

E-Module Gerak Lurus: Peluang Pengembangan Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Bernalar

Sulur, Nuril Munfaridah*, dan Ela Agustin

Departemen Fisika, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No. 5, Malang

* E-mail: nuril.munfaridah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-module* berbasis *Predict-Observe-Explain* (POE) dilengkapi dengan soal Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) pada materi gerak lurus SMA/MA yang valid, terbaca, dan praktis. Penelitian ini menggunakan desain penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yaitu *Define, Design, Develop, dan Disseminate*. Penelitian ini menghasilkan *e-module* materi gerak lurus dalam bentuk aplikasi yang dapat digunakan pada perangkat berbasis Android. *E-module* yang dihasilkan memiliki sajian materi dengan tahapan POE di setiap kegiatan belajar yang berpeluang meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Selain itu, *e-modul* juga dilengkapi dengan soal AKM pada materi gerak lurus yang diharapkan mampu meningkatkan keterampilan bernalar siswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *e-module* yang dikembangkan tergolong sangat valid dengan persentase 95,6%. Selain itu *e-module* juga memiliki keterbacaan dan kepraktisan yang tergolong sangat baik dengan persentase 94,8%. Dengan demikian, *e-module* dapat digunakan dalam pembelajaran materi gerak lurus untuk siswa SMA/ MA.

Kata kunci: *e-module*, gerak lurus, keterampilan bernalar, keterampilan proses sains.

Abstract

This research aims to develop an e-module based on Predict-Observe-Explain (POE) equipped with questions that refer to the Minimum Competency Assessment (AKM) for high school students on the topic of linear motion that is valid, readable, and practical. This research uses a Research and Development (R&D) research design with a 4D model, namely Define, Design, Develop, and Disseminate. This research produces an e-module for the topic of linear motion in the form of an application that can be used on Android-based devices. E-module has material presented with POE stages in each learning activity, which has the opportunity to improve students' science process skills. Moreover, the e-module is also equipped with AKM questions on the same topic, linear motion, which is expected to improve students' reasoning skills. The results of this research show that the e-module developed is classified as very valid with a percentage of 95.6%. In addition, the e-module also has very good readability and practicality, with a percentage of 94.8%. Thus, the e-module can be used in learning the physics topic, linear motion, for high school students.

Keywords: *e-module, linear motion, reasoning skills, science process skills.*

PENDAHULUAN

Gerak lurus merupakan materi fisika yang penting dipelajari dan dipahami dengan baik. Hal ini dikarenakan materi tersebut menjadi dasar untuk mempelajari materi fisika selanjutnya. Selain itu, fenomena gerak lurus sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari sehingga pemahaman materi gerak lurus penting dimiliki untuk memecahkan masalah

yang bersangkutan (Yusro & Sasono, 2016). Materi gerak lurus umumnya terdiri dari submateri gerak lurus beraturan (GLB), gerak lurus berubah beraturan (GLBB), gerak jatuh bebas (GJB), gerak vertikal ke atas (GVA), dan gerak vertikal ke bawah (GVB) (Pujianto, 2013).

Dalam proses pembelajaran, seringkali siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi gerak lurus. Salah satu penyebab kesulitan tersebut adalah rendahnya

keterampilan proses sains siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Syafi'i dkk. (2014) menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa masih tergolong rendah, baik dalam merumuskan hipotesis, merancang dan melakukan percobaan, hingga menyimpulkan dan mengkomunikasikan hasil percobaan. Hasil penelitian Syafi'i dkk. diperkuat oleh Mafudi dan Handika (2018) yang menyatakan bahwa keterampilan proses sains siswa masih rendah dengan persentase sebesar 43%. Selain rendahnya keterampilan proses sains dalam memahami materi gerak lurus, siswa juga mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal materi gerak lurus. Penelitian yang dilakukan oleh Andriani dkk. (2016) menunjukkan bahwa kesulitan siswa dalam mengerjakan soal materi gerak lurus adalah (a) siswa tidak mampu memahami soal dengan baik, (b) siswa tidak mampu menentukan rumus yang tepat untuk digunakan dalam menyelesaikan soal, (c) siswa tidak mampu melakukan proses perhitungan secara benar dan bertahap. Salah satu penyebab kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal adalah rendahnya keterampilan siswa dalam bernalar, baik dalam menemukan, memilah, dan mengolah informasi yang tersaji dalam soal dengan menggunakan konsep dan pengetahuan yang telah dimiliki (Utama dkk., 2018).

Rendahnya keterampilan proses sains, keterampilan bernalar, dan pemahaman konsep siswa perlu diatasi dengan langkah yang tepat, seperti melakukan inovasi terhadap perangkat pembelajaran yang digunakan, khususnya bahan ajar. Hal ini dikarenakan bahan ajar menjadi pedoman atau petunjuk dalam melakukan pembelajaran yang bertujuan untuk mencapai hasil belajar sesuai dengan kompetensi yang diharapkan (Magdalena dkk., 2020; Wahyudi, 2022). Dalam pembelajaran materi gerak lurus, sebagian besar siswa masih menggunakan bahan ajar berupa buku teks (Anesia dkk., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Nopitasari dkk. (2016) menunjukkan bahwa buku teks memiliki beberapa kelemahan yaitu (a) materi yang disajikan tidak dijelaskan secara rinci sehingga menyebabkan siswa tidak memahami materi secara utuh, (b)

penggunaan bahasa yang sulit dipahami sehingga menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami materi yang disajikan dengan baik, (c) penggunaan gambar yang kurang informatif sehingga menyebabkan siswa kesulitan dalam mengamati dan memahami informasi yang ada pada gambar dengan jelas, (d) kurang jelasnya cara pengerjaan soal yang disajikan sehingga menyebabkan siswa kesulitan ketika akan menyelesaikan soal dalam konteks yang berbeda. Selain itu, penggunaan buku teks juga dianggap kurang sesuai dan kurang menarik untuk dijadikan sebagai bahan ajar saat ini (Ghaliyah dkk., 2015; Raible, 2014; Wahyuni dkk., 2020).

Dalam rangka mengatasi kelemahan buku teks, maka dilakukan inovasi bahan ajar materi gerak lurus seperti modul. Penggunaan modul dinilai lebih efektif dibandingkan dengan bahan ajar non modul atau buku teks (Ningsih, 2014; Wulansari, 2018). Putri dkk. (2020) melakukan penelitian pengembangan modul fisika pada materi gerak lurus. Modul yang dikembangkan dilengkapi dengan literasi saintifik. Namun, pada modul tersebut masih bersifat modul cetak dan belum terintegrasi dengan teknologi terkini sehingga konten yang dimuat di dalamnya masih kurang interaktif. Penelitian lain dilakukan oleh Susilawati dkk. (2020) yang mengembangkan media *e-module* dengan menggunakan *software flipbook maker* pada materi gerak lurus. *E-module* tersebut berupa animasi buku 3D yang memuat musik, gambar, video, audio, tombol, dan contoh soal. Kekurangan dari modul ini adalah siswa diharuskan memiliki perangkat laptop atau komputer yang memadai karena menggunakan aplikasi *software 3D pageflip*. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Natalia dkk. (2021) dimana mengembangkan *e-module* berbasis POE (*Predict-Observe-Explain*) yang dipadukan dengan aplikasi *Crocodile Physics*. *E-module* tersebut menyajikan petunjuk penggunaan aplikasi *Crocodile Physics* dalam pelaksanaan praktikum dengan model POE. Namun, *e-module* tidak dilengkapi dengan penyajian materi maupun soal-soal yang berkaitan. Penelitian lain dilakukan oleh Sari dkk. (2022) yang melakukan pengembangan *e-modul* berbasis *Contextual Teaching and*

Learning (CTL) untuk mengukur hasil belajar siswa. Penelitian tersebut menghasilkan e-modul yang valid dan praktis dengan persentase ketuntasan belajar siswa yang tinggi. Meskipun begitu, penelitian-penelitian tersebut belum dilengkapi dengan upaya peningkatan keterampilan proses sains yang dipadukan dengan peningkatan keterampilan bernalar seperti yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Berdasarkan pada uraian di atas, maka dilakukan penelitian pengembangan *e-module* berbasis *Predict-Observe-Explain* (POE) yang dilengkapi soal Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) pada materi gerak lurus untuk siswa SMA/MA. Penggunaan *e-module* dinilai lebih menarik dan menyenangkan dibandingkan dengan modul cetak karena dilengkapi dengan gambar, audio, video, dan animasi serta tes/kuis formatif yang memungkinkan adanya umpan balik secara otomatis (Irwansyah dkk., 2017; Suarsana & Mahayukti, 2013; Yulando dkk., 2019). Model pembelajaran POE dalam *e-module* berpeluang mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa, khususnya pada materi gerak lurus dengan langkah kegiatan pembelajaran, yaitu *predict* (prediksi), *observe* (observasi), dan *explain* (menjelaskan) (Muna, 2017; Rosdianto dkk., 2017). Soal AKM digunakan untuk melatih dan mengembangkan keterampilan siswa dalam bernalar dengan menggunakan konsep dan pengetahuan yang telah dimiliki sehingga mampu menemukan, memilah, dan mengolah informasi dengan tepat (Kemendikbud, 2020b, 2020a). Penggunaan soal AKM pada *e-module* selaras dengan penerapan kurikulum merdeka di Indonesia yang mengharapkan siswa memiliki keterampilan bernalar yang baik. Dengan demikian, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan *e-module* berbasis POE yang dilengkapi soal AKM pada materi gerak lurus siswa SMA/MA.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model 4D yang diadakan oleh Thiagarajan (1974). Model 4D merupakan singkatan dari tahapan-tahapan

penelitian yang dilakukan, meliputi *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Pada penelitian ini, tahapan 4D dimodifikasi menjadi 3D yang terdiri dari *Define*, *Design*, dan *Develop* (Rodli dkk., 2022). Tahap *Disseminate* tidak dilakukan dikarenakan adanya keterbatasan waktu dan biaya yang harus dikeluarkan peneliti.

Define merupakan tahapan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi pada pembelajaran materi gerak lurus. Tahap ini dilakukan dengan beberapa kegiatan, seperti (a) kajian teoritis meliputi analisis kurikulum, model POE, dan soal AKM, (b) analisis silabus/rpp, dan (c) analisis karakteristik siswa. Melalui kegiatan tersebut, didapatkan informasi bahwa pembelajaran materi gerak lurus siswa masih kurang optimal. Hal tersebut diakibatkan oleh rendahnya keterampilan proses sains dan keterampilan bernalar siswa. Dengan demikian, maka dilakukan inovasi media pembelajaran berupa *e-module* berbasis *predict-observe-explain* (POE) dilengkapi soal asesmen kompetensi minimum (AKM) pada materi gerak lurus untuk siswa SMA/MA.

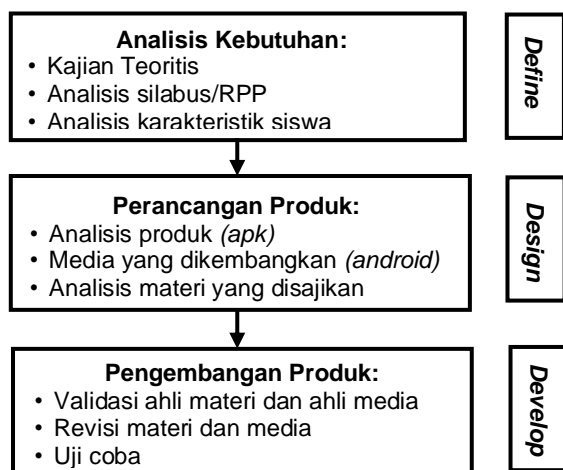
Tahap selanjutnya yaitu tahap *design* yang merupakan tahapan perancangan *e-module* berdasarkan analisis kebutuhan yang telah didapatkan pada tahap *define*. Tahap ini dilakukan dengan beberapa kegiatan, seperti (a) analisis produk dan media yang akan dikembangkan serta pemilihan format, desain, penyajian materi, dan tampilan media, (b) analisis konten materi yang akan disajikan dalam *e-module*. Pada tahap ini dihasilkan *e-module* berbasis POE dilengkapi soal AKM pada materi gerak lurus dengan format .apk dan dapat dioperasikan pada perangkat berbasis android. Tampilan aplikasi yang dihasilkan pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Develop merupakan tahapan untuk mengembangkan *e-module* yang telah dihasilkan pada tahap *design*. Pada tahap ini dilakukan validasi oleh 3 orang ahli (dua dosen dan satu guru fisika memiliki pengalaman mengajar fisika lebih dari 5 tahun). Selanjutnya, dilakukan perbaikan terhadap *e-module* yang telah dibuat berdasarkan saran dan komentar dari validator, baik materi maupun media e-

module. Selanjutnya dilakukan uji coba terbatas kepada siswa di kelas XI MAN 2 Malang untuk mengetahui kepraktisan dan keterbacaan *e-module* yang telah dikembangkan. Uraian tahapan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Tampilan aplikasi *e-module*



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Data penelitian pengembangan ini berupa data hasil uji kevalidan, uji kepraktisan, dan uji keterbacaan. Data penelitian tersebut diperoleh dengan menggunakan instrumen penelitian berupa lembar validasi, angket uji kepraktisan, dan angket uji keterbacaan. Lembar validasi terdiri dari (a) validasi konten, meliputi kesesuaian materi dengan kompetensi dasar, keakuratan konsep, dan kedalaman materi, (b) validasi konstruk meliputi kebahasaan dan tampilan, (c) validasi klaim terkait model pembelajaran POE, (d) validasi soal AKM. Lembar validasi diberikan kepada ahli atau validator untuk mengetahui kevalidan *e-module* yang telah

dikembangkan. Skor yang digunakan dalam penilaian validasi terdiri dari rentang satu sampai empat dengan kategori secara berurutan yaitu kurang, cukup, baik, dan sangat baik. Angket uji kepraktisan terdiri dari penilaian terhadap kemudahan proses *install*, kemudahan pengoperasian, kemudahan penggunaan menu, keberfungsian tombol dan tautan (*link*) dan kemudahan memahami petunjuk penggunaan. Angket uji keterbacaan terdiri dari penilaian terhadap kejelasan teks, gambar, ilustrasi, dan animasi, serta kemudahan dalam memahami bahasa dan soal AKM yang digunakan. Penilaian yang diberikan berupa pilihan ya dan tidak terhadap butir penilaian yang disajikan dalam angket uji kepraktisan dan keterbacaan. Uji kevalidan, uji kepraktisan, dan uji keterbacaan *e-module* dilakukan dengan menggunakan instrumen validasi, angket uji kepraktisan dan uji keterbacaan. Tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keterbacaan *e-module* dianalisis dengan menggunakan persamaan berikut.

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

Keterangan:

- P* : Persentase
- n* : Skor yang diperoleh
- N* : Skor maksimum

Persentase hasil perhitungan kemudian dianalisis dengan menggunakan kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria *E-module*

Persentase	Kriteria
80% < P ≤ 100%	Sangat Valid/Praktis/Baik
60% < P ≤ 80%	Valid/Praktis/Baik
40% < P ≤ 60%	Cukup Valid/Praktis/Baik
20% < P ≤ 40%	Kurang Valid/Praktis/Baik
0% < P ≤ 20%	Sangat Tidak Valid/Praktis/Baik

Sumber: Hasanah dan Nurfalah (2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Dalam penelitian pengembangan ini produk yang dihasilkan adalah *e-module* materi gerak lurus berbasis *Predict-Observe-Explain* (POE) yang dilengkapi dengan soal-soal Asesmen Kompetensi Minimum (AKM). *E-module* yang dihasilkan diperuntukkan bagi siswa yang sedang menempuh pembelajaran materi gerak lurus. Tempat yang digunakan untuk uji coba *e-module* adalah MAN 2 Malang yang terletak di Jalan Mayor Damar No. 35

Pagedangan, Kec. Turen, Kab. Malang, Provinsi Jawa Timur.

E-module yang dihasilkan berbentuk aplikasi dengan format .apk yang dapat diinstall pada perangkat berbasis Android, seperti HP/*smartphone*. Produk hasil pengembangan ini dapat diakses pada link [ini](#). Pembuatan *e-module* dalam penelitian ini menggunakan beberapa *software*, seperti Microsoft PowerPoint 2013, Google Form, iSpring Suite 10, dan Website to Apk Builder Pro. Dalam proses pengembangan *e-module*, Microsoft PowerPoint digunakan untuk membuat tampilan, membuat desain dan fitur-fitur, memasukkan materi baik berupa teks, matematis, animasi, gambar, grafik, dan soal-soal AKM. Google Form digunakan sebagai media untuk evaluasi setiap kegiatan belajar dan evaluasi akhir. Akses untuk menjangkau soal-soal di google form disediakan di PPT. *E-module* yang telah dikembangkan dengan format .ppt selanjutnya diubah kedalam bentuk .html dengan menggunakan bantuan iSpring Suite 10. Selain itu, *software* ini membantu penyesuaian tampilan di layar HP/*smartphone*. Setelah didapatkan file *e-module* dalam format .html, selanjutnya diubah kedalam format .apk menggunakan bantuan aplikasi Website to Apk Builder Pro. *E-module* dalam format .apk ini selanjutnya dapat diinstall dan dioperasikan dengan menggunakan HP/*smartphone*.

E-module yang telah dikembangkan memiliki keunggulan dimana menyajikan kegiatan belajar dengan menggunakan model pembelajaran POE yang diharapkan berpeluang mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Implementasi penggunaan model POE dalam *e-module* dapat dilihat pada Gambar 3. Selain itu, *e-module* yang dikembangkan juga dilengkapi dengan soal AKM pada materi gerak lurus. Penggunaan soal AKM diharapkan mampu meningkatkan keterampilan bernalar siswa terutama dalam mengerjakan soal-soal gerak lurus. Soal AKM dalam gerak lurus dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Tampilan POE dalam *e-module*



Gambar 4. Tampilan Soal AKM dalam *E-module*

Uji Kevalidan *E-module*

Uji kevalidan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kevalidan *e-module* yang telah dikembangkan. Data hasil uji kevalidan berupa penilaian dengan skala likert disertai dengan komentar dan saran terhadap *e-module*. Data uji kevalidan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Uji Kevalidan *E-module*

Aspek yang diamati	Nilai Validasi	Persentase (%)	Kriteria
Konten	3,89	97,3	Sangat valid
Konstruksi	3,67	91,7	Sangat valid
POE	4,00	100	Sangat valid
Soal AKM	3,73	93,3	Sangat valid
Rerata	3,82	95,6	Sangat valid

Uji Kepraktisan dan keterbacaan E-module

Uji kepraktisan dan keterbacaan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemudahan atau kepraktisan dan keterbacaan *e-module* gerak lurus yang telah dikembangkan. Uji kepraktisan dan uji keterbacaan dilakukan kepada siswa kelas XI IPA di MAN 2 Malang dengan total responden sebanyak 28 siswa dengan menggunakan penilaian ya atau tidak terhadap pernyataan yang diberikan. Data uji kepraktisan dan uji keterbacaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Uji Kepraktisan dan Uji Keterbacaan *E-module*

Aspek yang diamati	Persentase (%)
Kepraktisan	97,3
Keterbacaan	91,7
Rerata	94,8

PEMBAHASAN

E-module materi gerak lurus yang telah dikembangkan menyajikan beberapa keunggulan. Keunggulan dalam *e-module* yaitu kegiatan belajar dan uraian materi menggunakan model pembelajaran POE, serta menyajikan soal-soal AKM baik dalam latihan soal dan soal evaluasi setiap kegiatan belajar dan soal evaluasi akhir. Komponen-komponen tersebut memenuhi kriteria *e-module* yang dikemukakan oleh Irwansyah dkk. (2017), Suarsana dan Mahayukti (2013), dan Yulando dkk. (2019). Selain itu, *e-module* yang dikembangkan telah memenuhi karakteristik *e-module* yang baik menurut Daryanto (2013) dengan karakteristik sebagai berikut:

- (a) *Self Instruction*, *e-module* yang telah dikembangkan menyajikan petunjuk penggunaan yang memungkinkan siswa untuk melihat dan memahami cara penggunaan *e-module* secara mandiri.
- (b) *Self Contained*, *e-module* yang telah dikembangkan menyajikan materi gerak lurus secara jelas dan memuat kompetensi dasar (KD) gerak lurus secara lengkap yang memungkinkan siswa memahami materi secara utuh.
- (c) *Stand Alone*, *e-module* dikembangkan dengan model pembelajaran POE yang telah dilengkapi dengan uraian materi, latihan soal dan pembahasan, dan soal

evaluasi secara lengkap. Hal tersebut menunjukkan bahwa *e-module* dapat digunakan secara mandiri dan tanpa membutuhkan bahan ajar lain dalam menyajikan materi.

- (d) Adaptif, *e-module* yang dikembangkan dibuat dalam format .apk yang memungkinkan siswa dapat menggunakannya dengan mudah pada perangkat berbasis android. Selain itu, *e-module* dilengkapi dengan soal-soal AKM yang sesuai dengan kebutuhan siswa dalam pembelajaran di kurikulum merdeka
- (e) *User Friendly*, *e-module* disajikan dengan menggunakan bahasa yang cukup sederhana sehingga memungkinkan siswa mudah memahami informasi yang disajikan dalam *e-module*. Selain itu, fitur-fitur yang disajikan dalam *e-module* juga sederhana sehingga memungkinkan *e-module* mudah digunakan oleh siswa.

Model pembelajaran POE digunakan dalam pengembangan *e-module* gerak lurus ini sebagai upaya meningkatkan keterampilan proses sains siswa. *E-module* yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan sintaks pembelajaran POE yang terdiri dari *predict* (prediksi), *observe* (pengamatan), dan *explain* (penjelasan). Model pembelajaran POE tersebut berpeluang meningkatkan keterampilan proses sains siswa (Rosdianto, 2017) dengan tahapan dalam *e-module* sebagai berikut.

- (a) Tahap *predict* (prediksi), pada tahap ini disajikan masalah atau fenomena terkait gerak lurus pada bagian awal setiap kegiatan belajar dalam *e-module*. Siswa diarahkan dan diharapkan mampu memiliki keterampilan dalam membuat dugaan atau prediksi atau hipotesis terkait fenomena gerak lurus yang telah disajikan.
- (b) Tahap *observe* (pengamatan), pada tahap ini disajikan prosedur atau arahan melakukan pengamatan atau percobaan pada *e-module*. Percobaan yang dilakukan menggunakan bantuan lab virtual Phet. Siswa diarahkan dan diharapkan mampu merancang percobaan, melakukan pengukuran atau pengamatan sehingga didapatkan data penelitian sesuai dengan

prosedur yang diharapkan.

(c) Tahap *explain* (menjelaskan), pada tahap ini disajikan langkah-langkah untuk melakukan analisis data pengamatan dari hasil observasi sebelumnya. Siswa diarahkan untuk menguraikan atau menjelaskan hasil pengamatannya dan membandingkannya dengan hipotesis yang telah dibuat sebelumnya pada tahap *predict*. Siswa akan menyimpulkan tentang sesuai atau tidaknya hipotesis dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan. Dengan demikian, siswa diharapkan memiliki keterampilan dalam menyimpulkan dan mengkomunikasikan temuannya dengan baik.

Tahapan model pembelajaran POE tersebut disajikan di bagian awal setiap kegiatan belajar. Setelah melakukan tiga tahapan POE, siswa dapat mengakses materi yang telah disediakan dalam *e-module* untuk memberikan penguatan terhadap aktivitas belajar yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa POE mampu meningkatkan keaktifan dan kemandirian siswa dalam menyelesaikan masalah (Kasih dkk., 2021; Rahmawati dkk., 2022). Selain itu, penggunaan model POE diharapkan berpeluang mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa (Rosdianto dkk., 2017). Gambaran kegiatan POE dalam *e-module* dapat dilihat pada Gambar 2.

Soal AKM merupakan soal yang berpeluang mampu meningkatkan keterampilan bernalar menggunakan konsep atau pengetahuan yang telah dimiliki, serta keterampilan dalam menemukan, memilah, dan mengolah informasi. Pada setiap soal AKM, disajikan narasi atau grafik yang menyajikan informasi dalam menyelesaikan soal-soal yang berhubungan dengan narasi atau grafik tersebut. Siswa diharapkan mampu menemukan informasi yang disajikan dalam narasi atau grafik tersebut. Selanjutnya, siswa memilah informasi apa saja yang sesuai untuk digunakan dalam menyelesaikan soal-soal yang bersangkutan. Selanjutnya, siswa diharapkan mampu mengolah informasi tersebut dan mendapatkan penyelesaian dari soal yang dikerjakan.

E-module yang telah dikembangkan

menyajikan soal-soal materi gerak lurus dengan mengadaptasi bentuk dan karakteristik soal AKM yang memiliki komponen utama literasi (narasi soal) dan numerasi (grafik atau perhitungan). Soal-soal yang disajikan dalam *e-module* juga disajikan dengan bentuk soal AKM yang terdiri dari pilihan ganda, pilihan ganda kompleks, menjodohkan, isian singkat, dan uraian. Soal AKM disajikan dalam latihan soal dan soal evaluasi baik soal evaluasi untuk setiap kegiatan belajar dan soal evaluasi akhir. Tampilan soal AKM dalam *e-module* dapat dilihat pada Gambar 3.

Uji Kevalidan E-module

Hasil analisis data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa *e-module* yang telah dikembangkan tergolong dalam kriteria sangat valid dan tidak memerlukan banyak revisi. Validasi aspek konten menunjukkan kriteria sangat valid terhadap beberapa komponen, seperti kesesuaian materi dengan kompetensi dasar, keakuratan konsep, dan kedalaman materi yang disajikan dalam *e-module*.

Validasi aspek konstruk menunjukkan kriteria sangat valid terhadap komponen kebahasaan dan tata letak. Komponen kebahasaan meliputi bahasa yang komunikatif, sesuai dengan KBBI, dan mudah dipahami. Komponen tampilan dan tata letak meliputi desain dan warna yang menarik, ukuran dan jenis huruf, tombol, dan kejelasan gambar/grafik yang digunakan. Tabel 2 menunjukkan bahwa aspek konstruk memiliki nilai validasi paling rendah dibandingkan dengan aspek yang lain. Hal ini dikarenakan pada *e-module* terdapat beberapa komponen yang masih belum baik, seperti bahasa, ukuran huruf, dan animasi. Hal ini menyebabkan adanya komentar dan saran dari validator terkait hal tersebut. Selanjutnya, komentar dan saran tersebut telah dijadikan sebagai acuan dalam perbaikan *e-module*.

Validasi *e-module* berbasis POE menunjukkan kriteria sangat valid. Tahapan belajar pada model pembelajaran *Predict-Observe-Explain* ditampilkan secara eksplisit di setiap kegiatan belajar dalam *e-module* yang telah dikembangkan. Dalam setiap tahapannya, siswa diarahkan untuk melakukan

aktivitas belajar yang sesuai dan sistematis. Penggunaan model pembelajaran POE diharapkan berpeluang meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Validasi soal AKM yang digunakan dalam *e-module* menunjukkan kriteria sangat valid. Kompetensi soal AKM berupa literasi dan numerasi bisa diterapkan dalam soal-soal gerak lurus. Soal-soal yang ada dalam evaluasi setiap kegiatan belajar dan evaluasi akhir memiliki bentuk soal yang variatif sesuai dengan karakteristik soal AKM, yaitu pilihan ganda, pilihan ganda kompleks, menjodohkan, isian singkat, dan uraian. Penggunaan soal AKM diharapkan berpeluang meningkatkan keterampilan bernalar siswa.

Selain itu, *e-module* yang telah dikembangkan juga mendapatkan komentar dan saran dari validator. Komentar dan saran tersebut memiliki peranan penting untuk meningkatkan kualitas *e-module* yang dikembangkan. Secara umum komentar dan saran dari validator yaitu (a) pemilihan fenomena yang disajikan pada tahap *predict* perlu disesuaikan dengan keadaan atau fenomena dalam kehidupan sehari-hari dan diusahakan untuk menyajikan fenomena yang lebih menantang. Hal ini diharapkan mampu memotivasi siswa untuk lebih mengeksplorasi keingintahuannya terkait masalah yang disajikan dan mampu menghasilkan ide atau prediksi berdasarkan pengalaman (Fitriani dkk., 2020). (b) Penggunaan dan fungsi tombol perlu lebih diperhatikan lagi agar mempermudah siswa dalam mengoperasikan *e-module* yang telah dikembangkan, (3) animasi yang hanya berjalan satu kali diusahakan dibuat berulang, (4) soal AKM yang disajikan perlu disesuaikan dengan konteks dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini diharapkan mampu memberikan pembelajaran bermakna kepada siswa (Majid, 2016). (5) Penggunaan dan penyusunan kata perlu diperbaiki untuk menghindari timbulnya makna ganda. Hal ini dikarenakan makna ganda akan mempersulit siswa dalam memahami materi dengan baik (Trismanto, 2018). Komentar dan saran yang telah diberikan oleh validator kemudian dijadikan sebagai bahan revisi atau perbaikan terhadap *e-module* yang selanjutnya akan diujikan

kepada siswa.

Uji Kepraktisan dan Keterbacaan *E-module*

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa *e-module* yang telah dikembangkan tergolong dalam kriteria sangat praktis atau sangat baik. Hasil analisis aspek kepraktisan menunjukkan bahwa *e-module* tergolong kriteria sangat praktis dalam beberapa hal, seperti kemudahan proses *install*, kemudahan pengoperasian, kemudahan penggunaan menu atau fitur, keberfungsian tombol dan tautan (*link*), dan kemudahan memahami petunjuk penggunaan sehingga pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan secara sistematis. Aspek keterbacaan menunjukkan bahwa *e-module* tergolong kriteria sangat baik dalam beberapa hal, seperti kejelasan teks, gambar, soal AKM, bahasa, dan animasi.

Berdasarkan uraian yang telah dibahas sebelumnya, *e-module* yang telah dikembangkan memiliki kelebihan atau keunggulan. Kelebihan *e-module* adalah produk dapat digunakan dalam perangkat berbasis android, seperti HP/*smartphone* sehingga mudah untuk digunakan atau dioperasikan oleh semua siswa. Selain itu, *e-module* berbasis POE dapat membantu siswa untuk mempelajari dan memahami materi dengan lebih baik, terstruktur, dan aktif. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *e-module* berbasis POE berpotensi untuk meningkatkan keaktifan dan kemandirian siswa dalam menyelesaikan masalah sehingga *e-module* berbasis POE sangat layak dan cocok untuk digunakan sebagai pendukung kegiatan pembelajaran (Kasih dkk., 2021; Rahmawati dkk., 2022). Selain itu, penggunaan model POE diharapkan berpeluang mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa (Rosdianto dkk., 2017). Penggunaan soal AKM berpeluang untuk meningkatkan keterampilan bernalar siswa. Hal ini dikarenakan dalam menyelesaikan soal AKM, siswa dituntut untuk memiliki kemampuan literasi dan numerasi yang baik disertai proses kognitif yang baik dalam menemukan, memilah, dan mengolah informasi, serta menerapkan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki dalam

menyelesaikan suatu permasalahan atau persoalan (Anggraini & Setianingsih, 2022; Fauziah dkk., 2022; Tresnasih dkk., 2022).

PENUTUP

Penelitian dan pengembangan yang dilakukan telah berhasil mengembangkan *e-module* berbasis *predict-observe-explain* dilengkapi soal asesmen kompetensi minimum pada materi gerak lurus sebagai upaya meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan bernalar siswa. Berdasarkan uji kevalidan yang telah dilakukan, *e-module* yang telah dikembangkan tergolong dalam kriteria sangat valid. Selain uji kevalidan, uji kepraktisan, dan uji keterbacaan *e-module* oleh siswa juga telah dilakukan untuk menguji *e-module* langsung di kelas. Hasil uji kepraktisan dan keterbacaan yang dilakukan menunjukkan bahwa *e-module* yang dikembangkan tergolong dalam kriteria sangat praktis atau sangat baik.

E-module yang telah dikembangkan memiliki kelemahan, yaitu aplikasi *e-module* hanya bisa di-*install* pada aplikasi android, sedangkan untuk sistem operasi seperti iOS belum bisa berjalan. Keadaan ini menyebabkan siswa dengan perangkat berbasis iOS tidak dapat menggunakan *e-module* ini sehingga perlu pengembangan lebih lanjut agar dapat digunakan pada sistem operasi iOS. Selain itu, penelitian ini masih berfokus pada pengembangan untuk menghasilkan produk yang valid, praktis, dan keterbacaan yang baik. Oleh karena itu, *e-module* ini tidak menilai efektivitas penggunaan produk yang telah dikembangkan terhadap peningkatan keterampilan proses sains dan keterampilan bernalar pada siswa. Dengan demikian, diharapkan penelitian selanjutnya mampu melakukan uji efektivitas penggunaan *e-module* ini terhadap peningkatan keterampilan proses sains dan keterampilan bernalar pada siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Universitas Negeri Malang yang telah

memberikan kepercayaan untuk menjadi salah satu penerima dana hibah skripsi sesuai dengan keputusan rektor Universitas Negeri Malang dengan nomor surat 5.4.1/UN32/KP/2023 sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan diharapkan mampu mencapai target yang telah direncanakan.

REFERENSI

- Andriani, N. L. Y., Darsikin, & Hatibe, A. (2016). Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Gerak Lurus. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 4(3), 36. <https://doi.org/10.22487/j25805924.2016.v4.i3.6221>
- Anesia, R., Anggoro, B. S., & Gunawan, I. (2018). Pengembangan Media Komik Berbasis Android Pada Pokok Bahasan Gerak Lurus. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 53–57. <https://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/IJSME/index>
- Anggraini, K. E., & Setianingsih, R. (2022). Analisis Kemampuan Numerasi Siswa SMA dalam Menyelesaikan Soal Asesmen Kompetensi Minimum (AKM). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika MATHEdunesa*, 11(3). <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.5915>
- Daryanto. (2013). *Menyusun Modul Bahan Ajar Untuk Persiapan Guru Dalam Mengajar*. Gava Media.
- Fauziah, N., Roza, Y., & Maimunah, M. (2022). Kemampuan Matematis Pemecahan Masalah Siswa dalam Penyelesaian Soal Tipe Numerasi AKM. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(3), 3241–3250. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i3.1471>
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Al Muhdhar, M. H. I. (2020). PBLPOE: A Learning Model to Enhance Students' Critical Thinking Skills and Scientific Attitudes. *International Journal of Instruction*, 13(2), 89–106. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.1327a>
- Ghaliyah, S., Bakri, F., & Siswoyo. (2015). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Model Laeming Cycle 7E pada Pokok Bahasan Fluida Dinamik untuk Siswa SMA Kelas XI. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2015, IV(May 2018)*, 149–154.

- Hasanah, U., & Nurfalah, E. (2020). Uji Validitas Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Macromedia Flash Pada Materi Penyajian Data. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 384–387.
- Irwansyah, F. S., Lubab, I., Farida, I., & Ramdhani, M. A. (2017). Designing Interactive Electronic Module in Chemistry Lessons. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012009>
- Kasih, A. N. I. E., Sundaryono, A., & Nursa'adah, E. (2021). Development of Electronic Module Based on POE (Prediction, Observation, Explanation) in Natural Organic Chemistry Learning. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 6(2), 231. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v6i2.10295>
- Kemendikbud. (2020a). AKM dan Implikasinya pada Pembelajaran. *Pusat Asesmen Dan Pembelajaran Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan* *Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan*, 1–37.
- Kemendikbud. (2020b). Desain Pengembangan Soal AKM. *Jakarta: Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan, Pengembangan Dan Perbukuan*, hlm. 1.
- Mafudi, I., & Handhika, J. (2018). Profil analisis kebutuhan pengembangan media praktikum gerak lurus untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Quantum: Seminar Nasional Fisika, Dan ...*, 2(1), 223–227. <http://www.seminar.uad.ac.id/index.php/quantum/article/view/261%0Ahttp://www.seminar.uad.ac.id/index.php/quantum/article/viewFile/261/215>
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, & Ayu Amalia, D. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Majid, M. S. (2016). Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Kontekstual Melalui Metode Eksperimen dan Demonstrasi Diskusi pada Materu Kinematika Gerak Lurus. *Jurnal Teknik STTKD*, 3(2), 92–106.
- Muna, I. A. (2017). Model Pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses IPA. *El-Wasathiya: Jurnal Studi Agama*, 5(1), 74–91.
- Natalia, D. P., Febriyana, M. M., Ustati, R. T., & Rahmawati, Y. (2021). Pengembangan E-Modul Praktikum Crocodile Physics Berbasis POE. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 2(1), 38–47.
- Ningsih, S. (2014). Perbedaan Penggunaan Modul Dan Tanpa Modul Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Kas Kecil Kelas Xi Ak Smk Negeri 10 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 2(2), 1–10.
- Nopitasari, N. M. A., Ariani, T., & Yolanda, Y. (2016). Analisis Miskonsepsi Fisika Siswa Kelas X MAN 1 (Model) Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2015/2016 Pada Pokok Bahasan Kinematika Gerak Lurus. *STKIP PGRI Lubuklinggau*.
- Pujianto, A. (2013). Analisis Konsepsi Siswa Pada Konsep Kinematika Gerak Lurus. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 1(1), 16–21. <https://doi.org/10.22487/j25805924.2013.v1.i1.2370>
- Putri, W. N., Hidayati, & Afrizon, R. (2020). Analisis Validasi Modul Fisika Bermuatan Literasi Sainifik Pada Materi Gerak Lurus Dan Gerak Parabola. *Pillar of Physics Education*, 13(1), 185–192.
- Rahmawati, Y., Mulyaningsih, N. N., & Suhendar, E. (2022). Pengembangan E-Modul Praktikum Crocodile Physics Berbasis POE pada Materi Induksi Elektromagnetik. *SINASIS (Seminar Nasional Sains) (Vol. 3, No. 1)*, 3(1), 43–51.
- Raible, J. (2014). Creating Ebooks Using Open Source Tools. *FDLA Journal*, 1(1), 1–6.
- Rodli, A. F., Susanti, E., Husna, N., & Buyung. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis Kelancaran Prosedural untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 7(1), 41–46. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v7i1.3296>
- Rosdianto, H., Murdani, E., & . H. (2017). The Implementation of POE (Predict Observe Explain) Model to Improve Student's Concept Understanding on Newton'S Law. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 55. <https://doi.org/10.22611/jpf.v6i1.6899>
- Sari, R. R., Ariani, T., & Lovisia, E. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) Untuk Mengukur Hasil Belajar Fisika Materi Gerak Lurus Kelas X SMA Negeri

- 2 Kota Lubuklinggau. *Jurnal Phi:Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 3(1), 42–60. <https://doi.org/10.22373/p-jpft.v3i1.11004>
- Suarsana, I. M., & Mahayukti, G. A. (2013). Pengembangan E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 2(3), 193. <https://doi.org/10.23887/janapati.v2i3.9800>
- Susilawati, S., Pramusinta, P., & Saptaningrum, E. (2020). Penguasaan Konsep Siswa Melalui Sumber Belajar E-Modul Gerak Lurus Dengan Software Flipbook Maker. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 9(1), 36–43. <https://doi.org/10.15294/upej.v9i1.38279>
- Syafi'i, A., Handayani, L., & Khanafiyah, S. (2014). Penerapan Question Based Discovery Learning Pada Keterampilan Proses Sains. *Unnes Physics Education Journal*, 3(2), 10–17.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*.
- Tresnasih, I., Ratnaningsih, N., & Rahayu, D. V. (2022). Analisis Numerasi Matematis Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal AKM. *Prisma*, 11(2), 478–486. <https://doi.org/10.35194/jp.v11i2.2454>
- Trismanto. (2018). Ambiguitas dalam bahasa Indonesia. *Bangun Rekaprima*, 4(1), 42–48. https://jurnal.polines.ac.id/index.php/bangun_rekaprima/article/view/1118/893
- Wahyudi, A. (2022). Pentingnya Pengembangan Bahan Ajar dalam Pembelajaran Ips. *JESS: Jurnal Education Social Science*, 2(1), 51–61.
- Wahyuni, D., Sari, M., & Hurriyah. (2020). Efektifitas e-Modul Berbasis Problem Solving Terhadap Keterampilan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 6(2), 2477–6181. <http://www.seminar.uad.ac.id/index.php/quantum/article/view/226>
- Wulansari. (2018). Perbedaan Hasil Belajar Spreadsheet Menggunakan Modul Dan Buku Teks Kelas X Akuntansi Smkn 1 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 6(1), 67–73.
- Yulando, S., Sutopo, S., & Franklin Chi, T. (2019). Electronic Module Design and Development: An Interactive Learning. *American Journal of Educational Research*, 7(10), 694–698. <https://doi.org/10.12691/education-7-10-4>
- Yusro, A. C., & Sasono, M. (2016). Penggunaan Modul Ilustratif Berbasis Inkuiri Terbimbing Pokok Bahasan Kinematika Gerak Lurus Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kemandirian Siswa Kelas Vii Smpn 14 Madiun. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 2(1), 29. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v2i1.22>