

Penggunaan Aplikasi Logger Pro untuk Menentukan Nilai Viskositas Air *The use of Logger Pro Application to Determine the Viscosity Value of Water*

Maria Kristina Dede Rada^{1*}, Albertus Hariwangsa Panuluh²

^{1*} Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia

² Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia

Email: kristinadederada27@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian dengan tujuan menentukan nilai faktor redaman osilasi bandul sederhana dan nilai viskositas air menggunakan tiga variasi massa dan jari-jari bandul serta dua variasi diameter wadah. Seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat, pemanfaatan aplikasi seperti Logger Pro dapat membantu siswa maupun pendidik untuk mendukung pembelajaran eksperimen Fisika pada meteri osilasi bandul sederhana. Metode eksperimen osilasi bandul sederhana dengan variasi bandul diletakkan pada wadah yang berisi air. Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Osilasi bandul sederhana pada wadah yang berisi air direkam menggunakan kamera DSLR dalam bentuk video kemudian dianalisis menggunakan aplikasi Logger Pro untuk memperoleh nilai faktor redaman osilasi bandul sederhana sehingga dapat dicari nilai viskositas air. Hasil yang diperoleh nilai faktor redaman osilasi bandul sederhana pada kedua wadah yaitu wadah A $\dot{\gamma}_A = 0,0475 \pm 0,0003 \text{ s}^{-1}$; $\dot{\gamma}_B = 0,0392 \pm 0,0005 \text{ s}^{-1}$; $\dot{\gamma}_C = 0,0369 \pm 0,0004 \text{ s}^{-1}$, sedangkan pada wadah B diperoleh $\dot{\gamma}_A = 0,0520 \pm 0,0004 \text{ s}^{-1}$; $\dot{\gamma}_B = 0,0414 \pm 0,0006 \text{ s}^{-1}$; $\dot{\gamma}_C = 0,0384 \pm 0,0004 \text{ s}^{-1}$. Nilai viskositas air wadah A diperoleh $\eta_A = 0,023 \pm 0,005 \text{ kg/m.s}^2$; $\eta_B = 0,033 \pm 0,007 \text{ kg/m.s}^2$; $\eta_C = 0,041 \pm 0,009 \text{ kg/m.s}^2$, sedangkan pada wadah B diperoleh $\eta_A = 0,025 \pm 0,001 \text{ kg/m.s}^2$; $\eta_B = 0,034 \pm 0,002 \text{ kg/m.s}^2$; $\eta_C = 0,043 \pm 0,002 \text{ kg/m.s}^2$. Nilai viskositas air menggunakan hukum Stokes pada penelitian lebih besar dari teori, hal ini dipengaruhi oleh wadah yang digunakan tidak jauh lebih besar dari jari-jari bandul.

Kata Kunci: Bandul Sederhana, Faktor Redaman, Viskositas, dan Logger Pro

ABSTRACT

Research has been carried out with the aim of determining the damping factor value of simple pendulum oscillations and the value of water viscosity using three variations of mass and radius of the pendulum and two variations of the diameter of the container. Along with the very rapid development of technology, the use of applications such as Logger Pro can help students and educators to support learning Physics experiments on simple pendulum oscillations. The simple pendulum oscillation experimental method with pendulum variations is placed in a container filled with water. Water is a natural resource that is needed by living things. Simple pendulum oscillations on a container filled with water are recorded using a DSLR camera in video form then analyzed using the Logger Pro application to obtain a simple pendulum oscillation damping factor value so that the water viscosity value can be searched. The results obtained by the simple pendulum oscillation damping factor in the two containers, namely container A obtained $\dot{\gamma}_A = 0,0475 \pm 0,0003 \text{ s}^{-1}$; $\dot{\gamma}_B = 0,0392 \pm 0,0005 \text{ s}^{-1}$; $\dot{\gamma}_C = 0,0369 \pm 0,0004 \text{ s}^{-1}$, while in container B it is obtained $\dot{\gamma}_A = 0,0520 \pm 0,0004 \text{ s}^{-1}$; $\dot{\gamma}_B = 0,0414 \pm 0,0006 \text{ s}^{-1}$; $\dot{\gamma}_C = 0,0384 \pm 0,0004 \text{ s}^{-1}$. The value of the water viscosity of container A is obtained $\eta_A = 0,023 \pm 0,005 \text{ kg/m.s}^2$; $\eta_B = 0,033 \pm 0,007 \text{ kg/m.s}^2$; $\eta_C = 0,041 \pm 0,009 \text{ kg/m.s}^2$, while for container B it is obtained $\eta_A = 0,025 \pm 0,001 \text{ kg/m.s}^2$; $\eta_B = 0,034 \pm 0,002 \text{ kg/m.s}^2$; $\eta_C = 0,043 \pm 0,002 \text{ kg/m.s}^2$. The value of water viscosity using Stokes' law in research is greater than the theory, this is influenced by the container used which is not much larger than the radius of the pendulum.

Keyword: Simple Pendulum, Damping Factor, Viscosity, and Logger Pro

PENDAHULUAN

Fluida merupakan zat yang dapat mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk wadah yang ditempatinya. Fluida terbagi menjadi dua yaitu fluida cair dan fluida gas. Menurut Ishaq (2007) istilah khusus untuk cairan dinamakan liquid yang terdiri dari air, minyak, oli, gel maupun cairan lain lain yang memiliki viskositas (kekentalan). Dalam bidang Fisika, untuk mengukur suatu fluida dapat dilakukan dengan berbagai macam cara. Pada penelitian ini, fluida yang diukur merupakan air yang akan dihitung nilai viskositasnya menggunakan metode eksperimen.

Seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat, secara tidak langsung dunia pendidikan pun harus mengikuti perkembangannya. Terkadang pembelajaran Fisika yang dilakukan dengan metode ceramah membuat siswa menjadi malas dan merasa bahwa Fisika itu sulit bahkan siswa menjadi kurang berminat dalam mengikuti pembelajaran Fisika. Secara umum, metode eksperimen adalah metode mengajar yang mengajak siswa untuk melakukan percobaan sebagai pembuktian, pengecekan bahwa teori yang sudah dibicarakan itu memang benar (Suparno, 2013). Oleh karena itu, dengan menambahkan metode eksperimen dalam pembelajaran Fisika, siswa diharapkan mampu dan merasa senang dan bangga karena dapat menemukan, mengetahui dan mempelajari materi melalui eksperimen. Sehingga, melalui metode eksperimen dapat menjadikan pembelajaran Fisika menjadi menyenangkan dan siswa merasa tertantang ingin mengetahui sesuatu yang baru. Dalam melakukan metode eksperimen yang perlu diperhatikan adalah ketersediaan alat dan bahan. Penelitian ini

membantu proses pembelajaran Fisika pada materi osilasi bandul sederhana dan osilasi teredam.

Menurut Leme dan Oliveira (2017) untuk mempelajari gerakan osilasi dan menghitung viskositas fluida terdapat tiga metode yaitu metode pertama menggunakan hukum Stokes, metode kedua menggunakan teori Landau – Lifshitz, dan metode ketiga menggunakan teori Landau – Lifshitz dengan koreksi efek dinding. Pada penelitian ini untuk menghitung viskositas air menggunakan metode pertama yaitu hukum Stokes. Hukum Stokes berlaku jika sebuah benda yang bergerak dalam fluida kental dengan kecepatan konstan yang memiliki aliran laminar.

Peristiwa pergerakan osilasi bandul di dalam air semakin lama kembali titik setimbang atau berhenti disebut juga osilasi teredam. Pada praktikum, untuk menentukan koefisien viskositas suatu zat cair berdasarkan hukum Stokes digunakan metode bola jatuh. Batasan agar hukum Stokes berlaku jika luas permukaan wadah lebih besar dari ukuran bola, aliran dalam cairan harus laminar. Koefisien kekentalan suatu fluida diukur menggunakan regresi linear hukum Stokes dengan metode bola jatuh (Budianto, 2008). Alexander dan Indelicato (2005) menggunakan pendekatan semiempiris pada osilasi bola teredam, dengan menggunakan osilasi pegas untuk mengukur viskositas cairan yang berbeda dengan menggunakan pendekatan hukum Stokes dan pendekatan semiempiris.

Sebuah bandul yang disimpangkan pada jarak tertentu jika dilepas akan berosilasi dan makin lama bandul akan kembali ke titik setimbang atau berhenti disebabkan oleh gaya pemulih yang arahnya berlawanan dengan simpangan bandul. Peristiwa ini disebut juga

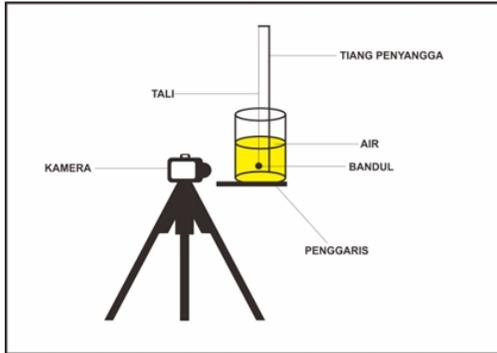
dengan osilasi teredam pada bandul. Osilasi teredam pada bandul disebabkan oleh gaya hambat yang merupakan gaya gesek yang bekerja pada bandul terhadap air. Air merupakan salah satu kebutuhan yang paling penting dalam kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Sebanyak 71% permukaan bumi pada dasarnya berisi air (Irianto, 2015). Fungsi air dalam kehidupan manusia digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti keperluan rumah tangga, industri, pengairan, pertanian, perikanan, air minum, dan sebagainya (Susana, 2013). Penggunaan air dipilih karena lebih mudah ditemukan di sekitar kita dan tidak mengeluarkan biaya. Viskositas adalah ukuran kekentalan suatu fluida atau juga bisa dikatakan viskositas adalah besaran yang menunjukkan seberapa besar gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan benda di dalam sebuah cairan (Ishaq, 2007). Semakin kental suatu fluida, viskositas fluida semakin besar pula. Pada zat cair, viskositas air lebih rendah dari pada sirup, oli, dan minyak. Nilai koefisien viskositas air pada suhu 0°C $1,8 \times 10^{-3}$ Pa.s, pada suhu 20°C $1,0 \times 10^{-3}$ Pa.s, dan pada suhu 100°C $0,3 \times 10^{-3}$ Pa.s (Giancoli, 1998).

Penelitian ini untuk menentukan nilai faktor redaman osilasi bandul dan menentukan nilai viskositas air menggunakan variasi massa dan jari-jari bandul serta variasi diameter wadah silinder dengan metode osilasi bandul sederhana. Untuk mengamati osilasi bandul yang terdapat didalam wadah berisi, digunakan kamera untuk merekam pergerakan tersebut. Sehingga, hasil rekaman berupa video dapat dianalisis oleh aplikasi Logger Pro yang terdapat di laptop atau pun komputer dan akan diperoleh grafik posisi terhadap waktu. Penelitian ini dapat membantu mahasiswa maupun siswa dalam

memahami materi osilasi bandul sederhana dan gerak harmonik teredam melalui eksperimen dalam pembelajaran dan diharapkan siswa dapat mempelajari dan mempraktikkannya sehingga pembelajaran Fisika berbasis kontekstual dapat terlaksana.

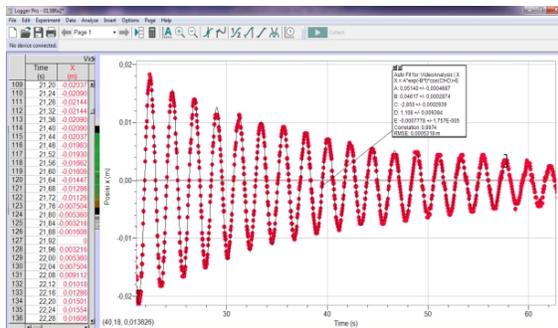
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan 3 buah bandul besi dengan massa dan jari-jari bandul yang bervariasi dengan penyebutan dari massa dan jari-jari bandul terkecil ke terbesar secara berturut bandul A ($0,046 \pm 0,002$ kg dan $0,0100 \pm 0,0001$ m), bandul B ($0,105 \pm 0,005$ kg dan $0,01343 \pm 0,00001$ m), dan bandul C ($0,158 \pm 0,008$ kg dan $0,01515 \pm 0,00001$ m). 2 buah wadah silinder dengan diameter bervariasi, penyebutan wadah dari diameter terkecil ke terbesar yaitu wadah A $0,08612 \pm 0,00004$ m dan wadah B $0,13890 \pm 0,00003$ m, kemudian diisi air pada wadah A sebanyak 500 mL dan wadah B 1000 mL. Tali yang digunakan merupakan tali senar dengan diameter $0,154 \pm 0,002$ mm, dan suhu ruang berkisar $28^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$. Pengukuran viskositas air dilakukan dengan 2 langkah, langkah pertama menggunakan variasi bandul pada wadah yang sama dan langkah kedua menggunakan bandul pada diameter wadah yang berbeda. Bandul digantungkan pada tali 100 cm kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang telah diisi air. Kamera diletakkan sejajar dengan bandul yang telah dimasukkan dalam wadah berisi air kemudian disimpangkan pada jarak 2 cm.



Gambar 1. Rangkaian alat pengambilan data untuk menentukan nilai faktor redaman dan koefisien viskositas air

Metode eksperimen ditunjukkan oleh rangkaian alat pada gambar . Bandul yang simpangkan pada jarak 2 cm ketika dilepaskan akan beresilasi sampai pada titik setimbang. Data yang diambil untuk setiap osilasi bandul sebanyak 5 kali, sehingga untuk kedua wadah data yang diperoleh sebanyak 30 data osilasi bandul. Pergerakan osilasi bandul direkam menggunakan kamera DSLR dengan ukuran lensa 18 mm – 140 mm dan kecepatan merekam 25 *frame/second*, hasil rekaman berupa video dianalisis menggunakan aplikasi *Logger Pro* yang tersedia di laptop. Grafik posisi terhadap waktu merupakan hasil dari fitting data osilasi bandul.



Gambar 2. Grafik posisi x (m) terhadap waktu t (s) bandul A pada wadah A

Setelah grafik diperoleh, kemudian dianalisis menggunakan persamaan “*Damped Harmonic*” yang tersedia pada sub menu *Logger Pro* yaitu

$$x = A \exp(-Bt) \cos(Ct + D) + E \quad (1)$$

Persamaan 1 diatas merupakan persamaan yang terdapat pada teredam kecil (*underdamped*) yaitu

$$x(t) = A e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

Perolehan hasil *fitting* pada grafik posisi terhadap waktu dari koefisien B digunakan untuk mendapatkan nilai faktor redaman sehingga dapat diperoleh nilai koefisien viskositas air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian penentuan nilai faktor redaman osilasi bandul dan viskositas air dengan memvariasikan massa dan jari-jari bandul serta diameter wadah menggunakan aplikasi *Logger Pro* memperoleh grafik posisi terhadap waktu seperti pada gambar 2, dapat dilihat bahwa bentuk osilasi bandul tersebut merupakan osilasi teredam kecil. Sehingga, untuk menentukan nilai faktor redaman osilasi bandul dan viskositas air adalah koefisien B. Nilai faktor redaman osilasi bandul pada wadah A dan wadah B ditentukan dari persamaan

$$\gamma = \frac{b}{2m} \quad (3)$$

dengan γ adalah faktor redaman, b adalah koefisien redaman, dan m adalah massa bandul. Jika, persamaan dimisalkan $\gamma = B$, $\omega = C$, dan $\varphi = D$ maka nilai faktor redaman osilasi bandul adalah nilai dari koefisien B yang diperoleh dari grafik posisi x (m) terhadap waktu t (s). Perolehan 5 data untuk setiap osilasi bandul pada kedua wadah dianalisis menggunakan aplikasi *Logger Pro* kemudian diambil 3 data dari grafik yang tampilannya sesuai dengan osilasi teredam. Hasil

perhitungan faktor redaman osilasi bandul untuk kedua wadah ditunjukkan oleh tabel dibawah ini.

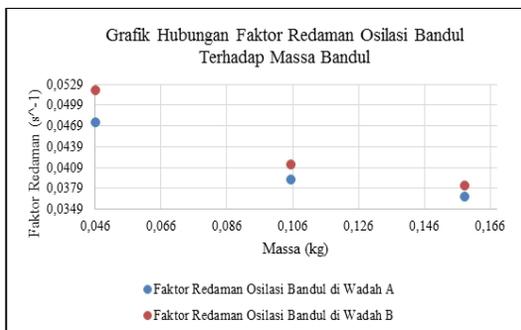
Tabel 1 Tabel analisis faktor redaman osilasi bandul pada wadah A

No.	Faktor Redaman Osilasi Bandul A (s^{-1})	Faktor Redaman Osilasi Bandul B (s^{-1})	Faktor Redaman Osilasi Bandul C (s^{-1})
1.	0,0485 ± 0,0003	0,0384 ± 0,0005	0,0358 ± 0,0005
2.	0,0478 ± 0,0004	0,0397 ± 0,0005	0,0351 ± 0,0003
3.	0,0462 ± 0,0003	0,0396 ± 0,0006	0,0398 ± 0,0003
\bar{y}	0,0475 ± 0,0003	0,0392 ± 0,0005	0,0369 ± 0,0004

Tabel 2 Tabel analisis faktor redaman osilasi bandul pada wadah B

No.	Faktor Redaman Osilasi Bandul A (s^{-1})	Faktor Redaman Osilasi Bandul B (s^{-1})	Faktor Redaman Osilasi Bandul C (s^{-1})
1.	0,0526 ± 0,0004	0,0411 ± 0,0005	0,0384 ± 0,0004
2.	0,0511 ± 0,0003	0,0404 ± 0,0007	0,0370 ± 0,0004
3.	0,0524 ± 0,0004	0,0427 ± 0,0006	0,0396 ± 0,0005
\bar{y}	0,0520 ± 0,0004	0,0414 ± 0,0006	0,0384 ± 0,0004

Berdasarkan tabel 1 dan tabel 2 untuk melihat hubungan antara faktor redaman osilasi bandul terhadap massa bandul pada kedua variasi wadah dibuatlah grafik menggunakan nilai rerata faktor redaman rerata massa bandul. Grafik hubungan faktor redaman terhadap massa bandul dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Grafik hubungan faktor redaman osilasi bandul terhadap massa bandul

Pada penelitian ini, dapat dilihat pada grafik bahwa hubungan faktor redaman osilasi bandul terhadap massa bandul pada kedua wadah berbanding terbalik, dimana saat massa bandul semakin besar nilai faktor redaman semakin kecil. Hal ini sesuai dengan persamaan 3 apabila nilai massa besar menyebabkan nilai faktor redaman osilasi bandul menjadi kecil.

Setelah menentukan nilai faktor osilasi bandul dari kedua wadah, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai koefisien viskositas air. Perhitungan koefisien viskositas air menggunakan persamaan Stokes yaitu

$$F_S = 6\pi r\eta v \quad (4)$$

Bandul dengan jari-jari r bergerak dengan kelajuan v didalam fluida yang telah dihitung nilainya dapat diperoleh nilai viskositas η yang mengalami gaya gesek sebesar

$$F_d = bv \quad (5)$$

b adalah koefisien gesekan, dengan mensubstitusikan b persamaan 4 ke persamaan 5 menjadi

$$b = 6\pi r\eta \quad (6)$$

Untuk menentukan koefisien viskositas air menggunakan persamaan 3 yang disubstitusikan ke persamaan 6 sehingga persamaan yang diperoleh yaitu

$$\eta = \frac{2m\gamma}{6\pi r}$$

atau

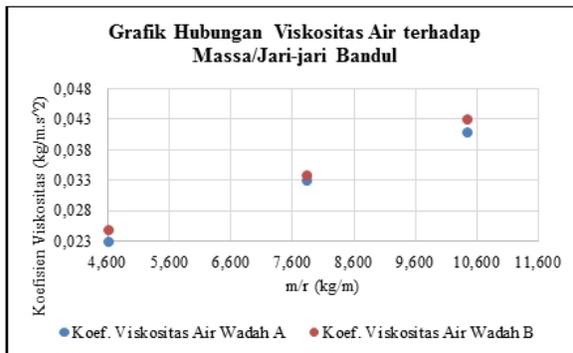
$$\eta = \frac{2mB}{6\pi r} \quad (7)$$

Hasil perhitungan nilai koefisien viskositas air dihitung menggunakan nilai rerata massa m bandul, rerata faktor redaman B osilasi bandul dan rerata jari-jari r bandul ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Tabel analisis nilai koefisien viskositas air

No.	Massa per Jari-jari Bandul di Wadah A (kg/m)	$\eta \pm \Delta\eta$ (kg/m.s ²)	Massa per Jari-jari Bandul di Wadah B (kg/m)	$\eta \pm \Delta\eta$ (kg/m.s ²)
1.	4,600	0,023 ± 0,005	4,600	0,025 ± 0,001
2.	7,818	0,033 ± 0,007	7,818	0,034 ± 0,002
3.	10,429	0,041 ± 0,009	10,429	0,043 ± 0,002

Hasil analisis dari tabel 3 jika dilihat menggunakan grafik, maka akan menjadi seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Grafik hubungan viskositas air terhadap massa/jari-jari bandul

Grafik yang diperoleh merupakan grafik hubungan koefisien viskositas air terhadap massa per jari-jari bandul. Gambar 4 tersebut menunjukkan bahwa semakin besar nilai massa

per jari-jari bandul semakin besar pula nilai koefisien viskositas air. Pada penelitian ini nilai viskositas air jika mengikuti persamaan 6 hasilnya berbanding lurus, hal ini dipengaruhi oleh nilai faktor redaman osilasi bandul yang besar, sehingga apabila nilai m/r dan faktor redaman osilasi bandul besar mempengaruhi perhitungan nilai viskositas air. Oleh karena itu, hasil perhitungan nilai viskositas air pada penelitian ini berbeda dari teori. Perbedaan nilai viskositas air pada penelitian ini lebih besar dari teori disebabkan oleh penggunaan metode hukum Stokes. Jika mengukur viskositas air menggunakan hukum Stokes wadah yang digunakan harus jauh lebih besar dari jari-jari bandul. Penelitian serupa juga dilakukan Alexander dan Indelicato yang mengatakan bahwa terdapat kegagalan dalam menghitung nilai viskositas air menggunakan metode hukum Stokes, sehingga menggunakan pendekatan semiempiris agar nilai viskositas air mendekati teori. Selain Alexander dan Indelicato, untuk memperoleh nilai viskositas air yang mendekati teori dapat menggunakan metode teori Landau –

Lifshitz dan metode teori Landau – Lifshitz dengan koreksi efek dinding seperti yang dikemukakan oleh Leme dan Oliveira.

Penelitian ini dapat membantu siswa maupun pendidik menggunakan metode eksperimen untuk menentukan nilai viskositas air pada materi osilasi bandul sederhana dan osilasi teredam yang dianalisis menggunakan aplikasi *Logger Pro* dalam pembelajaran Fisika. Dengan adanya eksperimen ini diharapkan mampu dan mengetahui cara kerja bandul sederhana pada air sehingga siswa dapat menghitung nilai faktor redaman, viskositas zat cair dan sebagainya. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditemukan disekitar kita. Selain itu juga, pemanfaatan aplikasi *Logger Pro* dan alat-alat elektronik seperti kamera, laptop ataupun komputer dapat digunakan oleh siswa untuk menunjang pengetahuan teknologi dalam bidang Fisika. Aplikasi *Logger Pro* dapat tersedia di internet dan dapat diunduh secara gratis maupun berbayar, selain *Logger Pro* masih ada beberapa aplikasi yang didesain untuk kegiatan eksperimen pada bidang Fisika.

KESIMPULAN

Penelitian menentukan nilai faktor redaman osilasi bandul dan viskositas air menggunakan tiga variasi massa dan jari-jari bandul serta variasi diameter wadah menggunakan aplikasi *Logger Pro* diperoleh nilai faktor redaman osilasi bandul sederhana pada kedua wadah yaitu berbanding terbalik, dimana saat massa bandul semakin besar nilai faktor redaman semakin kecil. Sedangkan untuk nilai koefisien viskositas air berbanding lurus, dimana saat nilai massa per jari-jari bandul semakin besar nilai koefisien viskositas air semakin besar pula. Pada penelitian ini nilai viskositas air berbeda dari teori, hal ini dipengaruhi oleh penggunaan diameter wadah yang kecil sehingga pada saat bandul berosilasi terjadi benturan air terhadap dinding wadah. Seharusnya, jika menggunakan hukum

Stokes diameter wadah yang digunakan harus jauh lebih besar dari bandul. Apabila menggunakan diameter wadah yang kecil maka disarankan untuk menggunakan pendekatan teori Landau – Lifshitz atau menggunakan teori Landau – Lifshitz dengan koreksi efek dinding. Penggunaan teknologi berupa aplikasi pendukung pembelajaran dan alat-alat elektronik dapat membantu pembelajaran Fisika menjadi lebih berkembang ditengah era teknologi yang berkembang pesat. Selain itu, siswa dapat menambahkan cairan yang lebih bervariasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Fisika Universitas Sanata Dharma Ibu Ir. Sri Agustini Sulandari, M.Si. dan Prodi Pendidikan Fisika yang telah menyediakan tempat untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, P. & Indelicato, E. 2005. A semiempirical approach to a viscously damped oscillating sphere. *European Journal of Physics* 26 (1), 1–10.
- Arya, A. P. 1997. *Classical Mechanics* 2nd ed. [http://fulviofrisone.com/attachments/article/468/arya%20%20classical%20mechanics%202nd%20ed\(t\).pdf](http://fulviofrisone.com/attachments/article/468/arya%20%20classical%20mechanics%202nd%20ed(t).pdf). [Diakses tanggal 18 Juli 2020]
- Budianto, A. 2008, Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair Dengan Menggunakan Regresi Linear Hukum Stokes. *Seminar Nasional IV*. pp.158-166.
- Halliday & Resnick. 1978. *Fisika diterjemahkan oleh Pantur Silaban dan Erwin Sucipto*, Jilid ke-1, edk 3, Erlangga, Jakarta.



JIFP

(Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya)

<http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/index>

Vol. 5, No. 1, Juni 2021, 28 - 35

ISSN
(online):
**2549-
6158**

ISSN (print):
**2614-
7467**

- Irianto, I. K. 2015, Buku Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan.
http://repository.warmadewa.ac.id/view/creators/Irianto=3A1_Ketut=3A=3A.html.
[Diakses tanggal 12 Juli 2020]
- Ishaq, M. 2007, Fisika Dasar, edk 2, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Leme, J. C., & Oliveira, A. 2017. Pendulum Underwater – An Approach for Quantifying Viscosity. *The Physics Teacher* 55 (9), 555–557.
- Suparno, P. 2013, Metode Pembelajaran Fisika Konstruktivisme & Menyenangkan, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Susana, T. 2003. Air Sebagai Sumber Kehidupan. *Oseana* 28 (3), 17–25.