

Analisis Pengaruh Panjang Tali terhadap Frekuensi pada Pendulum Sederhana

Afrisya Zahira Niswandia¹⁾, Rahmawati¹⁾, Dalilah Adyanti Putri¹⁾, Ifa Hafidotur Rohmatu Zahiro¹⁾, Sri Wahyuni^{1)*}, Rayendra Wahyu Bachtiar¹⁾

¹⁾Universitas Jember, Indonesia

*Corresponding Author. E-mail: sriwahyuni.fkip@unej.ac.id

Abstrak: Getaran Harmonis Sederhana (GHS) adalah gerakan bolak-balik suatu benda melalui titik keseimbangannya dengan frekuensi dan amplitudo yang konstan. Pendulum sederhana merupakan bentuk eksperimen yang umum digunakan dalam pembelajaran IPA untuk menjelaskan konsep getaran harmonis sederhana yakni suatu sistem yang bergerak dan bergetar secara periodik yang terdiri dari benda dengan massa tertentu yang diikat dan dikaitkan dengan benang atau tali tak bermassa (dengan massa yang diabaikan). Bandul adalah benda yang digantung pada tali atau batang dan dapat berayun bolak-balik melalui titik keseimbangannya. Faktor-faktor yang mempengaruhi frekuensi ayunan bandul yaitu panjang tali, percepatan gravitasi, dan massa bandul. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan pengaruh panjang tali terhadap frekuensi getaran ayunan bandul pada massa yang berbeda. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen dengan memvariasikan panjang tali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi getaran berbanding terbalik dengan panjang tali. Artinya, semakin panjang tali, semakin kecil frekuensi getarannya. Hal ini dibuktikan melalui hasil eksperimen pendulum sederhana yakni pada data perbandingan pada panjang tali yang berbeda.

Kata Kunci: Bandul; Frekuensi Getaran; Panjang Tali; Eksperimen; Pendulum

PENDAHULUAN

Konsep gelombang merupakan peristiwa yang dapat dijelaskan melalui sains. Gelombang merujuk pada fenomena alam yang kerap terjadi dalam aktivitas kehidupan sehari-hari. Gelombang merupakan konsep IPA fisika yang haruslah dipelajari. Materi gelombang membahas mengenai bagaimana gelombang dapat timbul pada suatu benda (Diana Pramudita et al., 2023). Gelombang bersumber dari adanya suatu getaran yang terjadi pada benda (Umam et al., 2020). Gelombang merupakan keadaan benda bergetar yang getarannya merambat pada suatu medium tertentu. Sumber getaran akan terus mengalami pergerakan dan terjadi perpindahan energi dari suatu tempat ke tempat lain (Farida et al., 2020). Getaran tersebut berasal dari adanya gaya dari luar yang mempengaruhi. Materi gelombang mencakup pemahaman mengenai terjadinya suatu gerakan pada benda, seperti terjadinya gerak osilasi benda yakni gerak harmonik sederhana.

Gerak harmonik sederhana (GHS) dapat didefinisikan sebagai gerak atau getaran periodik yang stabil, dimana benda yang bergetar akan bergerak secara osilasi dan memungkinkan benda kembali ke bentuk dan keadaan semula setelah periode waktu tertentu (Fadlan Siregar et al., 2023). Gerak atau getaran harmonik sederhana melibatkan berbagai besaran seperti, simpangan, periode, amplitudo, dan frekuensi. (Pangesti et al., 2023). Simpangan pada gerak harmonis sederhana memiliki besar sudut kurang dari 15° dan amplitudo kecil. Suatu benda yang bergerak osilasi secara berulang akan memiliki posisi setimbang. Benda berosilasi jika diberikan gaya dari luar yang mempengaruhi benda tersebut sehingga memungkinkan benda akan bergerak bolak-balik melintasi posisi setimbangnya. Gaya pemulih akan bekerja pada benda untuk mengembalikan benda ke posisi setimbang benda (Yanti et al., 2020).

Pendulum merupakan contoh dari gerak osilasi berupa ayunan bandul sederhana yang bergerak secara periodik. Pendulum merupakan suatu sistem yang bergerak dan bergetar secara periodik yang terdiri dari benda dengan massa tertentu yang diikat dan dikaitkan dengan benang atau tali tak bermassa (dengan massa yang diabaikan) (Abdullah et al., 2021). Pendulum sederhana merupakan bentuk eksperimen yang umum digunakan dalam pembelajaran IPA dalam mengaplikasikan konsep getaran dan gerak harmonis sederhana (Sya et al., 2022). Pendulum sederhana adalah model yang disempurnakan untuk dapat menjelaskan mengenai konsep gerak osilasi melalui getaran bandul. Bandul yang dilepaskan dengan simpangan tertentu dari titik setimbangnya

akan menyebabkan bandul bergerak dan bergetar secara bolak-balik dan berulang melewati titik diam atau posisi setimbang dalam periode waktu tertentu.

(Ghifari et al., 2018) Gerak osilasi bandul pada pendulum akan memiliki frekuensi, periode, amplitudo, dan simpangan. Periode merupakan jumlah banyaknya waktu yang diperlukan oleh bandul untuk melakukan satu getaran atau satu osilasi penuh (Getaran et al., 2024). Periode suatu getaran dapat dirumuskan dengan:

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

T menyatakan periode getaran (s), l adalah panjang benang dalam (m), dan g adalah percepatan gravitasi (m/s^2) (Putri & Ermawati, 2021). Frekuensi pendulum merupakan jumlah getaran yang terjadi setiap satu waktu. Frekuensi dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$F = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (2)$$

F menyatakan frekuensi getaran bandul (Hertz/Hz), g adalah percepatan gravitasi (m/s^2), dan l adalah panjang benang dalam (m) (Yanti et al., 2020). Rumus frekuensi getaran bandul terdapat variabel-variabel terkait seperti panjang benang/tali (l) dan percepatan gravitasi (g). Panjang tali pada suatu pendulum sederhana dapat memengaruhi besarnya frekuensi getaran bandul dalam pendulum. Pembuktian dari pernyataan tersebut dapat diketahui dengan eksperimen pendulum sederhana. Eksperimen pendulum sederhana menggunakan panjang tali (m) yang bervariasi untuk menentukan apakah benar panjang tali dapat mempengaruhi besar frekuensi getaran bandul dalam pendulum sederhana.

Penelitian mengenai pengaruh panjang tali pada frekuensi getaran pendulum sederhana penting untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang keterampilan ilmiah yang terkait dengan gerakan harmonik. Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana panjang tali memengaruhi frekuensi getaran pendulum sederhana. Khususnya dalam memahami prinsip-prinsip dasar gerakan harmonik sederhana, yang merupakan salah satu konsep penting dalam ilmu fisika. Eksperimen yang dilakukan bertujuan untuk memberikan wawasan tentang konsep getaran dalam gerakan harmonik sederhana, yang umum digunakan dalam pendidikan sains. Memahami pengaruh panjang tali pada frekuensi getaran pendulum sangat penting untuk memvalidasi pernyataan teoritis dan aplikasi praktis dalam eksperimen pendulum sederhana. Hal ini dapat memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam melakukan eksperimen dan menganalisis data yang merupakan aspek penting dalam memahami ilmu pengetahuan (Padliarto et al., 2022).

Terdapat penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Farida et al., 2020) didapatkan hasil bahwa variasi amplitudo (A), tegangan, dan frekuensi (f) mempengaruhi panjang gelombang (λ), periode (T), dan frekuensi gelombang pada tali. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari panjang tali (l) terhadap besar frekuensi getaran (f) pada pendulum sederhana. Eksperimen mengenai hal ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pemahaman peserta didik dalam keterampilan sains mengenai konsep getaran pada gerak harmonik sederhana (GHS).

METODE

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium IPA FKIP Universitas Jember. Eksperimen yang dilakukan dalam bentuk percobaan Analisis Pengaruh Panjang Tali Terhadap Frekuensi Pada Pendulum Sederhana menggunakan alat diantaranya yaitu stopwatch, mistar/penggaris, statif, dasar statif, busur, dan alat tulis. Adapun bahan yang digunakan yaitu tali/benang dan beban. Percobaan Analisis Pengaruh Panjang Tali Terhadap Frekuensi Pada Pendulum Sederhana dilakukan dengan variabel bebas panjang tali dengan variabel terikat waktu dan frekuensi, dengan variabel kontrol jumlah getaran dan massa bandul. Prosedur percobaannya yaitu dengan merangkai alat percobaan dengan cara memasang batang statif pada dasar statif dan memasang balok pendukung dan penjepit, lalu menyiapkan tali dengan panjang 10 cm, 20 cm, 30 cm, 49 cm, dan 50 cm, kemudian menggantung bandul seberat 50 gram pada tali yang panjangnya 10 cm pada penjepit, setelah itu menyimpangkan beban dengan sudut simpangan 10 derajat, dan mengamati ayunan bandul hingga bergerak harmonis. Prosedur percobaan selanjutnya yaitu menghitung waktu yang dibutuhkan beban untuk melakukan 10 kali getaran menggunakan stopwatch, mencatat waktu yang diperlukan untuk 10 getaran dengan mengulangi langkah 4-7 sebanyak 3 kali pengulangan dan

mengulangi langkah di atas untuk panjang tali 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50, terakhir mencatat hasil percobaan pada tabel hasil pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Getaran harmonik adalah gerakan berulang yang selalu melewati jalur yang sama dan berpusat pada titik keseimbangan. Benda yang mengalami getaran harmonik akan selalu kembali ke titik keseimbangan setelah mencapai simpangan maksimum atau minimum. Getaran ini dapat dimodelkan dengan persamaan matematika berbentuk sinusoidal dan sering digunakan untuk menganalisis berbagai jenis gerakan periodik. Getaran periodik adalah jenis getaran yang terjadi secara berulang dengan periode yang sama. Artinya, benda yang bergetar periodik akan kembali ke posisi awal dan memiliki kecepatan dan percepatan yang sama setelah periode waktu tertentu (Rismawan & Aisiyah, 2023). Gerak harmonik sederhana (GHS) adalah jenis gerak periodik di mana benda berayun bolak-balik dengan amplitudo kecil (simpangan kurang dari 15 derajat). Salah satu contoh penerapan GHS dalam kehidupan nyata adalah bandul matematis atau pendulum sederhana (Yanti et al., 2020).

Besaran-besaran yang terdapat dalam getaran harmonik sederhana diantaranya yaitu simpangan, amplitudo, periode dan juga frekuensi. Simpangan merupakan perpindahan yang terjadi pada benda dari posisi awal ke akhir posisi atau dalam posisi setimbangnya. Amplitudo getaran pada suatu getaran merupakan posisi terjatuh atau maksimum benda terhadap posisi setimbangnya. Amplitudo yang dinyatakan dengan simbol A dan memiliki satuan meter (m). Periode yang merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus atau osilasi penuh, yaitu waktu yang diperlukan partikel untuk berpindah dari satu posisi untuk kembali melalui posisi tersebut. Periode dinyatakan dalam satuan sekon (s) dengan simbol yaitu (T). Periode ini bergantung pada panjang pendulum dan juga amplitudo osilasi. Frekuensi (f) merupakan banyaknya suatu getaran yang terjadi pada setiap satuan detik. Simbol frekuensi yaitu (f) dengan satuan dinyatakan hertz (Hz). Frekuensi dalam konteks getaran mengukur seberapa sering objek berayun maju dan mundur melalui satu siklus gerakan. Semakin tinggi frekuensi, semakin cepat objek berayun atau bergetar, dan sebaliknya semakin rendah frekuensi, semakin lambat gerakan objek tersebut (Fatimah et al., 2022). Terdapat tiga jenis variabel yang digunakan dalam praktikum ayunan bandul sederhana, yaitu variabel kontrol, variabel bebas, dan variabel terikat.

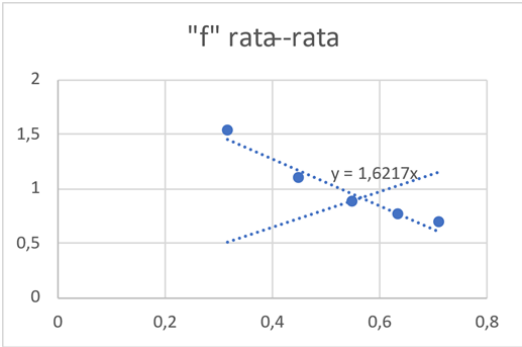
Percobaan bertujuan untuk menentukan pengaruh panjang tali terhadap frekuensi getaran ayunan bandul sederhana dengan massa 50 gram, dengan variabel bebasnya panjang tali yang berbeda yaitu dengan panjang 0,1 m, 0,2 m, 0,3 m, 0,4 m, dan 0,5 m. Perlakukan panjang tali (l) 0,1 m dan yaitu 3,162, jumlah getaran sebanyak 10 kali dan massa bandul 0,05 kg dengan tiga kali pengulangan menghasilkan waktu (t) berturut-turut adalah 6,32, 6,42, dan 6,84. Frekuensi yang dihasilkan pada tiga kali pengulangan berturut-turut adalah 1,582, 1,558, dan 1,462 dengan rata-rata frekuensi adalah 1,534. Percobaan pada panjang tali (l) 0,2 m dan yaitu 2,236 memiliki jumlah getaran sebanyak 10 kali dan massa bandul 0,05 kg dengan tiga kali pengulangan membutuhkan waktu (t) berturut-turut adalah 9,38, 9,03, dan 8,85. Frekuensi yang dihasilkan pada tiga kali pengulangan berturut-turut adalah 1,066, 1,107, dan 1,130 dengan rata-rata adalah 1,101. Perlakukan panjang tali (l) 0,3 m dan yaitu 1,826 di mana jumlah getaran sebanyak 10 kali dan massa bandul 0,05 kg dengan tiga kali pengulangan pengukuran menghasilkan waktu (t) berturut-turut adalah 11,57, 11,09, dan 11,24. Frekuensi yang dihasilkan pada tiga kali pengulangan berturut-turut adalah 0,864, 0,902, dan 0,890 dengan rata-rata adalah 0,885. Penelitian yang dilakukan melalui eksperimen dalam bentuk percobaan getaran ayunan bandul sederhana ini, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Data dan pengamatan percobaan analisis pengaruh panjang tali terhadap frekuensi pada pendulum sederhana dengan menentukan pengaruh panjang tali terhadap frekuensi getaran ayunan bandul sederhana pada massa 50 gr.

No.	Massa Bandul (gr)	Massa Bandul (kg)	Waktu (t)	Rata-Rata Waktu	Frekuensi	Rata-Rata Frekuensi
1	50	0,05	11,58	11,817	0,864	0,846
			11,99		0,834	
			11,88		0,842	
2	100	0,1	11,53	11,613	0,867	0,863
			12,06		0,829	
			11,25		0,889	

No.	Massa Bandul (gr)	Massa Bandul (kg)	Waktu (t)	Rata-Rata Waktu	Frekuensi	Rata-Rata Frekuensi
3	150	0,15	11,81	11,863	0,847	0,843
			11,81		0,835	
			11,97		0,835	
4	200	0,2	11,98	11,957	0,835	0,836
			11,98		0,835	
			11,91		0,840	
5	250	0,25	11,98	11,917	0,835	0,839
			11,88		0,842	
			11,89		0,841	

Panjang tali dan frekuensi memiliki hubungan saling berkaitan. Panjang tali berpengaruh langsung terhadap besarnya frekuensi getaran yakni merupakan hubungan berbanding terbalik. Seperti yang ditunjukkan dalam rumus $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$. Dimana frekuensi dapat diperoleh dari akar perbandingan percepatan gravitasi (g) dan panjang tali (l). berdasarkan rumus matematis tersebut merepresentasikan bahwa semakin panjang tali akan menyebabkan frekuensi getaran semakin kecil dan ayunan bandul semakin lambat. Begitu pula sebaliknya, apabila semakin pendek tali maka frekuensi getaran semakin besar dan ayunan bandul semakin cepat. Hasil pengamatan praktikum ayunan bandul sederhana memperkuat hubungan ini yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 1. Hubungan Panjang Tali Terhadap Frekuensi Getaran

Hasil praktikum membuktikan bahwa frekuensi getaran dipengaruhi oleh panjang tali, yakni semakin besar panjang tali akan menghasilkan frekuensi yang semakin kecil, dengan kata lain hubungan antara panjang tali terhadap frekuensi getaran merupakan hubungan berbanding terbalik. Hasil praktikum ini telah sesuai dengan literatur menurut (Asri et al., 2023:162) bahwa hubungan yang terjadi antara frekuensi ayunan bandul sederhana berbanding terbalik terhadap panjang tali atau benang yang terdapat pada suatu pendulum. Panjang tali atau benang tersebut memiliki ukuran yang lebih besar atau lebih panjang pada pendulum, maka akan mengakibatkan nilai yang dihasilkan dari suatu frekuensi pada pendulum menjadi lebih kecil, sebaliknya yang terjadi pada panjang tali atau benang yang memiliki ukuran lebih pendek pada pendulum akan mengakibatkan terjadinya frekuensi pada pendulum menjadi lebih besar.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, penulis berhasil menyimpulkan yaitu panjang tali memiliki pengaruh berbanding terbalik terhadap frekuensi pada pendulum sederhana. Jika panjang tali bertambah besar, frekuensinya akan semakin kecil. Sebaliknya, apabila panjang tali semakin kecil maka frekuensi ayunan pendulum sederhana akan semakin besar.

Daftar Pustaka

Abdullah, M., Amin, A. A., Iqbal, S., & Mahmood-ul-Hasan, K. (2021). Swing up and stabilization control of rotary inverted pendulum based on energy balance, fuzzy logic, and LQR controllers. *Measurement and Control (United Kingdom)*, 54(9–10), 1356–1370. <https://doi.org/10.1177/00202940211035406>

Asri, Y. N., R. R. Amarullah, dan E. M. Mufthi. (2023). *Fisika Untuk Sains, Teknik, dan Kependidikan (Konsep*

Praktis Untuk Mahasiswa) Jilid 1. Penerbit Widina:Bandung

- Diana Pramudita, A., Rahmawati, E., Himmatul Ilmi, L., Amatullah, S., Damayanti, Z., & Author, C. (n.d.). Analisis Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Pemahaman Konsep Gelombang Elektromagnetik Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Juli, 2023(14), 105–113. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8170616>
- Fadlan Siregar, M., Abdillah, T., & Satria, H. (n.d.). Perhitungan Gerakan Bandul Pada Permainan Lato-Lato Menggunakan Metode Sistem Keadaan Setimbang. 161 *JUPE2*, 1(2), 280–287. <https://doi.org/10.54832/jupe2.v1i2.161>
- Farida, N., Melati, P., Ruqoyah, R., Yuristiansyah, V. P., & Antarnusa, G. (2020). Pengaruh Amplitudo (A) , Frekuensi (f), Dan Tegangan Gelombang Pada Tali Berbasis PheT Simulation. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika* (Vol. 3, Issue 1). <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/index>
- Fatimah, A., Tsabitah Zain, N., Sekar Ayu, R. N., & Sholina, W. (2022). *Pembelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas pada Materi Osilasi: Studi Literatur*. 1(2). <https://doi.org/10.58797/pilar>
- Getaran, M., dan Bunyi Ramlawati, G., & Ambar Sari, A. (2024). Analisis Hasil Belajar IPA Peserta Didik SMP pada Aspek Kognitif Level Menerapkan (C3) pada. 7(1).
- Ghifari, M. R., Pramono, R. A., & Aziz, K. N. (2018). APLIKASI GAYA MAGNET PADA FENOMENA OSILASI TEREDAM DALAM SISTEM GERAK HARMONIK SEDERHANA. *JUPITER: Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya*, 5(1), 2023. <https://doi.org/10.31851/jupiter.v5i1>
- Padliarto, P., Farcis, F., & Dinata, P. A. C. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis Web pada Materi Getaran dan Gelombang di Kelas VIII SMP Negeri 1 Rungan. *Bahana Pendidikan: Jurnal Pendidikan Sains*, 4(1), 25–34. <https://doi.org/10.37304/bpjps.v4i1.5068>
- Pangesti, W., Tiyas, K., Anisa, Z., & Novianto, H. (2023). Pemanfaatan Lato-Lato untuk Menentukan Besaran Percepatan Gravitasi Lokal Menggunakan Teori Getaran Harmonik Utilization of Clackers to Determine the Amount of Local Gravitational Acceleration Using Harmonic Vibration Theory. <https://doi.org/10.56071/chemviro.v1i1.561>
- Putri, W. K., & Ermawati, F. U. (2021). Pengembangan, Uji Validitas dan Reliabilitas Tes Diagnostik Five-Tier untuk Materi Getaran Harmonis Sederhana beserta Hasil Uji Coba. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(1), 92–101. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.1.92-101>
- Rismawan, H., & Aisiyah, C. (2023). MENENTUKAN NILAI PERIODE, AMPLITUDO, FREKUENSI DAN MEMVISUALISASI GETARAN HARMONIK PADA PEGAS DALAM BENTUK GELOMBANG (Vol. 8, Issue 1).
- Sya, S., Zahra, bana, Hary Syahbana, I., Ocha Wiyadnyana, M., Anggraini, F., Pilar, M., Pendidikan, J., Terapan Teknologi Volume, dan, & Terapan Teknologi, dan. (n.d.). *SPEKTRA: Jurnal Fisika dan Aplikasinya Analisis Ayunan Pendulum Menggunakan Aplikasi Phyphox Pada Materi Fisika Kelas X*. <https://doi.org/10.58797/pilar>
- Umam, A. K., Utami, R. W., Putri, A. H., Syaharani, A., & Antarnusa, G. (2020). Pengaruh Rapat Massa Tali terhadap Cepat Rambat Gelom-bang Pada Percobaan Hukum Melde Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika Untirta. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika* (Vol. 3, Issue 1). <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/>
- Yanti, Y., Mulyaningsih, N. N., & Saraswati, D. L. (n.d.). *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) PENGARUH PANJANG TALI, MASSA DAN DIAMETER BANDUL TERHADAP PERIODE DENGAN VARIASI SUDUT*.