

Analisis Efektivitas Virtual Laboratorium Amrita dalam Menjalankan Praktikum Pegas dan Hubungan Variabel dalam Konteks Hukum Hooke

Ayu Kusuma Wardani¹, Adam Malik²

¹² Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati Bandung,
Jl. Cimencrang Panyileukan, Kota Bandung, 40292, Indonesia
Email: ayukusumaalimah@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas *Virtual Laboratorium Amrita* dalam menjalankan praktikum pegas, hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat pada materi pegas, dan kecocokan hasil praktikum dengan teori dasar pegas, yaitu Hukum Hooke. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan massa atau beban yang diberikan pada pegas berbanding lurus dengan perubahan atau peregangan pegas (Δl) saat konstanta pegas dibuat konstan sebesar 30 N/m dan pengaruh konstanta juga berbanding terbalik dengan perubahan atau peregangan pegas (Δl) saat massa atau beban pegas dibuat konstan sebesar 0,15 Kg. Kesimpulannya adalah Laboratorium virtual Amrita merupakan alternatif yang sesuai dan efisien bagi sekolah yang memiliki keterbatasan laboratorium konvensional dalam melakukan eksperimen pegas. Dalam konteks ini, *Virtual Laboratorium Amrita* telah berhasil menghasilkan data eksperimen pegas yang akurat dan sesuai dengan Hukum Hooke, yang merupakan dasar teori yang digunakan dalam praktikum pegas.

Kata Kunci : *Efektivitas, Hukum Hooke, Praktikum pegas, Virtual laboratorium*

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the effectiveness of the Amrita virtual laboratory in conducting the experiment on springs, the relationship between the independent and dependent variables in the context of spring materials, and the conformity of the experimental results with the fundamental theory of springs, namely Hooke's Law. The research method employed was a quantitative experiment. The results of the study indicate that the mass or load applied to the spring is directly proportional to the deformation or elongation (Δl) when the spring constant is kept constant at 30 N/m, and the influence of the spring constant is inversely proportional to the deformation or elongation (Δl) when the mass or load on the spring is kept constant at 0.15 kg. In conclusion, the Amrita virtual laboratory is a suitable and efficient alternative for schools with limited conventional laboratories to conduct spring experiments. In this context, the Amrita virtual laboratory has successfully produced accurate experimental data on springs that are in accordance with Hooke's Law, which serves as the fundamental theory used in the spring experiment.

Keywords : *Effectiveness, Hooke's Law, Spring Experiment, Virtual Laboratory.*

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia masih jauh lebih rendah mutunya jika dibandingkan dengan negara-negara di wilayah Asia Tenggara lainnya (Wahyudi et al., 2022). Sistem pendidikan yang diterapkan di Indonesia sebenarnya hampir serupa dengan negara-negara lain. Namun, perbedaannya terletak pada kesalahan yang terjadi dalam implementasinya di lapangan. Terdapat kesalahan mendasar yang menyebabkan kesenjangan antara tujuan sistem pendidikan tersebut dan pelaksanaannya di lapangan. Akibatnya, tujuan tersebut tidak dapat tercapai dan diselesaikan dengan baik (Saputra, 2023).

Fisika sering dianggap sebagai salah satu mata pelajaran yang sulit dipahami. Pembelajaran fisika melibatkan pengetahuan yang luas yang dapat memperkaya daya nalar, analisis, dan kemampuan berpikir analitis serta deduktif dalam menjelaskan berbagai fenomena alam (Sariasih, 2023). Fisika merupakan salah satu disiplin ilmu sains yang menitikberatkan pada kegiatan penelitian ilmiah di laboratorium yang memerlukan penggunaan perangkat dalam pelaksanaan praktikum fisika di laboratorium (Pahmi et al., 2023). Laboratorium merupakan tempat di mana eksperimen dan penyelidikan dilakukan. Tempat ini bisa berupa ruangan tertutup, kamar, atau bahkan lingkungan terbuka seperti kebun. Secara lebih spesifik, laboratorium adalah ruangan tertutup yang digunakan untuk melakukan eksperimen dan penyelidikan. Tujuan utama laboratorium adalah untuk menerapkan teori ilmiah, melakukan pengujian teoritis, menguji coba, melakukan penelitian, dan kegiatan sejenisnya dengan menggunakan peralatan yang diperlukan dengan kualitas dan jumlah yang memadai (Sariasih, 2023).

Salah satu permasalahan yang sering terjadi saat pembelajaran fisika adalah kurangnya metode belajar praktikum bagi siswa SMA penjurusan IPA khususnya pada materi Fisika. Pembelajaran fisika melibatkan pemahaman teori, konsep, dan hukum fisika, serta memahami aspek proses, sikap ilmiah, dan produk. Selain mempelajari teori, siswa juga diminta untuk memahami mekanisme terjadinya fenomena fisika (Erlinawati et al., 2019). Sebuah fenomena fisika biasanya erat kaitnya dengan praktikum yang biasa dilakukan dalam pembelajaran fisika. Namun, tidak jarang ketidakadaan alat praktikum membuat pembelajaran yang disampaikan hanya terpaku pada teorinya saja tanpa adanya praktikum secara langsung. Sehingga, para siswa akan terpaksa untuk memahami materi dari gambar, video, atau penjelasan gurunya saja (Kusumah & Pradana, 2019).

Dengan pembelajaran terpaku pada teorinya saja tanpa adanya praktikum secara langsung, guru secara tidak langsung akan membuat para siswanya biasa untuk menghafal rumus fisika tanpa disertai pemahaman mengenai alasan dibalik terbentuknya suatu fenomena fisika tersebut. Padahal fisika sebenarnya adalah ilmu pasti yang melahirkan teori fisika itu sendiri, bukanlah teori yang membentuk fenomena yang terjadi (Harefa & Sarumaha, 2020). Oleh karena itu, fisika akan menjadi pelajaran yang mudah dan menyenangkan dipelajari oleh setiap individu, jika dalam proses belajar mengajarnya selalu dikaitkan secara kontekstual dan adanya media belajar baik secara langsung (konvensional) atau virtual (Sugiarto, 2020).

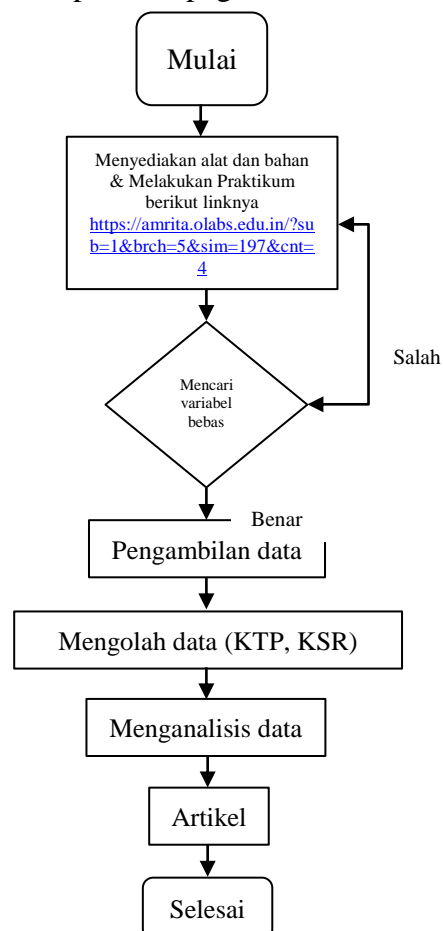
Media belajar virtual saat ini menjadi pilihan yang cocok dan efisien bagi para guru untuk menjelaskan materi yang diajarkannya (Berliani et al., 2021). Dalam Stefani (2012), Ferreira menyatakan bahwa menggunakan laboratorium virtual memiliki beberapa manfaat. Pertama, laboratorium virtual dapat mengatasi keterbatasan waktu dalam mengajarkan seluruh peserta didik di dalam lab hingga mereka memahami. Kedua, laboratorium virtual

juga dapat mengurangi hambatan geografis, memungkinkan siswa atau mahasiswa yang berada jauh dari pusat pembelajaran (kampus) untuk tetap dapat mengaksesnya. Ketiga, penggunaan laboratorium virtual juga memiliki keuntungan ekonomis. Terakhir, laboratorium virtual dapat meningkatkan kualitas eksperimen karena memungkinkan pengulangan untuk mengklarifikasi keraguan dalam pengukuran di laboratorium (Gare et al., 2022).

Salah satu contohnya adalah virtual laboratorium Amrita. *Virtual Laboratorium Amrita* menyediakan banyak sekali pilihan praktikum secara online, mulai dari fisika, kimia, atau biologi. Tujuan dalam artikel ini adalah membahas efektifitas *Virtual Laboratorium Amrita* dalam menjalankan praktikum pegas, hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat pada materi pegas, dan kecocokan hasil praktikum dengan teori dasar pegas, yaitu Hukum Hooke.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan pendekatan kuantitatif (Saifuddin, 2020). Eksperimen dilakukan didalam virtual laboratorium Amrita. Dalam Vlab Amrita pegas, Variabel bebas yang digunakan dalam praktikum ini adalah massa (m) dan konstanta pegas (k). sedangkan variabel terikatnya adalah perubahan pegas (Δl) dan gaya pegas (F). Untuk mencari nilai variabel bebas, Eksperimen pegas ini diulangi sebanyak 30 kali di setiap variabel bebasnya. Alat dan bahan yang digunakan hanya menggunakan 1 buah laptop, smartphone, peralatan untuk mencatat, dan koneksi internet. Fungsi laptop sebagai alat utama dalam praktikum pegas. Sedangkan, smartphone berfungsi sebagai alat bantu dalam menghitung. *Flowchart* pada eksperimen pegas.



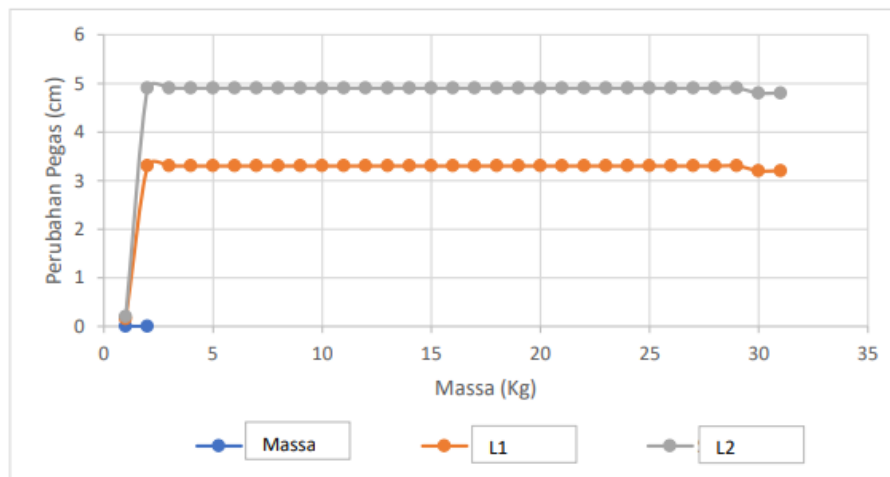
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil eksperimen pegas dengan perbedaan massa pada jenis pegas atau spring yang sama

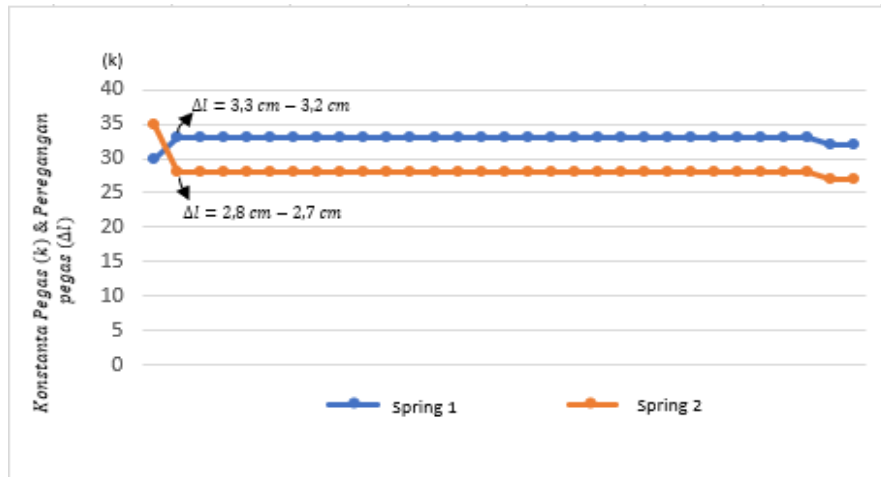
Perpindahan Pegas	KTP Gaya Pegas $x = (\bar{x} \pm \Delta x)$	KSR Gaya Pegas ($\bar{x} \pm KSR\%$)
Spring 1 ($k= 30 \text{ N/m}$) dengan massa = 0,15 kg		
3,3 (28 kali pengukuran)	$(15,14 \pm 2,13)$	$(15,14 \pm 0,14\%)$
3,2 (2 kali pengukuran)	$(15,14 \pm 2,13)$	$(15,14 \pm 0,14\%)$
Spring 1 ($k= 30 \text{ N/m}$) dengan massa = 0,2 kg		
4,9 (28 kali pengukuran)	$(6,10 \pm 2,13)$	$(6,10 \pm 0,35\%)$
4,8 (2 kali pengukuran)	$(6,10 \pm 2,13)$	$(6,10 \pm 0,35\%)$

Tabel 2. Hasil eksperimen pegas dengan perbedaan jenis pegas atau spring dan massa yang sama

Perpindahan Pegas	KTP Gaya Pegas $x = (\bar{x} \pm \Delta x)$	KSR Gaya Pegas ($\bar{x} \pm KSR\%$)
Spring 1 ($k= 30 \text{ N/m}$) dengan massa = 0,15 kg		
3,3 (28 kali pengukuran)	$(15,14 \pm 2,13)$	$(15,14 \pm 0,14\%)$
3,2 (2 kali pengukuran)	$(15,14 \pm 2,13)$	$(15,14 \pm 0,14\%)$
Spring 2 ($k= 35 \text{ N/m}$) dengan massa = 0,15 kg		
2,8 (28 kali pengukuran)	$(2,14 \pm 2,13)$	$(2,14 \pm 0,99\%)$
2,7 (2 kali pengukuran)	$(2,14 \pm 2,13)$	$(2,14 \pm 0,99\%)$



Gambar 1. Grafik perbandingan Δl terhadap dua massa atau beban yang berbeda



Gambar 2. Grafik perbandingan konstantan Pegas ($k = 30 \text{ N/m}$) dengan konstanta pegas ($k = 35 \text{ N/m}$) yang mempengaruhi perubahan atau peregangan pegas (Δl)

Tabel 1 merupakan data yang diperoleh saat melakukan eksperimen pegas di *Virtual Laboratorium Amrita*. Hasil menunjukkan perbedaan yang signifikan pada nilai gaya pegas (F) saat massa atau beban yang diberikan pada pegas menjadi variabel bebas dan konstanta pegas (k) tetap dalam keadaan konstan atau tetap. Terlihat saat mula-mula diberikan massa sebesar $0,15 \text{ Kg} = 150 \text{ gram}$ dengan konstanta pegas sebesar 30 N/m yang konstan, nilai peregangan pegas atau perpindahan pegas menghasilkan $3,3 \text{ cm}$ sebanyak 28 kali dan $3,2 \text{ cm}$ sebanyak 2 kali dari keadaan awalnya.



Sebelum massa diubah menjadi 150 gram



Sesudah massa diubah menjadi 150 gram

Gambar 3. Perubahan perpindahan pegas yang dipengaruhi oleh massa atau beban pada *Virtual Laboratorium Amrita*.

Kemudian, saat massa atau beban yang diberikan pada pegas dinaikkan menjadi $0,20 \text{ Kg} = 200 \text{ gram}$, peregangan pegas atau perpindahan pegas menjadi lebih besar, yaitu $4,9 \text{ cm}$ sebanyak 28 kali dan $4,8 \text{ cm}$ sebanyak 2 kali dari keadaan awalnya.



Pegas saat diberikan beban 150 gram



Pegas saat diberikan beban 200 gram

Gambar 4. Perubahan perpindahan pegas yang dipengaruhi oleh dua massa atau beban yang berbeda pada Virtual Laboratorium Amrita.

Panjang pegas awal (l_1) didalam *Virtual Laboratorium Amrita* tidak disediakan, maka nilai Panjang pegas awal (l_1) didapatkan dengan cara memindah ruas dalam persamaan Hukum Hooke sebagai berikut :

$$\text{rata - rata } x_2 = \frac{3,3 + 3,2}{2} = 3,25$$

$$\Delta l = \frac{F}{k} \quad (1)$$

$$(l_2 - l_1) = \frac{F}{k}$$

$$(3,25 - l_1) = \frac{mg}{k}$$

$$(3,25 - l_1) = \frac{0,15 \text{ kg} \times \frac{9,8 \text{ m}}{\text{s}}}{30 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

$$(3,25 - l_1) = 0,049 \text{ m}^{-1}$$

$$l_1 = 3,25 - 0,049 = 3,201 \text{ cm}$$

Sehingga dari persamaan (1) dapat diketahui panjang awal dari pegas atau spring 1 sebesar 3,201 cm dan pegas atau spring 2 sebesar 2,708 cm. Setelah mendapatkan panjang pegas awal, maka akan dengan mudah untuk mendapatkan gaya pegas (F) yang dicari. Berikut persamaan Hukum Hooke dalam pegas (Hidayatulloh, 2020).

$$F = k\Delta l \quad (2)$$

Dari perbandingan antara dua massa sebesar 0,15 Kg dan 0,20 Kg yang di uji cobakan pada pegas atau spring 1 dalam *Virtual Laboratorium Amrita*, dapat dinyatakan bahwa semakin besar massa yang digantungkan pada pegas atau spring, maka membuat pegas meregang atau mengalami perubahan posisi menjadi lebih besar dari kondisi awal, dimana pernyataan ini selaras dengan hubungan perpindahan pegas (l) yang berbanding lurus dengan gaya pegas (F) dan gaya Pegas didapatkan dari perkalian antara massa (m) dengan percepatan gravitasi (g), dimana rumus gaya pegas ini, biasa dikenal juga dengan Hukum 2 Newton. Namun, perbedaannya terletak pada penggunaan percepatan gravitasi (g) yang digunakan, alih-alih menggunakan percepatan (a) karna menyesuaikan dengan kebutuhan dalam praktikum. Tetapi hal ini masih dianggap wajar, karena baik percepatan gravitasi (g) atau

percepatan (a) memiliki satuan yang sama yaitu m/s^2 .

$$\Delta l = \frac{F}{k} = \frac{m \cdot g}{k} \quad (3)$$

Dimana,

$\Delta l = (l_2 - l_1)$: perpindahan pegas

F : Gaya Pegas (N)

m : Massa (Kg)

g : Percepatan Gravitasi ($9,8 \frac{m}{s^2}$)

k : Konstantan pegas

Gambar 1 merupakan interpretasi dari Tabel 1, dimana L1 adalah perubahan pegas pertama yang dipengaruhi oleh massa pertama sebesar 0,15 Kg yang disimbolkan dengan garis atau titik berwarna biru. Sedangkan, L2 adalah perubahan pegas kedua yang dipengaruhi oleh massa kedua sebesar 0,20 Kg. Jika diperhatikan titik biru berada disebelah kiri pojok dekat dengan angka nol pada arah horizontal. Hal tersebut disebabkan nilai interval kedua massa yang mempengaruhi peregangan pegas sangat kecil, dan juga massa yang awalnya memiliki satuan gram dibuat dalam satuan Kg, sehingga membuat titik yang mewakili massa sangatlah kecil.

Kemudian, pada garis titik berwarna orange menginterpretasikan data pengukuran perubahan pegas (Δl) yang dipengaruhi oleh massa sebesar 0,15 Kg, dimana hasil pengukurannya didominasi dengan perolehan perubahan pegas (Δl) sebesar 3,3 cm. Jika diperhatikan dua titik terakhir dari sebelah kanan terlihat lebih menurun dari garis titik sebelumnya, hal ini disebabkan karna nilai pengukuran yang didapatkan sebesar 3,2 cm.

Sedangkan pada garis titik abu-abu menginterpretasikan data pengukuran perubahan pegas (Δl) yang dipengaruhi oleh massa sebesar 0,20 Kg, dimana hasil pengukurannya didominasi dengan perolehan perubahan pegas (Δl) sebesar 4,9 cm. Jika diperhatikan dua titik terakhir dari sebelah kanan terlihat juga lebih menurun dari garis titik sebelumnya, hal ini disebabkan karna nilai pengukuran yang didapatkan sebesar 4,8 cm.

Tabel 2 merupakan hasil perbandingan antara dua pegas atau spring yang memiliki nilai konstanta pegas (k) yang berbeda, yaitu $k_1 = 30 \text{ N/m}$ dan $k_2 = 35 \text{ N/m}$. Dalam percobaan ini, massa atau beban yang diberikan pada pegas dibuat tetap atau konstan, sebesar 0,15 Kg. Sehingga dari percobaan ini, dapat diketahui elastisitas pegas 1 lebih besar dari pada pegas 2, karna perubahan pegas (Δl) 1 sebesar 3,3 cm sedangkan perubahan pegas (Δl) 2 sebesar 2,8 cm. Sesuai pernyataan Febi, (2021) Jika beberapa pegas ditarik dengan kekuatan yang sama, panjang tambahan yang terjadi pada setiap pegas akan bervariasi. Variasi ini terjadi karena karakteristik unik dari masing-masing pegas. Dimana, masing-masing pegas atau spring memiliki nilai konstanta pegas (k) yang mengindikasikan karakteristik pegas itu sendiri.

Gambar 2 terdiri dari dua garis titik yang memiliki warna yang berbeda yaitu biru dan orange, dimana garis titik orange menggambarkan konstanta pegas 1 ($k = 30 \text{ N/m}$) dan garis titik biru menggambarkan konstanta pegas 2 ($k = 35 \text{ N/m}$). **Titik pertama** baik dari warna biru ataupun warna orange merepresentasikan besar konstanta pegas, kemudian **titik kedua sampai titik terakhir** merepresentasikan nilai perubahan pegas (Δl) yang dimiliki oleh setiap pegas.

Makna dari $\Delta l = 3,3\text{cm} - 3,2\text{cm}$ atau $\Delta l = 2,8\text{cm} - 2,7\text{cm}$ adalah interval dari perubahan atau peregangan pegas (Δl) tersebut. Dapat diperhatikan juga pada 2 titik terakhir disetiap garis titik mengalami penurunan posisi, sebagai penggambaran dari penurunan interval yaitu dari 3,3cm menuju 3,2cm atau 2,8cm menuju 2,7cm.

Dalam pengukuran tabel 1 dan tabel 2 menyertakan ketidakpastian mutlak (KTP) dan ketidakpastian relatif (KSR). Semakin kecil ketidakpastian mutlak (KTP) yang bisa dicapai (Δx), semakin besar tingkat ketepatan hasil pengukuran yang dilakukan (Mauliana & Sofia, 2022). Sedangkan ketidakpastian relatif (KSR) digunakan untuk mengetahui presentase ketepatan atau keakuratan pengukuran (Azhari & Zariatin, 2021). Dalam tabel 1 dan tabel 2 ketidakpastian mutlak (KTP) yang dimiliki terbilang kecil. Dipresentasikan juga dalam ketidakpastian relatif (KSR) bahwa ketiga pengukuran memiliki keakuratan yang baik, dimana Pegas atau spring 1 dengan massa 0,15 Kg memiliki KSR sebesar $\pm 0,14\%$, pegas atau spring 1 dengan massa 0,20 Kg memiliki KSR sebesar $\pm 0,35\%$, dan pegas atau spring 2 dengan massa 0,20 Kg memiliki KSR sebesar $\pm 0,99\%$. Hasil penelitian ini diperkuat dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Simarmata, (2023) mengenai Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang menggunakan pendekatan saintifik dengan bantuan *Virtual Laboratorium Amrita Olabs* dalam materi elastisitas. LKPD yang telah dihasilkan telah melewati validasi oleh ahli materi dengan rata-rata 92,85%, menunjukkan kelayakan yang sangat baik. Selain itu, validasi oleh ahli media juga telah dilakukan dengan hasil 93,18% dan kriteria sangat layak.

PENUTUP

Kesimpulannya adalah *Virtual Laboratorium Amrita* merupakan pilihan laboratorium pengganti yang cocok dan efisien bagi sekolah yang terkendala pada terbatasnya laboratorium konvensional, dalam hal kajian ini mengenai pegas. Karna hasil dari percobaan pegas dinyatakan akurat dan sesuai dengan teori dasar yang dipakai dalam praktikum pegas, yaitu Hukum Hooke. Dimana, semakin besar massa atau beban yang digantungkan pada pegas akan menimbulkan peregangan pegas (Δl) semakin besar juga. Namun tingkat regangan dari pegas juga dipengaruhi oleh konstanta pegas k (elastisitas pegas). Pegas yang memiliki elastisitas yang baik atau artinya pegas tersebut mudah meregang, maka konstantanya akan semakin kecil, yang mana diiringi dengan perubahan pegas (Δl) yang semakin lebar.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, F., & Zariatin, D. L. (2021). Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Automatic Tight-Lock Coupler Kereta MRT Jakarta Berbasis Arduino. *SEMNAS TERATA (Seminar Nasional Teknologi Dan Riset Terapan)*, 3, 85–91.
- Berliani, T., Wahyuni, R., & Lenny, R. (2021). Implementasi Supervisi Akademik dalam Rangka Peningkatan Profesionalisme Guru Masa Pandemi Covid 19 di SDN 5 Langkai Kota Palangka Raya. *Equity in Education Journal*, 3(1), 1–10.
- Erlinawati, C. E., Bektiarso, S., & Maryani, M. (2019). Model pembelajaran project based learning berbasis STEM pada pembelajaran fisika. *Fkip E-Proceeding*, 4(1), 1–4.

- Febi, Y. S. (2021). *Efektivitas Model Pembelajaran Blended Learning Berbantuan Schoology dan Google Classroom terhadap Pemahaman Konsep dan Kemampuan Generik Sains Siswa*.
- Gare, O. B., Lolowang, J., & Polii, J. (2022). Pengembangan Modul Praktikum Deviasi Dan Indeks Bias Prisma Berbasis Laboratorium Virtual. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(1), 37–43.
- Harefa, D., & Sarumaha, M. (2020). *Teori Pengenalan Ilmu Pengetahuan Alam Sejak Dini*. Pm Publisher.
- Hidayatulloh, A. (2020). Analisis kesulitan belajar fisika materi elastisitas dan hukum hooke dalam penyelesaian soal–soal fisika. *Kappa Journal*, 4(1), 69–75.
- Hidayatulloh, A. (2020). Analisis kesulitan belajar fisika materi elastisitas dan hukum hooke dalam penyelesaian soal–soal fisika. *Kappa Journal*, 4(1), 69–75.
- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan trainer interfacing mikrokontroler dan internet of things berbasis esp32 pada mata kuliah interfacing. *Journal Cerita*, 5(2), 120–134.
- Mauliana, M. I., & Sofia, N. (2022). MODUL PRAKTIKUM FISDAS: Praktikum Online Penunjang Penunjang Perkuliahan Fisika Dasar. *Umsida Press*, 1–36.
- Pahmi, S., Hudaya, C., & Jaya, A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Tefa (Teaching Factory) Dalam Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMK. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 9(1), 1–15.
- Saputra, A. K. (2023). *Keterbelakangan Kualitas Pendidikan Di Indonesia*.
- Sariasih, N. M. (2023). Penerapan model pembelajaran sscs untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa kelas XI MIPA 1 SMA Negeri 1 Mengwi. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 3(4), 581–591.
- Simarmata, M. G. P. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Pendekatan Saintifik Berbantuan Laboratorium Virtual Amrita Olabs Pada Materi Elastisitas Di SMAN 1 Bilah Hulu. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 11(02).
- Sugiarto, T. (2020). *E-Learning Berbasis Schoology Tingkatkan Hasil Belajar Fisika* (Vol. 550259). cv. Mine.
- Wahyudi, L. E., Mulyana, A., Dhiyaz, A., Ghandari, D., Dinata, Z. P., Fitoriq, M., & Hasyim, M. N. (2022). Mengukur kualitas pendidikan di Indonesia. *Ma'arif Journal of Education, Madrasah Innovation and Aswaja Studies*, 1(1), 18–22.