

Penggunaan Alat Peraga Spring Elasticity IoT Meter (SEIM) untuk Mengukur Periode dan Frekuensi Pegas Berbasis ESP8266 Menggunakan Sensor HC-SR04 dan Blynk

Anggraini Saraswati*, Matsun, Lia Angraeni

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan MIPA dan Teknologi, Universitas PGRI Pontianak, Pontianak, Indonesia

*anggsaraswati@gmail.com

ARTICLE INFO

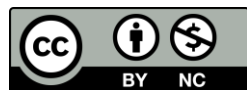
Article history:

Received 09 September 2025

Revised 10 October 2025

Accepted 07 January 2026

Available online 15 January 2026



This is an open access article under the [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license. Copyright © 2025 by Author. Published by Physical Society Indonesia

measurement of the frequency of the spring had an accuracy range of 97.62-99.28% and an average error of 0.03 Hz. Responses from 30 students to the SEIM teaching aids had an average percentage value of 86% with the criteria of very agree.

Keywords: Physics; Sensors; Microcontrollers; Blynk; IoT.

ABSTRACT

This study aims to determine the validation, accuracy, and response of students to the use of physics learning media in the form of Spring Elasticity IoT Meter (SEIM) teaching aids to measure the period and frequency of springs in real-time with variations in load mass. SEIM is designed using ESP8266 microcontroller, HC-SR04 ultrasonic sensor, keypad, and I2C LCD integrated using the Blynk application on smartphones as an Internet of Things (IoT)-based data display. The method used is R&D with the ADDIE development model. SEIM testing through the validation of material and media experts has an average percentage score of 86% with very feasible criteria. The measurement of the accuracy level of SEIM to the theoretical formula with masses of 0.05 kg, 0.07 kg, 0.09 kg, and 0.11 kg in the measurement of the spring period had an accuracy range of 96-98.21% and an average error of 0.01 s. The

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validasi, akurasi, dan respon siswa terhadap penggunaan media pembelajaran fisika berupa alat peraga Spring Elasticity IoT Meter (SEIM) untuk mengukur periode dan frekuensi pegas secara real-time dengan variasi massa beban. SEIM dirancang menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor ultrasonik HC-SR04, keypad, dan LCD I2C yang diintegrasikan menggunakan aplikasi Blynk di *smartphone* sebagai tampilan data berbasis Internet of Things (IoT). Metode yang digunakan adalah R&D dengan model pengembangan ADDIE. Pengujian SEIM melalui validasi ahli materi dan media memiliki nilai rata-rata persentase 86% dengan kriteria sangat layak. Pengukuran tingkat akurasi SEIM terhadap rumus teori dengan massa 0,05 kg, 0,07 kg, 0,09 kg, dan 0,11 kg pada pengukuran periode pegas memiliki rentang akurasi 96-98,21% dan rata-rata *error* 0,01 s. Pengukuran frekuensi pegas memiliki rentang akurasi 97,62-99,28% dan rata-rata *error* 0,03 Hz. Respon dari 30 siswa terhadap alat peraga SEIM memiliki nilai rata-rata persentase 86% dengan kriteria sangat setuju.

Kata Kunci: Fisika; Sensor; Mikrokontroler; Blynk; IoT.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi internet yang pesat seperti teknologi Internet of Things (IoT) dan pemanfaatan *smartphone* yang mendukung aplikasi monitoring data telah membawa inovasi dalam berbagai aspek salah satunya dalam pendidikan dan penelitian fisika (Crysostomus et al., 2025). Konsep dalam fisika seringkali memerlukan eksperimen untuk mempermudah siswa memahami konsep yang abstrak. Pengukuran yang presisi sangat diperlukan dalam eksperimen fisika untuk mendapatkan data yang akurat. Salah satu konsep dalam fisika yang memerlukan pengukuran yang presisi adalah pengukuran periode dan frekuensi pegas (Setyawati et al., 2023). Secara konvensional pada eksperimen fisika untuk pengukuran periode dan frekuensi pegas menggunakan *stopwatch*, hal ini diindikasikan rentan terjadinya kesalahan manusia (*human error*) yang dapat menyebabkan

kurang akuratnya data yang diperoleh (Yulkifli et al., 2017; Handayani et al., 2019). Hal yang perlu dilakukan dalam mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan alat peraga yang memiliki kemampuan dalam pengukuran yang lebih presisi, data yang dihasilkan secara *real-time*, dan dapat diintegrasikan dengan teknologi IoT (Suprianto, 2024).

Solusi inovatif dalam penggunaan alat peraga untuk eksperimen pengukuran periode dan frekuensi pegas adalah menggunakan mikrokontroler ESP8266 dengan memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 yang memiliki akurasi tinggi (≤ 3 mm) dan terbukti efektif dalam pengukuran jarak dan respon cepat (Masyruhan et al., 2020; Taneo et al., 2021). Alat peraga yang berhasil dikembangkan yaitu *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) yang dapat melakukan pengukuran periode dan frekuensi pegas secara otomatis. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran selanjutnya dikirim ke *platform* Blynk, sehingga siswa dapat dengan mudah melihat hasil pengukuran periode dan frekuensi pegas secara *real-time* melalui *smartphone* maupun PC/Laptop. Blynk digunakan dalam alat peraga SEIM menunjukkan keunggulan dalam visualisasi data dan kemudahan akses dalam monitoring hasil pengukuran (Syukhron et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga SEIM dalam mempermudah pengukuran periode dan frekuensi pegas dengan memanfaatkan IoT serta *platform* Blynk. Alat peraga SEIM diharapkan dapat menjadi media pembelajaran dalam eksperimen fisika yang efektif dan inovatif. Hasil dari pengujian alat peraga SEIM diharapkan menunjukkan data yang akurat dengan data pembandingan dari metode konvensional, sehingga dapat membuka peluang dalam pengembangan lebih lanjut terhadap eksperimen fisika berbasis IoT.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model *pengembangan Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* (ADDIE). Pengambilan data dilakukan di laboratorium program studi pendidikan fisika Universitas PGRI Pontianak dan di SMA Islam Bawari Pontianak dengan rentang waktu dari bulan Januari hingga Juni 2025. Komponen yang digunakan dalam alat peraga SEIM yaitu ESP8266, USB tipe mikro, Sensor ultrasonik HC-SR04, *mounting bracket* HC-SR04, pegas 15 cm, beban, LCD I2C 20×4, keypad 4×1, *jumper male to female*, *male to male*, *female to female*, soket kabel, box X5, klem, aluminium batangan sebagai statif, *platform* Blynk, dan *smartphone*.

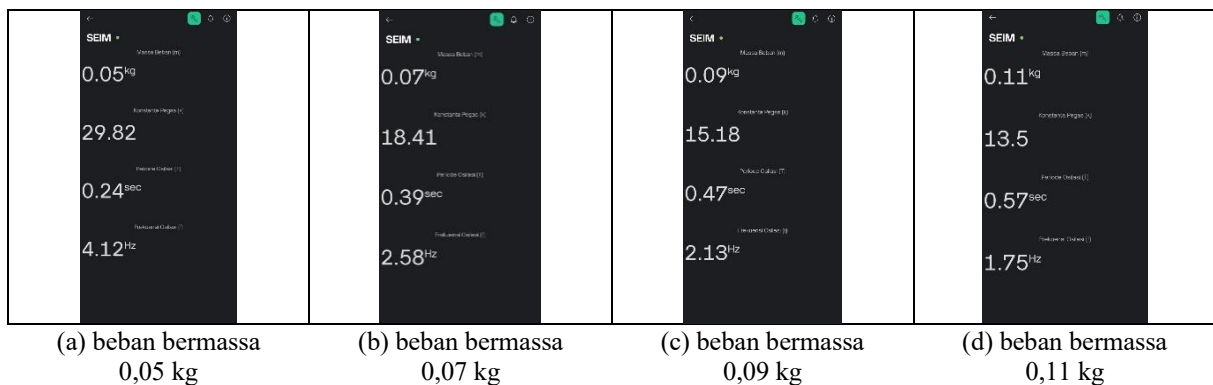
Teknik pengumpulan data berupa uji coba alat peraga SEIM untuk mendapatkan data periode dan frekuensi pegas. Penilaian alat peraga SEIM didapatkan dari instrumen validasi oleh ahli media dan materi, pengukuran tingkat akurasi, dan respon siswa. Pengukuran periode dan frekuensi pegas menggunakan beban dengan variasi beban dengan massa 0,05 kg, 0,07 kg, 0,09 kg, dan 0,11 kg. Data pengukuran dari pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 dibandingkan dengan pengukuran teoritis hubungan antara massa (m) dibandingkan periode (T) menggunakan persamaan 1.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

Data pengukuran dari pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 dibandingkan dengan pengukuran teoritis hubungan antara massa (m) dibandingkan frekuensi (f) menggunakan persamaan 2.

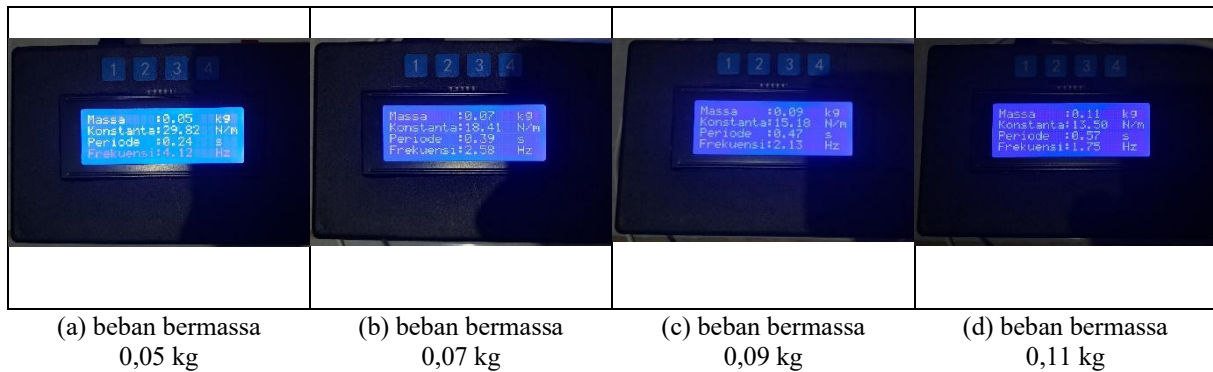
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2)$$

Data hasil pengukuran ditampilkan di *platform* Blynk pada *smartphone*, dan LCD I2C 20×4. Hasil pengukuran pada tampilan *platform* Blynk di *smartphone* dapat dilihat pada Gambar 1.



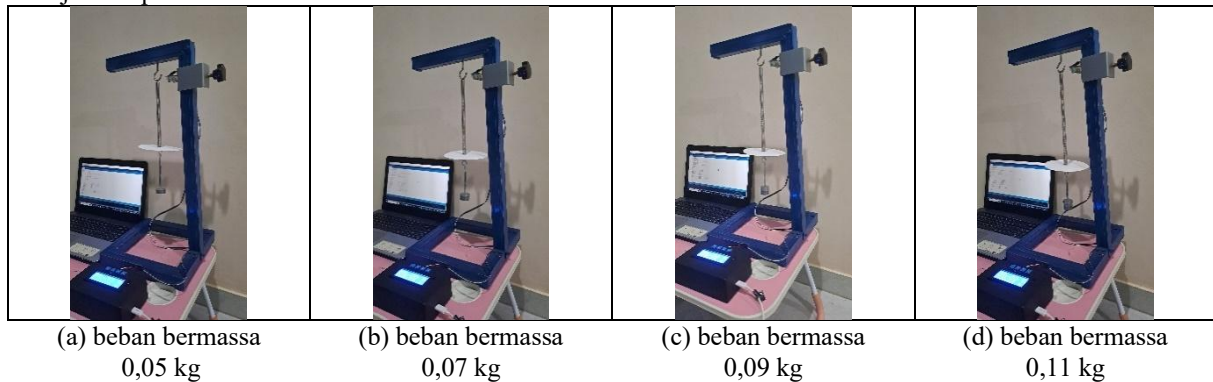
Gambar 1. Hasil pengukuran pada tampilan *platform* Blynk di *smartphone*

Hasil pengukuran pada tampilan LCD I2C 20×4 dapat dilihat pada Gambar 2.



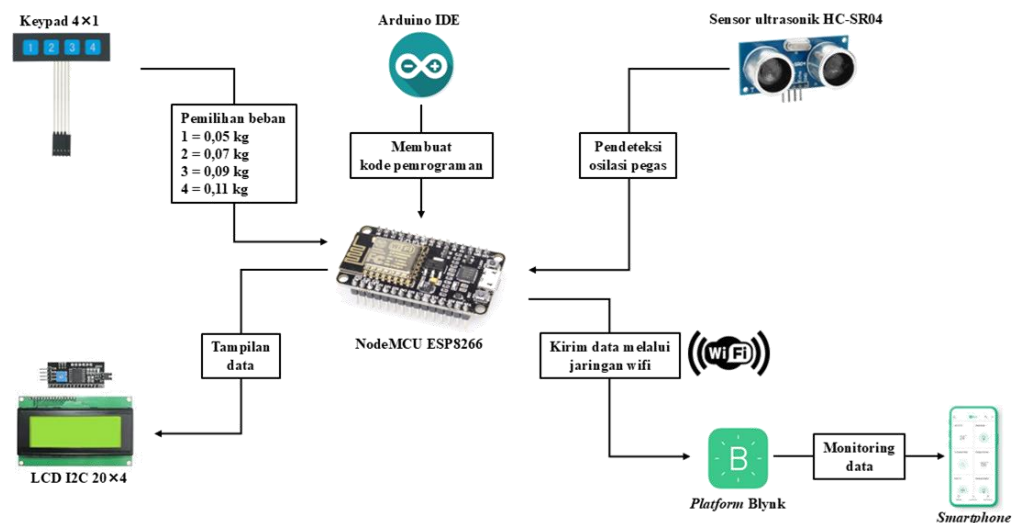
Gambar 2. Hasil pengukuran pada tampilan LCD I2C 20×4

Statif yang digunakan dibuat menggunakan bahan aluminium batangan yang diberi baut tipe J. Klem jepit pada statif dipasang sensor ultrasonik HC-SR04 dengan fungsi bisa naik turun menyesuaikan posisi ujung pegas yang ditunjukkan pada Gambar 3.



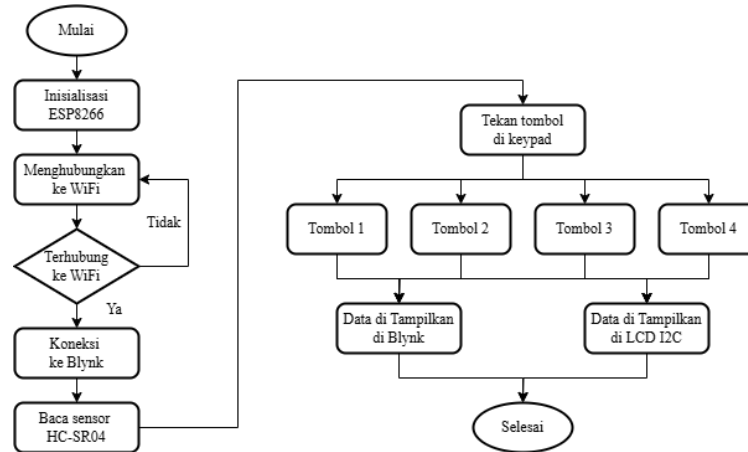
Gambar 3. Pengukuran periode dan frekuensi pegas dengan variasi massa beban

Diagram alur dari sistem alat peraga SEIM untuk mengukur periode dan frekuensi pegas yang diberi beban dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alur alat peraga SEIM

Aplikasi Arduino IDE berfungsi untuk memprogram ESP8266 dengan membaca input dari keypad, kemudian dilanjutkan dengan memproses data sensor ultrasonik HC-SR04 untuk pengukuran periode dan frekuensi pegas secara *real-time* dengan data yang diperoleh ditampilkan ke LCD dan dikirim melalui jaringan wifi ke *platform* Blynk yang ditampilkan ke *smartphone*. Flowchart alat peraga SEIM untuk pengukuran periode dan frekuensi pegas dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart alat peraga SEIM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Hasil validasi ahli materi untuk tingkat kelayakan alat peraga *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penilaian ahli materi terhadap kelayakan alat peraga SEIM

No.	Aspek	Validator		Rata-Rata Persentase	Kriteria
		1	2		
1.	Tujuan pembelajaran	84%	86%	85%	Sangat Layak
2.	Materi	85%	87%	86%	Sangat Layak
3.	Waktu	86%	87%	86,5%	Sangat Layak
4.	Manfaat	85%	88%	86,5%	Sangat Layak
Rata-Rata Persentase				86%	Sangat Layak

Hasil validasi ahli media untuk tingkat kelayakan alat peraga *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penilaian ahli media terhadap kelayakan alat peraga SEIM

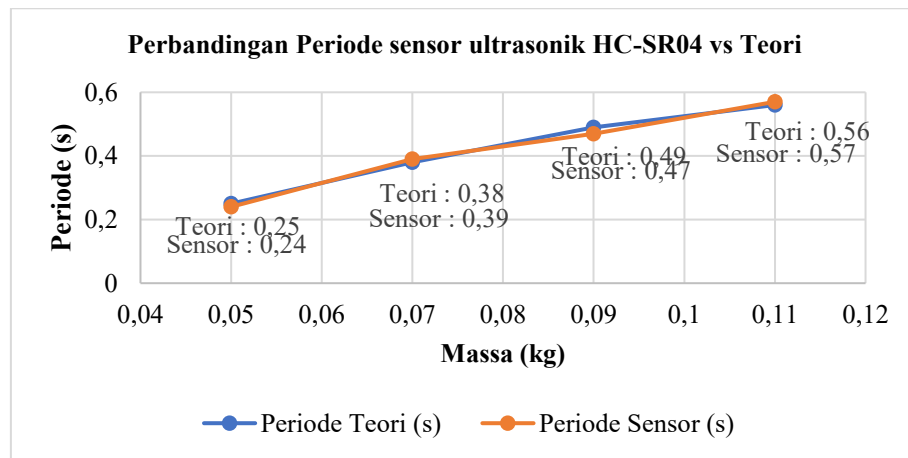
No.	Aspek	Validator		Rata-Rata Persentase	Kriteria
		1	2		
1.	Ketepatan konsep	86%	85%	85,5%	Sangat Layak
2.	Tampilan	87%	86%	86,5%	Sangat Layak
3.	Ketahanan	85%	85%	85%	Sangat Layak
4.	Multifungsi	88%	87%	87,5%	Sangat Layak
5.	Ukuran	85%	86%	85,5%	Sangat Layak
6.	Bahan	86%	85%	85,5%	Sangat Layak
7.	Pengoperasian	85%	88%	86,5%	Sangat Layak
Rata-Rata Persentase				86%	Sangat Layak

Pengukuran tingkat akurasi alat peraga *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) untuk mengukur periode pegas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat akurasi alat peraga SEIM dibandingkan teori pada pengukuran periode pegas

Massa (kg)	Periode Teori (s)	Periode Sensor (s)	Error Periode (s)	Akurasi Periode (%)
0,05	0,25	0,24	0,01	96
0,07	0,38	0,39	0,01	97,37
0,09	0,49	0,47	0,02	95,92
0,11	0,56	0,57	0,01	98,21

Grafik perbandingan periode sensor ultrasonik HC-SR04 vs Teori dapat dilihat pada Gambar 6.



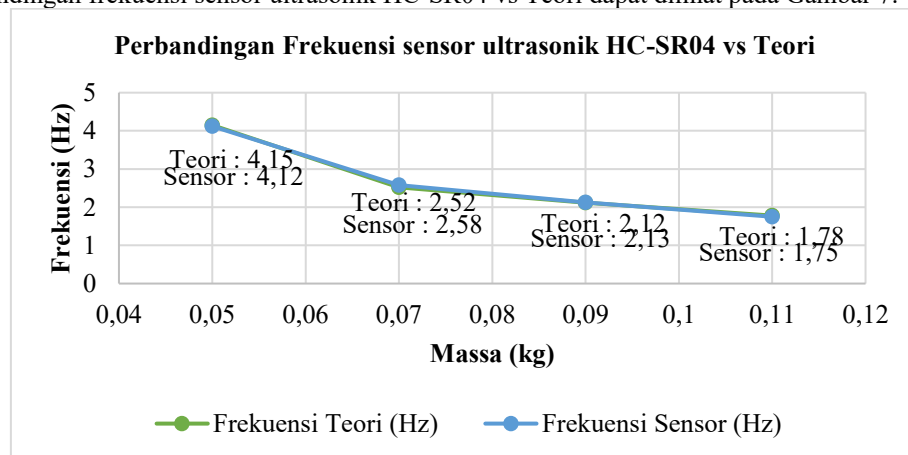
Gambar 6. Grafik perbandingan periode sensor ultrasonik HC-SR04 vs Teori

Pengukuran tingkat akurasi alat peraga *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) untuk mengukur frekuensi pegas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat akurasi alat peraga SEIM dibandingkan teori pada pengukuran frekuensi pegas

Massa (kg)	Frekuensi Teori (Hz)	Frekuensi Sensor (Hz)	Error Frekuensi (Hz)	Akurasi Frekuensi (%)
0,05	4,15	4,12	0,03	99,28
0,07	2,52	2,58	0,06	97,62
0,09	2,12	2,13	0,01	99,53
0,11	1,78	1,75	0,03	98,31

Grafik perbandingan frekuensi sensor ultrasonik HC-SR04 vs Teori dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik perbandingan frekuensi sensor ultrasonik HC-SR04 vs Teori

Hasil analisis respon siswa terhadap penggunaan alat peraga SEIM dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria kualitatif respon siswa terhadap alat peraga SEIM

Responden	Aspek	Persentase	Kriteria
30 Siswa	Pemahaman Konsep	84%	Sangat Setuju
	Keterampilan dan Kinerja Media Pembelajaran	86%	Sangat Setuju
	Kualitas Alat Peraga SEIM	87%	Sangat Setuju
	Akurasi Alat Peraga SEIM	87%	Sangat Setuju
Rata-Rata Persentase		86%	Sangat Setuju

3.2. Pembahasan

Hasil pengukuran menggunakan alat peraga *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) untuk mengukur periode dan frekuensi pegas. Pada pengukuran periode pegas yang dapat dilihat pada grafik hubungan massa (m) berbanding periode (T) yang disajikan pada Gambar 6 menunjukkan periode antara pengukuran menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dibandingkan rumus teoritis menghasilkan nilai periode berbanding lurus dengan akar massa ($T \propto \sqrt{m}$). Nilai yang diperoleh yaitu semakin besar massa pegas yang digantungkan pada pegas, maka nilai periode juga semakin besar.

Pada pengukuran frekuensi pegas yang dapat dilihat pada grafik hubungan massa (m) berbanding frekuensi (f) yang disajikan pada Gambar 7 menunjukkan frekuensi antara pengukuran menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dibandingkan rumus teoritis menghasilkan nilai frekuensi berbanding terbalik dengan akar massa ($f \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$). Nilai yang diperoleh yaitu semakin besar massa pegas yang digantungkan pada pegas, maka nilai frekuensi semakin kecil.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan alat peraga *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) untuk mengukur periode dan frekuensi pegas berbasis ESP8266 menggunakan sensor HC-SR04 dan Blynk mendapatkan kriteria sangat layak digunakan dengan rata-rata nilai persentase 86% berdasarkan hasil validasi dari 2 orang ahli materi yang disajikan pada Tabel 1. Hasil validasi dari 2 orang ahli media mendapatkan kriteria sangat layak digunakan dengan rata-rata nilai persentase 86% yang disajikan pada Tabel 2. Tingkat akurasi alat peraga *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) dibandingkan teori pada pengukuran periode pegas dengan variasi massa bebas yaitu pada massa 0,05 kg memiliki nilai akurasi 96% dan *error* 0,01 s. Massa 0,07 kg memiliki nilai akurasi 97,37% dan *error* 0,01 s. Massa 0,09 kg memiliki nilai akurasi 95,92% dan *error* 0,02 s. Massa 0,11 kg memiliki nilai akurasi 98,21% dan *error* 0,01 s yang disajikan pada Tabel 3. Tingkat akurasi alat peraga *Spring Elasticity IoT Meter* (SEIM) dibandingkan teori pada pengukuran frekuensi pegas dengan variasi massa bebas yaitu pada massa 0,05 kg memiliki nilai akurasi 99,28% dan *error* 0,03 Hz. Massa 0,07 kg memiliki nilai akurasi 97,62% dan *error* 0,06 Hz. Massa 0,09 kg memiliki nilai akurasi 99,53% dan *error* 0,01 Hz. Massa 0,11 kg memiliki nilai akurasi 98,31% dan *error* 0,03 Hz yang disajikan pada Tabel 4. Sebagai media pembelajaran fisika untuk melakukan praktikum dalam melakukan pengukuran periode dan frekuensi pegas mendapat respon yang positif dari siswa SMA Islam Bawari Pontianak dengan jumlah responden sebanyak 30 siswa mendapatkan nilai rata-rata persentase 86% dengan kategori sangat setuju yang disajikan pada Tabel 5.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan MIPA dan Teknologi, Universitas PGRI Pontianak dan SMA Islam Bawari Pontianak atas dukungannya dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Crysostomus, N., Dewi, K., & Kesuma, D. P. (2025). Perkembangan dan Implementasi Internet of Things di Berbagai Sektor: Systematic Literature Review. *Jurnal Konstelasi: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.24002/konstelasi.v5i1.11626>.
- Masyruhan, M., Pratiwi, U., & Hakim, Y. A. (2020). Perancangan Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Mikrokontroler Arduino sebagai Media Pembelajaran. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 6(2), 134-145. <http://dx.doi.org/10.32699/spektra.v6i2i.145>.
- Handayani, L., Yulkifli, & Yohandri. (2019). Pembuatan Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana pada Bandul Berbasis Sensor Ping dan Sensor Photogate dengan Tampilan PC. *Pillar of Physics*, 12(1), 54-61.
- Setyawati, E. T., Afifah, K. Y., & Amrudin, F. (2023). Pembuatan Alat Peraga Berbasis IoT untuk Praktikum Gerak Osilasi pada Bandul. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika IX 2023 Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP. Madiun: Universitas PGRI Madiun.
- Suprianto, G. (2024). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam Proses Pengeringan Rimpang dengan Menggunakan Platform Node-Red. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 11(6), 1303-1312. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2024118684>.
- Syukhron, I., Rahmadewi, R., & Ibrahim. (2021). Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT. *ELECTRICIAN :Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 15(1), 1-11. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n1.2158>.
- Taneo, M., Boimau, I., & Mataubenu, K. D. F. (2021). Rancang Bangun Alat Peraga Gerak Harmonik Sederhana Berbasis Arduino pada Sistem Pegas. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) FKIP UM Metro*, 9(2), 239-253. <http://dx.doi.org/10.24127/jpf.v9i2.3739>.
- Yulkifli, Yohandri, & Hatthoahira. (2017). Rancang Bangun Set Eksperimen Gerak Harmonis Sederhana Menggunakan Sensor Ping dan Photodiode Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 13(3), 78-85.