TSAQOFAH
Jurnal Penelitian Guru Indonesia

p-ISSN : 2810-0395
e-ISSN : 2810-0042

Terindeks : Moraref, Google Scholar, Base, dan OneSearch.

STUDI EKSPERIMEN BANDUL DALAM MENENTUKAN PERCEPATAN GRAVITASI BUMI DAN MEMAHAMI KONSEP GERAK HARMONIK SEDERHANA

Muktamar Cholifah Aisiyah[1]; Muhamad Azwar Annas[2];
Izza Eka Ningrum[3]; Aris Widodo[4]; Hana Dwi Cahyani[5]
Universitas Muhammadiyah Lamongan
Muktamar_cholifah_aisiyah@umla.ac.id

Abstract

This research is a pendulum experimental study in determining the acceleration of Earth's gravity and understanding the concept of simple harmonic motion. This research was conducted at the Physics Laboratory of the University of Muhammadiyah Lamongan. This study aims to examine the benefits of conducting pendulum experiments with the simple pendulum swing method and in determining the acceleration of Earth's gravity, the period of oscillation and concepts in simple harmonic motion with variations in the mass of the pendulum, namely 150 grams, 75 grams and 35 grams. The results of the analysis of this study obtained the acceleration of Earth's gravity 9.79 m/s where the mass and length of the pendulum do not affect the value of gravity. While in simple harmonic motion in the form of pendulum oscillation is influenced by the length of the string. The pendulum oscillation will experience energy dissipation in maintaining its equilibrium position due to the gravity of the earth.

Keywords *: Earth's Gravity Acceleration; Pendulum Oscillation; Simple Harmonic Motion; Oscillation Period*

Abstrak : Penelitian ini merupakan studi eksperimen bandul dalam menentukan percepatan gravitasi bumi dan memahami konsep gerak harmonik sederhana. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Muhammadiyah Lamongan. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah manfaat melakukan eksperimen bandul dengan metode ayunan bandul sederhana dan dalam menentukan percepatan gravitasi bumi, periode osilasi serta konsep-konsep dalam gerak harmonik sederhana dengan variasi massa bandul, yakni 150 gram, 75 gram dan 35 gram. Hasil analisis dari penelitian ini diperoleh percepatan gravitasi bumi 9,79 m/s dimana massa dan panjang tali bandul tidak mempengaruhi nilai gravitasi. Sedangkan dalam gerak harmonik sederhana berupa osilasi bandul dipengaruhi oleh panjang tali. Osilasi bandul akan mengalami disipasi tenaga dalam mempertahankan posisi setimbangnya akibat gravitasi bumi.

Kata Kunci : Percepatan Gravitasi Bumi ; Osilasi Bandul ; Gerak Harmonik Sederhana ; Periode Osilasi

Jurnal Tsaqofah is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak lepas dari ilmu fisika. Ilmu fisika yaitu sebuah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang sifat dan fenomena alam dan interaksi di dalamnya. Baik interaksi antar benda-benda maupun interaksi benda dengan makhluk hidup. Salah satu contoh interaksi benda dengan makhluk hidup yaitu ayunan. Dimana dari ayunan tersebut kita dapat menghitung periode atau selang waktu yang diperlukan beban untuk melakukan suatu getaran dengan lengkap, dengan gerak bolak-balik secara periode melalui titik keseimbangan (Chusni, 2017).

Faktor faktor yang mempengaruhi ayuna bandul adalah periode, frekuensi, gaya gravitasi dan panjang tali pada bandul. Apabila suatu benda dilepaskan dari ketinggian tertentu, maka benda tersebut akan katuh dan bergerak mengarah ke pusat bumi. Percepatan yang dialami oleh benda yang jatuh tersebut disebabkan oleh adanya gravitasi bumi. Percepatan gravitasi bumi dapat diukur dengan beberapa metode eksperimen salah satunya adalah ayunan bandul matematis yang terdiri aras titik massa (m) yang digantung dengan menggunakan seutas tali tak bermassa (massa diabaikan) dengan ujung atasnya dikaitkan dinding diam. Pada sistem bandul sederhana, benda bergerak pada sumbu gerak yang hanya dikendalikan oleh gravitasi bumi dengan periode ayunan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 1 (Giancoli, 2014).

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \tag{1}$$

Semua benda yang dijatuhkan di dekat permukaan bumi akan bergerak jatuh dengan percepatan yang sama, jika tahanan udara dapat diabaikan. Gaya yang menyebabakan percepatan ini disebut gaya gravitasi. Gaya gravitasi tersebut bekerja secara vertikal ke bawah, menuju ke pusat bumi. Menerapkan hukum kedua newton pada sebuah benda bermassa (m) yang jatuh bebas akibat gravitasi untuk percepatannya, kita menggunakan percepatan ke bawah akibat gravitasi. Sehingga, arah gaya ke bawah menuju ke pusat bumi. Magnitudo gaya gravitasi pada sebuah benda, biasanya disebut sebagai berat (W) benda tersebut (Faryanto, 2016).

Bandul sederhana adalah sebuah sistem yang menunjukkan gerak periodik bandul terdiri atas cakram yang menyerupai partikel bermassa M yang digantungkan pada seutas tali membentuk sudut yang cukup kecil terhadap arah vertikal dan kemudian ketika

dilepaskan maka benda akan berayun di sekitar titik seimbang dengan frekuensi di sederhana gerak yang terjadi sangat mirip dengan gerak harmonik sederhana.

Periode ayunan adalah waktu yang dibutuhkan ayunan untuk melakukan satu kali gerakan bolak-balik. Jika sebuah bandul diberi simpangan disekitar titik seimbangnya dengan sudut ayunan ß, maka akan terjadi gerak harmonis yang timbul karena adanya gaya pemulih. Yang mana arahnya selalu berlawanan dengan arah ayunan bandul

Besarnya percepatan gravitasi bumi dapat ditentukan dengan metode ayunan matematis. Suatu benda digantungkan pada suatu titik tetap dengan seutas tali yang dianggap tidak bermassa, kemudian tali tersebut disimpangkan sebesar sudut ß terhadap garis vertikal. Kemudian diperoleh data panjang tali dan periode ayunan yang selanjutnya dianalisis dengan berbagai metode pengukuran. Untuk nilai gravitasi dapat dihitung dengan persamaan 2 (Giancoli, 2014).

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \qquad (2)$$

METODE

Eksperimen ini dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Muhammadiyah Lamongan. Pada eksperimen ini, berikan 3 variasi massa bandul, yakni 150 gram, 75 gram dan 35 gram dengan panjang tali yang bervariasi. Pada penelitian ini dilakukan 3 eksperimen yaitu menentukan nilai percepatan gravitasi, menentukan periode ayunan dengan dengan pengaruh panjang tali dan pengaruh massa bandul. Sebelum eksperimen dilakukan, alat dipersiapkan beberapa alat yang akan digunakan dalam eksperimen yaitu: dasar statif dan batang statif, bosshead universal, pasak penumpu, tali nilon, stopwatch digital, bandul, busur derajat, penggaris atau meteran. Selanjutnya dilakukan uji coba alat dan melakukan pemeriksaan supaya dapat diketahui bahwa alat dapat berfungsi dengan baik dan bertujuan untuk memperkecil ketidakpastian hasil pengukuran yang disebabkan keabnormalan atau kerusakan alat, debu, karat dan lainya.

Pada tahap pelaksanaan dilakukan proses pengambilan data penelitian dari 3 eksperimen tersebut. Pengambilan data dilakukan antara mahasiswa dan dosen pembimbing dalam kelas Mata Kuliah Fisika Dasar. Data yang dihasilkan dimasukkan pada format tabel data yang telah dipersiapkan untuk memudahkan dalam menganalisa. Adapun prosedur eksperimen adalah sebagai berikut:

1. Pada eksperimen pertama adalah menentukan percepatan gravitasi bumi. Eksperimen ini menghitung waktu yang diperlukan untuk 20 kali ayunan bandul dengan massa yang berbeda agar dapat menentukan periodenya. eksperimen ini dilakukan atau diulangi sebanyak 10 kali untuk setiap variasi bandulnya.
2. Pada eksperimen kedua adalah untuk menyelidiki pengaruh panjang tali (θ) pada periode ayunan bandul maka variable lainnya yaitu massa bandul (m) dan sudut simpangan bandul (θ) dibuat tetap.
    a) Bandul digantungkan pada tali dengan simpangan bandul θ yang disaranlan sebesar 45º
    b) Mengatur Panjang tali sebesar 20, 40, 60, 80 dan 100 cm dengan simpangan pada bandul θ melepaskan bandul.
    c) menghitung waktu (t) yang dibutuhkan untuk melakukan 20 ayunan.
3. Pada eksperimen ketiga adalah untuk menyelidiki pengaruh massa (m) pada periode ayunan bandul maka variable lainnya yaitu Panjang tali (ℓ) dan sudut simpangan 1,0 m.
    a) Menyiapkan penggaris untuk memastikan agar Panjang tali selalu tetap dan menentukan panjang tali ℓ sebesar 40 cm.
    b) Simpangan bandul θ sebesar 45º dan memasang bandul pada tali kemudian dilepaskan bandul tersebut.
    c) menghitung waktu yang dibutuhkan untuk melakuakn 20 ayunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada eksperimen ini diberikan 3 variasi massa bandul, yakni 150 gram, 75 gram dan 30 gram. Pada setiap variasi massa bandul, dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali. Sehingga, didapatkan 30 data. Untuk setiap 20 kali ayunan, dibutuhkan waktu 22 sekon (detik) meski massa bandul berbeda-beda. Panjang tali yang digunakan ialah 30 cm atau 0,3 m.

Untuk 20 kali ayunan diperlukan waktu 22 sekon, pada setiap variasi massa bandul, maka diperoleh periode T yang sama untuk seluruh data. Periode yang didapatkan ialah 1,1 s. Dari periode yang didapatkan, percepatan gravitasi bumi dapat ditentukan. Karena keseluruhan data yang didapatkan ialah sama, maka percepatan gravitasi yang diperoleh pun

sama yakni, 9,79 m/s², meski massa bandul berbeda-beda. Pada perhitungan percepatan gravitasi dengan menggunakan bandul sederhana, massa benda (bandul) tidak berpengaruh. Hal ini dibuktikan jika pada massa 150 gram, 75 gram dan 35 gram, percepatan gravitasi bumi (g) adalah 9,78 m/s².

Massa bandul 35 gram atau 0,035 kg dengan sudut simpangan 45° dan jumlah ayunan sebanyak 20 ayunan.

Tabel 1. Data eksperimen pengaruh panjang tali

No.	ℓ (m)	T (s)
1	0,2	18
2	0,4	25
3	0,6	32
4	0,8	38
5	1,0	41

Sedangkan Panjang (ℓ) dan simpangan bandul (θ) dibuat tetap dengan panjang 40 cm dan sudut simpangan θ sebanyak 45° dan jumlah ayunan sebanyak 20 ayunan.

Tabel 2. Data eksperimen pengaruh massa bandul

No.	Massa (kg)	T (s)
1	0,035	25
2	0,075	28
3	0,150	30

Pembahasan

Nilai rata-rata yang diperoleh adalah 9,79 m/s² dengan standar deviasi 0 dan ketidakpastian relatifnya 0%. Karena ketidakpastian relatifnya 0%, maka dipastikan tidak ada kesalahan pada eksperimen yang dilakukan. Percepatan gravitasi secara teori adalah 9,806 m/s, sedangkan pada eksperimen nilai percepatan gravitasi (g) yang diperoleh adalah

9,79 m/s² jika dibulatkan maka akan menjadi 9,8 m/s² sebagaimana ketetapan nilai percepatan gravitasi bumi (g) yang biasa kita ketahui.

Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari percepatan gravitasi melalui eksperimen gerak harmonik sederhana pada bandul matematis. Namun pada eksperimen ini mahasiswa juga sekaligus dapat mengetahui cara penghitungan periode dalam kaitannya dengan panjang tali. Terlihat dari data, bahwa semakin panjang tali maka semakin lama waktu atau periode yang dibutuhkan untuk satu kali osilasi. Hal ini menunjukkan bahwa panjang tali berbanding lurus dengan periode osilasi. Mahasiswa juga mngetahui bahwa massa dari benda yang digantungkan pada tali tidak berpengaruh pada periode osilasi sehingga massa benda dalam hal ini tidak diperhitungkan.

Pada eksperimen selanjutnya dilakukan osilasi yang diulangi sebnyak 5 kali untuk mendapatkan hasil yang mendekati sebenarnya. Semakin banyak perulangan yang dilakukan, maka semakin akurat hasil yang akan didapatkan. Bisa terlihat dari persamaan garis yang dibentuk dari perhitungan yang telah dilakukan, hasil yang didapat cukup akurat dengan melakukan 5 kali perulangan osilasi. Dari eksperimen ini juga dapat disimpulkan bahwasanya, osilasi suatu bandul dapat menentukan percepatan gravitasi suatu wilayah/daerah. Tentunya dengan nilai eror yang tidak dapat dihindari. Eror dapat terjadi pada setiap keadaan, *error* pada eksperimen ini dapat terjadi pada simpangan yang diberikan tidak sama pada setiap perulangan, sehingga membuat periode osilasinya tidak sinkron. Eror lainnya terdapat pada pengaruh luar, bisa jadi Gerakan osilasi bandul dihambat oleh pengaruh luar, dalam hal ini pengaruh luar yang menghambat osilasi bandul adalah gesekannya dengan dinding, dan benturan dengan meja, yang membuat gerakannya terhambat.

KESIMPULAN

Dari eksperimen yang telah dilakukan dengan 3 variasi massa bandul diperoleh nilai percepatan gravitasi 9,79 m/s dengan ketidakpastian ralat 1,6% dan standart deviasi nya sebesar 0,005. Nilai percepatan gravitasi ini dapat ditentukan dengan diketahuinya panjang tali serta periode bandul, dan dalam hal ini massa bandul tidak berpengaruh. Pada eksperimen selanjutnya dalam memahami konsep gerak harmonik sederhana, Panjang tali sangat berpengaruh terhadap waktu osilasi atau periode osilasi. Dan untuk massanya tidak

berpengaruh dalam perhitungan waktu osilasinya. Semakin panjang tali yang digunakan maka akan semakin lama waktu osilasinya.

DAFTAR PUSTAKA

Aisiyah, M. C., Ningrum, I. E., & Widodo, A. (2021). Efektivitas Implementasi MBKM Berbasis Hasil Riset Kemurnian Karbon Berbahan Dasar Tempurung Kelapa pada Mata Kuliah Termodinamika. *EDISI*, *3*(3), 573-581.

Aisiyah, M. C., Zainuri, M., & Ristiani, D. (2019). Magnetic and microwave absorbing properties of Zn-substituted Barium M-Hexaferrite in X-band frequency range. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *496*, 012024. https://doi.org/10.1088/1757-899X/496/1/012024

Annas, M. A. (2017). *Studi Electro-Mechano-Acoustic untuk Mengetahui Karakteristik Loudspeaker Woofer* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Aprillya, M. R., Chasanah, U., & Bianto, M. A. (2022). Webmap Application Training As An Effort For Flood Mitigation In The Agricultural Sector In Dlanggu Village, Lamongan Regency, East Java, Indonesia. *International Journal Of Community Service (IJCS)*, *2*(1), 78-87.

Azmy, D. Z., & Ningrum, I. E. (2021). Peningkatan Membandingkan Dua Pecahan melalui Strategi Calilang pada Siswa Kelas VI SD Muhammadiyah 1 Babat. *FONDATIA*, *5*(2), 220-241.

Chaniotakis, Manos; Cory, David .2006. "Fundamental Amplifier Circuits; Input/Output Impedance"

Chasanah, U., Handoyo, E., Rahmawati, N. N., & Musfiana, M. (2022). Mapping Risk Level Based on Peak Ground Acceleration (PGA) and Earthquake Intensity Using Multievent Earthquake Data in Malang Regency, East Java, Indonesia. *JURNAL ILMU FISIKA| UNIVERSITAS ANDALAS*, *14*(1), 64-72.

Chusni, MM. (2017). Penentuan besar percepatan gravitasi bumi menggunakan ayunan matematis dengan berbagai metode pengukuran. Jurnal Pendidikan sains, vol. 6 (1): 47 -53.

Faryanto, Suritno. (2016). Penentuan percepatangravitasi bumi dengan metode bandulsederhana. Jurnal praktikum mekanikaanalitik.

Giancoli, C.Douglas. 2014. Fisika Prinsip danAplikasi (Edisi ketujuh jilid 1). Jakarta:Erlangga.

Harmadi, (2005), Analisis Efek Akusto-Optik untuk Penentuan Pola Radiasi Akustik dari Suatu Modulator dan Deflektor Akusto-Optik dengan Menggunakan Inframerah, Thesis PPS ITS, Surabaya.

Humairah, H., Chasanah, U., & Handoyo, E. (2022). An Evaluation of Students' Readiness to Use E-learning Media in the MBKM Program. *Jurnal Basicedu*, *6*(3), 4251-4258.

Kumala, Ellys, Endarko. 2012. Kajian Karakteristik Alat Ukur dan Sensor : Standar Pada Proses Kalibrasi Data Sensor Cahaya.Surabaya [Internet] Diakses tanggal 29 Oktober 2015

Müller, G, K. dan Dörschel, H. Kar. 1991. "Biophysics of the Photoablation Process" . Laser in Medical Science

Ningrum, I. E. (2018). Development Of Students Worksheet Mathematics Based On Problem Based Learning (PBL).

Ningrum, I. E., & Suparman, S. (2018, February). Analisis kebutuhan bahan ajar matematika berpendekatan kontekstual. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Etnomatnesia*.

Widodo, A. & Endarko. (2018). Experimental study of one step linear Gauss-Newton algorithm for improving the quality of image reconstruction in high-speed Electrical Impedance Tomography (EIT). *Journal of Physics: Conference Series*, *1120*, 012067. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1120/1/012067

Widodo, A., Aisiyah, M. C., Ningrum, I. E., Annas, M. A., & Musfiana, M. (2022). Analisis Percobaan Superposisi Gelombang Suara Menggunakan Software Audacity. *YASIN*, *2*(4), 459-466.