



IMPLEMENTASI APLIKASI TRACKER VIDEO UNTUK PENGUKURAN GERAK OSILASI BANDUL ELASTIS

Hafizh Aji Prakosa¹, Nur Khoiri², Affandi Faisal Kurniawan¹, Joko Saefan¹, Sigit Ristanto^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Semarang

²Magister Pendidikan IPA, Universitas PGRI Semarang

*Corresponding Address: sigitristanto@upgris.ac.id

Info Artikel

Riwayat artikel

Dikirim: 2024-01-11

Direvisi : 2024-05-30

Diterima: 2024-09-17

Kata Kunci:

Aplikasi tracker

Bandul elastis

Analisis

Lintasan osilasi

Periode

DOI:

10.24252/jpf.v12i2.44660

ABSTRAK

Kemajuan bidang teknologi sangat berdampak pada perkembangan ilmu fisika, aplikasi tracker merupakan salah satu contoh perkembangan teknologi dalam bidang fisika yang mampu menyelesaikan permasalahan dalam menganalisis video gerak suatu benda yang direkam menggunakan smartphone. Salah satu fenomena gerak yang dapat dianalisis menggunakan aplikasi tracker adalah gerak osilasi pada bandul elastis. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui analisis gerak pendulum elastis berupa lintasan osilasi dan periode menggunakan aplikasi tracker. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Hasil analisis yang diperoleh dari penelitian ini adalah lintasan osilasi bandul elastis tidak bergerak sama atau tak beraturan saat berosilasi, dan periode yang terjadi pada osilasi sumbu x dan y terhadap waktu (t) bersifat relatif konstan dengan nilai rata-rata 1,3 s.

ABSTRACT

Advances in technology greatly impact the development of physics, tracker applications are one example of technological developments in the field of physics that are able to solve problems in analyzing motion video of an object recorded using a smartphone. One of the motion phenomena that can be analyzed using a tracker application is oscillating motion in the elastic pendulum. The purpose of this study was to determine the analysis of elastic pendulum motion in the form of oscillation trajectories and periods using a tracker application. The method used in this study is an experimental method. The results of the analysis obtained from this study are that the oscillation trajectory of the elastic pendulum does not move equally or irregularly when oscillating, and the period that occurs in the oscillations of the x and y axes against time (t) is relatively constant with an average value of 1.3 s.

PENDAHULUAN

Ilmu fisika salah cabang ilmu pengetahuan alam yang bertujuan untuk memahami dan menjelaskan berbagai fenomena alam menggunakan konsep, hukum, dan prinsip-prinsip yang telah diuji dan diverifikasi melalui metode ilmiah. Bandul elastis salah satu contoh dari fenomena gerak suatu benda yang mengandung konsep fisika. Bandul elastis atau bandul pegas adalah suatu sistem dengan sebuah massa m dihubungkan ke pegas sehingga gerak yang dihasilkan mengandung unsur-unsur pendulum sederhana serta pegas didalamnya. Sistem ini jauh lebih kompleks daripada pendulum sederhana, karena sifat pegas menambah derajat kebebasan ekstra pada system [1], [2].

Orang yang pertama kali mempelajari secara mendalam pendulum elastis adalah Vitt dan Gorelik pada tahun 1933. Dua ilmuwan Rusia ini terinspirasi analogi antara sistem ini dengan resonansi Fermi yang terjadi pada molekul karbon dioksida. Persamaan diferensial yang diperoleh dari gerak pendulum elastis berupa persamaan diferensial nonlinear [3], [4], [5].

Bandul elastis merupakan suatu sistem fisik sederhana yang direpresentasikan oleh persamaan diferensial nonlinear. Jika pada awal gerak bandul elastis dua dimensi diasumsikan gerak pegas (osilasi vertikal) lebih mendominasi dibandingkan gerak bandulnya (osilasi horizontal) maka akan didapatkan persamaan gerak untuk komponen horizontal berupa persamaan diferensial nonlinear yang identik dengan persamaan Mathieu [6], [7].

Dalam mencari analisis gerak bandul elastis kebanyakan masih menggunakan cara teori atau perhitungan numerik, hal ini bisa dilakukan akan tetapi membutuhkan proses yang cukup rumit. Dalam Perkembangan Zaman, kemajuan bidang teknologi dan Fisika saling berdampingan, banyak teknologi yang dibuat menggunakan konsep fisika untuk mempermudah pekerjaan.[8] Aplikasi Tracker merupakan salah satu contoh perkembangan teknologi dalam bidang fisika yang mampu menyelesaikan permasalahan dalam menganalisis gerak suatu benda dari sebuah video eksperimen.

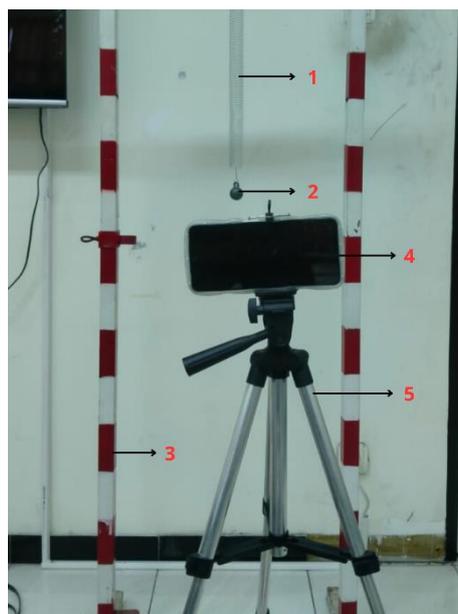
Dalam penggunaannya aplikasi tracker video memanfaatkan konsep citra digital. Citra digital adalah cabang ilmu yang berkaitan dengan pemahaman dan penerapan prinsip-prinsip fisika untuk memahami bagaimana citra visual diciptakan, diproses, dan diinterpretasi. Ini berfokus pada pengembangan teori dan teknologi yang mendasari penciptaan dan analisis citra [9], [10]. Citra digital dalam aplikasi video tracker merupakan representasi dari fungsi intensitas cahaya dalam bentuk diskrit pada bidang dua dimensi. Citra tersusun oleh sekumpulan piksel (picture element). Sebuah piksel memiliki koordinat (x,y) dan amplitudo $f(x,y)$. Koordinat (x,y) menunjukkan letak/posisi piksel dalam suatu citra, sedangkan amplitudo $f(x,y)$ menunjukkan nilai intensitas warna citra. Citra digital memiliki informasi warna yang berasal dari intensitas cahaya yang diterima oleh grid sensor cahaya didalam kamera. Hasil tangkapan kamera adalah citra digital dalam format warna RGB (Red, Green, Blue). Setiap piksel pada citra RGB (Red, Green, Blue), memiliki intensitas warna yang

merupakan kombinasi dari tiga nilai intensitas pada kanal R, G, dan B. Sehingga setiap piksel mempunyai komponen intensitas IR , IG , IB . Masing-masing intensitas disusun dalam regular grid atau array 2 dimensi. Banyaknya kombinasi warna piksel yang mungkin pada citra RGB truecolor 24-bit adalah sebanyak $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$. Untuk mendapatkan citra dari suatu objek maka harus dilakukan proses akuisisi citra.

Dengan aplikasi tracker mampu mencari nilai dari parameter pada pendulum elastis, diantaranya periode, lintasan osilasi. Periode adalah banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali osilasi penuh. Lintasan osilasi merupakan jalur atau trayektori yang diikuti oleh objek pada saat melakukan gerakan osilasi. Dari penjelasan diatas menjadi latar belakang penelitian ini dilakukan. Peneliti memilih salah satu fenomena gerak yang dapat dianalisis menggunakan aplikasi tracker yaitu gerak bandul elastis. Selain mempermudah dalam menganalisis gerak, aplikasi tracker juga mampu memvisualisasikan hasil data yang sudah didapatkan menjadi sebuah grafik [11], [12], [13]. Dalam menganalisis gerak pendulum elastis menggunakan aplikasi tracker diharapkan mampu mencari lintasan osilasi bandul elastis, dan periodenya.

METODE

Eksperimen ini dilakukan di Gedung Utama lantai 2 Laboratorium Fisika Dasar Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang. Dalam melaksanakan eksperimen bandul elastis diperlukan alat dan bahan seperti pada gambar 1 dibawah ini.

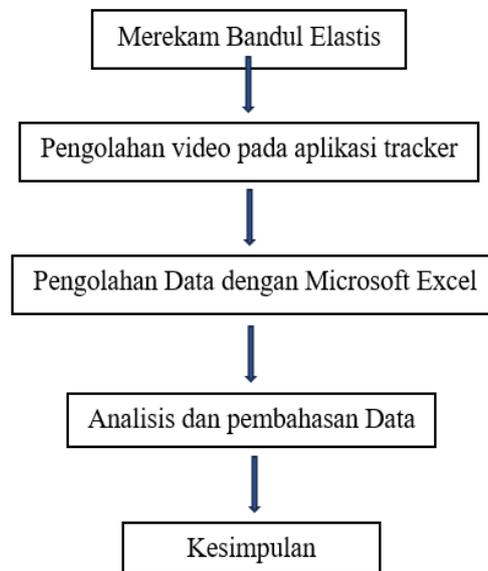


Gambar 1. Desain Eksperimen Bandul Elastis

Dari gambar 1 menunjukkan desain eksperimen yang berisi jenis alat dan bahan yang digunakan. Nomor (1) Pegas sebagai pengganti tali pada bandul, (2) bandul dengan massa 150 gram, (3) tiang besi, digunakan untuk menggantung bandul elastis,

(4) Smartphone sebagai alat perekam video bandul elastis saat berosilasi. (5) tripod sebagai penyangga smartphone agar pengambilan video stabil .

Langkah-langkah eksperimen ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Langkah-Langkah Eksperimen

Pada gambar 2 menunjukkan Tahapan eksperimen dilakukan. Sebelum merekam tentunya bandul ditarik kesamping hingga membentuk sudut simpangan sekitar 30° , selanjutnya lepas bandul hingga berosilasi. Setelah itu rekam atau ambil video gerak osilasi bandul elastis menggunakan smartphone. Langkah selanjutnya adalah tahap pengolahan video menggunakan aplikasi tracker. Hasil video bandul elastis diimport terlebih dahulu pada aplikasi tracer, atur berapa detik video yang akan ditracking, selanjutnya gunakan menu kalibrasi untuk menyamakan ukuran panjang pada video dengan keadaan asli, pasang sumbu x dan y, buat masa badndul 150 gram, selanjutnya lakukan trcking pada video [11], [14], [15].

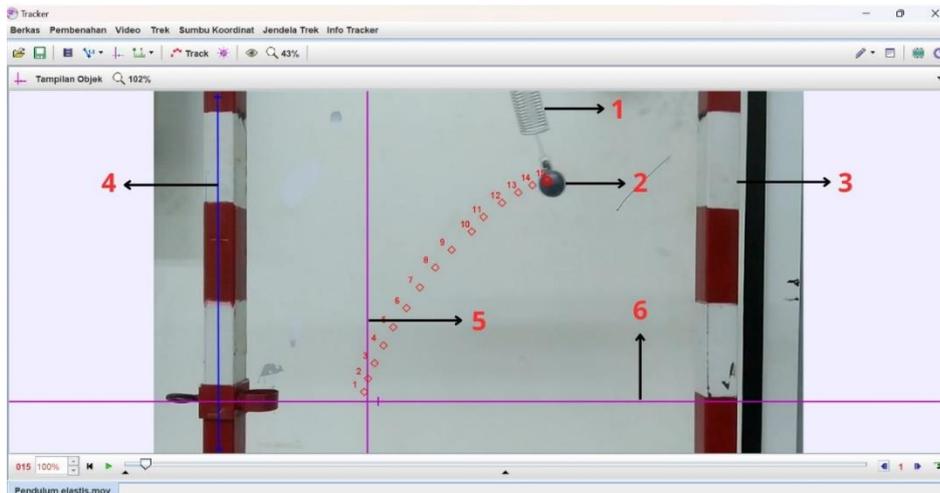
Setelah mendapatkan data hasil tracking yang berisi posisi bandul pada sumbu x dan y terhadap waktu (t), lakukan tahap olah data menggunakan Microsoft excel. Dari data yang didapat buat grafik lintasan bandul elastis saat berosilasi. Selanjutnya buat grafik osilasi bandul elastis dan cari nilai periode pada bandul selama 6 kali berosilasi. Periode adalah banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali osilasi penuh.[16] Persamaan periode adalah,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

Dengan T adalah periode, m adalah massa, dan k adalah konstanta pegas [17]. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, lakukan tahap analisis dan pembahasan data dengan menjelaskan data tersebut. Terakhir adalah kesimpulan dari hasil eksperimen yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

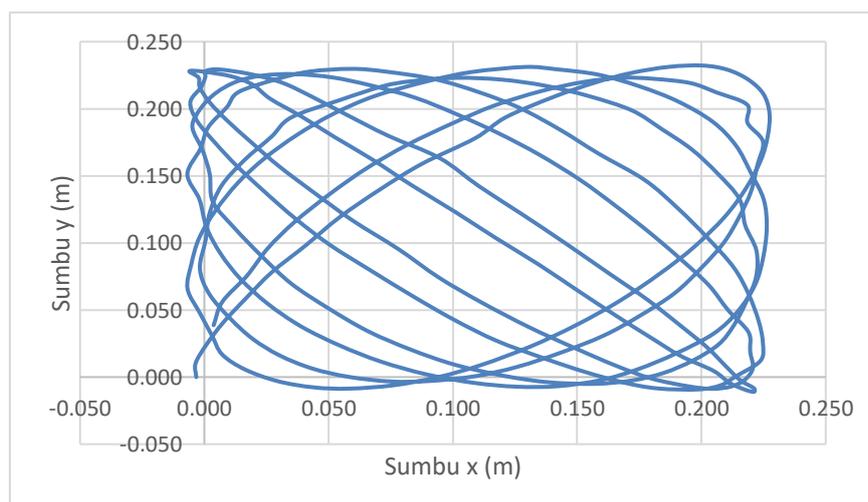
Dari percobaan yang telah dilakukan untuk mendapatkan hasil analisis gerak osilasi bandul elastis, perlu adanya pengolahan data menggunakan aplikasi tracker seperti gambar 2 :



Gambar 3. Analisis Tracker pada Bandul Elastis

Pada gambar 3 menunjukkan video bandul elastis yang sedang dianalisis pada aplikasi tracker. Berikut Keterangan gambar 1, nomor (1) adalah sebuah pegas yang digunakan sebagai penggantung masa, (2) adalah sebuah bandul dengan massa 150 gram, (3) adalah tiang besi yang digunakan sebagai penggantung bandul elastis, (4) adalah tools kalibrasi pada aplikasi tracker yang digunakan untuk menyesuaikan ukuran pada video dengan kenyataannya. Garis kalibrasi yang ada pada gambar 2 panjangnya 37 cm, (5) adalah koordinat sumbu y terhadap t (waktu), (6) adalah koordinat sumbu x terhadap t (waktu).

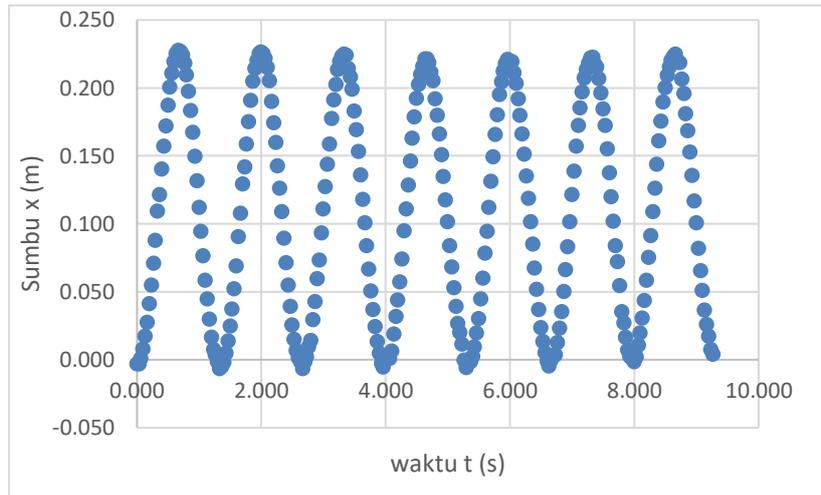
Hasil data eksperimen yang didapat dari analisis video bandul elastis menggunakan aplikasi tracker, dapat digunakan untuk mengetahui lintasan osilasi bandul pada gambar grafik 4.



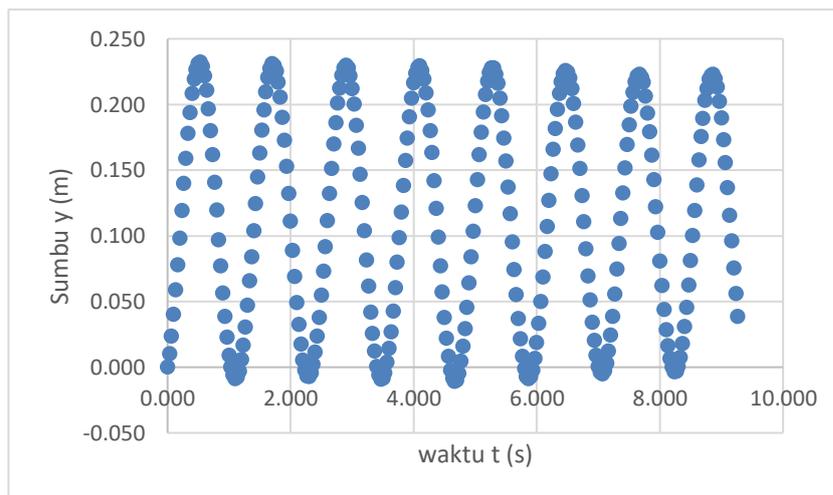
Gambar 4. Grafik Lintasan Osilasi pada Bandul Elastis

Dari gambar 4, grafik menunjukkan bagaimana lintasan osilasi bandul tidak bergerak sama setiap terjadi osilasi, hal ini terjadi karena bandul tidak kembali ketempat yang semula ketika berosilasi [18], [19].

Data selanjutnya yang didapat adalah analisis periode pada osilasi pendulum elastis. Periode adalah banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali osilasi penuh. Gerak osilasi pada pendulum elastis terbagi menjadi dua, yaitu pada sumbu x terhadap waktu (t) dan sumbu y terhadap waktu (t).



Gambar 5. Grafik Osilasi pada Sumbu x Terhadap Waktu (t)



Gambar 6. Grafik Osilasi pada Sumbu y Terhadap Waktu (t)

Dari gambar 5 dan 6 didapat data grafik menunjukkan osilasi bandul elastis pada sumbu x dan y terhadap waktu (t), dari grafik tersebut dapat kita analisis periode yang terjadi saat bandul berosilasi. Dimana nantinya akan kita ketahui data table periode yang terjadi pada saat osilasi pertama sampai osilasi ke enam.

Tabel 1. Periode pada Osilasi Sumbu x Terhadap Waktu (t)

Osilasi	Periode
---------	---------

1	1,333 s
2	1,333 s
3	1,334 s
4	1,333 s
5	1,333 s
6	1,3334 s
Rata-rata	1,3 s

Tabel 2. Periode Pada Osilasi Sumbu y Terhadap Waktu (t)

Osilasi	Periode
1	1,2 s
2	1,2 s
3	1,2 s
4	1,2 s
5	1,2 s
6	1,2 s
Rata-rata	1,2 s

Dari table 1 dan 2 menunjukkan periode yang terjadi pada saat bandul elastis beresilasi pada sumbu x dan y terhadap waktu (t), dengan jumlah osilasi sebanyak enam kali. Setiap Osilasi yang terjadi memiliki nilai periode yang hampir sama yaitu pada sumbu x terhadap waktu (t) dengan rata-rata 1,33335 s dan sumbu y terhadap waktu (t) dengan rata-rata 1,2 s. Dari data yang didapat ini menunjukkan bahwa periode yang terjadi pada masing-masing osilasi sumbu x dan y terhadap waktu (t) bersifat relatif konstan [16], [20].

KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen implementasi video tracker untuk pengukuran gerak osilasi bandul elastis menunjukkan bahwa lintasan osilasi bandul elastis tidak bergerak pada posisi sama setiap terjadi osilasi, hal ini terjadi karena bandul tidak kembali ketempat semula ketika beresilasi. Selain itu nilai periode yang terjadi pada osilasi pendulum elastis bersifat relative konstan karena sudut simpangan awal yang menggunakan sudut kecil tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai periode dan osilasi yang dihasilkan masih tergolong dalam getaran harmonik sederhana. Selain itu dengan menggunakan sudut kecil kamera yang digunakan tidak mampu mendeteksi perbedaan waktu yang terjadi pada saat osilasi. Sebaliknya jika sudut simpangan awal tergolong sudut besar maka akan berpengaruh terhadap periode yang dihasilkan.[16], [21]. Dapat disimpulkan bahwa analisis video gerak osilasi bandul elastis menggunakan aplikasi tracker dapat mengukur lintasan osilasi dan periode.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. W. Rini, J. Saefan, and D. N. Khoiri, “57 Prosiding Seminar Nasional Lontar Physics Forum VI 2022”.
- [2] M. Maianti, S. Pagliara, G. Galimberti, and F. Parmigiani, “Mechanics of two pendulums coupled by a stressed spring,” *Am J Phys*, vol. 77, no. 9, pp. 834–838, Sep. 2009, doi: 10.1119/1.3147211.
- [3] M. Ulin Nuha and S. B. Waluya, “Metode Averaging Untuk Menyelesaikan Persamaan Diferensial Nonlinear Pendulum Elastis,” 2015. [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>
- [4] T. S. Amer, M. A. Bek, and S. S. Hassan, “The dynamical analysis for the motion of a harmonically two degrees of freedom damped spring pendulum in an elliptic trajectory,” *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61, no. 2, pp. 1715–1733, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.aej.2021.06.063.
- [5] T. S. Amer, M. A. Bek, M. S. Nael, M. A. Sirwah, and A. Arab, “Stability of the Dynamical Motion of a Damped 3DOF Auto-parametric Pendulum System,” *Journal of Vibration Engineering and Technologies*, vol. 10, no. 5, pp. 1883–1903, Jul. 2022, doi: 10.1007/s42417-022-00489-w.
- [6] A. Nurdin and S. Hastuti, “Analisa Gerakan Osilator Harmonik Teredam Menggunakan Metode Numerik,” 2019.
- [7] L. L. R. Trifina, A. Warsito, L. A. S. Lapono, and A. C. Louk, “Visualisasi Fenomena Harmonis Dan Chaos Pada Getaran Tergandeng Berbasis Komputasi Numerik Runge Kutta,” 2023.
- [8] S. Y. G. Toda, A. Harso, and R. B. Astro, “Pengembangan Mobile Learning Sebagai Sumber Belajar Fisika Pada Materi Gerak Lurus Untuk Siswa Kelas X,” *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, vol. 9, no. 2, p. 124, Dec. 2021, doi: 10.33394/j-lkf.v9i2.4387.
- [9] S. R. Fakultas, T. Informasi, U. Islam, K. Muhammad, and A. Al Banjari, “Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phyton Dan Text Editor Phycharm,” 2020.
- [10] P. Citra, W. M. Darma, and A. Purwanto, “Pengolahan Citra Digital (Widhi Mahardi Darma)225.”
- [11] Y. M. Elot, Y. Angol, G. Alus, R. B. Astro, and A. Nasar, “Analisis Percepatan Gravitasi Berbasis Video Tracking Pada Ayunan Bandul,” *Jurnal Kumparan Fisika*, vol. 5, no. 2, pp. 69–76, Aug. 2022, doi: 10.33369/jkf.5.2.69-76.
- [12] I. A. Rizki, N. F. Citra, H. V. Saphira, W. Setyarsih, and N. P. Putri, “Eksperimen Dan Respon Mahasiswa Terhadap Praktikum Fisika Non-Laboratorium Menggunakan Aplikasi Tracker Video Analysis Untuk Percobaan Kinematika Gerak,” *Journal of Teaching and Learning Physics*, vol. 6, no. 2, pp. 77–89, Aug. 2021, doi: 10.15575/jotalp.v6i2.12640.
- [13] E. I. Butikov, “Spring Pendulum with Dry and Viscous Damping.”
- [14] M. R. Syepudin, R. Siti Badriah, R. M. Warga, T. Kartini, and W. Zikbal, “Menganalisis Sudut Pendulum Pada Bidang Miring Menggunakan Software Tracker Video,” *JoTaLP: Journal of Teaching and Learning Physics*, vol. 3, pp. 14–20, 2018, doi: 10.15575/jtlp.v3i2.6553.

- [15] R. B. Astro, H. Doa, K. Denny, and P. Meke, “Pengembangan Petunjuk Praktikum Gaya Gesek Di Bidang Miring Berbasis Video Tracking Untuk Meningkatkan Minat Mahasiswa,” vol. 7, no. 2, 2021.
- [16] A. Rafid and F. Gani, “STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) Hubungan Antara Variasi Sudut Dengan Nilai Periode Pada Bandul Menggunakan Mikrokontroller Arduino.”
- [17] Y. Meng and M. Yong, “Motion analysis of magnetic spring pendulum Motion analysis of magnetic spring pendulum *,” 2022, doi: 10.21203/rs.3.rs-1823532/v1.
- [18] R. M. Muspa and Y. Pramudya, “Studi Numerik Gerak Osilasi Teredam Balok Pada Bidang Miring,” *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, vol. 7, no. 1, p. 59, Mar. 2023, doi: 10.30595/jrst.v7i1.15315.
- [19] Y. Acu, B. P. Lapanporo, and A. A. Kushadiwijayanto, “Model Sederhana Gerak Osilator dengan Massa Berubah Terhadap Waktu Menggunakan Metode Runge Kutta,” *POSITRON*, vol. 7, no. 2, p. 42, Jan. 2018, doi: 10.26418/positron.v7i2.23276.
- [20] M. C. de Sousa, F. A. Marcus, I. L. Caldas, and R. L. Viana, “Energy Distribution in Intrinsically Coupled Systems: The Spring Pendulum Paradigm,” Apr. 2017, doi: 10.1016/j.physa.2018.06.089.
- [21] W. Jiang, X. Han, L. Chen, and Q. Bi, “Improving energy harvesting by internal resonance in a spring-pendulum system,” *Acta Mechanica Sinica/Lixue Xuebao*, vol. 36, no. 3, pp. 618–623, Jun. 2020, doi: 10.1007/s10409-020-00945-4.