GRAVITASI
Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains
Vol (8) No (02) Edisi Desember Tahun 2025

https://ejurnalunsam.id/index.php/JPFS

Integrasi Aplikasi Phyphox sebagai Alat Ukur Digital dalam Pembelajaran Konsep Kecepatan Sudut pada Gerak Melingkar

Pujo Rahmat Hidayat[1], Shela Rahmadhani[2], Erlida Amnie[3]

[123]Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jambi
Jln. Raya Jambi Muara Bulian Km 15, Desa Mendalo Darat, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Propinsi Jambi, 36361
Email Korespondensi:erlidaamnie@unja.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi penggunaan aplikasi Phyphox sebagai alat ukur digital dalam eksperimen gerak melingkar dengan memanfaatkan sensor gyroscope pada smartphone. Eksperimen dilaksanakan dengan dua variasi radius, yaitu r = 0 cm dan r = 8,5 cm, untuk melihat perbedaan karakteristik rotasi dan kestabilan kecepatan sudut. Data direkam menggunakan fitur Rotation Sensor dan diekspor dalam format digital untuk dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada r = 0 cm, kecepatan sudut mengalami fluktuasi besar karena putaran manual tidak stabil, sedangkan pada r = 8,5 cm, data jauh lebih stabil akibat meningkatnya momen inersia sistem. Hubungan antarvariabel seperti ω, T, f, dan v konsisten dengan teori gerak melingkar. Hasil penelitian menegaskan bahwa Phyphox efektif digunakan sebagai media eksperimen digital yang mampu membantu mahasiswa memahami fenomena rotasi secara konkret serta meningkatkan kualitas pembelajaran fisika berbasis teknologi.

Kata kunci: Gerak melingkar, Gyroscope , Pembelajaran, Phyphox, Sudut.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the use of the Phyphox application as a digital measuring tool for circular-motion experiments utilizing the gyroscope sensor in smartphones. The experiment was conducted using two radius variations, r = 0 cm and r = 8.5 cm, to examine differences in rotational characteristics and angular-velocity stability. Data were recorded using the Rotation Sensor feature and exported for further analysis. The results show that at r = 0 cm, angular velocity fluctuated significantly due to unstable manual rotation, whereas at r = 8.5 cm, the data were more stable because of the increased moment of inertia. The relationships among variables such as ω, T, f, and v were consistent with circular-motion theory. The results confirms that Phyphox is an effective digital experimental medium that helps students understand rotational phenomena and enhances technology-based physics learning.

Keywords: Circular motion, Corner, Gyroscope, Learning, Phyphox.

A. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mobile dalam beberapa tahun terakhir membuka peluang besar bagi modernisasi pembelajaran fisika, khususnya pada kegiatan praktikum yang membutuhkan pengukuran secara real time. Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa pelaksanaan praktikum fisika di perguruan tinggi masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan alat laboratorium, jumlah perangkat yang tidak sebanding dengan jumlah mahasiswa, serta keterbatasan waktu praktikum. Permasalahan tersebut semakin terasa pada pembelajaran berbasis eksperimen yang menuntut pengambilan data secara langsung dan berulang, sehingga berdampak pada kurang optimalnya pemahaman konsep fisika oleh mahasiswa, terutama pada materi yang bersifat abstrak dan dinamis.

Di sisi lain, hampir seluruh mahasiswa saat ini memiliki smartphone yang telah dilengkapi dengan berbagai sensor internal, seperti akselerometer, gyroscope, dan magnetometer, yang berpotensi dimanfaatkan sebagai alat ukur ilmiah. Harjono (2021) melaporkan bahwa sensor bawaan smartphone memiliki tingkat sensitivitas dan akurasi yang memadai untuk digunakan dalam praktikum fisika dasar. Hasil ini sejalan dengan temuan penelitian lain yang menunjukkan bahwa sensor smartphone mampu merekam data fisis dengan tingkat ketelitian yang cukup baik untuk keperluan pembelajaran dan eksperimen pendidikan. Dengan demikian, perangkat yang selama ini digunakan untuk kebutuhan komunikasi dan hiburan dapat dialihfungsikan menjadi media pembelajaran dan eksperimen yang efektif.

Pemanfaatan potensi sensor smartphone tersebut dapat dilakukan melalui aplikasi *Phyphox (Physical Phone Experiments)*, yaitu aplikasi eksperimen fisika yang dirancang untuk mengakses dan merekam data sensor smartphone secara langsung. Phyphox memungkinkan pengguna melakukan pengukuran berbagai besaran fisis serta menampilkan hasilnya dalam bentuk grafik waktu nyata. (Valerius *et a*l., 2023) menyatakan bahwa penggunaan Phyphox mampu menampilkan data eksperimen secara grafis dengan baik, sehingga memudahkan proses observasi dan analisis tanpa memerlukan peralatan laboratorium khusus. Temuan ini menunjukkan bahwa Phyphox dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi keterbatasan sarana praktikum konvensional.

Sejumlah penelitian terdahulu juga menunjukkan efektivitas penggunaan Phyphox dalam pembelajaran fisika. (Ariyansah *et al.*, 2021) melaporkan bahwa Phyphox dapat berfungsi sebagai alat bantu praktikum virtual yang mendukung pengumpulan data eksperimen, termasuk dalam pembelajaran jarak jauh. Kristiyani *et al.* (2020) menemukan bahwa penggunaan aplikasi sensor berbasis smartphone mampu meningkatkan kemampuan analitis peserta didik serta mendorong pembelajaran berbasis inkuiri karena data eksperimen dapat diamati secara langsung. Hasil serupa juga dilaporkan oleh penelitian lain yang menunjukkan bahwa penggunaan Phyphox mampu meningkatkan keterampilan proses sains dan mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam kegiatan eksperimen berbasis data.

Selain pada eksperimen dasar, Phyphox juga telah digunakan untuk menganalisis fenomena fisika yang lebih kompleks. Penelitian oleh Torzo *et al.* (2025) menunjukkan bahwa integrasi Phyphox dengan sensor MEMS memungkinkan pengukuran gerak rotasi dan translasi secara simultan, sehingga karakteristik gerak dapat dianalisis secara komprehensif tanpa memerlukan perangkat lunak berbayar. Penelitian lain juga melaporkan keberhasilan penggunaan Phyphox dalam eksperimen mekanika rotasi, seperti pengukuran momen inersia dan analisis gerak sudut, yang membuktikan bahwa aplikasi ini memiliki potensi luas dalam kajian mekanika klasik.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas pemanfaatan Phyphox dalam pembelajaran fisika, sebagian besar studi masih berfokus pada aspek umum penggunaan aplikasi, pengembangan media, atau peningkatan hasil belajar secara kualitatif. Penelitian yang secara spesifik mengkaji karakteristik kecepatan sudut pada gerak melingkar dengan variasi radius

menggunakan data sensor smartphone masih relatif terbatas. Padahal, materi gerak melingkar merupakan salah satu topik yang sering menimbulkan kesulitan bagi mahasiswa, terutama dalam memahami hubungan antara kecepatan sudut (ω), periode (T), frekuensi (f), dan kecepatan linear (v) yang bersifat abstrak dan matematis (Widodo *et al.*,2021). Salah satu solusi adalah pemanfaatan aplikasi seperti Phyphox yang memungkinkan siswa merekam dan memvisualisasikan data sensor secara langsung. Mahasiswa dapat menghubungkan teori matematika dengan fenomena fisika yang diamati secara empiris.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode eksperimen berbasis sensor *smartphone*, yang telah banyak diterapkan dalam literatur eksperimen digital (contoh: Pemanfaatan Sensor Android sebagai Media Eksperimen) (Harjono, 2021). Aplikasi Phyphox memungkinkan pengukuran kecepatan sudut secara langsung menggunakan sensor *gyroscope* dalam *smartphone* (Tulandi *et al.*, 2022).

Alat penelitian terdiri atas *smartphone* Android yang telah terpasang aplikasi Phyphox, kursi putar sebagai sistem rotasi, meteran untuk pengukuran radius, serta laptop untuk analisis data menggunakan perangkat lunak spreadsheet. Eksperimen dilakukan pada dua kondisi jarak yang berbeda dari pusat rotasi, yaitu r = 0 cm dan r = 8,5 cm. Sebuah penelitian menjelaskan bahwa variasi radius dalam eksperimen gerak melingkar digunakan untuk melihat perubahan karakter rotasi dan momen inersia (Raharja & Kusiana, 2020). Pendekatan inilah yang juga dipakai pada percobaan, sehingga perbedaan posisi *smartphone* dapat menunjukkan perubahan kecepatan linear dan kestabilan rotasi.

Eksperimen dilakukan dalam dua kondisi jari-jari rotasi, yaitu r = 0 cm dan r = 8,5 cm. *Smartphone* pada kondisi r = 0 cm ditempatkan tepat di pusat rotasi sehingga gerakan linear minimal dan rotasi murni dapat diukur. *Smartphone* pada kondisi r = 8,5 cm, digeser dari pusat untuk memperbesar momen inersia dan memeriksa pengaruh radius terhadap kestabilan alat dan data sensor. Desain eksperimen sejalan dengan pengembangan modul praktikum berbantuan aplikasi Phyphox yang menekankan kestabilan data dan visualisasi sensor (Sari & Putra 2022).

Sensor *gyroscope* dikalibrasi sebelum pengambilan data menggunakan fitur kalibrasi pada aplikasi Phyphox untuk memastikan pembacaan awal berada dalam kondisi stabil. Setelah itu, *smartphone* dipasang pada posisi radius yang ditentukan dan kursi diputar secara manual melalui empat variasi sudut putaran, yaitu 90°, 180°, 270°, dan 360°, dengan masing-masing sudut diulang sebanyak dua kali guna meningkatkan reliabilitas data. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengambilan data pada titik pusat dengan r=0 cm



Gambar 2. Dokumentasi pengambilan data pada titik pusat dengan r=8,5 cm

Aplikasi Phyphox pada menu *Rotation Sensor* digunakan untuk merekam kecepatan sudut (ω) secara real time selama proses rotasi berlangsung dengan memanfaatkan sensor gyroscope pada smartphone. Data hasil perekaman ditampilkan dalam bentuk grafik waktu nyata sehingga perubahan dan kestabilan rotasi dapat diamati secara langsung. Selanjutnya, data diekspor dalam format *.csv* untuk dianalisis lebih lanjut

menggunakan perangkat lunak pengolah data, meliputi perhitungan periode (T), frekuensi (f), dan kecepatan linear (v). Pemanfaatan data digital ini memungkinkan analisis kuantitatif yang sistematis serta mempermudah penyajian hasil dalam bentuk tabel dan grafik yang sesuai dengan teori gerak melingkar.

Analisis data dilakukan dengan menghitung periode putaran (T) berdasarkan waktu yang dicatat sensor, kemudian menentukan frekuensi (f) menggunakan hubungan f = 1/T. Nilai kecepatan linear (v) ditentukan melalui persamaan v = ω·r. Selanjutnya, hasil perhitungan pada radius 0 cm dan 8,5 cm dibandingkan untuk melihat perbedaan stabilitas rotasi, perubahan kecepatan sudut, dan konsistensi data terhadap teori gerak melingkar. Analisis dilakukan secara kuantitatif menggunakan tabel dan grafik untuk memperjelas pola perubahan variabel fisika yang diukur. Berikut tabel yang didapat dari percobaan dengan r=0 cm.

Tabel 1. Percobaan dengan r = 0 cm

Kecepatan Sudut ω (rad/s)	Sudut Rotasi θ (rad
19,625 rad/s	1,57 rad
8,97 rad/s	3,14 rad
5,89 rad/s	4,71 rad
10,47 rad/s	6,28 rad

Adapun hasil percobaan dengan r=8,5 cm disajikan pada tabel 2.

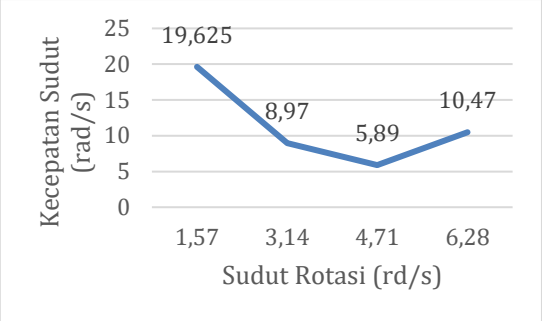
Tabel 2. Percobaan dengan r = 8,5 cm

Kecepatan Sudut ω (rad/s)	Sudut Rotasi θ (rad
3,925 rad/s	1,57 rad
3,925 rad/s	3,14 rad
3,925 rad/s	4,71 rad
4,187 rad/s	6,28 rad

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

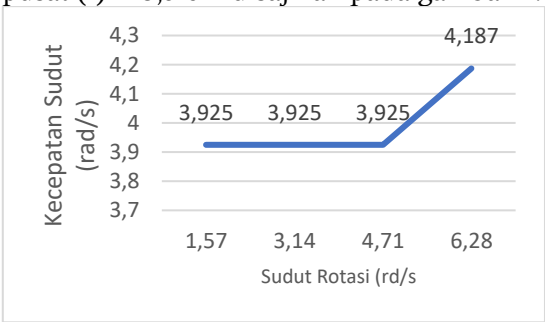
Hasil

Dari hasil percobaan menentukan kecepatan sudut menggunakan aplikasi Phypox dengan jarak *smartphone* dari titik pusat (r) = 0 cm didapatkan grafik hubungan kecepatan sudut dengan sudut rotasi sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik kecepatan sudut terhadap sudut rotasi percobaan r=0 cm

Dari hasil percobaan menentukan kecepatan sudut menggunakan aplikasi Phypox dengan jarak *smartphone* dari titik pusat (r) = 8,5 cm disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik kecepan sudut terhadap sudut rotasi percobaan r=8,5 cm

Hasil percobaan penentuan kecepatan sudut menggunakan aplikasi Phyphox menunjukkan hubungan antara kecepatan sudut (ω) dan sudut rotasi (θ) pada dua variasi jarak smartphone dari pusat rotasi, yaitu r = 0 cm dan r = 8,5 cm. Pada kondisi r = 0 cm, grafik kecepatan sudut terhadap sudut rotasi (Gambar 3) memperlihatkan fluktuasi nilai ω yang cukup besar selama proses rotasi. Sebaliknya, pada kondisi r = 8,5 cm (Gambar 4), grafik menunjukkan nilai kecepatan sudut yang lebih stabil dan konsisten. Perbedaan karakteristik grafik ini menunjukkan adanya pengaruh posisi sensor terhadap kestabilan data rotasi yang direkam.

Pembahasan

Kegiatan ini merupakan bagian dari proyek percobaan Fisika yang bertujuan untuk memahami konsep gerak melingkar beraturan melalui pemanfaatan sensor pada *smartphone* yang terhubung dengan aplikasi Phyphox sebagai alat ukur digital. Sebelum kegiatan dimulai, tim terlebih dahulu menyiapkan seluruh alat dan bahan yang

diperlukan. Peralatan yang digunakan meliputi penggaris untuk mengukur jarak dari titik pusat rotasi, kursi putar sebagai media gerak melingkar, serta *smartphone* yang telah dilengkapi aplikasi Phyphox yang berfungsi sebagai sensor *gyroscope* dan accelerometer. Sensor-sensor ini digunakan untuk mencatat data kecepatan sudut serta perubahan posisi sudut (θ) selama rotasi berlangsung.

Langkah awal percobaan adalah menentukan titik pusat rotasi pada kursi putar. Pengukuran dilakukan secara cermat menggunakan penggaris untuk memastikan pusat rotasi berada tepat di tengah permukaan kursi, sehingga rotasi yang dihasilkan stabil dan simetris. Penentuan titik pusat sangat penting karena seluruh pengukuran sudut dan jarak pada tahap berikutnya mengacu pada titik tersebut. Setelah titik pusat ditetapkan, *smartphone* diposisikan pada dua jarak berbeda untuk melihat pengaruh variasi posisi terhadap hasil pengukuran. Pada kondisi pertama, *smartphone* ditempatkan tepat di pusat kursi. Pada kondisi kedua, *smartphone* diposisikan pada jarak setengah panjang *smartphone* dari pusat rotasi. Pengukuran jarak dilakukan dengan teliti untuk menjaga konsistensi dan akurasi pada setiap pengambilan data.

Percobaan kemudian dilanjutkan dengan memutar kursi secara manual pada variasi sudut rotasi sebesar 90°, 180°, 270°, dan 360°. Setiap variasi dilakukan secara berurutan dan diulang sebanyak dua kali untuk memperoleh data yang lebih konsisten. Selama rotasi berlangsung, aplikasi Phyphox merekam data sudut rotasi (θ), kecepatan sudut (ω), dan percepatan linier (a) dalam rentang waktu tertentu. Data tersebut kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik serta nilai numerik yang selanjutnya diekspor untuk dianalisis.

Tahap akhir percobaan meliputi pencatatan data dan dokumentasi kegiatan. Seluruh hasil pengukuran dari Phyphox disimpan dalam format digital dan dilengkapi dengan foto serta video proses percobaan. Dokumentasi menjadi bahan pendukung dalam penyusunan analisis dan laporan akhir, sekaligus membantu menjelaskan fenomena gerak melingkar yang diamati pada dua posisi *smartphone* yang berbeda.

Berdasarkan data percobaan pada jari-jari (r) = 0 cm, terlihat bahwa nilai kecepatan sudut (ω) mengalami perubahan signifikan dalam setiap pengukuran, misalnya dari 19,625 rad/s kemudian turun hingga 5,89 rad/s sebelum naik kembali ke 10,47 rad/s. Pola percobaan menunjukkan bahwa sistem putaran piringan tidak berada dalam kondisi kecepatan tetap karena putaran dilakukan secara manual, sehingga menghasilkan fluktuasi alami pada ω. Hal tersebut sesuai konsep yang dijelaskan dalam Halliday et al. (2020) pada gerak melingkar beraturan, laju benda tetap tetapi arah kecepatannya selalu berubah. Perubahan arah tersebut menimbulkan percepatan sentripetal yang selalu mengarah ke pusat lintasan. Hasil percobaan sejalan dengan pendapat Mahardika *et al.* (2022) menyatakan bahwa *gyroscope* pada *smartphone* sangat peka terhadap perubahan percepatan sudut sehingga fluktuasi kecil saat berputar mudah terekam sebagai perubahan data. Variasi nilai ω pada percobaan dapat dianggap wajar dan mencerminkan kondisi rotasi sebenarnya, bukan kesalahan pembacaan sensor.

Perubahan nilai sudut rotasi (θ) pada r = 0 cm memperlihatkan kenaikan yang konsisten, yaitu 1,57 → 3,14 → 4,71 → 6,28 rad, yang menunjukkan bahwa integrasi ω terhadap waktu t berhasil ditangkap aplikasi Phyphox dengan baik. Menurut Ariyansah *et al*. (2021) menjelaskan bahwa Phyphox dapat mengolah data *gyroscope* secara real time sehingga perubahan sudut terekam dengan jelas dalam eksperimen *smartphone*. Kenaikan sudut pada hasil percobaan tetap konsisten meskipun nilai ω mengalami fluktuasi selama putaran.

Nilai periode (T) pada percobaan r = 0 cm menunjukkan hubungan berbanding terbalik dengan frekuensi (f), misalnya T = 0,320 s menghasilkan f = 3,125 Hz, sedangkan T = 1,067 s menghasilkan f = 0,943 Hz. Hubungan ini sepenuhnya sesuai teori $f = 1/T$. Menurut Harjono (2021) menyatakan bahwa data rotasi yang diambil dari *smartphone* sering menunjukkan fluktuasi akibat ketidakseimbangan mekanik, namun masih valid karena pola hubungan f dan T selalu konsisten. Maka variasi T yang Anda temukan mencerminkan kondisi fisik nyata dari

putaran manual yang tidak konstan, bukan kesalahan instrumen.

Pada percobaan dengan radius 8,5 cm, kestabilan nilai kecepatan sudut (ω) yang berada pada rentang 3,925–4,187 rad/s menunjukkan bahwa sistem rotasi menjadi lebih stabil ketika massa *smartphone* berada lebih jauh dari pusat putaran. Stabilitas terjadi karena momen inersia meningkat ketika jarak massa dari pusat putaran diperbesar. Serway dan Jewett (2006) menjelaskan bahwa ketika massa ditempatkan lebih jauh dari pusat putaran, sistem menjadi lebih stabil terhadap perubahan kecepatan sudut. Hal ini sesuai dengan pendapat Harjono (2021) menjelaskan bahwa data rotasi menjadi lebih stabil ketika sensor ditempatkan lebih jauh dari pusat putaran karena momen inersia sistem meningkat. Nilai ω dengan r = 8,5 cm pada percobaan jauh lebih halus sehingga lebih mudah dianalisis dibandingkan posisi di pusat rotasi.

Hasil eksperimen pada penelitian ini menunjukkan kesesuaian dengan temuan penelitian terdahulu yang memanfaatkan sensor smartphone dan aplikasi Phyphox dalam eksperimen fisika. Valerius *et al.* (2023) menyatakan bahwa penggunaan sensor berbasis smartphone mampu merekam data fisis secara representatif selama kondisi eksperimen dilakukan secara terkontrol, sehingga fluktuasi data mencerminkan kondisi fisik sistem, bukan kesalahan alat. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, khususnya pada percobaan dengan jari-jari r = 8,5 cm yang menghasilkan nilai kecepatan sudut lebih stabil. Selain itu, Mahardika *et al.* (2022) menegaskan bahwa kestabilan sistem mekanik sangat memengaruhi kualitas data rotasi yang dihasilkan Phyphox. Oleh karena itu, kesesuaian pola data antara penelitian ini dan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa hasil eksperimen yang diperoleh memiliki validitas empiris yang kuat.

Dari sisi metodologi pembelajaran dan eksperimen, hasil penelitian ini juga memperkuat temuan Valerius *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa praktikum berbasis sensor smartphone dapat menjadi alternatif efektif dalam keterbatasan alat laboratorium konvensional. Sementara itu, sofia *et al.* (2022) menekankan bahwa penggunaan aplikasi Phyphox memungkinkan peserta didik melakukan pengukuran langsung dan analisis data secara mandiri, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih aktif dan bermakna. Kesamaan kecenderungan hasil antara penelitian ini dan kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa Phyphox tidak hanya layak digunakan sebagai alat bantu eksperimen, tetapi juga memiliki potensi besar dalam mendukung pembelajaran fisika berbasis data dan pengamatan langsung.

Nilai kecepatan linear (v) yang muncul pada percobaan r = 8,5 cm yaitu berkisar 0,33–0,356 m/s menunjukkan keterkaitan langsung antara kecepatan sudut dan jari-jari putaran melalui persamaan $v = \omega r$. Hal ini sejalan dengan penelitian Kusumadianti *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan sensor *smartphone* pada topik gerak melingkar memungkinkan peserta didik memahami hubungan antara besaran rotasi dan besaran linear secara konkret melalui data langsung. Pada percobaan r = 0 cm, nilai v = 0 m/s meskipun benda tetap berputar, dan secara fisik memang benar karena tanpa jari-jari, tidak ada perpindahan linear. Sebaliknya, pada r = 8,5 cm, nilai ω yang stabil menghasilkan nilai v yang konsisten, sehingga eksperimen yang dilakukan berhasil menunjukkan transformasi dari besaran rotasional ke besaran linear secara akurat. Hal tersebut memperkuat keberhasilan penggunaan Phyphox sebagai alat praktikum modern.

Kedua percobaan memperlihatkan bahwa data rotasi yang dihasilkan oleh sensor *gyroscope* sangat dipengaruhi oleh kestabilan sistem mekanik serta posisi sensor terhadap pusat putaran. Menurut Eunike *et al.* (2019) menyatakan bahwa akurasi pembacaan orientasi dan rotasi *smartphone* sangat bergantung pada kestabilan gerak serta minimnya gangguan getaran. Hal ini tercermin dalam eksperimen yang dilakukan, ketika r = 0 cm, nilai ω cenderung berfluktuasi karena getaran kecil pada pusat rotasi langsung terdeteksi sensor sedangkan pada r = 8,5 cm, getaran tersebut teredam oleh momen inersia yang lebih besar sehingga data lebih stabil. Dengan demikian, hasil eksperimen yang dilakukan

tidak hanya sesuai teori gerak melingkar tetapi juga konsisten dengan prinsip kerja sensor digital dalam *smartphone*. Penggunaan Phyphox terbukti efektif sebagai alat bantu eksperimen karena mampu menangkap fenomena rotasi secara detail dan konsisten.

Hasil yang diperoleh pada penelitian memiliki kemiripan dengan hasil pada penelitian Putri & Asrizal (2019) yang mengembangkan alat eksperimen gerak melingkar beraturan menggunakan motor DC dan menganalisis kecepatan sudut melalui *video tracker*. Penelitiannya menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putaran motor menyebabkan periode putaran semakin kecil dan kecepatan sudut meningkat secara konsisten. Pola ini sesuai dengan data yang diperoleh pada artikel ini, di mana nilai kecepatan sudut juga mengalami kenaikan pada kondisi rotasi yang lebih stabil. Perbedaan utamanya terletak pada metode pengukuran. Penelitian pembanding memanfaatkan analisis video sebagai alat ukur, sedangkan penelitian ini menggunakan sensor *gyroscope* pada aplikasi Phyphox. Meskipun alat ukurnya berbeda, kecenderungan grafik dan karakter data yang muncul tetap menunjukkan hubungan dasar yang sama, yaitu bahwa kecepatan sudut sangat dipengaruhi oleh kestabilan dan laju rotasi sistem.

Pada hasil pengamatan awal, terlihat bahwa kecepatan sudut benda berbanding lurus dengan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan satu putaran. Fenomena ini menunjukkan bahwa gerak melingkar yang terjadi bersifat beraturan, di mana percepatan sudut tetap dan arah kecepatan senantiasa berubah. Konsep ini mendukung teori dasar gerak melingkar beraturan sebagaimana dijelaskan dalam Harahap *et al.* (2025), gerak melingkar beraturan terjadi saat laju benda tetap, tetapi arah kecepatannya terus berubah selama berputar. Penjelasan ini juga tampak pada data percobaan perubahan arah gerak tercermin dari variasi sudut rotasi yang terekam sensor.

Data hasil percobaan memperlihatkan hubungan yang kuat antara penguasaan konsep vektor dengan hasil pengamatan terhadap gerak melingkar. Hal tersebut dikarenakan arah gaya sentripetal selalu tegak lurus terhadap kecepatan linear benda. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian pada Batara *et al.* (2025), menunjukkan bahwa hasil belajar gerak melingkar meningkat ketika siswa didorong bekerja sama dan memahami konsep gaya secara lebih mendalam. Sesuai dengan kondisi pada percobaan, di mana kemampuan memahami arah gaya sangat membantu dalam membaca dan menafsirkan data rotasi.

Berdasarkan grafik kecepatan sudut terhadap waktu yang diperoleh dari aplikasi Phyphox, terlihat adanya kesesuaian antara teori dan data eksperimen. Meskipun terjadi sedikit fluktuasi akibat gesekan, kecenderungan umum menunjukkan stabilitas kecepatan sudut setelah beberapa saat. Hasil ini sejalan dengan penelitian pada Bara *et al.* (2021), yang menyebutkan bahwa Phyphox mampu menghasilkan data yang mendekati teori. Penelitian itu memperkuat bahwa data pada percobaan ini juga akurat dan mencerminkan kondisi rotasi sebenarnya.

Penggunaan media eksperimen berbasis aplikasi digital seperti Phyphox mampu meningkatkan pemahaman konsep abstrak menjadi lebih konkret. Dalam konteks pembelajaran visualisasi data yang diperoleh secara langsung membantu siswa memahami keterkaitan antarvariabel fisis secara nyata. Hal ini diperkuat oleh Anggraini. (2020), yang menyebutkan bahwa media pembelajaran visual dan dinamis dapat memperkuat ingatan serta membantu siswa memahami konsep fisika yang sulit melalui pengamatan langsung terhadap perubahan gerak.

Pembahasan juga memperlihatkan keterkaitan antara konsep gerak melingkar dengan penerapan teknologi energi terbarukan. Selain aspek teori dan eksperimen, prinsip gerak melingkar yang diamati pada eksperimen memiliki kesamaan dengan sistem rotasi pada turbin angin. Berdasarkan kajian pada Sebuah *et al.* (2021), gerak melingkar menjadi prinsip utama pada rotor kincir angin yang menghasilkan energi listrik dari energi kinetik angin, sehingga pembelajaran konsep ini tidak hanya relevan dalam

konteks akademis tetapi juga aplikatif dalam kehidupan nyata.

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis, dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep gerak melingkar sangat bergantung pada kemampuan siswa dalam mengaitkan teori, pengukuran, dan fenomena nyata. Pendekatan pembelajaran yang interaktif seperti eksperimen digital terbukti mampu meningkatkan hasil belajar dan minat siswa terhadap fisika. Sebagaimana dikemukakan dalam Harahap *et al.* (2025), pemahaman konsep yang baik akan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa, terutama dalam topik gerak melingkar dengan laju konstan.

Penggunaan aplikasi Phyphox dalam eksperimen ini memberikan implikasi yang signifikan terhadap pembelajaran fisika. Mahardika *et al.* (2022) menyatakan bahwa pembelajaran berbantuan Phyphox mampu meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa karena siswa terlibat langsung dalam proses pengukuran dan analisis data. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, dimana visualisasi grafik kecepatan sudut dan sudut rotasi secara real time membantu peserta didik memahami keterkaitan antar besaran fisis secara lebih konkret. Selain itu, (sofia *et al.* (2022) menegaskan bahwa integrasi Phyphox dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan keterlibatan aktif dan keterampilan berpikir ilmiah siswa, karena pembelajaran tidak hanya berfokus pada teori, tetapi juga pada interpretasi data eksperimen. Dengan demikian, Phyphox berfungsi tidak hanya sebagai alat ukur digital, tetapi juga sebagai media pembelajaran inovatif yang efektif dalam menjembatani konsep abstrak fisika dengan pengalaman eksperimen nyata.

D. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi Phyphox mampu menjadi alat ukur digital yang efektif untuk mengamati fenomena gerak melingkar. Pada percobaan r = 0 cm, kecepatan sudut menunjukkan fluktuasi besar karena rotasi manual tidak stabil, tetapi sudut rotasi tetap konsisten. Sementara itu, pada r = 8,5 cm, kestabilan rotasi meningkat secara signifikan karena bertambahnya momen inersia sistem, menghasilkan pembacaan ω dan v yang lebih halus.

Hubungan antara ω, T, f, dan v pada kedua eksperimen secara keseluruhan sangat konsisten dengan teori dasar gerak melingkar. Temuan menegaskan bahwa sensor *gyroscope* pada *smartphone* dapat menangkap perubahan rotasi secara akurat ketika kondisi fisik sistem stabil.

Rekomendasi penelitian dapat berfokus pada penggunaan perangkat putaran yang digerakkan motor listrik untuk memperoleh rotasi lebih halus pada percobaan lanjutan agar akurasi meningkat. Selain itu, integrasi sensor lain seperti accelerometer atau magnetometer dapat memperkaya jenis analisis rotasi yang dapat dilakukan. Pengembangan modul pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan eksperimen digital juga sangat potensial untuk diterapkan di pendidikan fisika modern.

E. DAFTAR PUSTAKA

Ariyansah, D., Hakim, L., & Sulistyowati, R. (2021). Pengembangan e-LKPD Praktikum Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbantuan Aplikasi Phyphox Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *12*(2), 173–181. https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i2.9052

Bara, F. M., Mako, M. I., Eku, A., & Pau, M. A. (2021). Phyphox Pada Gerak Jatuh Bebas. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika, 2(2), 11-17.* https://doi.org/10.31851/luminous.v2i2.5923

Batara, A. H., & Siregar, D. A. (2025). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Think Pair Share Terhadap Hasil Belajar Fisika Pada Materi Pokok Gerak Melingkar Di Kelas Xi Sma Negeri 5 Padangsidimpuan. *Jurnal Physics Education (PhysEdu)*, *7*(1), 19-33. https://doi.org/10.37081/physedu.v7i1.5245

Putri, C., & Asrizal, A. (2019). Pengembangan Tool Pemodelan Gerak Melingkar Beraturan dengan Pengontrolan Laju Motor DC Berbantukan Analisis Video Tracker. *Pillar of Physics*, *12*(2), 61-69. https://doi.org/10.24115/pillarofphysics.v12i2.3156

Anggraini, D., Suyatna, A., & Sesunan, F. (2017). Studi Perbandingan Hasil

Belajar Fisika Antara Penggunaan Gambar Bergerak Dengan Gambar Statis. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung*, *5*(1), 118408. http://dx.doi.org/10.23960/jpf

Gaghana, R. E. R., Hutagalung, M., & Sitepu, H. I. (2019). Aplikasi Sensor Fusion untuk Mendeteksi Posisi dan Arah Pergerakan Ponsel Pintar di Dalam Ruangan. *Jurnal Telematika*, *14*(1), 19-26. https://orcid.org/0000-0002-3294-5311

Harahap, R., & Nasution, F. H. (2025). Pengaruh Penguasaan Konsep Penjumlahan Vektor Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Materi Pokok Gerak Melingkar Dengan Laju Konstan Di Kelas X Sma Negeri 5 Padangsidimpuan. *Jurnal Physics Education (PhysEdu)*, *7*(1), 43-51. https://doi.org/10.37081/physedu.v7i1.5247

MSi, H. (2021). Pemanfatan Sensor Android Sebagai Media Eksperimen Pada Materi Gerak Harmonis Sederhana. *Jurnal Teknodik*, 131-142. http://dx.doi.org/10.23960/jpf

Kristiyani, Y., Sesunan, F., & Wahyudi, I. (2020). Pengaruh aplikasi sensor smartphone pada pembelajaran simple harmonic motion berbasis inkuiri terbimbing terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika FKIP UM Metro*, *8*(2), 138-149. http://dx.doi.org/10.24127/jpf.v8i2.3031

Kusumadianti, A. R., Nasbey, H., & Budi, E. (2022). Pengembangan Aplikasi Android Sebagai Media Pembelajaran Topik Gerak Melingkar Berbasis Transformative Learning. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 10). https://doi.org/10.21009/03.SNF2022.02.PF.13

Mahardika, I. K., Subiki, S., Rohma, S. A., Krisnawanto, E. D., & Hamdi, M. N. (2022). Analisis Efektifitas Media Pembelajaran Phypox Berbasis Android Pada Pembelajaran Fisika Sma Pada Materi Tumbukan. *Wahana Dedikasi: Jurnal PkM Ilmu Kependidikan*, *5*(2), 235-242. https://doi.org/10.31851/dedikasi.v5i2.8307

Fitria, N. S. I. (2022). Pengembangan Modul Praktikum Osilasi Teredam Pada Pegas Berbasis Analisis Video Berbantuan Tracker. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, *11*(2), 9-16. https://doi.org/10.52188/jpfs.v8i1.1231

Raharja, E. P., & Kusiana, R. (2020). Pengembangan modul praktikum gerak melingkar untuk siswa kelas X SMA Muhammadiyah 4 Yogyakarta. *JIPFi Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, *5*(2), 151-157. https://doi.org/10.36709/jipfi.v5i2.12966

Sahlan, S., Widodo, W., & Ishafit, I. (2021). Pengaruh Model Experiential Learning Berbantuan Aplikasi Phyphox Terhadap Motivasi Belajar Fisika di SMA. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, *4*(2), 76-82. https://doi.org/10.46918/karst.v4i2.1142

Serway, R. A., & Jewett, J. W., Jr. (2010). *Fisika untuk sains dan teknik: Buku 2* (Edisi ke-6). Salemba Teknika.

Sofia, A., Donuata, P. B., Prasetyo, E., & Sahlan, S. (2022). Desain Lkpd Fisika Menyenangkan Dengan Aplikasi Phypox Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, *9*(2). https://doi.org/10.36706/jipf.v9i2.18651

Langi, S., Tulandi, D. A., & Umbo, S. I. (2022). Efektivitas Eksperimen Pada Pegas Menggunakan Aplikasi Phyphox Sebagai Media Pembelajaran. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, *3*(3), 176-181. https://doi.org/10.53682/charmsains.v3i3.221

Torzo, G., Zanichelli, M., Pasqualotto, S., & D'Anna, M. (2025). The Wilberforce pendulum: a complete analysis using micro accelerometer/gyroscope, smartphone and dynamical modeling. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol*, *19*(4), 1306-1. http://lajpe.org/mar25/19_1_06.pdf

Valerius, A., Dungus, F., & Manado, U. N. (2023). Pengaruh Penggunaan Phyphox Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Fisika Mahasiswa. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika* 4(1):19-25. https://doi.org/10.53682/charmsains.v4i1.232

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2001). *Sears and Zemansky's University Physics* (10th ed., Vol. 1). Jakarta: Erlangga.