



**Unnes Physics Education Journal**  
**Terakreditasi SINTA 3**

<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>



**Pengembangan Modul Praktikum Daring Ayunan Fisis Berbasis Aplikasi Tracker**

**Intanala Qonita<sup>✉</sup>, Ngurah Made Darma Putra**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

**Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*

Diterima Januari 2023

Disetujui Februari 2023

Dipublikasikan April 2023

*Keywords:* Practicum Module,  
Physical Pendulum, Tracker  
Application

**Abstrak**

Penyebaran virus Covid-19 menyebabkan penyelenggaran praktikum secara daring. Praktikum ayunan fisis dapat menjadi alternatif praktikum dengan bantuan teknologi. Praktikum mandiri memerlukan panduan praktikum. Tujuan penelitian untuk mengetahui unjuk kerja praktikum dan pengembangan modul praktikum. Metode penelitian yaitu R&D model Four-D. Sasaran penelitian adalah mahasiswa Jurusan Fisika. Pengumpulan data melalui observasi dan angket validasi. Hasil praktikum ayunan fisis dengan Tracker menunjukkan unjuk kerja lebih unggul dari praktikum secara konvensional maupun dengan sensor smartphone Phyphox. Hasil nilai percepatan gravitasi: dengan Tracker didapatkan  $8,88 \pm 0,37 \text{ m/s}^2$  ketepatan 90,88%, secara konvensional didapatkan  $8,61 \pm 0,271 \text{ m/s}^2$  ketepatan 88,1%, dan dengan sensor smartphone Phyphox didapatkan  $8,69 \pm 0,348 \text{ m/s}^2$  ketepatan 88,9%. Bentuk modul praktikum yaitu berbasis Tracker dengan self-instructional, adaptive, dan user friendly. Modul dapat digunakan secara kreatif dan mandiri. Modul dilengkapi manual alat praktikum. Hasil validitas yaitu ahli materi 84,2%, ahli media 81,32%, ahli teknologi 85% dengan kategori keseluruhan sangat layak. Penilaian mahasiswa sebesar 86,88% dengan kategori sangat layak untuk digunakan. Modul praktikum ayunan fisis berbasis aplikasi Tracker dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pedoman praktikum dimasa pandemi.

**Abstract**

*The spread of Covid-19 virus caused online practicums. Physical pendulum practicum can be an alternative practicum with the help of technology. Practicum independently requires practicum guidance. Study purpose is to find out the performance practicum work and the development of practicum modules. Research method are R&D of Four-D models. Study targeted was Physics Department student. Data collection through observation and validation questionnaires. The result of the physical pendulum practicum with Tracker showed performance superior to conventional practicum as well as with Phyphox smartphone sensor. Result of gravity acceleration value: with Tracker obtained  $8,88 \pm 0,37 \text{ m/s}^2$  accuracy of 90,88%, conventional obtained  $8,61 \pm 0,271 \text{ m/s}^2$  accuracy of 88,1%, and with smartphone sensor Phyphox obtained  $8,69 \pm 0,348 \text{ m/s}^2$  accuracy of 88,9%. The form of practicum module was Tracker-based with self-instructional, adaptive, and user friendly. Module can be used creatively and independently. The module is equipped with a practicum tool manual. The validity results are from material experts 84,2%, media experts 81,32%, technology experts 85% with the overall category is very feasible. Student rating of 86,88% with a category is very suitable for use. The physical pendulum practicum module based on the Tracker can be used as an alternative to practicum guidelines during pandemic*

©2023 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Alamat korespondensi:  
E-mail: [intanalaqonita@gmail.com](mailto:intanalaqonita@gmail.com)

ISSN

## PENDAHULUAN

Perkembangan revolusi 4.0 dalam bidang pendidikan ditandai mulainya digitalisasi sistem pendidikan. Pendidikan turut mengambil bagian dalam memanfaatkan perkembangan teknologi dan informasi untuk meningkatkan kualitas Pendidikan (Cholik, 2017). Kecenderungan proses pembelajaran diera sekarang adalah belajar dapat dilakukan dimana saja, kapan saja, dengan siapa saja, dan melalui sumber belajar yang beragam (Al Aslamiyah, 2019).

Saat ini Negara Indonesia dilanda bencana penyakit Covid-19. Surat Edaran Kemendikbud No. 3 Tahun 2020 mengenai pencegahan Covid-19 memberi instruksi penyelenggaraan pembelajaran jarak jauh atau dikenal sebutan daring. (Ahmad, 2020). Dalam pembelajaran daring, peran teknologi sangat banyak membantu. Para pengajar menyesuaikan pembelajarannya dengan kondisi saat ini. Pembelajaran daring dapat menggunakan layanan aplikasi-aplikasi pembelajaran yang diakses dengan mudah (Firman, 2020).

Fisika merupakan studi empiris yang berarti apa saja yang diketahui mengenai dunia fisik dan prinsip-prinsip yang berkaitan dengan perlakunya dipelajari melalui pengamatan atau observasi (Salsabila, 2021). Fisika merupakan suatu subjek yang terlihat abstrak sehingga sulit dipelajari dan konsep fisika biasanya dipelajari dengan kemampuan mengingat mahasiswa. Pembelajaran fisika berbasis praktikum berperan penting dalam memperdalam pemahaman konsep melalui pengamatan proses fisika. (Saraswati, 2020).

Praktikum bertujuan menguji dan mengaplikasikan teori dan konsep yang telah didapatkan di perkuliahan. Tujuan dilaksanakannya praktikum menurut Woolnough (1998), antara lain: (1) memungkinkan siswa mengembangkan dan menggunakan pengetahuan pribadi melalui pengalaman langsung, (2) mengembangkan keterampilan dasar dan keterampilan sosial, (3) memotivasi siswa sehingga dapat meningkatkan minat belajar, dan

(4) menjadi wahana belajar pendekatan ilmiah (Wellington, 1998).

Praktikum tetap perlu dilakukan meskipun dalam keadaan perkuliahan daring. Kendalanya seperti tidak dilakukan secara berkelompok, tidak dilakukan dalam laboratorium, dan tidak adanya alat praktikum seperti di laboratorium. Praktikum mandiri yang dapat dilakukan adalah praktikum dengan alat sederhana dan praktis yang ada di lingkungan sekitar dikombinasikan penggunaan teknologi (Setiyaningsih, 2021). Salah satu praktikum yang dapat dilakukan adalah praktikum ayunan fisis. Ayunan fisis atau pendulum menunjukkan gerakan osilasi dan dapat menentukan percepatan gravitasi (Suwarno, 2015).

*Smartphone* dilengkapi fitur yang dapat digunakan untuk kegiatan belajar mengajar. (Fiqry, 2021). Contoh sensor *smartphone* adalah *gyroscope* untuk mengukur gerakan dan menghitung periode osilasi. Sensor *smartphone* ditampilkan secara visual grafik melalui aplikasi *Phyphox*. Aplikasi *Phyphox* (*Physical Phone Eksperiments*) dilengkapi bermacam sensor membantu proses praktikum ayunan fisis. Penelitian oleh Suciarahmat (2015) berjudul “Aplikasi Sensor *Smartphone* dalam Eksperimen Penentuan Percepatan Gravitasi” dengan sensor *accelerometer* pada ayunan matematis mendapatkan nilai percepatan gravitasi yang mendekati nilai secara teori (Suciarahmat, 2015).

*Tracker* adalah aplikasi analisis video dan pemodelan untuk digunakan dalam pembelajaran fisika. *Tracker* dapat menampilkan grafik dari gerak suatu benda. *Tracker* mampu memvisualisasikan materi yang sulit untuk disajikan terutama mengenai fenomena fisis bersifat abstrak seperti bentuk gerak dan gelombang. Pengamatan dan pengukuran gerakan yang cepat akan susah untuk diamati secara langsung oleh mata. Penelitian oleh B. Chiriacescu (2019) dalam percobaan ayunan fisis dengan analisis *Tracker*, mendapatkan hasil percepatan gravitasi yang cukup tepat mendekati nilai teori

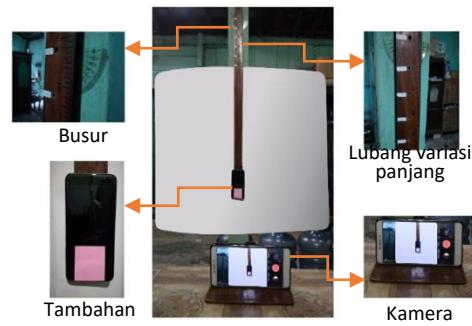
yang ada. Percobaan dapat menambah skill teknologi (Chiriacescu *et al.*, 2019).

Modul praktikum berfungsi membantu pelaksanaan praktikum berisi susunan kegiatan praktikum dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah. Modul praktikum bertujuan agar mahasiswa dapat secara mandiri melaksanakan praktikum. Mahasiswa dapat memahami apa saja yang akan mereka lakukan selama praktikum (Siahaan, 2019). Untuk mengatasi kebutuhan praktikum yang dilaksanakan selama pandemi, tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui unjuk kerja praktikum berbantuan teknologi dan pengembangan bentuk modul praktikum dengan validitas konstruk tinggi untuk dapat digunakan dalam praktikum secara daring.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan yaitu *Research and Development* model *Four-D* (*4-D*) dengan tahapan *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* (Thiagarajan, Semmel dan Semmel, 1974). Sasaran penelitian adalah mahasiswa Jurusan Fisika tahun ajaran 2020/2021. Penelitian dilakukan di Jurusan Fisika UNNES secara daring. Pengumpulan data melalui observasi dan angket validasi dari dosen ahli dan mahasiswa.

Instrumen penelitian meliputi: (1) Lembar wawancara, (2) Ayunan fisis (bandul fisis berupa penggaris kayu berbentuk balok panjang 1 m dengan 6 lubang sebagai variasi panjang dan tambahan massa berupa *smartphone* yang dilekatkan di ujung penggaris kayu dengan posisi vertikal disusun seperti Gambar 1), (3) *Smartphone* model Redmi Note 5A Prime versi android 7.1.2 yang sudah terinstal aplikasi *Phyphox* versi 1.1.9, (4) Kamera *smartphone* model Mi Max 2 versi android 7.1.1 FHD 1080p 30fps untuk merekam proses praktikum, (5) Aplikasi *Tracker* versi 5.0.7, dan (6) Lembar kelayakan ahli dan mahasiswa berbentuk Skala Likert rentang 1-5.



Gambar 1. Susunan alat praktikum

Praktikum ayunan fisis dilakukan secara konvensional, dengan bantuan sensor *smartphone* *Phyphox*, dan dengan bantuan aplikasi *Tracker*. Ketiga praktikum dianalisis dengan penentuan percepatan gravitasi, deviasi, kesalahan relatif, ketelitian, dan ketepatan. Penentuan percepatan gravitasi menggunakan Persamaan (1.1) dan penentuan deviasi (simpangan hasil data satu dengan data lainnya) menggunakan ralat perambatan dengan Persamaan (1.2). Analisis kelayakan modul praktikum dari ahli dan mahasiswa menggunakan tabel analisis yang diadaptasi dari Mardapi (2017) dapat dilihat pada Tabel 1.1.

$$g = 4\pi^2 \frac{(L_2^2 - L_1^2)}{(L_2 T_2^2 - L_1 T_1^2)} \quad (1.1)$$

$$\Delta g = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial L_1}\right)^2 \Delta L_1^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial L_2}\right)^2 \Delta L_2^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial T_1}\right)^2 \Delta T_1^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial T_2}\right)^2 \Delta T_2^2} \quad (1.2)$$

$L_1$  : panjang ayunan fisis pada posisi lubang 1 (m)

$T_1$  : periode pada posisi lubang 1 (s)

$L_2$  : panjang ayunan fisis pada posisi lubang 2 (m)

$T_2$  : periode pada posisi lubang 2 (s)

$g$  : percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$\Delta g$  : deviasi standar (m/s<sup>2</sup>)

Tabel 1.1 Analisis kelayakan modul praktikum

Indikator Skor	Kategori
$\underline{X}_i + 1,80 SBi < X$	Sangat Layak
$\underline{X}_i + 0,60 SBi < X \leq \underline{X}_j + 1,80 SBi$	Layak
$\underline{X}_i - 0,60 SBi < X \leq \underline{X}_j + 0,60 SBi$	Cukup
$\underline{X}_i - 1,80 SBi < X \leq \underline{X}_j - 0,60 SBi$	Kurang
$X \leq \underline{X}_j - 1,80 SBi$	Tidak Layak

$X$  : Rerata skor tiap aspek

$\underline{X}_j$  : Rerata skor ideal

$SBi$  : Simpangan baku skor ideal

$$\underline{X}_i = \left(\frac{1}{6}\right) \times (\text{skor max ideal}-\text{skor min ideal})$$

$$SBi = \left(\frac{1}{2}\right) \times (\text{skor max ideal}+\text{skor min ideal})$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

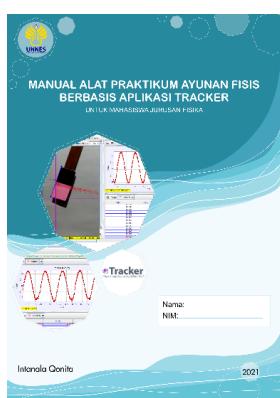
Hasil dari penelitian adalah unjuk kerja praktikum dan pengembangan modul praktikum.

### Hasil Praktikum

Tabel 1.2 Hasil analisis praktikum ayunan fisis

<b>Praktikum ayunan fisis</b>	$g = \underline{g} \pm \Delta g$	<b>KR</b>	<b>Ketelitian</b>	<b>Ketepatan</b>
	(m/s <sup>2</sup> )	(%)	(%)	(%)
1. Secara konvensional	$8,61 \pm 0,271$	3,14	96,8	88,1
2. Berbantuan Aplikasi Tracker	$8,88 \pm 0,370$	4,16	95,8	90,88
3. Sensor smartphone Phyphox	$8,69 \pm 0,348$	4,006	95,9	88,9

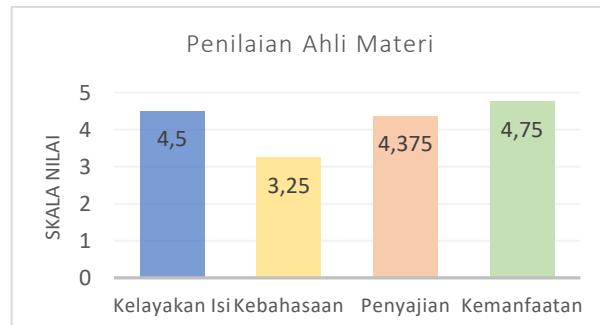
### Modul Praktikum



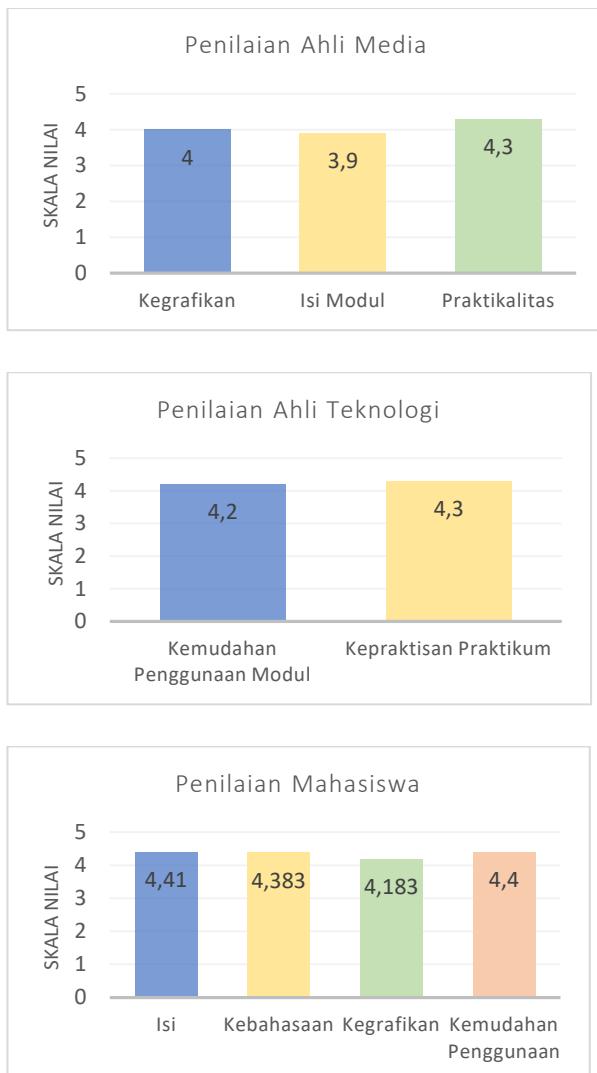
Gambar 2. Modul praktikum dan manual alat

mandiri dan kreatif menggunakan alat praktikum. Modul praktikum juga dilengkapi dengan manual alat praktikum. Manual alat praktikum meliputi pengenalan alat peraga ayunan fisis dan penggunaan *Tracker*.

### Kelayakan ahli dan mahasiswa



Produk akhir dalam penelitian adalah modul praktikum ayunan fisis berbasis aplikasi *Tracker*. Modul membebaskan mahasiswa untuk



Gambar 3. Penilaian ahli dan mahasiswa

## Pembahasan

Pembahasan hasil penelitian dengan penjelasan tahapan yang dilakukan.

### **Define**

Pada tahap *define*, dilakukan analisis awal terhadap permasalahan yang ada melalui pengamatan langsung dan studi literatur. Tahap *define* dilakukan untuk memperoleh informasi berkaitan mengenai produk apa yang akan dikembangkan beserta spesifikasinya.

#### 1. Analisis Awal (*Front-end Analysis*)

Analisis awal berupa identifikasi terhadap permasalahan yang dihadapi saat proses praktikum dilaksanakan. Analisis dilakukan dengan cara melakukan observasi baik secara langsung maupun melalui sumber artikel. Pengamatan langsung dilakukan dengan wawancara mahasiswa melalui media sosial.

Kesimpulan dari hasil observasi yaitu mahasiswa masih dapat melakukan praktikum selama pandemi dengan alat dan bahan sederhana tetapi terdapat beberapa kendala saat praktikum. Mahasiswa juga belum mengenal pemanfaatan teknologi untuk membantu praktikum. Dari kendala tersebut, peneliti mengembangkan sebuah praktikum ayunan fisis dengan menggunakan alat sederhana untuk digunakan secara mandiri dimasa pandemi dengan dibantu penggunaan teknologi. Peneliti juga mengembangkan modul praktikum sebagai pedoman pelaksanaan praktikum secara mandiri.

#### 2. Analisis Siswa (*Learner Analysis*)

Sasaran pengguna modul praktikum yaitu mahasiswa jurusan fisika yang sedang melaksanakan proses praktikum fisika dasar 1 selama pandemi. Proses praktikum sebelum pandemi dilakukan di laboratorium dengan penjelasan dosen atau asisten laboratorium. Proses praktikum di masa pandemi yaitu mahasiswa melaksanakan praktikum secara mandiri.

#### 3. Perumusan Konsep (*Concept Analysis*)

Acuan yang digunakan dalam mengembangkan modul praktikum ini adalah modul praktikum dari laboratorium Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.

#### 4. Perumusan Tugas (*Task Analysis*)

Modul praktikum terdapat pertanyaan dan evaluasi untuk mahasiswa agar lebih mendalami materi.

#### 5. Perumusan Tujuan (*Specifying Instructional Objectives*)

Tujuan praktikum memuat hal-hal yang membuat mahasiswa dapat lebih memahami mengenai materi dan proses praktikum yang dilakukan.

#### 6. Percobaan Praktikum

Peneliti membandingkan proses praktikum ayunan fisis yang dilakukan secara konvensional, dengan bantuan sensor *smartphone Phyphox*, dan dengan bantuan aplikasi *Tracker*. Tujuannya adalah untuk menentukan proses praktikum mana yang memiliki unjuk kerja paling tinggi. Hasil ketepatan percepatan gravitasi dari praktikum dibandingkan dengan percepatan gravitasi secara teori yang ada di tempat pelaksanaan praktikum. Pelaksanaan praktikum di Kab. Grobogan. Percepatan gravitasi secara teori di Kab. Grobogan dari web *International Gravimetric Bureau (BGI)* bernilai  $9,78 \text{ m/s}^2$ .

##### a. Praktikum ayunan fisis secara konvensional

Dalam proses praktikum ini menggunakan penghitung waktu manual atau timer dari *smartphone* sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang kurang efektif. kesulitan dalam pengaturan sudut, penyimpangan bandul, dan perhitungan waktu yang dilakukan sekaligus yang apabila dilakukan secara mandiri. Hasil dari *timer smartphone* kurang presisi dan akan berbeda apabila menggunakan *smartphone* lain.

##### b. Praktikum ayunan fisis dengan bantuan sensor *smartphone Phyphox*

Aplikasi *Phyphox* digunakan dengan cara ditempelkan pada benda yang akan dideteksi geraknya. Menu yang digunakan bagian Pendulum yang menggunakan sensor *Gyroscope* untuk mengukur gerakan pendulum dan perhitungan periode osilasi. Aplikasi ini harus terhubung koneksi internet. Perlu diperhatikan posisi sensor *smartphone* yang sesuai agar didapatkan nilai percepatan gravitasi sesuai yang diharapkan. Praktikan hendaknya berhati-hati pada saat meletakkan *smartphone* pada bandul sehingga *smartphone* melekat kuat agar tidak terjatuh saat bandul bergerak. Hasil data pada sensor *smartphone Phyphox* dapat

divisualisasikan dalam bentuk grafik dan bentuk angka hasil periode.

##### c. Praktikum ayunan fisis dengan bantuan aplikasi *Tracker*

Aplikasi *Tracker* menggunakan cara analisis video gerak bandul. Hal yang perlu diperhatikan dalam proses praktikum ini yaitu pada proses perekaman video gerak bandul fisis. Video harus terlihat jelas dengan resolusi yang cukup baik. Praktikan dapat menggunakan kamera *smartphone* untuk merekam dengan pengambilan video yang baik. Analisis gerak dalam *Tracker* menggunakan acuan warna benda sehingga dapat ditracker ke dalam data grafik dan data tabel. Warna bandul harus kontras dengan *background* yang digunakan. Data pengamatan dari *Tracker* dapat diambil dari data grafik dan data tabel dalam aplikasi *Tracker*.

Hasil praktikum ayunan fisis dengan aplikasi *Tracker* yang didapatkan oleh peneliti cukup berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Chiriacescu (2019) yang mendapatkan hasil percepatan gravitasi yaitu  $9,81 \text{ m/s}^2$  yang lebih mendekati hasil secara teori. Penelitian sebelumnya oleh Chiriacescu menggunakan alat praktikum dari laboratorium yang sudah terkalibrasi dan untuk pengambilan video praktikum menggunakan kamera biasa dengan spesifikasi pengambilan video praktikum 30 fps dan resolusi 1280x720 piksel. Penggunaan alat yang belum terkalibrasi dan resolusi kamera *smartphone* dapat menjadi penyebab hasil praktikum berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Berdasarkan kemudahan penggunaan, kemudahan pengambilan data, nilai percepatan gravitasi, dan nilai ketepatan, proses praktikum dengan bantuan aplikasi *Tracker* memperlihatkan unjuk kerja lebih tinggi daripada proses praktikum secara konvensional dan dengan bantuan sensor *smartphone Phyphox*. Karena itu, modul praktikum ayunan fisis yang dikembangkan adalah berbasis aplikasi *Tracker*.

#### **Design**

Tahap *design* menunjukkan bagaimana desain modul praktikum yang dibuat. Langkah yang dilakukan yaitu perancangan modul dengan perumusan materi, pemilihan format modul, dan penulisan naskah modul praktikum. Materi yang dimuat dalam modul praktikum adalah materi gerak harmonis sederhana dengan pengaplikasiannya yaitu praktikum ayunan fisis. Modul praktikum yang dikembangkan berupa *e-module* dengan format PDF agar mudah diakses oleh mahasiswa. Modul praktikum yang dikembangkan yaitu modul praktikum ayunan fisis berbasis aplikasi *Tracker*.

Susunan modul praktikum terdiri dari bagian awal terdapat *cover*, prakata, dan tata tertib praktikum, bagian isi meliputi tujuan praktikum, landasan teori, pertanyaan awal, alat dan bahan, langkah kerja, data percobaan, analisis data, simpulan, dan evaluasi dengan isi modul yang ringkas, bagian akhir modul praktikum terdapat daftar pustaka. Modul juga dilengkapi dengan manual alat praktikum berisi pengenalan aplikasi *Tracker*, langkah-langkah praktikum, dan langkah penggunaan aplikasi *Tracker*. Dalam modul, peneliti memberi kebebasan mahasiswa untuk bebas menggunakan alat sederhana untuk ayunan fisis.

### **Develop**

Tahap *develop* bertujuan untuk menghasilkan produk akhir yang sudah direvisi dengan masukan dan saran dosen ahli serta telah mendapatkan penilaian dari mahasiswa. Penilaian validasi dilakukan oleh para ahli yaitu ahli materi, ahli media, dan ahli teknologi. Modul praktikum yang telah mendapatkan validasi akan direvisi berdasarkan saran dan masukan yang diberikan oleh para ahli. Setelah mendapatkan kelayakan dan direvisi, modul praktikum akan diberikan kepada mahasiswa untuk memberikan penilaian sebagai pengguna modul praktikum.

Kelayakan materi meliputi lima aspek penilaian, yaitu: kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kemanfaatan. Dari penilaian ahli materi, modul praktikum mendapatkan kategori sangat layak digunakan. Materi modul dibuat cukup ringkas dan sesuai kebutuhan praktikum

saja. Isi materi modul masih terdapat konsep yang kurang tepat sehingga perlu diperbaiki. Penggunaan bahasa dan penulisan dalam modul masih kurang efektif sehingga perlu dibenarkan sehingga kalimat atau kata yang digunakan tidak ambigu. Penyajian modul sudah sistematis dan konsisten dengan disertai ilustrasi gambar.

Kelayakan media meliputi lima aspek penilaian, yaitu: kegrafikan, isi modul, dan praktikalitas. Berdasarkan hasil penilaian ahli media, modul praktikum mendapatkan kategori layak digunakan. Dari aspek kegrafikan, modul praktikum masih menggunakan gambar yang belum efektif dan perlu diberi tambahan penjelasan, ukuran tampilan gambar perlu diperbesar, dan perbaikan pada nomor serta keterangan gambar. Dari isi modul praktikum, langkah praktikum mudah untuk dilakukan dan mudah untuk pengambilan data. Modul praktikum cukup praktis untuk digunakan secara mandiri.

Kelayakan teknologi meliputi aspek penilaian kemudahan penggunaan modul dan kepraktisan praktikum. Berdasarkan hasil penilaian ahli teknologi, modul praktikum mendapatkan kategori sangat layak digunakan. Dari segi teknologi, modul praktikum mudah untuk diakses dan praktis digunakan. Aplikasi mudah untuk digunakan tetapi masih perlu lebih diperkenalkan lagi kepada pengguna.

Mahasiswa penilai kelayakan modul praktikum adalah mahasiswa sebagai pengguna modul praktikum. Penilaian dari 20 respon mahasiswa meliputi aspek isi, kebahasaan, kegrafikan, dan kemudahan penggunaan. Dari hasil penilaian mahasiswa, modul praktikum dikategorikan sangat layak untuk digunakan pada proses praktikum. Modul praktikum memiliki instruksi dan paparan informasi yang bersifat membantu pemakainya, termasuk kemudahan pemakaian, pengaksesan, penggunaan bahasa sederhana, mudah dimengerti, dan mudah digunakan secara mandiri.

Bentuk modul praktikum yang dikembangkan berdasarkan validitas konstruknya yaitu *self-instructional* (instruksional

mandiri), *adaptive* (adaptif), dan *user friendly* (ramah pengguna).

Modul praktikum dikatakan *self-instructional* (instruksional mandiri) karena memiliki rumusan tujuan praktikum yang jelas, isi materi yang ringkas dengan menggunakan bahasa sederhana agar mudah dimengerti, menggunakan ilustrasi yang mendukung, dan terdapat evaluasi untuk menambah skill representasi grafik mahasiswa. Peneliti mengembangkan modul praktikum yang memberi kebebasan mahasiswa untuk kreatif menggunakan alat praktikum sederhana yang ada dilingkungannya. Berdasarkan penilaian pengguna (*user*) mahasiswa, modul dapat digunakan untuk praktikum secara mandiri.

Modul praktikum secara *adaptive* (adaptif) menyesuaikan perkembangan teknologi yaitu dengan menggunakan bantuan dari aplikasi *Tracker*. Aplikasi *Tracker* dapat memvisualisasikan data grafik sehingga mahasiswa dapat mengambil informasi yang dibutuhkan. Mahasiswa dapat membaca grafik yang muncul dalam aplikasi *Tracker* maupun melihat dari data tabel. Mahasiswa juga dapat menggunakan bantuan dari Excel untuk analisis data pengamatan. Modul praktikum dibuat menjadi *e-module* dengan format PDF sehingga fleksibel untuk diakses dan digunakan.

Modul praktikum berisi instruksi yang bersifat membantu dan dapat dikatakan *user friendly* (ramah pengguna). Mahasiswa mudah untuk mengakses modul praktikum. Modul praktikum berisi materi yang mudah dimengerti dan menggunakan bahasa yang sederhana. Grafik penyajian dibuat menarik agar mahasiswa tertarik menggunakan modul. Modul praktikum mudah digunakan oleh mahasiswa.

#### ***Disseminate***

Modul praktikum yang dikembangkan, direvisi, dan dinyatakan layak pakai dapat disebarluaskan kepada mahasiswa untuk digunakan dalam proses praktikum.

#### **SIMPULAN**

Praktikum dengan penggunaan aplikasi *Tracker* menunjukkan unjuk kerja yang lebih unggul dibanding praktikum dengan sensor *smartphone Phyphox* dan secara konvensional. Bentuk modul praktikum yaitu modul praktikum berbasis aplikasi *Tracker* dengan *self-instructional*, *adaptive*, dan *user friendly*. Mahasiswa pengguna modul dapat menggunakan alat praktikum ayunan fisis secara kreatif dan mandiri. Modul dilengkapi manual alat praktikum. Modul praktikum ayunan fisis berbasis aplikasi *Tracker* mendapatkan penilaian validasi dari para ahli dengan kategori keseluruhan sangat layak. Penilaian mahasiswa pengguna modul praktikum mendapatkan kategori sangat layak sebagai alternatif pedoman praktikum dimasa pandemi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. F. (2020). Asesmen Alternatif dalam Pembelajaran Jarak Jauh pada Masa Darurat Penyebaran *Coronavirus Disease* (Covid-19) di Indonesia. *PEDAGOGIK: Jurnal Pendidikan*, 7(1), hal: 195–222. Doi: 10.33650/pjp.v7i1.1136.
- Al Aslamiyah, T., Setyosari, P. & Praherdhiono, H. (2019). Blended Learning dan Kemandirian Belajar Mahasiswa Teknologi Pendidikan. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 2(2), hal: 109–114. Doi: 10.17977/um038v2i22019p109.
- Chiriacescu, B. et al. (2019). Arduino and Tracker Video – Didactic Tools for Study of The Kater Pendulum Physical Experiment. *Romanian Reports in Physics*, 72(1), hal: 1–17.
- Cholik, C. A. (2017). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Meningkatkan Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2(6), hal: 21–30.
- Fiqry, R. (2021). Persepsi Mahasiswa terhadap Pemanfaatan Aplikasi Sensor *Smartphone* untuk Praktikum. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 4(2), hal: 103–108.
- Firman & Rahman, S. R. (2020). Pembelajaran Online di Tengah Pandemi Covid-19. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 2(2), hal: 81–89.
- Mardapi, D. (2017). *Pengukuran, Penilaian, dan Evaluasi Pendidikan*. Edisi 2. Yogyakarta: Parama Publishing.
- Salsabila, R. P. E. G., Wahyuni, S. & Supeno, S. (2021). Pengembangan Modul Elektronik Fisika sebagai Media Instruksional Pokok Bahasan Hukum Newton pada Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(4), hal: 411–416. Doi: 10.19184/JPF.V1I4.23194.
- Saraswati, D. L. (2020). Pengembangan Modul Praktikum Fisika Dasar Berbasis Inquiry Lerning Tipe Terbimbing untuk Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Seminar Nasional dan Diskusi Panel Pendidikan Matematika*, 4(80), hal: 431–438.
- Setiyaningsih, A., Rahmawati, R. & Danawarih, S. (2021). Studi Eksplorasi Kegiatan Praktikum Fisika saat Pandemi Covid-19. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pendidikan Psikologi Universitas Negeri Malang*, hal: 191–199.
- Siahaan, A. D., Medriati, R. & Risdianto, E. (2019). Pengembangan Penuntun Praktikum Fisika Dasar II Menggunakan Teknologi Augmented Reality pada Materi Rangkaian Listrik dan Optik Geometris. *Jurnal Kumparan Fisika*, 2(2), hal: 91–98. Doi: 10.33369/JKF.2.2.91-98.
- Suciarahmat, A. & Pramudya, Y. (2015). Aplikasi Sensor *Smartphone* dalam Eksperimen Penentuan Percepatan Gravitasi. *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55), hal: 10–13. Doi: 10.22146/JFI.24365.
- Suwarno, D. U. (2015). Getaran Osilasi Teredam pada Pendulum dengan Magnet dan Batang Aluminium. *Prosiding SKF*, hal: 100–107.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S. & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional*

*Children.* Bloomington: Indiana  
University.

Wellington, J. (1998). *Practical Work in School  
Science : Which Way Now?* New York:  
Routledge.