01-100	Sangat valid
70,01-85	Cukup valid
50,01-70	Kurang valid
01,00-50	Tidak valid

Sumber :(Akbar, 2013)

Selanjutnya uji coba dilakukan kepada 14 mahasiswa yang telah memperoleh mata kuliah Fisika Dasar 2, dimana terdapat materi teori kinetik gas. Data uji coba meliputi uji keterbacaan yang hasilnya akan dihitung melalui rumusan berikut:

$$P = \frac{\sum R}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase skor respon siswa

$\sum R$ = jumlah skorjawaban yang diberikan

N = jumlah skor maksimal

Kriteria keterbacaan yang digunakan disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. kriteria uji keterbacaan

Presentase skor	Kriteria keterbacaan
76%-100%	Terbaca
51%-75%	Cukup terbaca
26%-50%	Kurang terbaca
0%-25%	Tidak terbaca

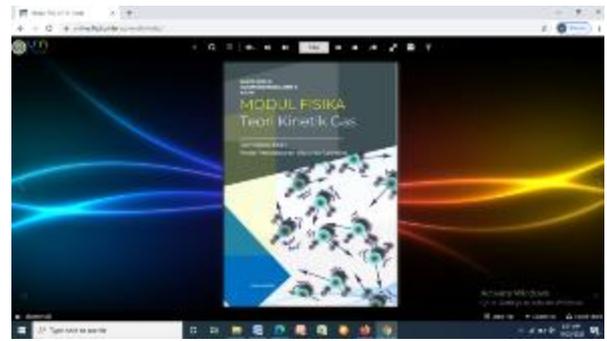
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1). Deskripsi Produk E-module

Hasil dari pengembangan E-module berbasis *Discovery Learning* berbantuan PhET terdiri dari 5 kegiatan belajar namun hanya kegiatan belajar 1-3 yang menggunakan *Discovery Learning* berbantuan PhET. Modul disusun dengan sintak *Discovery Learning* yaitu: pemberian rangsangan (*stimulation*), identifikasi masalah (*problem statement*), pengumpulan data (*data collection*), pengolahan data (*data processing*), pembuktian (*verification*) dan menarik kesimpulan (*generalization*). Modul yang disusun menggunakan sintak *Discovery Learning* akan membantu siswa dalam mengkonstruksi secara mandiri konsep pada teori kinetik gas. Lebih spesifik lagi pada sintak pengumpulan data (*data collection*), pengolahan data (*data processing*), pembuktian (*verification*) dilakukan melalui LKM percobaan menggunakan bantuan PhET karena dapat membantu mahasiswa dalam membangun pemahaman dan memahami konsep-konsep untuk fenomena Teori kinetik gas yang bersifat abstrak (Sari & Simanjuntak, 2016; Hikmawati *et al.*, 2019).

Komponen modul lebih rinci dijelaskan melalui deskripsi berikut. Halaman sampul memuat nama modul materi serta spesifikasi modul yaitu berbasis *Discovery Learning* berbantuan PhET. Gambar tampilan awal modul (sampul) disajikan seperti Gambar 1.



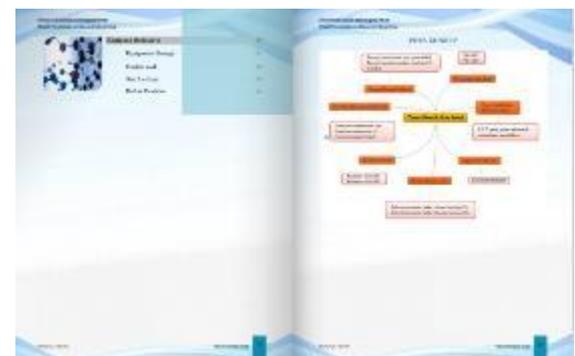
Gambar 1. Tampilan Awal Modul

Gambar 2 merupakan tampilan halaman kata pengantar, halaman ini berisi kata kata sambutan penulis sebagai awal modul. Halaman daftar isi memuat materi dan isi yang disajikan dalam modul yang telah dibuat.



Gambar 2. Halaman Kata Pengantar dan Daftar Isi

Halaman peta konsep ditunjukkan pada Gambar 3, halaman ini memuat berbagai macam konsep yang akan dipelajari pada E-module.



Gambar 3. Peta Konsep

Halaman petunjuk digunakan untuk menuntun pengguna agar lebih mudah dalam

pengoperasian modul. Tampilan halaman petunjuk ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Petunjuk penggunaan modul

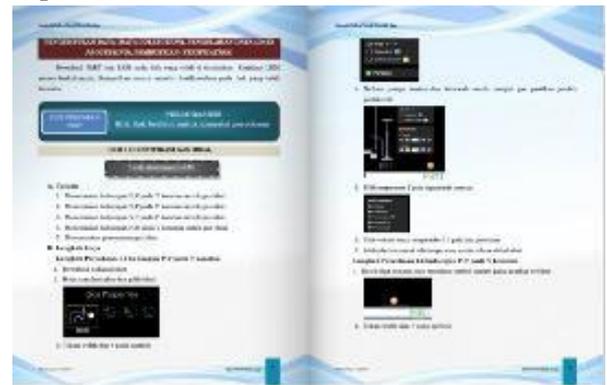
Modul terdiri dari 5 kegiatan belajar. Halaman awal setiap kegiatan belajar berisi judul, tujuan, dan video (kasus yang berisi permasalahan) yang sesuai untuk setiap kegiatan belajar. Sintak *Discovery Learning* dan percobaan PhET hanya digunakan untuk kegiatan belajar 1-3. Materi disampaikan dengan berbagai macam petunjuk untuk dapat menuntun mahasiswa mengikuti langkah belajar sesuai dengan sintak *Discovery Learning*. Tampilan awal kegiatan belajar disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Halaman Awal Kegiatan Belajar

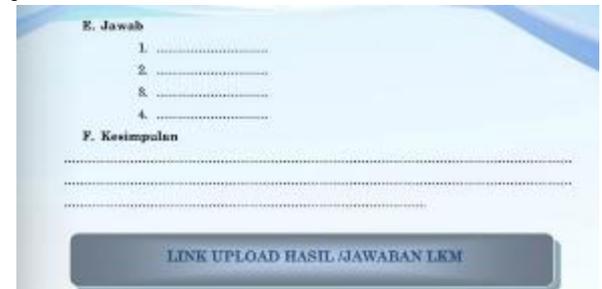
Pada kegiatan belajar 1-3 terdapat link PhET dan link untuk download LKM.

Tampilah LKM yang harus dikerjakan Siswa seperti Gambar 6.



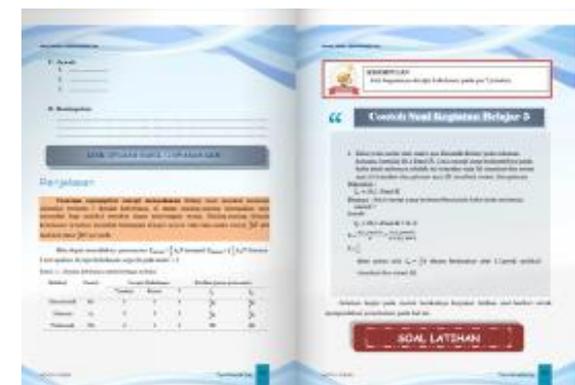
Gambar 6. Lembar Kerja Mahasiswa

Setiap akhir LKM akan disediakan link untuk mengupload hasil pekerjaan mahasiswa. Gambar 7 menunjukkan tempat (link) mahasiswa mengumpulkan hasil jawaban LKM.



Gambar 7. Link Pengumpulan LKM

Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan halaman contoh soal yang berisi contoh pengerjaan soal, serta soal latihan yang harus dikerjakan mahasiswa. Tampilan contoh soal Dan latihan Soal tertampil pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman Contoh Soal dan Soal Latihan

2). Hasil Validasi E-module oleh ahli

Tahap validasi *E-module* bertujuan untuk memperoleh tingkat kelayakan penggunaan *E-module*, validasi dilakukan oleh 3 validator ahli. Produk yang divalidasi oleh validator adalah *E-module* dengan draft 1 yang berisikan materi teori kinetik gas dan

model pembelajaran *discovery learning* berbantuan PhET. Hasil dari validasi *E-module* tersebut dianalisis dan diperoleh tabel serta grafik persentase hasil validasi. Deskripsi hasil dari analisis validasi produk akan dilampirkan melalui Tabel 3 Tabel 4, Tabel 5 dan Grafik 1.

Tabel 3. Validitas Konten

Aspek yang dinilai	Validator			Rata-rata	Persentase	Kriteria
	v_1	v_2	v_3			
Peta konsep	2	4	4	3,33	83%	Cukup valid
Video pembelajaran	3,5	3,5	3	3,33	83%	Cukup valid
Lembar kerja mahasiswa	4	3,25	3,75	3,6	90%	Sangat valid
Materi	4	4	3,25	3,75	93%	Sangat valid
Contoh soal	4	4	3	3,6	90%	Sangat valid
Soal Latihan	3,5	4	3	3,5	88%	Sangat valid
Isi modul sesuai dengan sintak <i>Discovery learning</i>	3.5	3,25	3,5	3,4	85,4%	Sangat valid
Rata rata kelayakan konten				3,5	88%	Sangat valid

Tabel 4. Validitas Tampilan

Aspek yang dinilai	Validator			Rata-rata	Persentase	Kriteria
	v_1	v_2	v_3			
Media	3,8	3,4	3,25	3,48	87%	Sangat valid
Tata letak	3,5	3	3,5	3,33	83%	Cukup valid
Rata rata kelayakan tampilan				3,41	85,2%	Sangat valid

Tabel 5. Validitas Bahasa

Aspek yang dinilai	Validator			Rata-rata	Persentase	Kriteria
	v_1	v_2	v_3			
Penggunaan bahasa	3,4	3,8	3,6	3,6	90%	Sangat valid
Rata rata kelayakan bahasa				3,6	90%	Sangat valid

Hasil validasi konten sebesar 88%, hasil validasi media sebesar 85,2%, hasil validasi bahasa sebesar 90%, dan secara keseluruhan sebesar 87,7%.

3). Hasil uji keterbacaan E-module

Setelah produk divalidasi oleh validator maka diperoleh beberapa saran perbaikan dari validator. Dari beberapa saran yang diperoleh dari validator maka saran tersebut menjadi acuan untuk merevisi *E-module* dengan model pembelajaran

Discovery Learning berbantuan PhET menjadi lebih baik dan lebih menarik.

Setelah diadakan revisi maka produk akan di uji cobakan secara terbatas kepada mahasiswa yang telah atau kana memepuh materi teori kinetik gas. Hasil dari uji coba keterbacaan akan disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Uji keterbacaan

Aspek yang dinilai	Persentase
Modul elektronik dapat diakses dengan mudah	100%

Aspek yang dinilai	Persentase
Fitur-fitur pendukung (tombol dan hyperlink) pada aplikasi dapat digunakan (dibuka).	100%
LKM dalam modul dapat diakses dengan mudah.	100%
Tampilan modul elektronik menarik	92,9%
PhET dalam modul dapat diakses dengan mudah.	100%
Video menarik dan dapat diputar dengan lancar	100%
Gambar yang ada dalam modul dapat terlihat dengan jelas	85,7%
Cover yang digunakan menarik	100%
Petunjuk penggunaan modul dapat dilaksanakan dengan mudah	100%
Peta konsep jelas, dan mudah dipahami	85,7%
Ukuran dan jenis font (huruf) yang digunakan jelas terbaca)	92,9%
Bahasa yang digunakan dapat dipahami dengan mudah	100%
Rata-rata ujicoba keterbacaan	96,4%

Uji keterbacaan dilakukan kepada 14 mahasiswa prodi pendidikan fisika UM dan diperoleh hasil rata-rata keterbacaan sebesar 96,4% berdasarkan kriteria yang digunakan pada Tabel 2.

Pembahasan

Modul fisika Teori Kinetik Gas berisikan materi, instruksi percobaan, dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Dalam menyampaikan materi, tahapan disesuaikan dengan sintak model pembelajaran *Discovery Learning* dengan tujuan untuk mengonstruksi pemahaman konsep mahasiswa. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan (Anyafulude, 2013; Van Joolingen, 1998) menyatakan bahwa *Discovery Learning* merupakan bagian dari teori belajar konstruktivisme dimana ide dasar dari pembelajaran ini adalah peserta didik mengkonstruksi pengetahuan secara mandiri. Model ini melibatkan siswa mengamati, menanya, mencoba, menganalisis dan mengkomunikasikan sehingga proses pembelajaran melibatkan

siswa untuk menemukan sendiri berbagai kosep (Afifah & Sulus, 2020).

Di dalam modul juga dilengkapi video pembelajaran yang diletakkan pada sintak *stimulation* dengan harapan dapat memancing siswa terhadap permasalahan mengenai teori kinetik gas. Percobaan yang dilakukan dalam modul merupakan percobaan virtual melalui perantara PhET yang lebih praktis dan jelas dalam pengilustrasian percobaan. Pada akhir setiap kegiatan belajar pada modul ini juga dilengkapi dengan contoh soal dan soal latihan untuk membuat pemahaman siswa lebih baik lagi.

Modul yang telah dikembangkan berisi 5 kegiatan belajar membahas mengenai subab-subab dalam teori kinetik gas. Namun yang menggunakan sintak *Discovery Learning* dan PhET hanya pada kegiatan belajar 1-3 karena pada kegiatan 4-5 aplikasi PhET yang digunakan belum tersedia untuk menunjang sintak data pengumpulan data (*collection*), data pengolahan data (*processing*), dan pembuktian (*verification*).

Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh validitas *E-module* yang didapatkan pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 tersebut dianalisis menggunakan persentase validitas menggunakan skala Linkert. Sehingga diperoleh hasil validasi konten sebesar 88%, hasil validasi media sebesar 85,2%, hasil validasi bahasa sebesar 90%, dan secara keseluruhan sebesar 87,7% yang artinya produk masuk dalam kriteria sangat valid. Dari semua uji validitas *E-module* berbasis *Discovery Learning* berbantuan PhET diperoleh nilai prosentase paling tinggi 93% pada bagian materi, hal ini terjadi karena materi disajikan secara lengkap, sesuai dengan indikator tujuan untuk mahasiswa. Hal itu selaras dengan penelitian Fatik (2012) yang menyatakan bahwa penggunaan media PhET dalam

pembelajaran fisika layak digunakan untuk menunjang ketercapaian tujuan pembelajaran. Sedangkan hasil terendah diperoleh pada bagian peta konsep yaitu sebesar 83%, hal ini dikarenakan peta konsep yang disusun menurut komentar ahli belum dapat membangun *body of knowledge* mahasiswa dan belum menjelaskan keterkaitan antar konsep.

Uji keterbacaan yang dilakukan kepada 14 mahasiswa pendidikan fisika UM diperoleh hasil rata-rata keterbacaan sebesar 96,4% berdasarkan kriteria yang digunakan pada Tabel 2 diperoleh hasil bahwa kriteria keterbacaan termasuk dalam kategori terbaca yaitu antara 75%-100%. Nilai keterbacaan yang tinggi ini dikarenakan *E-module* dapat diakses dengan mudah serta bahasa yang digunakan dapat dipahami dengan mudah. Hal ini selaras dengan hasil penelitian (Alfiana, 2017) yang menyatakan bahwa modul pembelajaran berbantuan simulasi PhET pada pokok bahasan teori kinetik gas layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran di kelas.

PENUTUP

Penelitian ini menghasilkan produk berupa *E-module* berbasis *Discovery Learning* pada mata pelajaran materi teori kinetik gas untuk mahasiswa dengan kategori layak. Berdasarkan validasi oleh ahli diperoleh hasil sebesar 87,7% yang artinya produk masuk dalam kriteria sangat valid dan Uji keterbacaan diperoleh hasil rata-rata keterbacaan sebesar 96,4% termasuk dalam kategori terbaca yang artinya secara keseluruhan produk dalam kategori layak.

REFERENSI

- Akbar, S. (2013). *Instrumen perangkat pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Afifah, N., & Sulur, S. (2020). Pengaruh Pendekatan Saintifik Pada Model

Pembelajaran *Discovery Learning* Terhadap Kemampuan Menganalisis Materi Suhu dan Kalor Siswa Kelas XI MAN 1 Malang. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 4(1).

- Alfiana, E. Y. (2017). *Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Simulasi PhET pada Pokok Bahasan Teori Kinetik Gas di MA*.
- Anyafulude, J. C. (2013). Effects of problem-based and discovery-based instructional strategies on students' academic achievement in chemistry. *Journal of Educational and Social Research*, 3(6), 105.
- Anggraini, R. (2017). Pengembangan E-module Fisika Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Gerak Melingkar Untuk SMA/MA Kelas X. *Pengembangan E-module Fisika Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Gerak Melingkar Untuk SMA/MA Kelas X*.
- Chodijah, S., Fauzi, A., & Ratnawulan, R. (2012). Pengembangan perangkat pembelajaran fisika menggunakan model guided inquiry yang dilengkapi penilaian portofolio pada materi gerak melingkar. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 1(1).
- Dewi, W. S., & Afrizon, R. (2018). Analisis Kondisi Awal Perkuliahan Mahasiswa Pendidikan Fisika Dalam Rangka Mengembangkan Bahan Ajar Statistika Pendidikan Fisika Menggunakan Model Problem Solving. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 2(1), 93–100.
- Fatik, Z. (2012). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika dengan Lab Virtual PhET pada Materi Gelombang Elektromagnetik di SMAN 1 Kutorejo. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 1(1).
- Fernanda, R., Ramli, E., & Ratnawulan, R. (2015). Pengaruh Penerapan Modul dalam Pembelajaran *Discovery Learning* terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X Semester 1 di SMAN 1

- Kubung Kabupaten Solok. *Pillar of Physics Education*, 6(2).
- Fonna, M., & Mursalin, M. (2019). Pengembangan Modul Geometri Analitik Bidang Berbantuan Wingeom Software untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(1).
- Gunawan, G., Harjono, A., & Sutrio, S. (2017). Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran Konsep Listrik bagi Calon Guru. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(1), 9–14.
- Gusmida, R., Rahmad, M., & Islami, N. (2016). *Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Teknologi Augmented Reality pada Materi Teori Kinetik Gas SMA Kelas XI*. Riau University.
- Hermansyah, H., Gunawan, G., & Herayanti, L. (2017). Pengaruh penggunaan laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi getaran dan gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 97–102.
- Hikmawati, H., Sutrio, S., & Kusdiastuti, M. (2019). Pengenalan Phet Simulations Sebagai Laboratorium Virtual Untuk Membantu Pemahaman Konsep Fisika Pada Peserta Didik Sman 1 Gerung Tahun 2019. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 2(4).
- Irawati, I. (2012). Metode analogi dan analogi penghubung (bridging analogy) dalam pembelajaran fisika. URL: <http://www.pustaka.ut.ac.id/dev25/pdfprosiding2/fmipa2012020.pdf>.
- Kemendikbud. (2013). Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013. Nuh, M.(2013). *Kurikulum*.
- Kurniawati, I. D. (2018). Media pembelajaran berbasis multimedia interaktif untuk meningkatkan Pemahaman konsep mahasiswa. *DOUBLECLICK: Journal of Computer and Information Technology*, 1(2), 68–75.
- Maiyena, S., & Imamora, M. (2020). Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis Konstruktivisme untuk Kelas X SMA. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 5(1), 01–18.
- Mulyani, R. (2019). Studi Komparasi: Discovery Learning Vs Guided Discovery Learning terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika 10 Kata. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 5(1).
- Pinilih, F. W., Masykuri, M., & Suparmi, S. (2016). Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis Salingtemas Materi Pemanasan Global Untuk Siswa Sma/ma Kelas XI. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 5(2), 143–155.
- Riyadi, A., Gunawan, G., & Ardhuha, J. (2017). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Kontekstual Berbantuan Media Flash Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 87–91.
- Saidah Faiq Nur. (2018). Pengembangan E-Modul Android Berbasis Adobe Animate CC untuk Membantu Siswa dalam Menjelaskan Teori Kinetik Gas dan Karakteristik Gas. Skripsi Tidak diterbitkan. Malang: FMIPA UM
- Sari, D. P., & Simanjuntak, M. P. (2016). Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Siswa. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 4(4).
- Sintia, R., Abdurrahman, A., & Wahyudi, I. (2015). Pengembangan LKS Model Discovery Learning Melalui Pendekatan Saintifik Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 3(2).

- Sutrisno, A. D., Samsudin, A., Liliawati, W., Kaniawati, I., & Suhendi, E. (2015). Model pembelajaran two stay two stray (tsts) dan pemahaman siswa tentang konsep momentum dan impuls. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 20(1), 38–42.
- Syafutri, E., Widodo, W., & Pramudya, Y. (2019). Pengembangan E-module Fisika Interaktif Pada Materi Fluida Dinamis Menggunakan Pendekatan Sets (Science, Environment, Technology, Society). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Mipa Dan Teknologi II*, 1(1), 330–340.
- Syaifulloh, R. B., & Jatmiko, B. (2014). Penerapan pembelajaran dengan model guided discovery dengan lab virtual PhET untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI di SMAN 1 Tuban pada pokok bahasan teori kinetik gas. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 3(2), 174–179.
- Van Joolingen, W. (1998). *Cognitive tools for discovery learning*.
- Yoto, Y., & Wiyono, K. (2015). Pengembangan multimedia interaktif pembelajaran teori kinetik gas berbantuan Lectora Inspire untuk Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA). *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 211–219.