

HUBUNGAN ANTARA VARIASI SUDUT DENGAN NILAI PERIODE PADA BANDUL MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO

Abdul Rafid Fakhrun Gani

Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan
abdulrafidfg@gmail.com

Submitted November 6, 2021; Revised December 2, 2021; Accepted December 2, 2021

Abstrak

Gerak bandul merupakan salah satu contoh dari gerak harmonik sederhana yang dimana mengalami gerak bolak balik yang melalui titik kesetimbangannya secara teratur. Dalam gerak bandul terdapat besaran periode yang merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu lintasan bandul. Dalam menentukan periode bandul terdapat besaran-besaran yang memengaruhi periode bandul salah satu diantaranya adalah simpangan awal. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan serta mengetahui akan hubungan antara besar simpangan bandul dengan nilai periode bandul. Nilai periode bandul pada sudut $<10^0$ akan berbeda dengan nilai periode pada sudut $>10^0$. Eksperimen dilakukan dengan memanfaatkan Arduino sebagai alat praktikum digital, hal ini dikarenakan alat praktikum digital memiliki nilai akurasi yang tinggi serta memiliki kesalahan relatif yang rendah. Variasi sudut yang dipilih yaitu 10^0 , 20^0 , 30^0 , dan 40^0 , hasil yang diperoleh pada eksperimen menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara koefisien variasi bandul dengan koefisien nilai periode bandul.

Kata Kunci : Bandul, Periode, Arduino

Abstract

Pendulum motion is an example of simple harmonic motion which undergoes back and forth motion through its equilibrium point regularly. In the motion of a pendulum there is a period which is the time it takes to travel one path of the pendulum. In determining the period of the pendulum, there are quantities that affect the period of the pendulum, one of which is the initial deviation. This study aims to prove and determine the relationship between the magnitude of the pendulum deviation with the value of the pendulum period. The value of the period of the pendulum at an angle of $<10^0$ will be different from the value of the period at an angle of $>10^0$. Experiments were carried out using Arduino as a digital practicum tool, this is because the digital practicum tool has a high accuracy value and has a low relative error. The angle variations selected are 10^0 , 20^0 , 30^0 , and 40^0 , the results obtained in the experiment show that there is a significant difference between the coefficient of variation of the pendulum and the coefficient of the pendulum period.

Key Words : Pendulum, Period, Arduino

1. PENDAHULUAN

Suatu benda jika bergerak bolak balik dari suatu titik tertentu, maka benda tersebut akan mengalami getaran, atau dapat dikatakan benda tersebut bergetar. Dalam ilmu fisika dasar, terdapat beberapa kasus bergetar, diantaranya adalah gerak periodik. Seperti pada gerak ayunan pada jam kuno, getaran pegas pada mobil, pergerakan benda pada mesin uap merupakan contoh dari gerak periodik. Gerak periodik dapat disebut gerak osilasi, suatu benda dapat berosilasi jika terdapat

gaya pemulih [1], dimana gaya ini selalu melawan perubahan posisi pada sistem dan tetap memertahankan benda dalam kondisi setimbang.

Gerak harmonik sederhana merupakan salah satu contoh dari gerak periodik. Gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak balik yang melalui titik kesetimbangannya secara teratur [2]. Pendulum sederhana (*simple pendulum*) merupakan salah satu sistem yang bergerak secara periodik dengan gerak harmonik sederhana. Pendulum sederhana

merupakan model sederhana yang terdiri dari sebuah massa yang diikat oleh benang tak bermassa (massa di abaikan) [3]. Dalam melakukan gerak harmonik, sebuah pendulum akan mempunyai periode dan frekuensi.

Periode merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu lintasan penuh dengankan frekuensi merupakan banyaknya getaran tiap satuan waktu [4]. Secara matematis periode dan frekuensi bandul dinyatakan dalam persamaan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \& \quad f = 2\pi \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (1)$$

Dengan :

T = Periode (s)

f = Frekuensi Benda (Hz)

l = Panjang Tali (m)

g = Percepatan Gravitasi (m/s²)

Berdasarkan persamaan tersebut, terdapat besaran-besaran yang mempengaruhi periode dan frekuensi benda yaitu panjang tali bandul dan percepatan gravitasi bumi. Namun persamaan tersebut hanya berlaku pada keadaan sudut simpangan θ yang kecil (maksimum 10°) [4]. Jika simpangan sudut melebihi 10° maka persamaan periode dinyatakan dalam bentuk deret tak hingga, sesuai dengan teori persamaan:

$$T_{\theta} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[1 + \frac{1}{2^2} \sin^2 \frac{1}{2} \theta + \frac{1}{2^2} \left(\frac{3}{4} \right)^2 \sin^4 \frac{1}{2} \theta + \frac{1}{2^2} \left(\frac{5}{8} \right)^2 \sin^6 \frac{1}{2} \theta + \dots \right] (2)$$

Berdasarkan persamaan tersebut, maka sudut termasuk ke dalam besaran yang mempengaruhi periode suatu bandul. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuktikan persamaan tersebut dengan melakukan eksperimen alat peraga bandul berbasis mikrokontroler Arduino dan mengamati bagaimana pengaruh dari besarnya simpangan sudut dengan nilai periode dari bandul.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [1] telah melakukan

penelitian terkait dengan pengaruh simpangan sudut terhadap nilai periode ayunan bandul, namun penelitian yang dilakukan masih melakukan eksperimen yang manual yang dapat mungkin dapat menyebabkan kesalahan sistematis yang berasal dari pengamatan pengguna dan dari kalibrasi alat [6]. Maka diperlukan penelitian ulang dengan menggunakan suatu alat yang bekerja secara otomatis guna untuk mengurangi kesalahan sistematis pada pengukuran.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif dengan menggunakan metode eksperimen. Pendekatan kualitatif adalah metode penelitian yang bersifat induktif, ilmiah, dan objektif dimana data yang diperoleh berbentuk angka yang dapat dinilai dan dianalisis dengan uji statistik [7]. Penelitian kualitatif berguna untuk membuktikan kebenaran suatu teori dan menolak dari suatu teori [8]. Metode eksperimen merupakan metode penelitian yang sangat cocok untuk diaplikasikan untuk mencari pengaruh *treatment* (perlakuan). Percobaan bandul dilakukan dengan menggunakan alat praktikum digital yang telah dikembangkan dengan pengambilan data secara berulang-ulang untuk mengetahui pengaruh besar sudut terhadap nilai periode.

Untuk mengetahui pengaruh dari besar sudut terhadap nilai periode bandul digunakan uji kolerasi, dimana pada uji ini dilakukan untuk mengetahui hubungan sebab akibat antar 2 variabel [9]. Tujuan penggunaan uji kolerasi dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara sudut simpangan dengan nilai periode ayunan sistem, dengan mengetahui hubungan kedua variabel maka dapat diketahui pengaruh antara dua variabel tersebut.

Dalam proses pengambilan data, alat praktikum yang digunakan merupakan pengembangan dari alat praktikum bandul sederhana yang menggunakan mikrokontroller Arduino. Pada pengumpulan data yang dilakukan dimulai dari menhidupkan sistem dengan menyambungkan ke sumber tegangan listrik, lalu biarkan alat melakukan kalibrasi otomatis. Ketika benda selesai melakukan kalibrasi secara otomatis, lalu atur besarnya sudut pada setiap pengujian dan benda dapat diayunkan secara 1 kali periode ayunan. Maka data dari nilai periode bandul akan otomatis ditampilkan pada LCD 16x2.

Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan variasi sudut simpangan 100, 200, 300, dan 400 yang bertujuan untuk mengetahui nilai periode tiap masing-masing pengujian. Pengujian dilakukan dengan 1 kali pengujian awal dan 4 pengujian pengulangan, untuk mengambil nilai rata-rata dari periode tiap pengujian sudut.



Gambar 1. Tampilan Alat Praktikum

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Pada Variasi Sudut

Penelitian yang dilakukan menggunakan parameter percobaan pengaruh variasi sudut terhadap rata-rata periode bandul. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali percobaan dengan beban massa 1,4 gram dan panjang tali 0.18 m. Berdasarkan pengolahan data serta proses pengambilan data yang mengacu pada penurunan persamaan akan periode bandul, maka data yang diperoleh ditampilkan pada tabel. 1 dibawah.

Tabel 1. Hasil Percobaan

| No | Variasi Sudut | Hasil Periode | Pengulangan 1 | Pengulangan 2 | Pengulangan 3 | Pengulangan 4 | Rata-rata |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| 1 | 10° | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| 2 | 20° | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 |
| 3 | 30° | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 |
| 4 | 40° | 0.77 | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 0.78 |

Tabel 1 menunjukkan hasil periode bandul pada tiap varian sudut 10⁰, 20⁰, 30⁰, dan 40⁰. Berdasarkan data pada tabel dapat dikatakan bahwa tiap variasi sudut memiliki nilai periode yang berbeda. Pada pengujian pertama dengan variasi sudut 10⁰ hasil periode yang didapat senilai 0.87s. Pada 4 pengujian pengulangan hasil dari periode bernilai 0.87s, maka didapat nilai rata-rata dari pengujian pada sudut 10⁰ adalah 0.87s. Pada pengujian kedua dengan variasi sudut 20⁰ hasil periode yang didapat senilai 0.78s. Pada 4 pengujian

pengulangan hasil dari periode bernilai 0.78s, maka didapat nilai rata-rata dari pengujian pada sudut 20⁰ adalah 0.78s. Pada pengujian ketiga dengan variasi sudut 30⁰ hasil periode yang didapat senilai 0.78s. Pada 4 pengujian pengulangan hasil dari periode bernilai 0.78s, maka didapat nilai rata-rata dari pengujian pada sudut 30⁰ adalah 0.78s. Pada pengujian keempat dengan variasi sudut 40⁰ hasil periode yang didapat senilai 0.77s. Pada 4 pengujian pengulangan hasil dari periode bernilai

0.78s, maka didapat nilai rata-rata dari pengujian pada sudut 40° adalah 0.78s.

Pada pengujian diatas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai periode pada variasi sudut kecil. Pada variasi sudut 10° didapat hasil rata-rata periode senilai 0.87s sedangkan ketiga pengujian lainnya menampilkan rata-rata nilai periode senilai 0.78s. Hal ini dapat dikarenakan persamaan yang digunakan pada variasi sudut $< 10^{\circ}$ berbeda dengan persamaan yang digunakan pada variasi sudut $> 10^{\circ}$. Pada variasi sudut kecil $< 10^{\circ}$ persamaan yang digunakan merupakan persamaan umum periode bandul yang ditunjukkan pada persamaan (1). Pada variasi sudut besar $> 10^{\circ}$ persamaan yang digunakan merupakan persamaan periode bandul dengan menggunakan deret tak hingga yang ditunjukkan pada persamaan (2). Hal ini menyebabkan secara teori terdapat perbedaan nilai periode bandul antara variasi sudut kecil dan besar, hal ini sesuai dengan percobaan yang telah dilakukan bahwa terdapat perbedaan nilai periode bandul pada tiap variasi sudut.

Uji Kolerasi

Nilai koefisien untuk data nilai variasi sudut dan nilai rata-rata periode bandul dihitung menggunakan bantuan *software* SPSS, dengan koefisien variasi sudut (X) dan koefisien nilai rata-rata bandul (Y). Nilai-nilai koefisien kolerasi berkisar antara -1 sampai dengan +1. Nilai koefisien korelasi (r) positif menunjukkan keeratan hubungan antara variabel X dan variabel Y yang searah, hal ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai variabel X maka nilai dari variabel Y akan semakin meningkat [10]. Sedangkan nilai koefisien korelasi (r) negatif menunjukkan keeratan hubungan antara variabel X dan variabel Y yang berlawanan, hal ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai variabel X maka nilai dari variabel Y akan semakin menurun [7]. Pada uji kolerasi jika nilai > 0.05 maka antara variabel X

dan Y memiliki hubungan yang signifikan, dan jika nilai < 0.05 maka nilai variabel X dan Y tidak memiliki nilai yang signifikan. Hasil uji kolerasi ditampilkan pada gambar 2 dibawah.

Correlations

[DataSet0]

| Correlations | | | |
|--------------|---------------------|-------|-------|
| | | X | Y |
| X | Pearson Correlation | 1 | -.775 |
| | Sig. (2-tailed) | | .225 |
| | N | 4 | 4 |
| Y | Pearson Correlation | -.775 | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .225 | |
| | N | 4 | 4 |

Gambar 2. Hasil Uji Kolerasi dengan SPSS

Berdasarkan gambar telah didapat hubungan kolerasi antara variabel X (variasi sudut) dan variabel Y (nilai rata-rata periode bandul). Nilai koefisien kolerasi yang didapatkan sebesar -0.775 menunjukkan bahwa terjadi hubungan kolerasi negatif yang tinggi. Kolerasi negatif sebesar -0.775 memiliki arti bahwa jika nilai varian sudut semakin besar maka nilai dari rata-rata periode bandul akan semakin kecil, dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa antara variabel X dan Y terdapat hubungan yang sangat erat.

4. SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara nilai variasi bandul dengan nilai periode bandul. Sudut simpangan yang kecil akan menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai sudut yang besar. Pada penelitian ini juga telah

dilakukan uji statistik kolerasi untuk mengetahui tingkat hubungan antara kedua variabel. Berdasarkan uji kolerasi dapat disimpulkan bahwa kedua variabel memiliki hubungan negatif yang kuat, yaitu semakin besar nilai variasi sudut maka semakin kecil nilai periode bandul.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Yanti, N. N. Mulyaningsih, and D. L. Saraswati, "Pengaruh Panjang Tali , Massa dan Diameter Bandul," *STRING (SATuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 6–10, 2020.
- [2] M. E. Lere, "Pengaruh Metode Eksperimen Terbimbing Terhadap Keaktifan Dan Pemahaman Siswa Kelas X PMIIA SMA Negeri 2 Yogyakarta Tahun Ajaran 2018/2019 Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana," Universitas Sanata Dharma, 2019.
- [3] R. B. Utomo, "Model Matematika Gerak Pendulum dengan Memperhatikan Gaya Gesek Udara," *JMP J. Ilm. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 8, no. 2, pp. 19–32, 2016.
- [4] Motlan and J. Sinuraya, *Fisika Umum 2*, 1st ed. Medan: LARISPA, 2015.
- [5] C. Cunayah and E. I. Irawan, *Fisika Untuk SMA*. Bandung: Yrama Widya, 2013.
- [6] Tahir and Iqmal, "Arti Penting Kalibrasi Pada Proses Pengukuran Analitik : Aplikasi Pada Penggunaan pH meter," in *Universitas Gajah Mada*, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2008, pp. 1–8.
- [7] C. C. Astuti, "Analisis Korelasi untuk Mengetahui Keeratan Hubungan antara Keaktifan Mahasiswa dengan Hasil Belajar Akhir," *JICTE (Journal Inf. Comput. Technol. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2017, doi: 10.21070/jicte.v1i1.1185.
- [8] I. Hermawan, *Metodologi Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif & Mixed Methode*. Kuningan: Hidayatul Quran Kuningan, 2019.
- [9] A. O. A. W. Lestari, "Hubungan Pengetahuan Dan Sikap Terhadap Perilaku Cuci Tangan Pada Masyarakat Kelurahan Pegirian," *J. Promkes*, vol. 7, no. 1, pp. 1–11, 2019, doi: 10.20473/jpk.v7.i1.2019.1-11.
- [10] S. Marwansyah and A. N. Utami, "Analisis Hasil Investasi, Pendapatan Premi, Dan Beban Klaim Terhadap Laba Perusahaan Perasuransian Di Indonesia," *J. AKUNTANSI, Ekon. dan Manaj. BISNIS*, vol. 5, no. 2, pp. 213–321, 2017, doi: 10.30871/jaemb.v5i2.533.