

ANALISIS EKSPERIMEN PENENTUAN KONSTANTA PEGAS MENGUNAKAN METODE STATIS, DINAMIS, APLIKASI PHYPOX DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

Yanti Widiastuti^{1*}, Fourier Dzar Eljabbar Latief²

¹Program Studi Pengajaran Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung

² Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung

*Email korespondensi: jengwidi04@gmail.com

ABSTRAK

Menerapkan kolaborasi pembelajaran dengan menganalisis kesesuaian Kompetensi Dasar (KD), menjadi salah satu bentuk upaya untuk meringankan beban belajar peserta didik di Sekolah Menengah Atas terutama pada kegiatan eksperimen untuk menentukan konstanta pegas. Hal ini dapat menjadi salah satu bentuk strategi pembelajaran yang mengidentifikasi kesesuaian dan keterkaitan antar Kompetensi Dasar (KD) dalam pembelajaran fisika, agar terintegrasi dan bermakna bagi peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil penentuan konstanta pegas dengan menggunakan metode statis, metode dinamis berbasis lab, dan penggunaan aplikasi Phyphox melalui pengukuran tunggal maupun berulang dalam proses pembelajaran fisika di SMA. Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, didapatkan nilai konstanta pegas dari metode statis $k = (3,6160 \pm 0,1012) \times 10^1$ N/m dan $k = (3,609 \pm 0,144) \times 10^1$ N/m, metode dinamis untuk simpangan 1 cm sebesar $k = (2,7140 \pm 0,1797) \times 10^1$ N/m dan $k = (2,7390 \pm 0,0445) \times 10^1$ N/m, metode dinamis untuk simpangan 2 cm sebesar $k = (2,7140 \pm 0,1797) \times 10^1$ N/m, dan menggunakan aplikasi Phyphox $k = (2,6814 \pm 0,0434) \times 10^1$ N/m, dan menggunakan aplikasi Phyphox $k = (2,604 \pm 0,306) \times 10^1$ N/m. Dari hasil analisis tersebut peneliti merancang Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) disertai video pengantar eksperimen yang mendapatkan tanggapan baik dari peserta didik, karena memaparkan materi berupa gambar dan animasi yang menarik, serta panduan eksperimen yang mudah dipahami dan sesuai untuk dijadikan sebagai media pembelajaran fisika bagi peserta didik di SMA.

Kata kunci: aplikasi Phyphox; konstanta pegas; metode dinamis; metode statis

PENDAHULUAN

Melalui proses pembelajaran peserta didik dapat mengembangkan potensi dirinya untuk mendapatkan perubahan baik itu pada aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Peserta didik diharapkan dapat membiasakan diri beradaptasi dengan pembelajaran yang merdeka, menyenangkan, dan melibatkan pemanfaatan teknologi. Salah satu strategi untuk menjawab tantangan tersebut bagi guru adalah dengan mengidentifikasi kesesuaian dan keterkaitan antar Kompetensi Dasar (KD), agar terjalin kolaborasi antar dan antara mata pelajaran untuk mengemas pembelajaran menjadi lebih ringan, terintegrasi dan bermakna bagi peserta didik. Kolaborasi antar guru mata pelajaran dapat mempercepat tercapainya tujuan pembelajaran dalam membekali peserta didik untuk menguasai kompetensi 4C (*Communication, Collaborative, Critical Thinking, dan Creativity*). Berdasarkan penelitian menunjukkan dengan menganalisis kesesuaian antara Kompetensi Dasar (KD) maka dapat diketahui kemampuan, keterampilan, dan sikap peserta didik secara spesifik untuk mencapai hasil pembelajaran dan penguasaan peserta didik terhadap suatu pokok bahasan (Sahriani dkk, 2019). Hal tersebut dapat mempengaruhi peningkatan efektifitas proses pembelajaran, yang ditentukan oleh mutu perencanaan, pelaksanaan, dan penilaian agar dapat berjalan efektif (Ryna, 2018).

Menurut beberapa penelitian pembelajaran Fisika dapat menjadi lebih menarik jika dalam pelaksanaannya guru menerapkan metode eksperimen (Ardhuha, Wahyudi, dan Kosim, 2013). Salah satunya adalah penggunaan perangkat seperti *smartphone* yang dianggap dapat memudahkan peserta didik dalam eksperimen Fisika. Salah satunya adalah aplikasi Phythox yang mengintegrasikan berbagai sensor pada *smartphone* dan laptop sebagai dasar pengukuran eksperimental (Yoana dkk, 2020). *Remote access* salah satu fitur kendali jarak jauh yang terdapat pada Phythox mempermudah saat pengambilan dan analisis data yang dapat dilakukan pada perangkat lain, seperti tablet, PC, maupun laptop. Penggunaan aplikasi Phythox yang memanfaatkan sensor dapat mengurangi tingkat kesalahan dalam pengukuran, dan memudahkan proses pembacaan data. Seperti hasil penelitian Harjono (2021) yang memaparkan tentang kelayakan aplikasi Phythox sebagai alat praktikum berbasis *smartphone* berdasarkan indikator keberfungsian alat, tampilan, dan efisiensi.



Gambar 1. Tampilan aplikasi Phythox dan pengolahan grafik pada *smartphone*.

Konstanta pegas memberikan deskripsi berapa besarnya gaya yang dibutuhkan atau diberikan sehingga terjadi perubahan panjang sebesar satu satuan panjang. Hubungan antara gaya (F) yang meregangkan pegas dan pertambahan panjang pegas (Δx), sesuai dengan Hukum Hooke ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$F_p = -k\Delta x, \tag{1}$$

dengan F adalah gaya tarik yang diberikan pada pegas (N), k adalah konstanta pegas (N/m), dan Δx adalah pertambahan panjang akibat gaya (m). Tanda negatif menunjukkan bahwa gaya pegas

berlawanan arah dengan simpangan. Gaya pegas ini merupakan gaya pemulih yang menyebabkan benda berosilasi selama tidak ada gesekan udara. Dengan demikian nilai k dengan menggunakan metode statis dapat dihitung dari persamaan:

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{mg}{\Delta x} \quad (2)$$

dengan k adalah konstanta pegas (N/m), F adalah gaya tarik yang diberikan pada pegas (N) atau setara dengan perkalian antara m adalah massa (kg) dan g adalah percepatan gravitasi (ms^{-2}), dan Δx adalah pertambahan panjang akibat gaya (m).

Namun bila pegas yang digantungkan beban dalam posisi setimbang, kemudian diberi gangguan dengan menarik atau menekan ke atas kemudian melepaskannya kembali, maka pegas akan mengalami getaran (Giancoli, 2001). Setiap gerak yang berulang secara teratur disebut gerak harmonik sederhana. Getaran ini berkaitan dengan periode (T) yang merupakan waktu untuk menempuh satu getaran penuh sehingga dapat ditulis dengan persamaan berikut:

$$T = \frac{t}{n} \quad (3)$$

dengan T adalah periode (s), t adalah waktu yang dibutuhkan saat pegas bergetar (s), dan n adalah banyaknya getaran pegas.

Dalam getaran harmonik pegas ini pun terdapat amplitudo dan percepatan yang arahnya selalu menuju ke titik setimbang (Halliday dan Reissnick, 2012). Dengan demikian posisi benda pada tiap waktu t dapat dituliskan dalam persamaan matematis:

$$x(t) = A \cos \omega t, \quad (4)$$

$$V = \frac{dx}{dt} = \frac{d(A \cos \omega t)}{dt}, \quad (5)$$

$$V = -A \omega \sin \omega t, \quad (6)$$

$$a = -A \omega^2 \cos \omega t, \quad (7)$$

$$a = -\omega^2 x. \quad (8)$$

Jika pegas mengalami percepatan maka akan berlaku Hukum 2 Newton dengan persamaan:

$$\sum F = F_p, \quad (9)$$

$$m a = -k \Delta x, \quad (10)$$

$$m(-\omega^2 x) = -k \Delta x, \quad (11)$$

$$-\omega^2 m = -k, \quad (12)$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}, \quad (13)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad (14)$$

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad (15)$$

$$T^2 = 4\pi^2 \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad (16)$$

Dengan menggabungkan Persamaan (1) dengan Hukum 2 Newton karena pegas mengalami percepatan seperti diatas, maka besar nilai konstanta untuk metode dinamis adalah:

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}. \quad (17)$$

dengan k adalah konstanta pegas (N/m), T adalah periode (s), m dan m adalah massa (kg).

Berdasarkan uraian diatas penentuan konstanta pegas dalam eksperimen Fisika teridentifikasi menjadi salah satu bentuk kolaborasi antar Kompetensi Dasar baik itu per mata pelajaran Fisika SMA kelas 10 pada KD (3.11) dan kelas 11 pada KD (3.2) maupun antar mata pelajaran yaitu Matematika SMA kelas 11 pada KD (3.2). Sehingga diperlukan analisis eksperimen penentuan konstanta pegas melalui metode statis, dinamis, dan aplikasi Phyphox, dan dilengkapi Lembar Kerja dan Video pengantar eksperimen penentuan konstanta yang dapat dimanfaatkan peserta didik dalam pembelajaran Fisika tingkat SMA.

METODE PENELITIAN

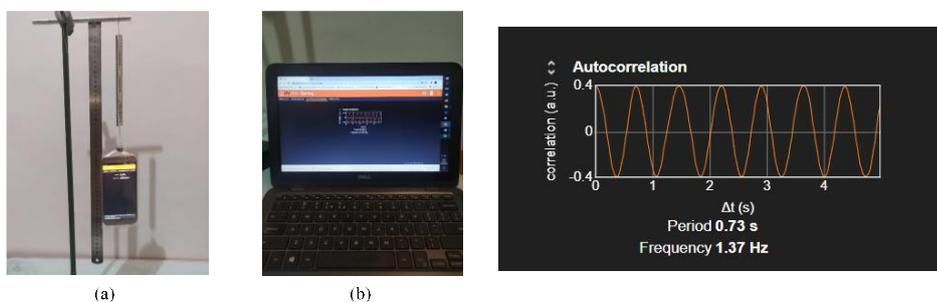
Eksperimen penentuan konstanta pegas ini memerlukan alat dan bahan seperti statif, pegas, beban massa, penggaris besi, stopwatch, plastik transparan, dan smartphone. Pada metode statis, pegas digantungkan pada statif yang kemudian didapatkan panjang awal pegas (pegas berada pada titik setimbangnya) yang diukur dengan menggunakan penggaris dengan skala sentimeter (cm). Kemudian menggantungkan beban massa pada ujung pegas sehingga didapatkan pertambahan panjang pegas seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian alat dan bahan eksperimen konstanta pegas metode statis dan dinamis.

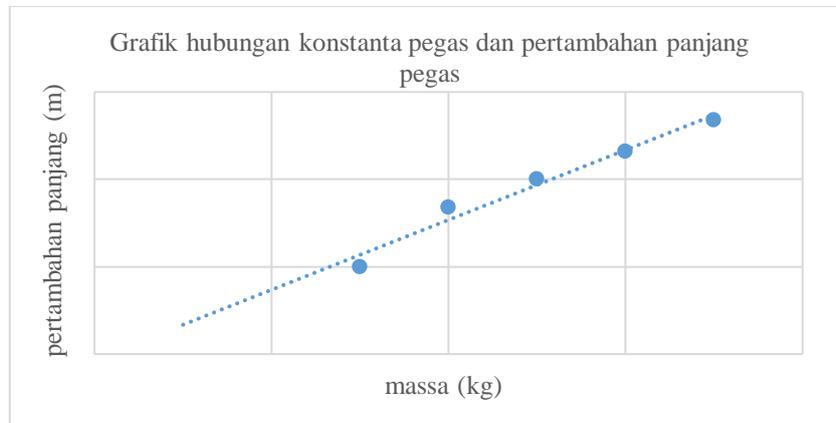
Pada metode dinamis beban yang digantungkan pada pegas, diberi simpangan agar terjadi gerakan harmonik, stopwatch digunakan untuk mengukur waktu selama pegas bergetar sebanyak 15 getaran. Eksperimen ini dilakukan dua macam pendekatan yaitu pengukuran tunggal dan pengukuran berulang dengan masing-masing lima kali perulangan untuk massa yang berbeda yaitu 150 g, 200 g, 250 g, 300 g, 350 g, 400 g dan 500 g.

Pada eksperimen berikutnya dengan skema alat yang sama, *smartphone* yang sudah diaktifkan aplikasi Phyphox dimasukkan ke dalam kantong plastik transparan, kemudian ujungnya diikat dan digantungkan pada ujung pegas, lalu diberi simpangan agar pegas bergetar harmonik seperti pada Gambar 3. Phyphox pada eksperimen ini menggunakan sensor *accelerometer* untuk mendeteksi getaran pegas, berupa grafik sinusoidal yang mengidentifikasi besar nilai periode dan frekuensi dalam tiap getaran yang terdeteksi.



Gambar 3. Skema Eksperimen dan Tampilan Grafik Sinusoidal di Aplikasi Phyphox.

Pada metode statis terdapat relasi antara gaya pemulih dan pertambahan panjang, yang dihubungkan melalui grafik seperti pada Gambar 4. Secara teori, hubungan antara gaya dan pertambahan panjang pegas akan berbanding lurus.



Gambar 4. Contoh grafik hubungan antara konstanta pegas akibat gaya dan pertambahan panjang pegas.

Adanya perlakuan variasi massa sebagai variabel x yang menjadi penyebab terjadinya pertambahan panjang sebagai variabel y sehingga memungkinkan terbentuknya persamaan regresi linear seperti yang ditunjukkan dengan persamaan:

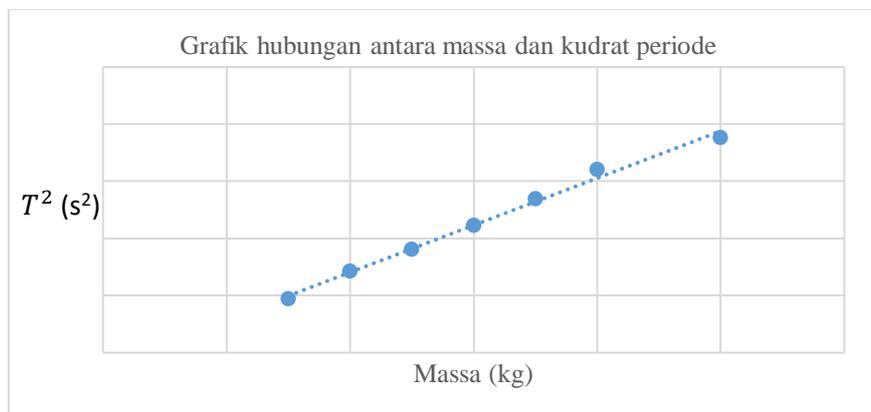
$$y = ax, \quad (18)$$

maka konstanta pegas didapatkan dari regresi tersebut dengan menghubungkan Persamaan (1) menjadi:

$$\Delta x = \frac{1}{k} m, \quad (19)$$

$$a = \frac{1}{k}. \quad (20)$$

Pada metode dinamis terdapat relasi antara kuadrat periode dan massa yang dihubungkan melalui grafik seperti pada Gambar 5. Secara teori, hubungan antara kuadrat periode dan massa akan berbanding lurus.



Gambar 5. Contoh grafik hubungan antara massa yang digantungkan pada pegas dan kuadrat periode.

Adanya perlakuan variasi massa memungkinkan terbentuknya persamaan regresi linear dengan persamaan:

$$y = px + q, \tag{21}$$

maka konstanta pegas didapatkan dari regresi tersebut dengan menghubungkan Persamaan (17) menjadi:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 m}{k} + q, \tag{22}$$

$$p = \frac{1}{k} \tag{23}$$

Dalam penentuan konstanta ini diperlukan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan video pembelajaran pengantar kegiatan eksperimen untuk memudahkan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran, dimana video tersebut berisi:

- a) Pendahuluan yang berisi judul percobaan, kolaborasi KD, tujuan percobaan.
- b) Isi yang meliputi dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja (metode statis, metode dinamis, dan metode *smartphone* aplikasi Phythox), tabel pengamatan, dan bahan diskusi.
- c) Penutup berisi intruksi peserta didik perlu membuat kesimpulan dari percobaan penentuan konstanta pegas secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

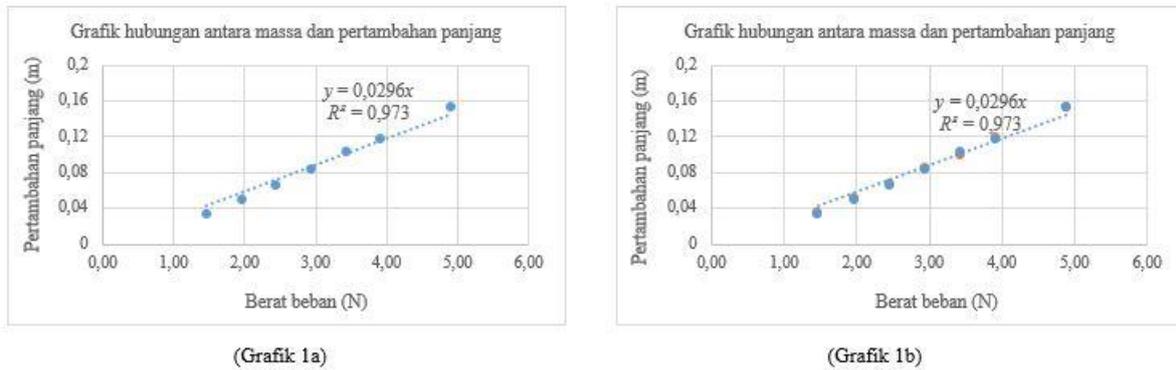
Penentuan Konstanta Pegas Melalui Metode Statis

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan baik dengan pengukuran tunggal dan berulang, pertambahan panjang pegas akibat perubahan gaya disajikan pada Tabel 1. Data diambil dengan memberikan variasi nilai terhadap massa, nilai ketelitian penggaris yang digunakan adalah 0,05 cm, panjang awal pegas saat belum digantungkan beban sebesar 15,9 cm, dan percepatan gravitasi $9,8 \text{ ms}^{-2}$.

Tabel 1. Data Penentuan Konstanta Pegas Melalui Metode Statis

Massa (kg)	Δy (m)	F (N)	k (N/m)	K (N/m)
			Tunggal (Grafik 1a)	Berulang (Grafik 1b)
0,15	0,034	1,5	44	42,99
0,20	0,005	1,9	38	38,89
0,25	0,066	2,5	37	36,68
0,30	0,084	2,9	34	34,51
0,35	0,103	3,4	33	33,24
0,40	0,118	3,9	33	33,11
0,50	0,153	4,9	32	31,86

Data yang dihasilkan kemudian dianalisis berdasarkan grafik hubungan antara gaya dan pertambahan panjang yang diplot dengan menggunakan regresi linier.



Gambar 6. Grafik Nilai Konstanta Pegas Berdasarkan Metode Statis

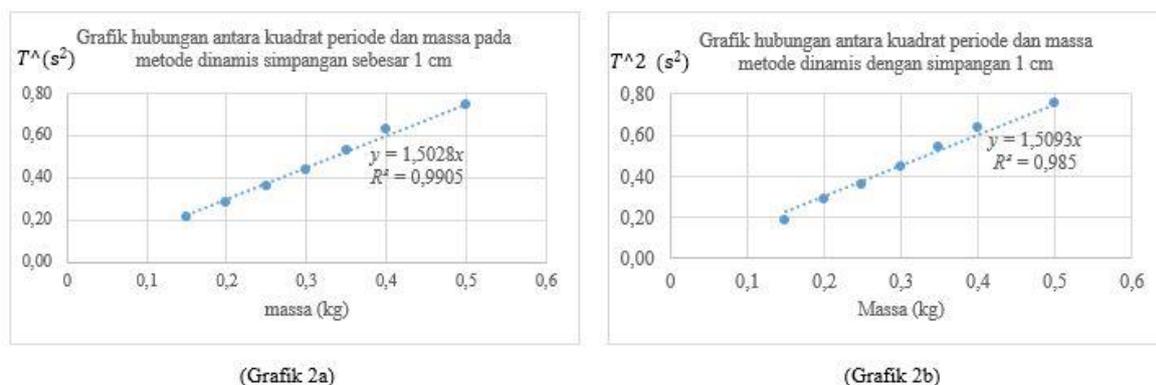
Penentuan Konstanta Pegas Melalui Metode Dinamis

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan menggunakan metode dinamis, dengan memberikan simpangan, dan banyaknya gerakan sebanyak 15 kali untuk mendapatkan besar periode ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Penentuan Konstanta Pegas Melalui Metode Dinamis untuk simpangan 1 cm

Massa (kg)	Pengukuran tunggal (Grafik 2a)			Pengukuran berulang (Grafik 2b)		
	x (cm)	T^2 (s ²)	k (N/m)	x (cm)	T^2 (s ²)	K (N/m)
0,15	1	0,19	32	1	0,21	28
0,20	1	0,28	28	1	0,28	28
0,25	1	0,36	27	1	0,36	28
0,30	1	0,44	27	1	0,44	27
0,35	1	0,54	26	1	0,53	26
0,40	1	0,64	25	1	0,63	25
0,50	1	0,75	26	1	0,75	26

Data yang dihasilkan kemudian dianalisis berdasarkan grafik hubungan antara kuadrat periode dan massa untuk simpangan 1 cm yang diplot dengan menggunakan regresi linier seperti pada Gambar 7.

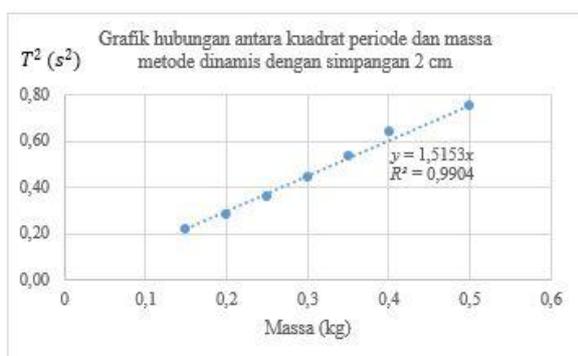


Gambar 7. Grafik Nilai Konstanta Pegas Berdasarkan Metode Dinamis Simpangan 1 cm

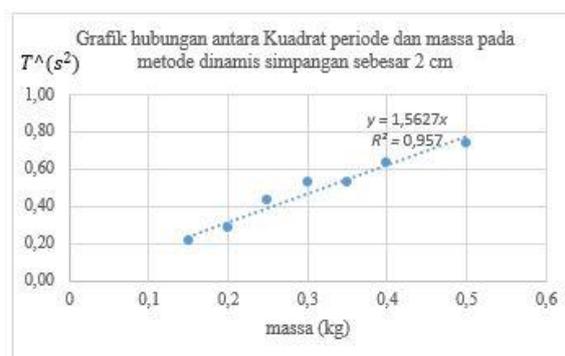
Tabel 3. Data Penentuan Konstanta Pegas Melalui Metode Dinamis untuk simpangan 2 cm

Massa (kg)	Pengukuran tunggal (Grafik 3a)			Pengukuran berulang (Grafik 3b)		
	x (cm)	T^2 (s^2)	k (N/m)	x (cm)	T^2 (s^2)	K (N/m)
0,15	2	0,43	28	2	0,22	27
0,20	2	0,53	28	2	0,29	28
0,25	2	0,60	28	2	0,44	27
0,30	2	0,67	27	2	0,53	26
0,35	2	0,73	26	2	0,53	26
0,40	2	0,80	25	2	0,63	25
0,50	2	0,87	26	2	0,74	27

Data yang dihasilkan kemudian dianalisis berdasarkan grafik hubungan antara kuadrat periode dan massa untuk simpangan 2 cm yang diplot dengan menggunakan regresi linier seperti pada Gambar 8.



(Grafik 3a)



(Grafik 3b)

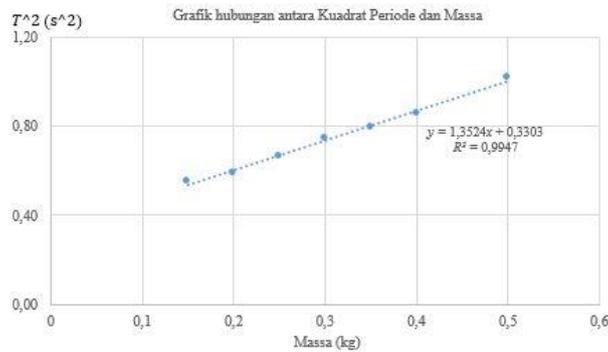
Gambar 8. Grafik Nilai Konstanta Pegas Berdasarkan Metode Dinamis Simpangan 2 cm

Penentuan Konstanta Pegas Melalui Aplikasi Phyphox

Dengan menggantungkan *smartphone* yang bermassa 187,2 g pada pegas dan besar simpangan 2 cm, maka dapat teridentifikasi besarnya frekuensi yang digunakan untuk menentukan besar nilai konstanta pegas. Berikut ini data yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 4 berupa besar frekuensi dan periode.

Tabel 4. Data nilai penentuan konstanta dengan menggunakan Phyphox.

Massa (kg)	f (Hz)	T (s)	T^2 (s^2)	K (N/m)
0,15	1,35	0,740	0,549	24,26
0,20	1,30	0,769	0,591	25,83
0,25	1,23	0,813	0,660	26,11
0,30	1,16	0,862	0,743	25,88
0,35	1,12	0,893	0,797	26,60
0,40	1,08	0,926	0,857	27,04
0,50	0,99	1,010	1,020	26,59



Grafik 4

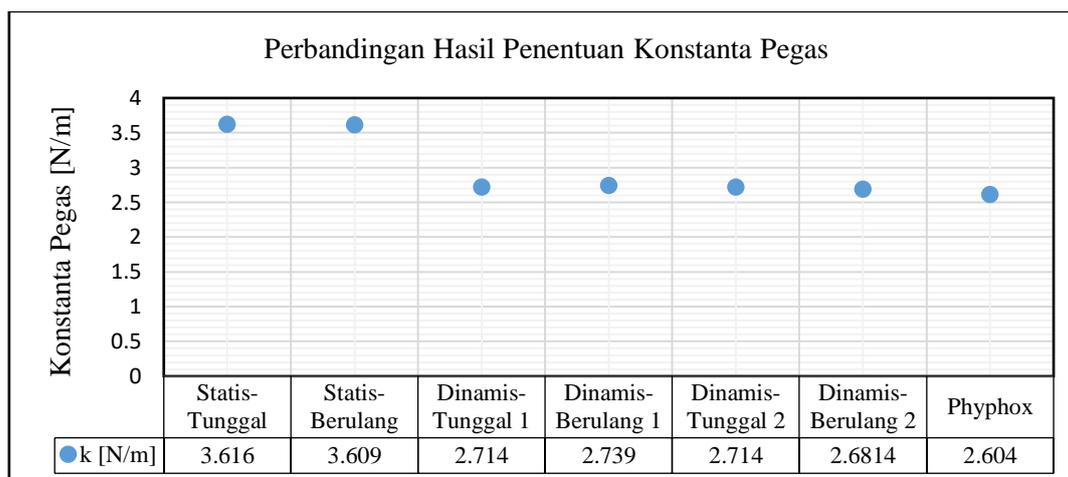
Gambar 9. Grafik Nilai Konstanta Pegas Berdasarkan Aplikasi Phyphox

Dari semua hasil konstanta pegas yang diperoleh baik itu berdasarkan analisis menurut perhitungan manual maupun grafik memiliki perbandingan yang tidak terlalu jauh seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data hasil penentuan konstanta pegas melalui metode statis, metode dinamis, dan aplikasi Phyphox.

Metode	Pengukuran	Nilai k (Kosntanta Pegas N/m)		Kesalahan Relatif	Nilai Ketelitian	R^2
		Perhitungan	Grafik			
Statis	Tunggal	$(3,6160 \pm 0,1012) \times 10^1$	$3,378 \times 10^1$	3 %	97 %	0,973
	Berulang	$(3,609 \pm 0,144) \times 10^1$	$3,378 \times 10^1$	3,99 %	96,01 %	0,973
Dinamis (1 cm)	Tunggal	$(2,7140 \pm 0,1797) \times 10^1$	$2,615 \times 10^1$	3 %	97 %	0,985
	Berulang	$(2,7390 \pm 0,0445) \times 10^1$	$2,627 \times 10^1$	6,62 %	98,38	0,9905
Dinamis (2 cm)	Tunggal	$(2,7140 \pm 0,1797) \times 10^1$	$2,605 \times 10^1$	6,62 %	93,38 %	0,9904
	Berulang	$(2,6814 \pm 0,0434) \times 10^1$	$2,526 \times 10^1$	1,28 %	98,72 %	0,957
Aplikasi Phyphox		$(2,604 \pm 0,306) \times 10^1$	$2,919 \times 10^1$			0,9947

Dengan demikian konstanta pegas yang didapatkan metode dinamis dengan simpangan 2 cm secara berulang merupakan salah satu data akurat karena memiliki nilai ketelitian yaitu 98,72 %. Rata-rata selisih atau perbedaan konstanta pegas yang dihasilkan sebesar $0,363 \times 10^1$ N/m. Hal tersebut tampak pada grafik yang menghasilkan garis tidak linear, ditandai dengan nilai R^2 pada grafik yang mendekati 1.



Gambar 10. Grafik perbandingan hasil penentuan konstanta pegas dengan menggunakan berbagai metode.

Berdasarkan Gambar 5. ditunjukkan bahwa nilai konstanta yang dihasilkan dari metode statis lebih besar dari metode lainnya. Konstanta pegas yang dihasilkan tampak berbeda, hal ini dapat disebabkan beberapa faktor error yang mempengaruhi hasil eksperimen seperti, ketelitian dalam pengukuran, perubahan waktu yang tidak sama saat dilakukan pengukuran berulang meskipun dengan massa beban yang sama, dan ketepatan menghidupkan stopwatch yang tidak bersamaan dengan dilepaskannya beban. Eksperimen ini dilakukan dengan memaksimalkan penggunaan alat dan bahan yang tersedia di sekolah, tanpa diketahui besar nilai konstanta pegas yang digunakan sebagai referensi. Dengan hal ini maka akan mendorong peserta didik untuk berpikir secara kritis dalam memecahkan sebuah masalah, dengan memberikan stimulus berupa analisis lebih lanjut terhadap eksperimen penentuan konstanta pegas berdasarkan hal-hal yang mempengaruhi nilai dari sebuah konstanta pegas seperti perubahan suhu, jenis bahan pegas, jumlah lilitan pegas, dan diameter pegas.

Video pengantar eksperimen penentuan konstanta pegas ini terdapat pada tautan daring berikut: <https://youtu.be/qXugtIKZ470> yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran Fisika, Video ini dibuat melalui beberapa proses diantaranya adalah merancang skenario, melakukan pengambilan gambar dan video, diseminasi, evaluasi dan beberapa revisi yang diharapkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

KESIMPULAN

Eksperimen ini disesuaikan dengan hasil analisis materi Fisika SMA kelas 10 dalam KD (3.11), yaitu menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari, materi SMA kelas 11 dalam KD (3.2), yaitu menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari, dan materi Matematika SMA kelas 11 dalam KD (3.2), yaitu menjelaskan program linear dua variabel dan metode penyelesaiannya dengan menggunakan masalah kontekstual. Eksperimen penentuan konstanta pegas menggunakan metode statis, metode dinamis, dan aplikasi *Phyphox* telah dilakukan, maka didapatkan nilai konstanta pegas pada metode statis $k = (3,6160 \pm 0,1012) \times 10^1$ N/m dan $k = (3,609 \pm 0,144) \times 10^1$ N/m. Berdasarkan data yang didapatkan semakin berat beban maka semakin panjang pula pertambahan panjang yang dihasilkan, hal inilah yang menunjukkan bahwa nilai konstanta pegasnya akan semakin kecil.

Pada metode dinamis untuk simpangan 1 cm sebesar $k = (2,7140 \pm 0,1797) \times 10^1$ N/m dan $k = (2,7390 \pm 0,0445) \times 10^1$ N/m, metode dinamis untuk simpangan 2 cm sebesar $k = (2,7140 \pm 0,1797) \times 10^1$ N/m dan $k = (2,6814 \pm 0,0434) \times 10^1$ N/m dan menggunakan aplikasi *Phyphox* sebesar $k = (2,604 \pm 0,306) \times 10^1$ N/m. Berdasarkan data menunjukkan bahwa semakin besar massa yang diberikan pada pegas, maka semakin besar waktu yang dibutuhkan pegas untuk mencapai 15 getaran, sehingga menghasilkan nilai periode yang semakin besar dan nilai konstanta yang lebih kecil.

Berdasarkan hasil analisis dari seluruh metode yang digunakan, maka dihasilkan konstanta pegas melalui metode statis lebih besar dibandingkan dengan metode lainnya, namun untuk data yang akurat dengan nilai ketelitiannya sebesar 98,72 % terdapat metode dinamis dengan simpangan 2 cm yang dilakukan secara berulang.

Pada penelitian ini dihasilkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan video panduan eksperimen penentuan konstanta pegas untuk dijadikan sebagai media pengantar pembelajaran fisika tingkat SMA. Diharapkan menjadi salah satu referensi media pembelajaran fisika berbasis eksperimen yang bisa diakses secara tatap muka langsung (offline), dan berbasis daring (online) untuk memudahkan guru dan peserta didik dalam mewujudkan pembelajaran fisika yang bermakna dan menyenangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhuha j., Wahyudi, dan Kosim. (2013): Pengembangan panduan praktikum fundamental of physics II sebagai bahan ajar untuk mendukung pelaksanaan praktikum pada program khusus PGMIPABI di FKIP Unram: Jurnal Kependidikan, 12(1), 37-41. <http://dx.doi.org/10.29303/jpft.v3i1.322>
- Giancolli. (2001). Fisika Jilid I (terjemahan), Jakarta: Erlangga
- Halliday, David dan Resnick. (2012). Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 419.
- Harjono. (2021): Pemanfaatan Sensor Android Sebagai Media Eksperimen Pada Materi Gerak Harmonis Sederhana, Jurnal Teknodik, Volume 25, Nomor 2, 2579-4833. <https://doi.org/10.32550/teknodik.v25i2.666>
- Helmi dan Hera. (2018): Efektivitas Penggunaan Aplikasi Pembelajaran Berbasis Mobile *Smartphone* sebagai Media Pengenalan Sejarah Lokal Masa Revolusi Fisik di Kalimantan Selatan pada Siswa Sekolah Menengah Atas, 6(2), 204. <https://doi.org/10.24127/hj.v6i2.1425>
- Ryna, R. (2018): Analisis Keterkaitan Standar Kompetensi Lulusan (SKL), Kompetensi Dasar (KD), dalam Implementasi Kurikulum 2013, Jurnal Diklat Keagamaan, Volume VIII, 232.
- Sahriani, Pariabti, dan Aisyah. (2019): Analisis Kesesuaian Kompetensi Dasar dengan Pembelajaran Berbasis Masalah: Jurnal Sains Pendidikan Fisika 15(2), 10 - 17.