

PENGUKURAN DAN ANALISIS OSILASI AYUNAN SEDERHANA MENGUNAKAN SENSOR PADA SMARTPHONE DENGAN APLIKASI PHYPHOX

Alifah Izzatunnisa, Zelfa Nafisah Zalna

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No. 1, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55281, Indonesia
E-mail: alifahizzatunnisa.2023@student.uny.ac.id*

Abstrak

Fisika adalah cabang ilmu pengetahuan yang mencakup proses, produk, dan nilai-nilai tertentu. Konstruksi ilmu ini didasarkan pada pengalaman empiris, memanfaatkan fakta dan data hasil observasi gejala alamiah atau yang dikondisikan. Meski fisika sering kali terdiri dari formula dan analisis matematis, kebenaran setiap teori bisa diuji melalui eksperimen. Phyphox, sebuah aplikasi Android, memungkinkan eksperimen fisika dengan memanfaatkan sensor internal smartphone. Aplikasi ini mampu mengukur berbagai besaran fisika dan menampilkan data dalam diagram secara langsung. Phyphox dapat mengakses sensor ponsel langsung atau melalui eksperimen, serta mengirimkan data mentah untuk analisis lanjutan. Dalam eksperimen gerak osilasi, Phyphox dapat digunakan untuk mempelajari gerak osilasi harmonis dengan memanfaatkan sensor accelerometer dan pendulum. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis gerak osilasi pada ayunan sederhana menggunakan smartphone dan aplikasi Phyphox. Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan panjang tali pendulum dan mengukur periode osilasi. Hasilnya sesuai dengan teori bahwa semakin panjang tali, semakin besar perioda osilasi. Praktikum ini menunjukkan bahwa gerak osilasi harmonis sesuai dengan rumus umum gerak osilasi sederhana.

Kata kunci: *Lagrangian; Osilasi; Phypox*

Abstract

Physics is a branch of science that includes certain processes, products and values. The construction of this science is based on empirical experience, utilizing facts and data resulting from observations of natural or conditioned phenomena. Although physics often consists of formulas and mathematical analysis, the truth of any theory can be tested through experiments. Phyphox, an Android application, enables physics experiments by utilizing a smartphone's internal sensors. This application is capable of measuring various physical quantities and displaying data in diagrams directly. Phyphox can access phone sensors directly or through experiments, as well as transmit raw data for advanced analysis. In oscillatory motion experiments, Phyphox can be used to study harmonic oscillatory motion by utilizing accelerometer and pendulum sensors. This research aims to analyze the oscillatory motion of a simple swing using a smartphone and the Phyphox application. Experiments were carried out by varying the length of the pendulum string and measuring the oscillation period. The results are in accordance with the theory that the longer the string, the greater the oscillation period. This practical shows that harmonic oscillatory motion is in accordance with the general formula for simple oscillatory motion.

Keywords: *Lagrangian; Oscillation; Phypox*

PENDAHULUAN

Fisika adalah bagian dari ilmu pengetahuan yang memiliki karakteristik proses, produk, dan nilai. Ini dibangun berdasarkan pengalaman empiris, di mana konsep-konsep dibentuk berdasarkan fakta dan data hasil pengamatan terhadap gejala, baik alamiah maupun yang dikondisikan. Namun,

meskipun konsep fisika sebagian besar terdiri dari formula atau analisis matematis, setiap teori dapat diuji kebenarannya melalui percobaan [1]. Apparatus praktikum ini digunakan dengan bantuan teknologi terbaru, seperti aplikasi Phypox, yang dapat diinstal pada Android dan memiliki bahan dan alat yang diperlukan yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar [2].

Phyphox merupakan salah satu aplikasi berbasis Android yang dikembangkan untuk melakukan berbagai eksperimen fisika menggunakan sensor internal smartphone. Aplikasi Phyphox memiliki beberapa keunggulan ketika melakukan percobaan, seperti dapat melakukan pengukuran berbagai besaran fisis menggunakan sensor smartphone dan langsung menampilkan data hasil pengukuran dalam bentuk diagram [3]. Phyphox mengakses sensor ponsel baik secara langsung atau melalui eksperimen. Setelah itu, data yang dihasilkan dianalisis. Selain itu, Phyphox dapat mengirimkan data mentah bersama dengan hasil untuk analisis lebih lanjut.

Phyphox merupakan bagian penting dari analisis eksperimental gerak osilasi pada ayunan sederhana. Phyphox adalah salah satu aplikasi berbasis Android yang dikembangkan khusus untuk melakukan berbagai eksperimen fisika menggunakan sensor internal smartphone. Keunggulan utama dari Phyphox adalah kemampuannya untuk melakukan pengukuran berbagai besaran fisika menggunakan sensor smartphone dan langsung menampilkan data hasil pengukuran dalam bentuk diagram. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengakses sensor ponsel baik secara langsung maupun melalui eksperimen yang telah disediakan. Selain itu, Phyphox juga dapat mengirimkan data mentah bersama dengan hasil untuk analisis lebih lanjut.

Dalam konteks eksperimen gerak osilasi pada ayunan sederhana, Phyphox menjadi alat yang sangat berguna. Dengan menggunakan aplikasi ini, eksperimenter dapat dengan mudah mengakses sensor accelerometer dan pendulum pada smartphone untuk mengukur periode osilasi pendulum. Aplikasi ini juga memberikan fleksibilitas dalam melakukan variasi eksperimen dengan memungkinkan pengaturan panjang tali pendulum yang berbeda-beda. Selain itu, Phyphox menyediakan fitur untuk merekam dan menyimpan data secara langsung dalam format yang mudah diolah, seperti tabel dan grafik, sehingga memudahkan analisis data setelah eksperimen selesai dilakukan.

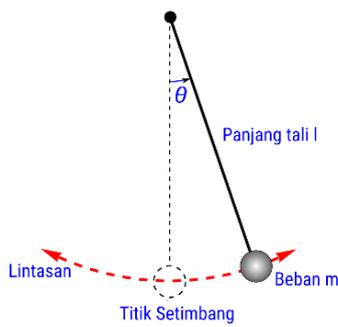
Keunggulan lain dari Phyphox adalah kemudahan penggunaannya. Aplikasi ini

dirancang dengan antarmuka yang intuitif dan user-friendly, sehingga dapat digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk siswa, guru, dan peneliti. Selain itu, Phyphox juga mendukung integrasi dengan berbagai perangkat tambahan, seperti sensor eksternal, yang memperluas fungsionalitasnya dalam melakukan eksperimen fisika yang lebih kompleks. Hal ini menjadikan Phyphox sebagai salah satu alat yang sangat berguna dalam pendidikan fisika, karena memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen secara mandiri dan mendapatkan pengalaman langsung dalam mengamati fenomena fisika secara praktis.

Secara keseluruhan, aplikasi Phyphox memainkan peran yang sangat penting dalam kesuksesan eksperimen gerak osilasi pada ayunan sederhana. Dengan fitur-fitur canggihnya, Phyphox memungkinkan pengambilan data yang akurat dan efisien, serta memfasilitasi analisis data yang mendalam. Selain itu, kemudahan penggunaan dan fleksibilitasnya menjadikannya pilihan yang ideal dalam pendidikan fisika, karena dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran dan memperkuat pemahaman mereka tentang konsep-konsep fisika yang terlibat. Dengan demikian, aplikasi Phyphox merupakan salah satu contoh yang baik tentang bagaimana teknologi dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas dan keberhasilan eksperimen fisika. Phyphox dapat digunakan sebagai alat pengambilan data untuk mengkaji gerak osilasi [4].

Gerakan osilasi adalah gerakan suatu benda atau sistem mekanik melalui titik kesetimbangan. Karena ada tindakan pemulih gaya pada sistem, sistem mekanis dapat bergerak secara siklis. Gaya pemulih pendulum, yang dikenal sebagai hukum Hooke, selalu berarah menuju titik kesetimbangan dan berbanding lurus dengan perpindahan pendulum dari posisi kesetimbangan. Ketika sudut pendulum tetap kecil, periode hanya bergantung pada panjang daripada massa. Jenis gerakan ini disebut gerak osilasi harmonis [5].

Secara umum sistem mekanik bandul matematis ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Osilasi sistem bandul matematis

Bandul sederhana merupakan sebuah partikel bermassa, m yang terikat pada sebuah poros tanpa adanya gesekan, P dengan sebuah kabel yang memiliki panjang L dengan massa kabel diabaikan. Ketika partikel ditarik dari posisi kesetimbangannya dengan sudut θ dan dilepaskan, maka partikel tersebut berayun dari kanan ke kiri [5].

Gerak osilasi pada sistem bandul matematis dinyatakan melalui persamaan :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega^2\theta = 0 \quad (1)$$

$$\omega^2\theta = \frac{g}{l} \quad (2)$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (3)$$

dengan frekuensi sudut osilasi, T = periode osilasi (s), g = percepatan gravitasi (m/s), dan L = panjang tali bandul (m).

Formulasi Lagrangian

$$L = T - U \quad (4)$$

T = Energi Kinetik Total

U = Energi Potensial total

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = F_i \quad (6)$$

q = Koordinat umum

F = Gaya non-konservatif

Untuk T , kita membutuhkan kecepatan massa

$$v = l \cdot \dot{\theta}$$

$$T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(l \cdot \dot{\theta})^2 = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 \quad (7)$$

Untuk energi potensial U

$$y = l - l \cdot \cos\theta = l \cdot (1 - \cos\theta) \quad (8)$$

Jadi,

$$U = m \cdot g \cdot y = m \cdot g \cdot l \cdot (1 - \cos\theta) \quad (9)$$

Setelah itu kita bisa melengkapi fungsi

Lagrangian

$$L = T - U = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - m \cdot g \cdot l \cdot (1 - \cos\theta) \quad (10)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} = m \cdot l^2 \cdot \dot{\theta} \quad (11)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = m \cdot l^2 \cdot \ddot{\theta} \quad (12)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \theta} = (-m \cdot g \cdot l \cdot \sin\theta) \quad (13)$$

Menggabungkan dua persamaan terakhir

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = m \cdot l^2 \cdot \ddot{\theta} = m \cdot g \cdot l \cdot \sin\theta = 0 \quad (14)$$

Kemudian disederhanakan menjadi,

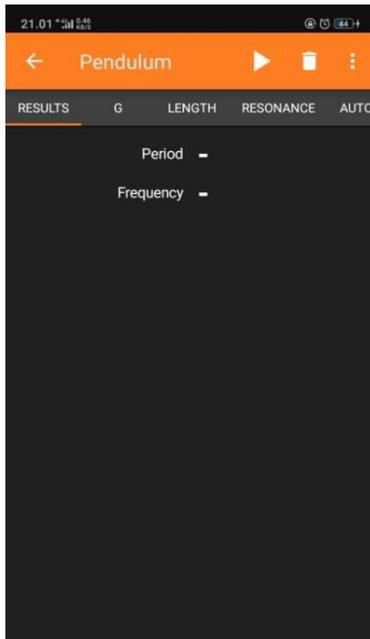
$$\ddot{\theta} = \frac{g}{l} \cdot \sin\theta = 0 \quad (15)$$

Ayunan matematis adalah ayunan bandul yang massanya diabaikan dan panjangnya tidak dapat berubah. Sebenarnya, ayunan ini tidak sepenuhnya teratur; tidak peduli seberapa lama osilasi berlangsung, akhirnya akan berhenti. Hal ini disebabkan oleh gesekan antara bandul dan udara sekitarnya, yang menghambat gerak bandul. Berat benang jauh lebih kecil daripada bandul untuk mendorong osilasi harmonis, dan bandul memiliki sudut simpangan yang lebih kecil [5].

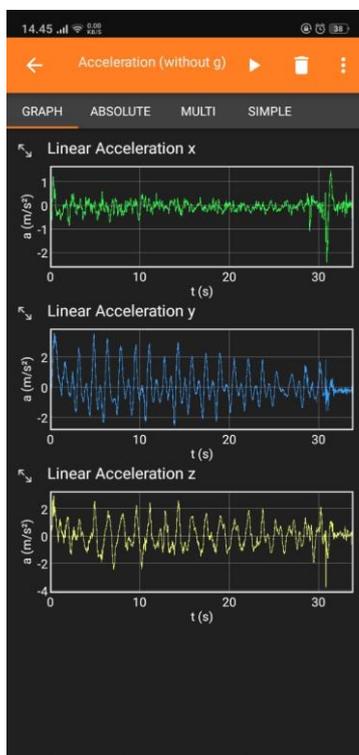
Selama proses eksperimen ayunan bandul matematis digunakan alat bantu Accelometer dan Pendulum yang ada di aplikasi phycox pada smartphone untuk mencari periode pendulumnya. Smartphone sangat cocok digunakan pada eksperimen ini karena memiliki sensor yang dapat dibaca oleh aplikasi Phycox. Oleh karena itu, tujuan dilakukannya eksperimen ini adalah untuk menganalisis gerak osilasi yang terjadi pada ayunan sederhana menggunakan sensor smartphone dengan aplikasi phycox.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan eksperimen secara langsung dengan bantuan aplikasi phycox untuk memperoleh data yang diperlukan. Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan eksperimen sangat sederhana yaitu smartphone dan tali. Cara kerja untuk memperoleh data yaitu dengan mengikat smartphone pada tali kemudian tali tersebut digantungkan pada tiang, selanjutnya aplikasi phycox dibuka dan smartphone diayunkan agar sensor dapat mendeteksi periode yang terjadi saat ayunan berlangsung seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Pendulum Aplikasi Phypox



Gambar 3. Tampilan Acceleration pada Aplikasi Phypox

Setelah ayunan berhenti maka nilai periode pendulum akan tercatat oleh aplikasi phypox. Eksperimen dilakukan dengan pengulangan sebanyak 15 kali. Data yang diperoleh kemudian dianalisis manual secara kuantitatif dan kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis eksperimental tentang gerak osilasi pada ayunan sederhana menggunakan aplikasi Phypox menghadirkan pemahaman yang mendalam tentang prinsip-prinsip fisika yang terlibat dalam fenomena ini. Eksperimen ini tidak hanya mengeksplorasi konsep fisika secara teoritis, tetapi juga menerapkannya dalam situasi praktis menggunakan teknologi modern. Dalam eksperimen ini, Phypox menjadi alat yang penting karena memanfaatkan sensor accelerometer dan pendulum pada smartphone untuk mengukur dan merekam data osilasi. Pendekatan ini memungkinkan pengambilan data yang akurat dan efisien secara real-time, serta memfasilitasi analisis yang mendalam terhadap gerak osilasi pendulum.

Setelah alat dan bahan telah terpasang dengan baik, eksperimen dapat dilakukan. Setiap eksperimen dirancang agar pendulum berosilasi selama 10 detik dengan variasi panjang tali yang berbeda-beda. Panjang tali yang divariasikan yaitu 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Tujuannya adalah untuk melihat pengaruh panjang tali terhadap frekuensi osilasi yang dihasilkan oleh pendulum. Variasi panjang tali pendulum menjadi fokus utama dalam eksperimen ini. Dengan mengubah panjang tali secara sistematis, eksperimenter dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana panjang tali memengaruhi periode osilasi pendulum. Hasil dari percobaan ini direkam dan disajikan dalam bentuk tabel, yang menunjukkan nilai periode pendulum rata-rata untuk setiap panjang tali yang digunakan. Melalui analisis data, dapat diamati bahwa terdapat kenaikan yang konsisten dalam nilai rata-rata periode pendulum seiring dengan peningkatan panjang tali. Grafik yang memvisualisasikan hubungan antara panjang tali dan periode osilasi juga menegaskan pola ini dengan jelas.

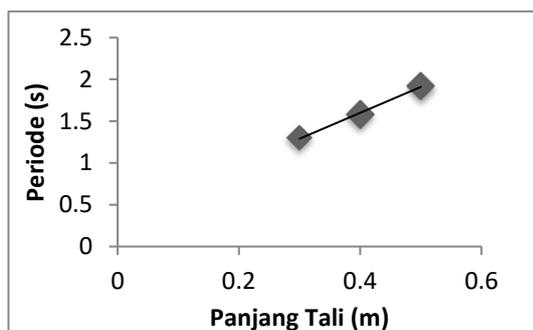
Dengan menggunakan aplikasi Phypox pada pendulum, eksperimen ini memperoleh nilai yang akurat, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Percobaan

Panjang Tali (m)	Data dari periode pendulum (s)					Rata rata
	1	2	3	4	5	
0,3	1,01	1,14	1,17	1,88	1,29	1,30

0,4	2,14	1,26	1,30	1,90	1,30	1,58
0,5	3,39	1,30	1,36	2,10	1,42	1,92

Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai rata – rata dari periode pendulum akan semakin meningkat dipengaruhi oleh panjang tali. Semakin panjang tali yang digunakan maka nilai periode pendulumnya akan bertambah secara konstan, hal ini sesuai dengan teori yang ditunjukkan pada persamaan 3. Nilai pertambahan periode dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan panjang tali dengan periode

Dengan menggunakan rumus pada persamaan 3 yaitu $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ maka diperoleh hasil T pada Panjang tali 0,3m; 0,4m; 0,5m yaitu sebesar 0,727 s; 0,856 s; 0,9844 s. Hasil tersebut sesuai dengan teori bahwa semakin panjang tali, maka semakin besar nilai periode yang dihasilkan dari ayunan tersebut.

Data yang diperoleh dari percobaan direkam dan diolah dalam bentuk tabel, yang menunjukkan nilai periode pendulum rata-rata untuk setiap panjang tali yang digunakan. Analisis data menunjukkan adanya kenaikan nilai rata-rata periode pendulum seiring dengan peningkatan panjang tali. Hal ini konsisten dengan prinsip fisika yang menyatakan bahwa periode osilasi sebuah pendulum bergantung pada panjang tali, sebagaimana yang dijelaskan dalam hukum fisika yang tercantum dalam persamaan matematis yang relevan. Grafik yang menunjukkan hubungan antara panjang tali dan periode osilasi juga mengkonfirmasi kenaikan yang proporsional sesuai dengan teori yang diberikan.

Praktikum ini dilakukan dengan perhitungan waktu secara manual menggunakan timer pada smartphone sehingga kurang efektif, terjadi kesulitan pada saat

pengaturan sudut serta penyimpangan bandul yang kurang konsisten, sehingga mempengaruhi hasil percobaan [6]. Hasil percobaan menunjukkan bahwa gerak osilasi harmonis sederhana, khususnya gerak osilasi sistem bandul fisik, bersesuaian dengan rumusan persamaan umum gerak osilasi sederhana [5].

Faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian antara hasil percobaan yaitu dengan simulai yaitu adanya kemungkinan bahwa semakin besar pengaruh gesekan bandul dengan udara sekitar adalah penyebab ketidaksesuaian antara hasil percobaan dan simulasi. Namun, umumnya relatif tidak bergantung selama periode osilasi ada sudut pertama simpangan. Hal ini menunjukkan bahwa dalam teori, periode osilasi hanya bergantung pada panjang tali dan percepatan gravitasi yang tetap [5].

Tingkat keakuratan data yang diperoleh dari eksperimen ini dapat diandalkan karena memanfaatkan teknologi sensor yang terdapat dalam smartphone. Penggunaan aplikasi Phypox memungkinkan pengambilan data yang cepat dan efisien, serta meminimalkan kesalahan manusia dalam pengukuran. Selain itu, aplikasi ini juga memfasilitasi analisis lanjutan terhadap data yang diperoleh, seperti penghitungan rata-rata dan pembuatan grafik, yang memperkuat validitas hasil eksperimen. Dengan demikian, eksperimen ini tidak hanya memberikan wawasan teoritis tentang gerak osilasi pada ayunan sederhana, tetapi juga menunjukkan potensi teknologi modern dalam mendukung eksperimen fisika di lingkungan pendidikan dan penelitian.

Eksperimen ini memvalidasi teori fisika yang terkait dengan gerak osilasi pada ayunan sederhana dan memberikan pemahaman praktis tentang aplikasi teori tersebut dalam situasi nyata. Penggunaan teknologi modern seperti aplikasi Phypox memfasilitasi pengambilan data secara akurat dan efisien, mempercepat proses analisis dan interpretasi hasil. Kesimpulan dari eksperimen ini menegaskan bahwa panjang tali mempengaruhi periode osilasi pendulum sesuai dengan prinsip fisika yang dinyatakan dalam hukum terkait. Prinsip-prinsip ini dijelaskan melalui persamaan matematis yang relevan dan diperkuat melalui hasil eksperimen yang diamati. Selain itu, eksperimen ini juga menyoroti pentingnya teknologi dalam memfasilitasi eksperimen

fisika dengan menghasilkan data yang akurat dan mendukung analisis yang mendalam. Dengan demikian, eksperimen ini tidak hanya memperkaya pemahaman teoritis tentang gerak osilasi, tetapi juga mengilustrasikan bagaimana teknologi dapat meningkatkan efisiensi dan validitas eksperimen fisika. Dengan demikian, eksperimen ini tidak hanya memperkaya pemahaman teoritis tentang gerak osilasi, tetapi juga mengilustrasikan pentingnya teknologi dalam mendukung eksperimen dan penelitian ilmiah.

SIMPULAN DAN SARAN.

Eksperimen ini mengonfirmasi bahwa teori fisika yang terkait dengan gerak osilasi pada ayunan sederhana dapat diterapkan secara berhasil dalam situasi praktis. Melalui penggunaan aplikasi Phypox, pengambilan data yang akurat dan efisien menjadi mungkin, yang pada gilirannya mempercepat analisis dan interpretasi hasil eksperimen. Hasil eksperimen secara jelas menunjukkan bahwa panjang tali pendulum memengaruhi periode osilasi pendulum sesuai dengan prinsip fisika yang dinyatakan dalam hukum terkait. Dengan persamaan matematis yang relevan sebagai landasan teoretis, hasil eksperimen memberikan konfirmasi empiris yang kuat terhadap teori tersebut. Selain itu, eksperimen ini juga memberikan sorotan terhadap pentingnya teknologi dalam mendukung eksperimen fisika, di mana aplikasi Phypox membuktikan diri sebagai alat yang sangat efektif dalam memfasilitasi pengambilan data yang akurat dan mendukung analisis yang mendalam. Dengan demikian, eksperimen ini tidak hanya memperkaya pemahaman teoritis tentang gerak osilasi, tetapi juga menyoroti peran krusial teknologi dalam mendukung kemajuan dalam penelitian dan eksperimen ilmiah.

Saran untuk pengembangan lebih lanjut dari eksperimen ini adalah mempertimbangkan penambahan variasi parameter lainnya selain panjang tali, seperti massa pendulum atau amplitudo osilasi, untuk memperluas pemahaman tentang faktor-faktor yang memengaruhi gerak osilasi pada ayunan sederhana. Selain itu, eksperimen ini dapat diperluas dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari penggunaan sensor internal smartphone dengan penggunaan sensor

eksternal yang lebih presisi, sehingga dapat mengevaluasi keakuratan dan keandalan data yang diperoleh dari aplikasi Phypox. Selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan aplikasi Phypox dalam eksperimen fisika lainnya, sehingga dapat digunakan sebagai alat yang komprehensif dalam pembelajaran fisika di berbagai tingkatan pendidikan. Terakhir, untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, dapat diintegrasikan metode pembelajaran yang interaktif dan kolaboratif, yang melibatkan siswa secara aktif dalam merencanakan, menjalankan, dan menganalisis eksperimen, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih menyeluruh dan mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Niati K, Listiaji P. 2022. Penentuan Percepatan Gravitasi Bumi Melalui Eksperimen Ayunan Matematis Berbantuan Sensor Accelerometer Pada Smartphone. *Proceeding Seminar Nasional IPA*. 333.
- 2 Laeli S, Mustava O. 2023. Alternatif Praktikum Penentuan Percepatan Gravitasi Menggunakan Aplikasi Phypox di Masa Pasca Pandemi. *Buletin Edukasi Indonesia*. **2(02)**: 61.
- 3 Pebralia J-. 2021. Pendulum Experiments Using A Smartphone-Based Phypox: An Application of Basic Physics Experiment Course During Covid-19. *JIFP (Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya)/Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*. **5(2)**: 10.
- 4 Valerius A, Marianus M, Dungus F. 2023. Pengaruh Penggunaan Phypox Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Fisika Mahasiswa. *Charm Sains*. **4(1)**: 19.
- 5 Zahra SS, Syahbana IH, Wiyadnyana MO, Anggraini F. 2022. Analisis Ayunan Pendulum Menggunakan Aplikasi Phypox Pada Materi Fisika Kelas X. *Mitra Pilar*. **1(2)**: 53.
- 6 Qonita I. 2023. Pengembangan Modul Praktikum Daring Ayunan Fisis Berbasis Aplikasi Tracker. *Unnes Physics Education Journal*. **12(1)**: 32.