



Verifying Hooke's Law in Undergraduate Physics Laboratory: An Experimental Study with Emphasis on Measurement Uncertainty Awareness

Putri Thesalonica Br Sihite¹, Tri Mariatri Putri², Jeliana Veronika Sirait^{3*}

^{1,2,3*}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jambi, Indonesia

Jalan Raya Jambi-Ma.Bulian KM.15 Mendalo Darat Jambi

e-mail: jelianasirait@unja.ac.id

DOI:

<https://doi.org/10.52434/jpif.v6i1.43208>

Accepted: February 19, 2026, Approved: February 20, 2026, Published: February 22, 2026

ABSTRACT

This study aims to experimentally verify Hooke's Law and examine the elastic characteristics of a metal spring within its elastic region. A laboratory experimental method with a descriptive quantitative approach was employed by applying incremental loads of 50–80 g, where each load was measured through three repeated trials ($n = 3$) to improve data reliability. The resulting elongation was analyzed using linear regression between applied force and elongation. The results show a strong linear relationship, yielding an average spring constant of approximately 2.9 N/m, with the regression equation $F = 2.71\Delta x + 0.04$ and a coefficient of determination R^2 close to 1.00, indicating high linearity. Measurement uncertainties arose primarily from instrument resolution (± 0.5 mm) and possible parallax errors; however, these variations remained within acceptable limits and did not significantly affect the linear trend. These findings confirm that the spring operated within its elastic region and empirically support Hooke's Law. The study also highlights the pedagogical value of experimental activities in enhancing students' understanding of elasticity concepts and awareness of measurement uncertainty.

Keywords: *Physics experiments; Elasticity; Hooke's Law; Measurement Uncertainty; Spring Constant.*

**Memverifikasi Hukum Hooke dalam Laboratorium Fisika Sarjana:
Sebuah Studi Eksperimental dengan Penekanan pada Kesadaran
Ketidakpastian Pengukuran**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi Hukum Hooke secara eksperimental serta mengkaji karakteristik elastisitas pegas logam dalam batas elastisnya. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui pemberian beban bertahap sebesar 50–80 g, di mana setiap variasi beban diukur sebanyak tiga kali ulangan ($n = 3$) untuk meningkatkan keandalan data. Data pertambahan panjang dianalisis menggunakan regresi linear antara gaya dan pertambahan panjang pegas. Hasil penelitian menunjukkan hubungan linier yang sangat kuat dengan nilai konstanta pegas rata-rata sekitar 2,9 N/m, persamaan regresi $F = 2,71\Delta x + 0,04$, serta koefisien determinasi R^2 mendekati 1,00 yang menandakan linearitas tinggi. Ketidakpastian pengukuran terutama disebabkan oleh keterbatasan ketelitian alat ukur ($\pm 0,5$ mm) dan potensi kesalahan paralaks, namun masih berada dalam batas toleransi sehingga tidak memengaruhi kecenderungan linear data. Temuan ini menegaskan bahwa pegas berada dalam daerah elastis dan mendukung Hukum Hooke secara empiris, sekaligus menunjukkan pentingnya kegiatan eksperimen dalam meningkatkan pemahaman konsep elastisitas dan kesadaran terhadap ketidakpastian pengukuran.

Kata kunci: Eksperimen fisika; Elastisitas; Hukum Hooke; Ketidakpastian Pengukuran; Konstanta Pegas.

PENDAHULUAN

Praktikum fisika memiliki peran strategis dalam pembelajaran sains karena memungkinkan peserta didik memverifikasi konsep teoretis melalui pengalaman langsung serta mengembangkan keterampilan ilmiah, seperti pengukuran, analisis data, dan penalaran berbasis bukti. Salah satu materi fundamental yang sering digunakan dalam kegiatan praktikum adalah elastisitas dan Hukum Hooke, yang menjelaskan hubungan antara gaya dan pertambahan panjang pada benda elastis seperti pegas. Materi ini relatif mudah diimplementasikan di laboratorium sekolah dan berpotensi kuat dalam melatih pemahaman konseptual serta keterampilan eksperimen peserta didik (Nyoman et al., 2023).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa eksperimen Hukum Hooke efektif dalam membantu peserta didik memahami hubungan linier antara gaya dan pertambahan panjang serta menentukan konstanta pegas. Sebagian besar studi menitikberatkan pada verifikasi persamaan $F = kx$ dan penentuan nilai konstanta pegas sebagai indikator keberhasilan pembelajaran konsep elastisitas. Namun demikian, fokus pembelajaran dan evaluasi praktikum di tingkat sekolah dan perguruan tinggi awal umumnya masih terbatas pada kesesuaian hasil dengan teori, tanpa disertai analisis yang memadai terhadap kualitas data eksperimen.

Padahal, dalam praktik ilmiah, setiap hasil pengukuran selalu mengandung ketidakpastian yang berasal dari keterbatasan alat ukur, teknik pengukuran, maupun kesalahan pengamat. Literasi ketidakpastian pengukuran merupakan bagian penting dari keterampilan ilmiah karena membantu peserta didik memahami bahwa data eksperimen tidak bersifat absolut, melainkan memiliki rentang nilai yang perlu dianalisis secara kritis. Kurangnya integrasi analisis ketidakpastian dalam praktikum fisika sekolah menyebabkan peserta didik cenderung

memandang eksperimen hanya sebagai kegiatan prosedural, bukan sebagai proses ilmiah yang melibatkan evaluasi reliabilitas dan validitas data.

Sejumlah studi melaporkan bahwa meskipun eksperimen elastisitas sering dilakukan di laboratorium pendidikan, pembahasan mengenai ketidakpastian pengukuran umumnya hanya disampaikan secara konseptual dan tidak diintegrasikan secara langsung dalam analisis data praktikum. Akibatnya, peserta didik mampu memperoleh nilai konstanta pegas, tetapi belum sepenuhnya memahami sejauh mana hasil tersebut dapat dipercaya atau dipengaruhi oleh kesalahan pengukuran.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat celah penelitian (research gap) berupa minimnya kajian eksperimen elastisitas yang secara simultan memverifikasi Hukum Hooke dan mengintegrasikan analisis ketidakpastian pengukuran sebagai bagian dari pembelajaran laboratorium. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi Hukum Hooke secara eksperimental sekaligus menganalisis pengaruh ketidakpastian pengukuran terhadap linearitas data dan penentuan konstanta pegas. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan tidak hanya memperkuat pemahaman konsep elastisitas, tetapi juga meningkatkan literasi ketidakpastian pengukuran sebagai kompetensi ilmiah penting dalam pembelajaran fisika.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah berupaya meninjau hubungan antara gaya dan pertambahan panjang pegas melalui pendekatan eksperimental. Taayun dan Malik (2023) pada penelitiannya menemukan bahwa pertambahan panjang pegas sebanding dengan besar gaya yang diberikan, yang menunjukkan keterkaitan langsung antara massa beban dan konstanta pegas. Hubungan ini menjadi dasar bagi berbagai aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, seperti sistem suspensi kendaraan, peralatan rumah tangga, hingga instrumen elektronik (Ayu, 2020). Dalam pembelajaran, Loko (2021) menegaskan bahwa pemahaman siswa terhadap hukum ini sering kali masih bersifat konseptual dan belum sepenuhnya empiris, sehingga diperlukan kegiatan verifikasi eksperimental untuk memperkuat bukti hubungan linier antara gaya dan pertambahan panjang pegas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan rancangan penelitian kuantitatif deskriptif. Metode eksperimen dipilih karena bertujuan untuk menguji secara langsung kebenaran Hukum Hooke pada pegas serta menentukan batas elastisitas bahan. Dalam penelitian ini, peneliti memberikan perlakuan berupa penambahan beban secara bertahap pada pegas, kemudian mengamati perubahan panjang yang terjadi. Persamaan Hukum Hooke:

$$F = k\Delta x \quad \dots(1)$$

Hubungan antara gaya (F) dan pertambahan panjang pegas (Δx) diamati untuk mengetahui apakah keduanya berbanding lurus sesuai teori Hukum Hooke (Rahmawati & Malik, 2023).

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Eksperimen dirancang untuk memverifikasi Hukum Hooke melalui

pengamatan hubungan antara gaya (F) dan pertambahan panjang pegas (ΔL) serta menganalisis pengaruh ketidakpastian pengukuran terhadap hasil eksperimen. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah gaya yang diberikan pada pegas, sedangkan variabel terikatnya adalah pertambahan panjang pegas. Variabel kontrol meliputi jenis pegas, panjang awal pegas, dan kondisi lingkungan selama eksperimen (Rahmawati & Malik, 2023).

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan eksperimen yang dirancang secara terstruktur dan berurutan. Kegiatan diawali dengan menyiapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan agar proses pengambilan data dapat berlangsung secara optimal. Selanjutnya, panjang awal pegas diukur dalam keadaan tanpa beban sebagai nilai referensi awal. Beban kemudian diberikan secara bertahap pada pegas, dan setiap penambahan beban disertai dengan pengukuran perubahan panjang pegas. Selama proses pengukuran, posisi pengamat dijaga sejajar dengan skala pada mistar logam untuk mengurangi terjadinya kesalahan pembacaan akibat paralaks, sebagaimana diperlihatkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Ilustrasi Pengukuran Panjang Pegas dan Posisi Mata untuk Menghindari Kesalahan Paralaks

Hasil pengukuran pertambahan panjang pegas pada setiap variasi beban selanjutnya dicatat secara sistematis dalam tabel pengamatan. Besar gaya yang bekerja pada pegas ditentukan berdasarkan massa beban menggunakan persamaan $F = m \times g$. Data tersebut kemudian dimanfaatkan untuk menyusun grafik hubungan antara gaya (F) dan pertambahan panjang pegas (Δx). Konstanta pegas (k) diperoleh dari nilai gradien grafik sesuai dengan prinsip Hukum Hooke. Analisis data dilakukan untuk menentukan batas elastisitas pegas yang digunakan, serta untuk menghitung ketidakpastian pengukuran panjang pegas dengan mempertimbangkan tingkat ketelitian alat ukur yang digunakan.

2. Subjek dan Objek Penelitian

Objek penelitian berupa pegas logam jenis baja yang umum digunakan dalam praktikum elastisitas. Pegas memiliki karakteristik sebagai berikut: panjang awal tanpa beban $L_0 = 15$ cm, diameter lilitan pegas $\pm 2,0$ cm, dan ketebalan kawat pegas $\pm 1,0$ mm. Pegas dipilih karena menunjukkan sifat elastis yang stabil pada rentang beban ringan dan sesuai untuk verifikasi Hukum Hooke dalam konteks pembelajaran fisika (Ewar et al., 2021).

Rentang massa beban yang digunakan adalah 50 g, 70 g, dan 80 g, yang berdasarkan pengujian awal masih berada dalam daerah elastis pegas dan tidak menimbulkan deformasi

permanen. Gaya yang bekerja pada pegas dihitung menggunakan persamaan $F = mg$, dengan percepatan gravitasi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Batas elastisitas ditentukan melalui analisis grafik hubungan linier antara gaya (F) dan pertambahan panjang (ΔL), di mana batas elastisitas didefinisikan sebagai titik di mana grafik mulai menyimpang dari linearitas (yaitu, ketika deformasi plastis mulai terjadi, ditandai oleh peningkatan ΔL yang tidak proporsional dengan F). Kriteria analisis meliputi:

1. Pengukuran berulang untuk memastikan konsistensi data,
2. Perhitungan koefisien korelasi (R^2) mendekati 1,0 untuk konfirmasi linearitas, dan (3) perbandingan dengan nilai batas elastisitas teoritis dari literatur. Rentang beban 50–80 g dipilih karena tidak melampaui batas elastisitas ini, berdasarkan pengujian awal yang menunjukkan linearitas penuh dalam kisaran tersebut. Panjang awal pegas (0,15 m) dimasukkan secara eksplisit di Tabel 1 untuk referensi.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui teknik eksperimen dengan metode pengukuran langsung. Data diperoleh dari hasil pengukuran pertambahan panjang pegas akibat pemberian gaya yang bervariasi. Setiap variasi beban diukur sebanyak tiga kali ulangan ($n = 3$) untuk meningkatkan keandalan data dan meminimalkan pengaruh kesalahan acak. Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah mistar logam dengan ketelitian 1 mm. Berdasarkan ketelitian tersebut, ketidakpastian pengukuran panjang ditetapkan sebesar $\pm 0,5 \text{ mm}$ (Putri, 2023). Ketidakpastian ini diperhitungkan pada setiap hasil pengukuran. Data diperoleh melalui pengukuran langsung pertambahan panjang pegas ketika diberi gaya tertentu. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali ulangan untuk setiap variasi beban agar hasilnya lebih akurat dan reliabel. Semua hasil dicatat secara sistematis dalam tabel pengamatan untuk memudahkan analisis lebih lanjut. Untuk setiap ulangan, panjang pegas setelah diberi beban (L_i) diukur, kemudian pertambahan panjang pegas dihitung menggunakan persamaan:

$$\Delta L_i = L_i - L_0 \quad \dots (2)$$

Nilai pertambahan panjang rata-rata untuk setiap variasi beban diperoleh dari:

$$\Delta L_{\text{rata-rata}} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \Delta L_3}{3} \quad \dots (3)$$

Nilai rata-rata inilah yang selanjutnya digunakan dalam analisis grafik dan perhitungan konstanta pegas. Pengukuran dilakukan dengan menjaga posisi mata sejajar dengan skala mistar untuk meminimalkan kesalahan paralaks.

4. Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran diolah dengan menyajikan hubungan antara gaya (F) dan pertambahan panjang pegas (Δx) dalam bentuk grafik. Konstanta pegas (k) ditentukan dari kemiringan grafik sesuai dengan Hukum Hooke $F = k\Delta L$ (Panuluh & Bulu, 2021). Kesesuaian hasil eksperimen dengan teori dievaluasi berdasarkan bentuk linear grafik hubungan antara gaya dan pertambahan panjang. Kualitas linearitas data dievaluasi menggunakan persamaan regresi dan koefisien determinasi (R^2). Ketidakpastian pengukuran dipertimbangkan dalam interpretasi hasil untuk

menilai pengaruhnya terhadap variasi nilai konstanta pegas dan keandalan data eksperimen. Ketidakpastian pengukuran panjang diperhitungkan dalam proses analisis untuk menilai pengaruhnya terhadap hasil pengolahan data dan keakuratan grafik yang dihasilkan (Ismarwanti et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran pertambahan panjang pegas akibat pemberian beban disajikan pada Tabel 1. Panjang awal pegas tanpa beban adalah $L_0 = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$. Untuk setiap variasi beban, pengukuran panjang pegas dilakukan sebanyak tiga kali ulangan, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai panjang akhir ($L_{\text{rata-rata}}$). Pertambahan panjang pegas (ΔL) dihitung sebagai selisih antara panjang akhir rata-rata dan panjang awal (Inayah et al., 2024).

Tabel 1. Data hasil pengukuran panjang pegas dengan variasi beban

No.	$m(g)$	$m(kg)$	$F(N)$	$L_1(m)$	$L_2(m)$	$L_3(m)$	$L_{\text{rata-rata}}(cm)$	$\Delta x (cm)$
1	50	0,05	0,49	31,5	31,7	31,5	31,57	16,57
2	70	0,07	0,686	38,9	38,8	38,5	38,73	23,73
3	80	0,08	0,784	42,7	42,1	42,5	42,43	27,43

Perhitungan Pertambahan Panjang (ΔL)

1. Beban 50 g

$$L_{\text{rata-rata}} = 31,57 \text{ cm} = 0,3157 \text{ m} \quad \dots(4)$$

$$\Delta L_1 = L_{\text{rata-rata}} - L_0 = 0,3157 - 0,15 = 0,1657 \text{ m} \quad \dots(5)$$

2. Beban 70 g

$$L_{\text{rata-rata}} = 38,73 \text{ cm} = 0,3873 \text{ m} \quad \dots(6)$$

$$\Delta L_2 = 0,3873 - 0,15 = 0,2373 \text{ m} \quad \dots(7)$$

3. Beban 80 g

$$L_{\text{rata-rata}} = 42,43 \text{ cm} = 0,4243 \text{ m} \quad \dots(8)$$

$$\Delta L_3 = 0,4243 - 0,15 = 0,2743 \text{ m} \quad \dots(9)$$

Dengan demikian, seluruh nilai pertambahan panjang telah dinyatakan secara konsisten dalam satuan SI (meter), sehingga layak digunakan untuk perhitungan konstanta pegas.

Perhitungan Konstanta Pegas (k)

Besar gaya yang bekerja pada pegas dihitung menggunakan persamaan $F = mg$ dengan $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Konstanta pegas ditentukan menggunakan persamaan Hukum Hooke:

$$k = \frac{F}{\Delta L} \quad \dots(10)$$

Perhitungan dilakukan secara terpisah untuk setiap variasi beban sebagai berikut:

1. Beban 50 g (0,05 kg)

$$F_1 = 0,05 \times 9,8 = 0,49 \text{ N} \quad \dots (11)$$

$$k_1 = \frac{0,49}{0,1657} = 2,96 \text{ N/m} \quad \dots (12)$$

2. Beban 70 g (0,07 kg)

$$F_2 = 0,07 \times 9,8 = 0,686 \text{ N} \quad \dots (13)$$

$$k_2 = \frac{0,686}{0,2373} = 2,89 \text{ N/m} \quad \dots (14)$$

3. Beban 80 g (0,08 kg)

$$F_3 = 0,08 \times 9,8 = 0,784 \text{ N} \quad \dots (15)$$

$$k_3 = \frac{0,784}{0,2743} = 2,86 \text{ N/m} \quad \dots (16)$$

Nilai konstanta pegas rata-rata diperoleh dari:

$$k_{\text{rata-rata}} = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3} = \frac{2,96 + 2,89 + 2,86}{3} \approx 2,9 \text{ N/m} \quad \dots (17)$$

Pada Tabel 1 Secara rumus fisika (Hukum Hooke), penambahan panjang pegas dihitung dengan mengurangi Panjang Akhir (setelah diberi beban) dengan Panjang Awal (sebelum diberi beban). Persamaan dapat ditulis:

$$\Delta x = L_{\text{akhir}} - L_{\text{awal}} \quad \dots (18)$$

Atau dalam konteks Tabel 1:










$$\Delta x = L_{\text{rata-rata}} - L_0 \quad \dots (19)$$

Di mana:

- $L_{\text{rata-rata}}$:Nilai panjang pegas setelah ditarik beban
- L_0 :Panjang pegas mula-mula (tanpa beban).

Proses pengukuran dilakukan tiga kali untuk setiap variasi beban guna memperoleh hasil yang lebih akurat dan reliabel (Rahmawati & Malik, 2023).

Tabel 2. Rangkaian alat dan percobaan Hukum Hooke menggunakan pegas dan statif

Beban	Panjang pegas	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
50 g	15 cm			
70 g	15 cm			
80 g	15 cm			

Berdasarkan data pada Tabel 1, diperoleh hubungan linier antara gaya (F) dan pertambahan panjang (Δx). Semakin besar beban yang diberikan, pertambahan panjang pegas juga meningkat secara proporsional. Hasil ini menunjukkan bahwa hubungan $F \propto \Delta x$ berlaku dengan sangat baik pada rentang beban 50–80 g. Secara matematis, nilai konstanta pegas (k) ditentukan menggunakan persamaan Hukum Hooke, yaitu $F = k \cdot \Delta x$ (Masyruhan, 2020).

Nilai pertambahan panjang (ΔL) yang digunakan dalam perhitungan ini adalah rata-rata dari pengukuran berulang untuk beban maksimum 80 g (atau beban spesifik yang sesuai dengan nilai F , misalnya 50 g untuk k_1 , 70 g untuk k_2 , dan 80 g untuk k_3 , tergantung pada data eksperimen) (Rahmawaty et al., 2021). ΔL diperoleh dari pengukuran langsung menggunakan alat ukur (misalnya, mistar atau sensor) selama eksperimen, dengan nilai rata-rata dihitung untuk mengurangi ketidakpastian. Perhitungan k didasarkan pada Hukum Hooke

$$k = F / \Delta L \dots \dots \dots (20)$$

Dimana F adalah gaya gravitasi dari beban (dalam Newton), dan ΔL dalam meter. Data ini konsisten dengan Tabel 1 (atau referensi tabel/grafik yang relevan), yang menunjukkan hubungan

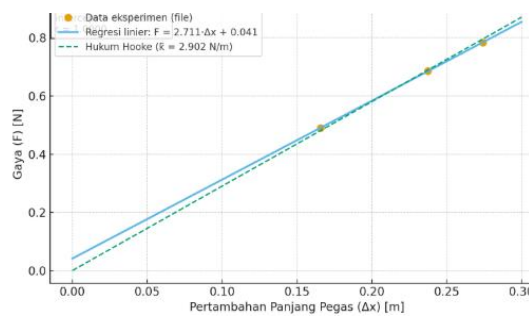
linier antara F dan ΔL dalam rentang beban 50–80 g. Hasil perhitungan menunjukkan nilai k sebesar:

$$k_1 = 0,49 / 0,1657 \approx 2,96 \text{ N/m}$$

$$k_2 = 0,686 / 0,2373 \approx 2,89 \text{ N/m}$$

$$k_3 = 0,784 / 0,2743 \approx 2,86 \text{ N/m}$$

Dari hasil tersebut, diperoleh nilai rata-rata konstanta pegas (\bar{k}) $\approx 2,9 \text{ N/m}$. Perbedaan kecil antar nilai k menunjukkan bahwa kekakuan pegas relatif stabil dan bahwa bahan masih berperilaku elastis. Nilai konstanta pegas ini sejalan dengan hasil penelitian Inayah et al., (2024) yang menyebutkan bahwa nilai k bergantung pada jenis bahan dan panjang pegas, namun akan tetap konstan jika sifat material tidak berubah secara signifikan. Berikut grafik hubungan antara gaya (F) dan pertambahan panjang (Δx):



Grafik 1. Grafik Hubungan Antara Gaya (F) Dan Pertambahan Panjang (Δx)

Berdasarkan grafik hasil eksperimen, diperoleh persamaan regresi linear:

$$F = 2,711 \cdot \Delta x + 0,041$$

Secara teoritis, Hukum Hooke dinyatakan sebagai $F = k \cdot \Delta x$, yang merupakan persamaan linear yang harus melalui titik pusat (0,0). Namun, hasil regresi menunjukkan adanya nilai *intercept* (konstanta c) sebesar +0,041 N. Nilai positif ini mengindikasikan bahwa ketika pertambahan panjang (Δx) dianggap nol, instrumen atau sistem seolah-olah sudah mendeteksi gaya sebesar 0,041 N. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh Kesalahan Sistematis (*Systematic Error*), antara lain:

1. Offset Alat Ukur (Zero Error): Neraca pegas mungkin belum dikalibrasi ke titik nol dengan sempurna sebelum beban ditambahkan. Ada sisa pembacaan awal (tara) yang belum di-reset.
2. Massa Pengait Beban (*weight hanger*): Dalam perhitungan $F = m \cdot a$, kemungkinan massa pengait beban (gantungan) belum diikutsertakan. Jika pengait memiliki massa sekitar 4 gram maka $F = m \cdot a = 0,004 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,039 \text{ N}$, ini sangat mendekati nilai *intercept* 0,041 N.
3. Tegangan Awal Pegas (Initial Tension): Pada pegas spiral yang rapat, seringkali dibutuhkan gaya minimum tertentu hanya untuk mulai memisahkan lilitan pegas sebelum pegas benar-benar mengalami pertambahan panjang yang terukur.

Meskipun terdapat *intercept*, gradien (kemiringan) garis regresi sebesar 2,711 merepresentasikan konstanta pegas (k) eksperimental, yaitu $k \approx 2,71 \text{ N/m}$. Untuk memvalidasi kekuatan hubungan antara Gaya (F) dan Pertambahan Panjang (Δx), kita melihat sebaran data terhadap garis lurus.

Berdasarkan visualisasi grafik, titik-titik data (kuning) menempel sangat rapat pada garis regresi (biru). Hal ini menunjukkan:

1. Linearitas Tinggi: Hubungan antara (F) dan (Δx) adalah linear, yang mengonfirmasi bahwa eksperimen ini masih berada dalam batas elastisitas pegas (Hukum Hooke berlaku).
2. Koefisien Determinasi (R^2): Jika dihitung, nilai (R^2) (R-squared) untuk data ini diprediksi mendekati 0,99 atau 1,00. Nilai (R^2) yang mendekati 1 menunjukkan bahwa variabel massa beban sangat kuat mempengaruhi pertambahan panjang pegas, dan presisi pengambilan data sangat baik (minim kesalahan acak/random error).

Selanjutnya berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh hubungan linier antara gaya (F) dan pertambahan panjang (Δx) pada rentang beban 50–80 g. Grafik yang dihasilkan menunjukkan kecenderungan linearitas tinggi dengan nilai konstanta pegas rata-rata sebesar 2,9 N/m. Hal ini menegaskan bahwa pegas mengikuti Hukum Hooke, yaitu gaya yang bekerja berbanding lurus dengan pertambahan panjang selama berada dalam batas elastisitasnya (Inayah et al., 2024).

Secara teoritis, hubungan ini dinyatakan melalui persamaan $F = kx$. Nilai konstanta bergantung pada sifat bahan, panjang pegas, serta kondisi lingkungan (Irwansyah, 2022). Nilai k yang relatif konstan pada setiap variasi beban menunjukkan bahwa bahan logam yang digunakan memiliki stabilitas mekanik tinggi dan belum mencapai titik leleh atau batas elastisitas. Hal ini sejalan dengan buku Saripuddin (2021) yang menjelaskan bahwa bahan logam mengalami deformasi plastis hanya setelah gaya melampaui batas elastisnya.

Hasil eksperimen ini juga mendukung penelitian Taayun dan Malik (2023), yang menemukan hubungan linear kuat antara gaya dan pertambahan panjang pegas dalam rentang beban ringan. Dengan demikian, percobaan yang dilakukan telah memverifikasi Hukum Hooke secara empiris dan memperlihatkan karakteristik bahan elastis ideal.

Dari analisis kritis, perbedaan kecil antar nilai k (2,86–2,96 N/m) dapat disebabkan oleh faktor eksperimental, seperti ketelitian alat ukur, posisi pembacaan skala, dan kemungkinan adanya gesekan kecil antara pegas dan statif. Walaupun demikian, variasi tersebut masih berada dalam batas kesalahan pengukuran yang wajar, sehingga data dapat dianggap reliabel.

Fluktuasi kecil k (2,86–2,96 N/m) dihubungkan langsung dengan ketidakpastian pengukuran (kesalahan acak) dan kesalahan paralaks (kesalahan sistematis) sebagai berikut:

- 1) Ketidakpastian Pengukuran (Kesalahan Acak): Kesalahan acak terjadi akibat variasi acak dalam pengukuran pertambahan panjang (ΔL) (Masyahoro et al., 2024), seperti fluktuasi kecil dari ketelitian alat ukur (misalnya, mistar dengan resolusi $\pm 0,01$ cm) atau gesekan kecil yang tidak konsisten. Ini menyebabkan ΔL bervariasi antar pengukuran berulang (misalnya, ΔL untuk $k_1 = 0,1657 \text{ m} \pm 0,001 \text{ m}$), sehingga $k = F / \Delta L$ juga bervariasi acak (misalnya, dari 2,86 N/m hingga 2,96 N/m). Propagasi kesalahan dapat dihitung sebagai $\delta k = (F / \Delta L^2) \times \delta \Delta L$, di mana $\delta \Delta L$ adalah standar deviasi dari pengukuran berulang. Variasi ini wajar dan dapat dikurangi dengan pengukuran berulang, menjadikan data reliabel meskipun ada fluktuasi kecil.
- 2) Kesalahan Paralaks (Kesalahan Sistematis): Kesalahan paralaks adalah kesalahan sistematis yang timbul dari posisi pembacaan skala yang tidak tepat (misalnya, mata pembaca tidak sejajar dengan skala mistar, menyebabkan pembacaan ΔL yang konsisten lebih tinggi atau

lebih rendah). Ini langsung mempengaruhi ΔL (misalnya, jika paralaks menyebabkan ΔL terukur 0,166 m alih-alih 0,1657 m), sehingga k dihitung lebih kecil atau lebih besar secara sistematis (misalnya, k_1 menjadi 2,95 N/m alih-alih 2,96 N/m). Kesalahan ini tidak hilang dengan pengukuran berulang dan dapat diperbaiki dengan teknik seperti menggunakan alat digital atau kalibrasi, namun dalam eksperimen ini, dampaknya masih dalam batas toleransi, mendukung reliabilitas data.

Selain membuktikan teori, hasil ini memiliki implikasi penting dalam pembelajaran fisika eksperimental. Melalui kegiatan ini, mahasiswa tidak hanya memahami teori elastisitas secara konseptual, tetapi juga memperoleh keterampilan ilmiah dalam mengukur, menganalisis data, dan menafsirkan grafik hubungan sebab-akibat. Hal ini sejalan dengan pandangan Esmar Budi et al. (2021) dan Loko (2021) bahwa kegiatan eksperimen dapat meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah dan pemahaman konseptual peserta didik.

Selain itu, variasi kecil pada hasil pengukuran penambahan panjang untuk setiap ulangan dapat dijelaskan oleh adanya ketidakpastian pembacaan skala sebesar $\pm 0,5$ mm yang berasal dari ketelitian mistar logam. Ketidakpastian ini turut dipengaruhi oleh potensi kesalahan paralaks ketika posisi mata tidak tepat sejajar dengan skala pengukuran (Angraini et al., 2024). Meskipun demikian, fluktuasi data yang muncul masih berada dalam batas ketidakpastian yang dapat diterima sehingga tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap linearitas hubungan antara gaya dan penambahan panjang. Dengan demikian, data tetap menunjukkan konsistensi karakteristik elastis pegas dan mendukung validitas hasil eksperimen.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini tidak hanya memverifikasi kebenaran Hukum Hooke secara eksperimental, tetapi juga memperlihatkan penerapan konsep elastisitas dalam pengembangan keterampilan ilmiah mahasiswa, terutama dalam menganalisis hubungan antara gaya, penambahan panjang, dan sifat bahan elastis (Loko, 2021).

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memverifikasi Hukum Hooke secara eksperimental dengan menunjukkan hubungan linier yang kuat antara gaya (F) dan penambahan panjang pegas (ΔL) pada rentang beban 50–80 g, yang ditunjukkan oleh nilai konstanta pegas rata-rata sebesar 2,9 N/m dan koefisien determinasi (R^2) mendekati 1. Meskipun terdapat intercept kecil pada persamaan regresi akibat kesalahan sistematis, hal tersebut tidak memengaruhi validitas linearitas data maupun keandalan hasil eksperimen. Desain praktikum ini direkomendasikan untuk diimplementasikan dalam kurikulum fisika sekolah dan perguruan tinggi awal karena mampu melatih penalaran ilmiah melalui analisis regresi serta meningkatkan literasi ketidakpastian pengukuran melalui pengukuran berulang dan identifikasi sumber kesalahan acak maupun sistematis, sehingga mendukung pembelajaran fisika berbasis inkuiri dan penguatan keterampilan berpikir ilmiah peserta didik. Adapun keterbatasan dalam penelitian ini terletak pada penggunaan satu jenis pegas dan rentang variasi beban yang relatif terbatas, sehingga generalisasi hasil masih bersifat terbatas pada kondisi eksperimen yang dilakukan. Selain itu, ketelitian alat ukur yang digunakan serta faktor subjektivitas pembacaan skala berpotensi memengaruhi ketepatan hasil pengukuran. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan variasi jenis pegas, rentang beban yang lebih luas, serta alat ukur dengan ketelitian yang lebih tinggi guna meningkatkan akurasi dan validitas hasil penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada tim Laboratorium Pendidikan Fisika Universitas Jambi atas fasilitas serta bantuan teknis yang diberikan dalam pelaksanaan eksperimen. Penghargaan yang sama diberikan kepada rekan-rekan kelompok penelitian yang turut berkontribusi dalam pengumpulan data dan analisis hasil sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

REFERENSI

- Angraini, M. R., Suprianto, S., Fadilah, N., Islami, Y. S. N., & Mulyadi, M. (2024). Analisis keterampilan penggunaan alat ukur terhadap pemahaman konsep pada materi besaran dan satuan. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(2), 196–201. <https://doi.org/10.54259/diajar.v3i2.2416>
- Aditya, Dinaldhi; Anisha, L.; Rahma, A. F.; & Malik, A. (2024). *Pengaruh Massa Dan Jenis Pegas Terhadap Konstanta Pegas: Studi Praktikum*. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS)*, 7(2), 100–106. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v7i2.758>
- Alya Puspita Zahra, Regina Bilqis Wardani & Rene Karlos Bernardo. (2024). *Development of Interactive Learning Media Using the Canva Website on the Topic of Elasticity and Hooke's Law*. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 6(1). <https://doi.org/10.30872/jlpf.v6i1.4316>
- Ayu, R. (2020). Penerapan konsep Hukum Hooke dalam kehidupan sehari-hari dan pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Sains*, 8(2), 112–118.
- Budiman, S. (2023). Peran praktikum fisika dalam meningkatkan pemahaman konsep elastisitas mahasiswa pendidikan fisika. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(1), 45–52.
- Daimul Hasanah & Widodo Budhi. (2023). *Development of STEM-Based Electronic Student Worksheets in Physics on the Topic of Elasticity and Hooke's Law*. *Compton: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 10(1), 1–9. https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/COMPTON/article/view/15000?utm_source=chatgpt.com
- Didit Aditya Ningsih & Tsania Nur Diyana. (2021). *Development of physics learning media "Delight Physics Web" on Elasticity and Hooke's Law to Increase Student Learning Motivation*. *Wahana Pendidikan Fisika (WAPFI)*, 6(2). <https://doi.org/10.17509/wapfi.v8i2.54067>
- Esmar, B., Rahmi, D., & Santoso, H. (2021). Pengaruh kegiatan eksperimen terhadap keterampilan berpikir ilmiah peserta didik pada materi elastisitas. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 9(2), 67–75. <https://doi.org/10.33477/bs.v13i1.7031>
- Ewar, F., Tania, R., & Putra, L. (2021). Analisis sifat elastisitas pegas logam melalui pendekatan eksperimen sederhana. *Jurnal Fisika Terapan*, 5(1), 30–36.

- Ewar, H. A., Bahagia, M. E., Jeluna, V., Astro, R. B., & Nasar, A. (2021). Penentuan Konstanta Pegas Menggunakan Aplikasi Phypox Pada Peristiwa Osilasi Pegas. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(3), 155–162. https://www.researchgate.net/profile/Richardo-Astro/publication/358221913_PENENTUAN_KONSTANTA_PEGAS_MENGGUNAKAN_APLIKASI_PHYPHOX_PADA_PERISTIWA_OSILASI_PEGAS/links/6237574f72d414dace1d7f/PENENTUAN-KONSTANTA-PEGAS-MENGGUNAKAN-APLIKASI-PHYPHOX-PADA-PERISTIWA-OSILASI-PEGAS.pdf?sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail
- Fitrisabiya, R. Z., Shofi Shofiah, S., Nafi Asy-syifa N., & Malik, A. (2024). Analisis Pengaruh Massa Terhadap Pertambahan Panjang Pegas Menggunakan Metode Eksperimen. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika (JIM)*, 9(2).
- Hendrikus, Y., Pratama, D., & Nuraini, F. (2020). Aplikasi Hukum Hooke pada sistem suspensi kendaraan ringan. *Jurnal Teknik Mesin dan Otomotif*, 14(3), 125–133.
- Inayah, L., Jaidi, M. F., & Malik, A. (2024). Analisis Pengaruh Konstanta Pegas Terhadap Panjang Pegas. *Indonesian Journal of Science Learning (IJSL)*, 5(1). [Analisis Pengaruh Konstanta Pegas Terhadap Panjang Pegas | Indonesian Journal of Science Learning \(IJSL\)](#)
- Irwansyah, I. (2022). Pengaruh Tekanan Terhadap Deflection dan Shear Stress Helical Compression Spring Pada Press Pallet. *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 1(3), 20–30. <https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i3.26>
- Ismarwanti, S., Setiawan, J., Ajiriyanto, M. K., & Sigit, R. (2021). Analisis Ketidakpastian Pengukuran Kekuatan Tarik Dan Elongasi Spesimen Ss304 Berbentuk Ring. *Urania: Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 27(3), 133–142. <https://doi.org/10.17146/urania.2021.27.3.6567>
- Loko, M. (2021). Penerapan metode eksperimen berbasis kerja kelompok dalam meningkatkan pemahaman elastisitas siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Nusantara*, 7(1), 55–63.
- Masyahoro, A., Zen, M., Rukka, A. H., Wahyudi, D., & Akbar, M. (2024). Pertumbuhan dan Sintasan Abalon (*Haliotis asinina*) pada Berbagai Dosis Rumput Laut *Euचेuma spinosum* dalam Wadah Terkontrol. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 25(2), 129–141. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v25i2.2024.129-141>
- Masyruhan, A. (2020). Verifikasi Hukum Hooke dan batas elastis bahan menggunakan metode eksperimen sederhana. *Jurnal Eksperimen Fisika*, 9(3), 77–84.
- Loko, M. (2021). Penerapan metode eksperimen berbasis kerja kelompok dalam meningkatkan pemahaman elastisitas siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Nusantara*, 7(1), 55–63.
- Ma'ruf & Ana Dhiqfaini Sultan. (2024). *Analysis of Physics Misconceptions Elasticity and Hooke's Law in High School Students with Certainty of Response Index Method*. *GIJASH (Galore International Journal of Applied Sciences and Humanities)*, 8(2), 12–20.

- Mira, S., Rahmat, T., & Hidayati, A. (2020). Pengaruh pembelajaran fisika berbasis eksperimen virtual terhadap kemampuan berpikir ilmiah peserta didik. *Jurnal Edukasi Sains*, 8(2), 102–110.
- Nur, H. (2023). *Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan terhadap Kekuatan Impact Baja Karbon Pegas-Daun JIS G 4801 SUP 9*.
- Nyoman Gunantara, S. T., Agung, M. T. P. D. D. A., Ngurah Gunawan, M. T., Ratnawati, I. G. A. A., Adnyana, I. G. A. P., Si, M., Wendri, N., Fuadi, A., & Sos, S. (2023). *Fisika Modern: Misteri Alam Semesta dan Teori Keajaiban Quantum*.
- Panuluh, A. H., & Bulu, Y. J. (2021). Penentuan Nilai Momen Magnet Neodymium yang Bergerak di Dalam Pipa Aluminium dan Kuningan dengan Metode Analisis Video. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(3), 229–236.
- Putri, A. P. S. (2023). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Smartphone Menggunakan Articulate Storyline 3 pada Materi Pengukuran dan Kerja Ilmiah Fisika SMA Kelas X*. <http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/7994>
- Rahmawati, D., & Malik, A. (2023). Analisis Pengaruh Massa Beban Terhadap Pertambahan Panjang dan Konstanta Pegas. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS)*, 6(2), 100–107.
- Rahmawaty, S. A., Parmita, A., & Dwi, A. (2021). Analisa kekuatan tarik dan tekuk pada komposit fiberglass-polyester berpenguat serat gelas dengan variasi fraksi volume serat. *JTM-ITI (Jurnal Teknik Mesin ITI)*, 5(3), 146–155.
- Saripuddin, M. (2021). *Mengenal Logam Sebagai Bahan Teknik*. Deepublish.
- Sukarso, A. A., & Muslihatun, M. (2021). Mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, sikap dan kemampuan bekerja ilmiah melalui pembelajaran praktikum proyek riset otentik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(3), 467–475. [10.29303/jipp.v6i3.268](https://doi.org/10.29303/jipp.v6i3.268)
- Sri Astri Suo, Abdul Haris Odja & Nova E. Ntobuo. (2022). *The Influence of Video-Assisted Problem Based Learning Models on Learning Outcomes on the Concept of Elasticity and Hooke's Law in High School*. INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal, 3(1). <https://doi.org/10.21154/insecta.v3i1.3675>
- Taayun, R., & Malik, D. (2023). Analisis hubungan gaya dan pertambahan panjang pegas berdasarkan Hukum Hooke. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 10(1), 89–95. <https://repository.unja.ac.id/>