Jurnal Riset Sains dan Teknologi
Volume 7 No. 1 Maret 2023, 59-64

e-ISSN: 2549-9750
p-ISSN: 2579-9118

Studi Numerik Gerak Osilasi Teredam Balok Pada Bidang Miring

Numerical Study of Damped Oscillation of Beam on an Inclined Plane

Rizky Merian Muspa[1*], Yudhiakto Pramudya[2]
[1,2]Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan
Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia
Jl. Pramuka No.42, Pandeyan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55161

*Corresponding author: rizky1907041011@webmail.uad.ac.id

DOI; 10.30595/jrst.v7i1.15315

Histori Artikel:

Diajukan: 17/10/202

Diterima: 26/01/2023

Diterbitkan: 01/03/2023

ABSTRAK

Gerak osilasi merupakan gerakan berulang benda yang akan kembali ke posisi setimbangnya setelah menempuh selang waktu tertentu. Bidang miring menjadi salah satu media populer sebagai lintasan saat benda berosilasi. Osilasi teredam pada lintasan bidang miring masih kurang diteliti. Penelitian ini dirancang mempelajari secara numerik osilasi balok pada bidang miring untuk mengetahui perubahan posisi terhadap waktu. Penelitian ini menggunakan metode simulasi dengan aplikasi scilab untuk mempelajari karakteristik dari osilasi teredam balok pada bidang miring. Penelitian ini memperoleh hasil amplitudo 3,4 m untuk sudut 20 derajat dengan periode osilasi 3,70 s, amplitudo 4,8 m untuk sudut 30 derajat dengan periode osilasi 2,62 s, amplitudo 6,4 m untuk sudut 40 derajat dengan periode osilasi 1,96 s dan amplitudo 7,6 m untuk sudut 50 derajat dengan periode osilasi 1,65 s. Perubahan waktu terhadap posisi osilasi yang terjadi mengakibatkan osilasi teredam. Perubahan sudut mengakibatkan perbedaan amplitudo. Semakin besar sudut maka semakin besar amplitudo. Selain itu, penelitian ini juga menemukan bahwa kenaikan sudut akan berbanding terbalik dengan periode osilasi yang terjadi.

Kata Kunci: Osilasi Teredam, Bidang Miring, Amplitudo, Periode Osilasi

ABSTRACT

Oscillatory motion is a repetitive motion of an object that will return to its equilibrium position after a certain time interval. The inclined plane is one of the popular media as a trajectory when objects oscillate. Damped oscillations on inclined planes are still under-researched. This study was designed to study numerically the oscillation of a beam on an inclined plane to determine changes in position with time. This study uses a simulation method with scilab applications to study the characteristics of the damped oscillations of the beam on an inclined plane. This study obtained an amplitude of 3.4 m for an angle of 20 degrees with an oscillation period of 3.70 s, an amplitude of 4.8 m for an angle of 30 degrees with an oscillation period of 2.62 s, an amplitude of 6.4 m for an angle of 40 degrees with an oscillation period 1.96 s and an amplitude of 7.6 m for an angle of 50 degrees with an oscillation period of 1.65 s. The change in time to the position of the oscillations that occur results in damped oscillations. The change in angle results in a difference in amplitude. The bigger the angle, the bigger the amplitude. In addition, this study also found that the increase in angle will be inversely proportional to the period of oscillation that occurs.

Keywords: *Damped Oscillation, Inclined Plane, Amplitude, Oscillation Periode*

1. PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu subjek atau pelajaran penting di sekolah/perguruan tinggi (Faradillah, Muliani, 2021) yang meninjau, mempelajari, mengeksplorasi, dan menganalisa fakta dan fenomena alam yang terjadi disekitar aktivitas dan kehidupan sehari-hari manusia, salah satunya contoh penerapannya adalah osilasi. Gerak osilasi merupakan salah satu ilmu fisika yang penting untuk dipahami, gerak osilasi yang biasanya dipelajari hanya berlaku pada sistem ideal, dimana sistem yang berosilasi terus menerus setelah diberikan gaya, yang merupakan gaya pemulih linier (Febi & Sustini, 2015). Dalam banyak sistem nyata, gaya nonkonservatif seperti gesekan menghambat gerakannya. Akibatnya, energi mekanik sistem akan berkurang seiring waktu, dan gerakan yang terjadi dikatakan redaman, peristiwa ini disebut osilasi teredam (Serway, Raymond A. and Jewwet, 2009).

Salah satu topik penelitian tentang osilasi teredam dapat ditemukan pada sistem pegas dan balok pada bidang miring. Sistem ini dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya pada fenomena longsor di lereng perbukitan atau pegunungan (Reza & Yudhiakto, 2018). Materi gerak osilasi teredam dalam sistem ini cukup kompleks dan jarang dibahas dalam topik penelitian osilasi. Tidak hanya secara teori, untuk memahami materi ini juga diperlukan pemahaman secara eksperimental untuk menyelidiki dan membuktikan besaran yang terdapat pada gerak osilasi teredam sistem pegas dan balok pada bidang miring(Kuhn & Vogt, 2013).

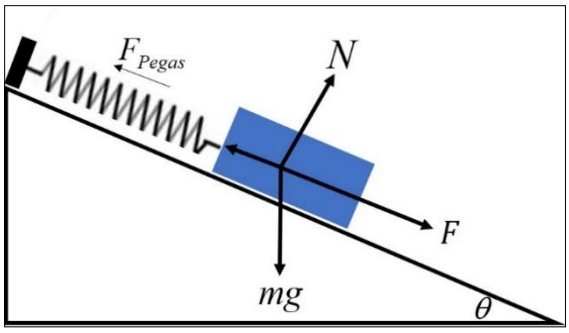
Beberapa penelitian terkait osilasi teredam telah dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis simulasi dan aplikasi dalam menganalisis gejala osilasi teredam. Simulasi Gerak Harmonik Sederhana dan Getaran Teredam pada Cassy-E 524000 (Susilo et al., 2012) telah berhasil mensimulasikan gerak dan redaman harmonik sederhana pada Cassy-E 524000 menggunakan software Borland Delphi 7.0 berupa grafik hubungan antara St, Vt dan di. Getaran osilasi teredam pendulum dengan magnet dan batang aluminium (Suwarno, 2015) dalam penelitian menunjukkan bahwa hasil osilasi teredam kritis, kurang teredam dan lebih teredam dengan memvariasikan jarak antara batang aluminium dan liontin magnet.

Pengaruh sudut bidang miring terhadap periode osilasi sistem pegas dan balok (Pramudya & Raharja, 2019) dari penelitian ini, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan maka semakin kecil nilai periode osilasinya. Osilasi Teredam dengan Kereta Pintar (Shakur & Emmert, 2019) dimana dari penelitian ini sebuah ponsel pintar (dari PASCO) digunakan pada jalur miring untuk menunjukkan gejala osilasi teredam.

Berdasarkan penelitian di atas, dikembangkan penelitian menggunakan bidang miring sebagai lintasan untuk balok berosilasi dan dibantu dengan aplikasi simulasi yaitu scilab, penelitian ini berjudul “Studi numerik gerak osilasi teredam balok pada bidang miring".

Gerak periodik adalah gerak suatu benda secara terus menerus sehingga benda tersebut kembali ke posisi tertentu setelah selang waktu tertentu(R. A. Serway and J. W. J. Jewett, 2008) Contoh bentuk sederhana gerak periodik adalah benda yang berosilasi pada pegas karena disebut gerak harmonik sederhana (JANNAH, 2008). Getaran harmonik sederhana terjadi di mana energi total yang dihasilkan konstan dan simpangannya berubah dalam bentuk kurva sinusoidal dan untuk waktu yang tidak terbatas. Gaya yang diberikan pegas pada benda berbanding lurus dengan posisinya, seperti yang dinyatakan oleh hukum Hooke (Pili et al., 2018).

Jika gaya pegas adalah satu-satunya gaya luar yang bekerja pada benda, maka Hukum Newton II berlaku padanya. Namun pada kenyataannya ada energi yang terbuang akibat hambatan atau getaran yang terjadi di lingkungan fluida yang kental (viskositas tinggi) atau medan magnet. Energi yang hilang dalam gerak membuktikan bahwa ada gaya lain yang aktif, yang sebanding dengan kecepatannya.



Gambar 1. Penguraian gaya balok yang bergerak pada bidang miring dengan sudut

Berdasarkan Gambar 1 dapat digambarkan gaya yang bekerja pada bidang miring menurut hukum II Newton, yaitu:

$$\sum F = ma \quad \text{.....} \quad (1)$$

Resultan gaya total yang bekerja terdiri dari gaya gravitasi dan gaya pegas yang sebanding dengan massa dikalikan percepatan, karena bidang miring dianggap sangat licin sehingga tidak ada

gaya gesek yang bekerja. Sehingga dapat ditulis pada persamaan (2).

$$mg\ sin\ \theta - ks = ma \text{.....(2)}$$

dengan k sebagai konstanta pegas dan m sebagai massa sistem kerja. Dari persamaan (2), variabel sejenis dapat disederhanakan menjadi persamaan (3).

$$mg\ sin\ \theta - \frac{ks}{m} = a \text{ ……..…..(3)}$$

Untuk periode osilasi menggunakan persamaan 4 yaitu

$$T = \frac{2\pi}{A_1} \text{…..…..……..……..……..…..……(4)}$$

A_1 adalah setengah dari amplitudo.

Sistem Scilab adalah perangkat lunak yang dikembangkan untuk komputasi numerik dan visualisasi data yang diperlukan dalam bidang sains dan teknik. Keunggulan utama Scilab adalah dapat diunduh secara gratis (freeware) di bawah lisensi CeCILL, dan tersedia untuk berbagai sistem operasi seperti Windows, Mac OS/X, Unix dan Linux. Scilab tersedia di sistem operasi GNU/ Linux, Mac OS X dan Windows. Scilab menyediakan ratusan fungsi matematika. Perangkat lunak ini memiliki bahasa pemrograman tingkat tinggi dan dapat mengakses struktur data, plot 2D, plot 3D, dan fungsi grafik.

Numerik adalah lambang atau kumpulan lambang yang mewakili suatu bilangan. Dengan menggunakan persamaan (3), analisis dilakukan pada program Scilab menggunakan metode Euler dari model persamaan diferensial orde satu.

Scilab adalah freeware yang dikembangkan untuk komputasi numerik. Scilab menyediakan ratusan fungsi yang merepresentasikan operasi matematika, analisis data, dan algoritma dalam komputasi numerik. Scilab juga merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dapat digunakan untuk pengembangan suatu algoritma. Penggunaan Scilab dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memudahkan analisis numerik dari gejala fisik yang terjadi.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dan simulasi dengan bantuan aplikasi Scilab, dimana data yang diperoleh nantinya akan dianalisis dan divisualisasikan.

Penelitian ini menggunakan peralatan sebagai berikut:

A. Laptop Windows 10 64bit RAM 4GB, saran untuk mendapatkan data penelitian yang diperoleh dari Scilab
B. Software Scilab 6.1.1 merupakan aplikasi komputasi numerik untuk membantu mendapatkan data
C. Microsoft Excel adalah aplikasi untuk mengolah data yang diperoleh dari Scilab.Metode Penelitian menguraikan cara yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Meliputi alat, bahan dan metode yang digunakan dalam pemecahan masalah.

2.1 Cara Mengambil Data

Metode penyelesaian numerik menggunakan metode Euler. Metode Euler adalah metode yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial biasa. Metode ini juga dikenal sebagai metode satu langkah. Dalam persamaan matematika ditulis

$$y_{i+1} = y_i + bh \text{ ……..…..…..…..(5)}$$

Kemiringan atau slope b digunakan untuk mengekstrapolasi nilai lama ke nilai baru pada interval h. gradiennya adalah

$$b = f(x_i, y_i) \text{ ……..……..……..…..(6)}$$

Sehingga dari gradien pada persamaan (6), kita mendapatkan persamaan

$$y_{i+1} = y_i + f(x_i, y_i)h \text{ ……..…..…..…..(7)}$$

Dari rumus dasar Euler ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan penelitian ini yaitu memasukkan persamaan pertambahan waktu yaitu

$$t_{i+1} = t_i + \Delta t \text{ ……..……..(8)}$$

Perhitungan percepatan dipengaruhi oleh 2 buah gaya yang bekerja yaitu gaya gravitasi dan gaya pegas, seperti persamaan 9

$$a = mg\ sin\ \theta - \frac{ks_i}{m} \text{……..…..…..…..(9)}$$

Sehingga fungsi kecepatan terlihat pada persamaan 10

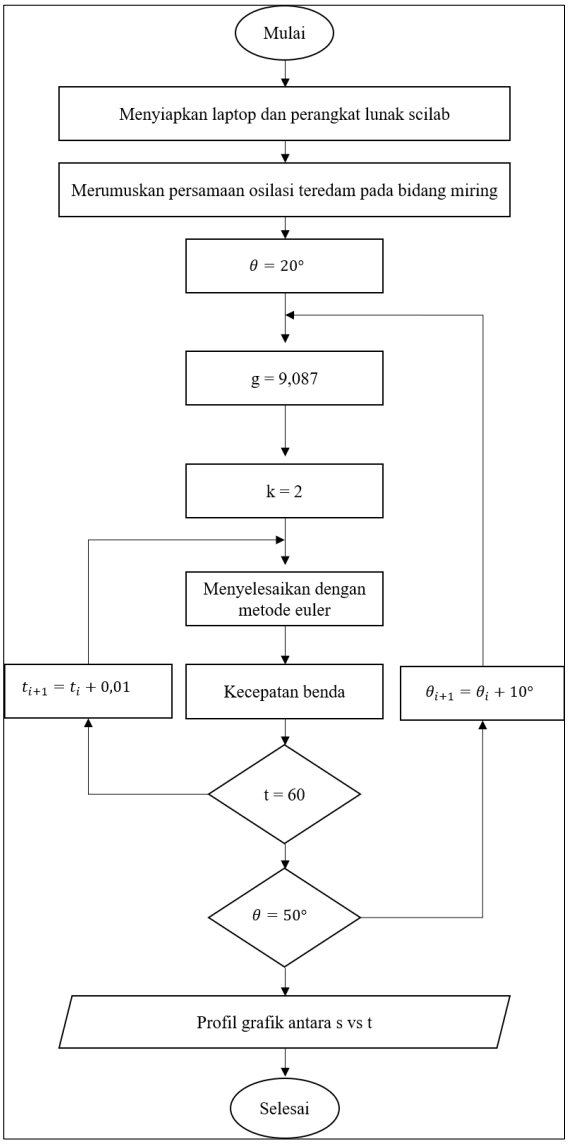
$$v_{i+1} = v_i + a\Delta t \text{ ……..……..…..…..(10)}$$

Dan fungsi posisi diatas dapat dinyatakan pada persamaan 11

$$s_{i+1} = s_i + (v_{i+1} + \Delta t) \text{ ……...…… (11)}$$

2.2 Data Analisis

Analisis data dilakukan dengan memvariasikan nilai sudut sehingga terdapat beberapa kemiringan lintasan, kemudian memplot grafik antara t sebagai sumbu x dan s sebagai sumbu y, kemudian melihat tampilan grafik yang muncul pada tampilan scilab.



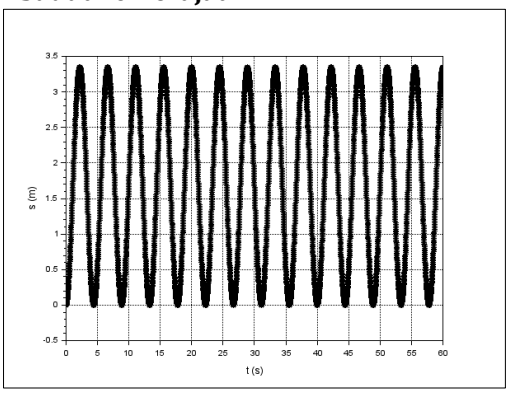
Gambar 2. Diagram alir pengambilan data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode secara numerik yang dikerjakan secara komputasi. Dari penelitian ini, diperoleh hasil dengan berbagai sudut yang bervariasi.

Mula-mula menyiapkan perangkat laptop yang sudah diinstal aplikasi scilab. Kemudian merumuskan persamaan osilasi teredam pada bidang miring dalam pengaruh medan magnet yang akan digunakan dalam koding apakah sudah sesuai atau belum. Lalu memasukan konstanta yang sudah di tetapkan seperti g, sudut, dan alpha.setelah itu menjalankan program scilab dan melihat hasil yang tertampil pada grafik hubungan antara s vs t. Selanjutnya mengulangi langkah tersebut sampai terdapat variasi sudut 20 derajat, 30 derajat, 40 derajat dan 50 derajat. Terakhir menyimpan semua hasil yang tertampil berupa grafik hubungan antara s vs t.

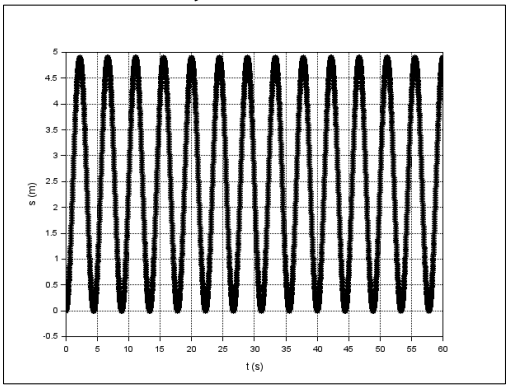
3.1 Sudut 20 Derajat



Gambar 3. Grafik antara posisi terhadap waktu dengan sudut 20 derajat

Gambar 3 menunjukan grafik hubungan antara posisi terhadap waktu saat sudut 20 derajat. Dapat dilihat dari grafik ini bahwa dengan sudut 20 derajat gerakan osilasi teredam memiliki amplitudo 3,4 m atau 1,7 m saat berada di puncak dan 1,7 meter di bawah. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, besar sudut akan berbanding terbalik dengan periode osilasi yang terjadi. Pada penelitian ini dengan menggunakan persamaan 4 periode osilasi untuk sudut 20 derajat adalah 3,70 s.

3.2 Sudut 30 Derajat

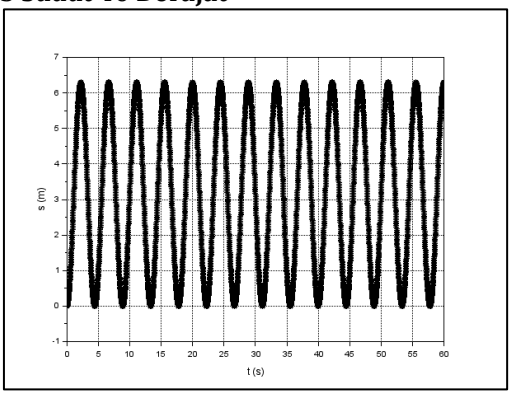


Gambar 4. Grafik antara posisi terhadap waktu dengan sudut 30 derajat

Gambar 4 menunjukan grafik hubungan antara posisi terhadap waktu saat sudut 30

derajat. Dapat dilihat dari grafik ini bahwa dengan sudut 30 derajat gerakan osilasi teredam memiliki amplitudo 4,8 m atau 2,4 m saat berada di puncak dan 2,4 meter di bawah. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, besar sudut akan berbanding terbalik dengan periode osilasi yang terjadi. Pada penelitian ini dengan menggunakan persamaan 4 periode osilasi untuk sudut 30 derajat adalah 2,62 s.

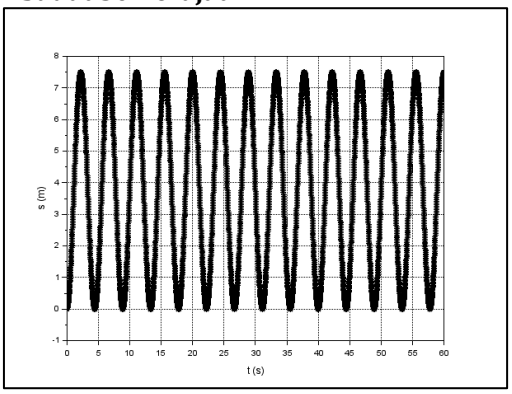
3.3 Sudut 40 Derajat



Gambar 5. Grafik antara posisi terhadap waktu dengan sudut 40 derajat

Gambar 5 menunjukan grafik hubungan antara posisi terhadap waktu saat sudut 40 derajat. Dapat dilihat dari grafik ini bahwa dengan sudut 40 derajat gerakan osilasi teredam memiliki amplitudo 6,4 m atau 3,2 m saat berada di puncak dan 3,2 meter di bawah. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, besar sudut akan berbanding terbalik dengan periode osilasi yang terjadi. Pada penelitian ini dengan menggunakan persamaan 4 periode osilasi untuk sudut 40 derajat adalah 1,96 s.

3.4 Sudut 50 Derajat



Gambar 6. Grafik antara posisi terhadap waktu dengan sudut 50 derajat

Gambar 6 menunjukan grafik hubungan antara posisi terhadap waktu saat sudut 50 derajat. Dapat dilihat dari grafik ini bahwa dengan sudut 50 derajat gerakan osilasi teredam memiliki amplitud 7,6 m atau 3,8 m ketika berada di puncak dan 3,8 m saat di bawah. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, besar sudut akan berbanding terbalik dengan periode osilasi yang terjadi. Pada penelitian ini dengan menggunakan persamaan 4 periode osilasi untuk sudut 50 derajat adalah 1,65 s.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan bahwa perubahan waktu terhadap posisi osilasi yang terjadi mengakibatkan terjadinya osilasi teredam, perubahan sudut mengakibatkan perbedaan amplitudo, dimana sudut berbanding lurus dengan amplitudo, besar sudut maka amplitudonya pun semakin besar, begitu pula sebaliknya. Dalam penelitian ini juga ditemukan bahwa kenaikan sudut akan berbanding terbalik dengan periode osilasi.

Dari penelitian ini, untuk sudut 20 derajat diperoleh amplitudo 3,4 m dengan periode 3,70 s, untuk sudut 30 derajat diperoleh amplitudo 4,8 m dengan periode 2,62 s, untuk sudut 40 derajat diperoleh amplitudo 6,4 m dengan periode 1,96 s dan untuk 50 derajat diperoleh amplitudo 7,6 m dengan periode 1,65 s.

DAFTAR PUSTAKA

Faradillah, Muliani, R. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (Lks) Berbasis Wondering Exploring Explaining Science (Wee Science) Dengan Bantuan Simulasi Phet Pada Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke *Faradillah , Muliani , Rahmadiwi Program Studi Pendidikan Fisika , Universitas Mal*. *10*(1).

Febi, W., & Sustini, E. (2015). Kajian Gerak Osilasi Sistem Pasangan Antara Pegas Dan Bandul. *Seminar Nasional Jurusan Fisika Fmipa Um 2015*, 145–147. file:///C:/Users/user/Downloads/Fisika2015_02 Model Wilda Febri.PDF

JANNAH, R. (2008). Simulasi gerak pendulum dengan pemrograman matlab. Program Magister Fisika FMIPA-ITB.

Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Applications and Examples of Experiments with Mobile Phones and Smartphones in Physics Lessons. *Frontiers in Sensors*, *1*(4). www.seipub.org/fs

Pili, U., Violanda, R., & Ceniza, C. (2018). Measurement of g using a magnetic pendulum and a smartphone

magnetometer . *The Physics Teacher*, *56*(4), 258–259. https://doi.org/10.1119/1.5028247

Pramudya, Y., & Raharja, E. (2019). The Influence of Inclined Plane Angle to The Oscillation Period of Spring and Block Systems. *189*(5), 9–12. https://doi.org/10.2991/adics-es-19.2019.3

R. A. Serway and J. W. J. Jewett. (2008). *Physics for scientists and engineers with modern phy.* Thomson.

Reza, A., & Yudhiakto, P. (2018). The study of hollow cylinder on inclined plane to determine the cylinder moment of inertia. *UNNES Physics International Symposium (UPIS)*, 1–8.

Serway, Raymond A. and Jewwet, J. W. (2009). *Fisika untuk sains dan teknik*. Teknika Salemba.

Shakur, A., & Emmert, J. (2019). Damped Oscillations with a Smart Cart. *The Physics Teacher*, *57*(7), 490–492. https://doi.org/10.1119/1.5126833

Susilo, A., Yunianto, M., & Variani, V. I. (2012). Simulasi Gerak Harmonik Sederhana dan Osilasi Teredam pada Cassy-E 524000. *Indonesian Journal of Applied Physics*, *2*(2), 124–137.

Suwarno, D. U. (2015). Getaran osilasi teredam pada pendulum dengan magnet dan batang aluminium. *Prosiding Skf*, 100–107.