

# KAJIAN SIFAT TETAPAN PEGAS DAN MODULUS ELASTISITAS

Esmar Budi<sup>1,a)</sup>, Agus Setyo Budi<sup>1,a)</sup>, Upik Rahma Fitri<sup>1,a)</sup>, Risda Aprilia<sup>1,a)</sup> dan Dian Andriyani<sup>1,a)</sup>

*<sup>a)</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Jakarta Fisika,  
Jl. Rawamangun Muka Raya, Jakarta 13220 Indonesia  
Jl. Pemuda No. 10 Rawamangun, Jakarta 13220 Indonesia*

✉: esmarbudi@unj.ac.id

## Abstract

A study on the properties of the spring constant has been carried out through laboratory experiments to determine the spring constant based on Hooke's law. The objective of the experiment is to determine the value of the spring constant and determine its relation to the elastic properties of the spring material expressed in the modulus of elasticity. In this experiment, two springs made from identical materials were used with the same spring length (6.8 cm) but with different diameters, which were spring 1 (dia. 0.8 cm) and spring 2 (dia. 1.0 cm). The experimental results show that the two springs, even though they have identical materials, have different spring constant values where the average spring 1 constant is 8,561 N/m and the spring 2 constant is 4,432 N/m on average. In theory using Hooke's law, it shows that the value of the spring constant is directly proportional to the elastic modulus of the material but inversely proportional to the length of the material. The two springs have the same geometric length but differ in the diameter of the spring geometry. A spring with a smaller geometric diameter has a larger spring constant. The results of the next study were used as training materials for learning physics for students, especially in Hooke's law material. The training results were considered satisfactory in terms of material and implementation by the training participants.

**Keywords:** spring constant, Hooke's law, modulus elastic, laboratory experiment, physics learning.

## PENDAHULUAN

Tetapan pegas atau disebut juga tetapan gaya, merupakan tetapan kesebandingan antara gaya yang diberikan pada pegas terhadap pertambahan panjang pegas tersebut yang dinyatakan dengan hukum Hooke (Serway, 2014). Nilai tetapan pegas juga merupakan ukuran kekakuan (stiffness) dari pegas tersebut dimana semakin besar nilai tetapan pegas maka semakin kaku pegas tersebut. Disisi lain, dalam dunia rekayasa, kekakuan suatu bahan (padatan) berkaitan dengan sifat elastisitas bahan tersebut. Sifat elastisitas suatu bahan dinyatakan dengan nilai modulus Young yang merupakan nilai kesebandingan antara tegangan (gaya per satuan luas penampang bahan) terhadap regangan (nisbah pertambahan panjang per satuan panjang bahan (Callister, 2009).

Kaitan antara tetapan pegas dengan sifat elastisitas bahan pegas penting untuk diketahui dan dipahami bagi peserta didik guna meningkatkan kemampuan ataupun kompetensi berdasarkan kemampuan analisis khususnya pada materi tersebut. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat dilakukan adalah melalui kegiatan praktek laboratorium yang memberikan pengalaman langsung dan

keikutsertaan dalam kelompok kerja untuk mengidentifikasi, menganalisis dan memecahkan permasalahan (Irving dan Sayre, 2014).

Tulisan ini membahas hasil kajian dan analisis percobaan penentuan tetapan pegas berdasarkan hukum Hooke. Juga dipaparkan hasil analisis hubungan antara tetapan pegas dan tetapan elastisitas bahan pegas tersebut. Selanjutnya hasil kajian digunakan sebagai materi pelatihan pembelajaran fisika bagi peserta didik.

## METODE

Pelaksanaan kegiatan meliputi tiga tahap. Tahap pertama adalah persiapan dan pembekalan alat dan bahan percobaan laboratorium untuk memperoleh data yang akan digunakan sebagai materi pelatihan pembelajaran tetapan pegas dan sifat elastisitas. Tim pelaksana kegiatan terdiri dari dosen, tenaga PLP/laboran dan mahasiswa sedangkan peserta pelatihan adalah siswa dan guru dari sekolah-sekolah di wilayah kerja forum Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Fisika Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

### 1. Persiapan dan Pembekalan

Tahap persiapan meliputi sosialisasi dan penjangkaran mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika FMIPA UNJ sebagai pendamping instruktur kegiatan. Untuk mahasiswa pendamping instruktur direkrut 2 orang yang sudah berpengalaman sebagai asisten Laboratorium Pembelajaran Fisika. Selanjutnya dilaksanakan kegiatan pembekalan bagi pendamping instruktur di Laboratorium Pembelajaran Fisika FMIPA UNJ. Materi pembekalan meliputi persiapan alat dan bahan, percobaan, pengumpulan dan analisis data lengkap dengan pembahasan serta pembuatan laporan.

Penentuan tetapan pegas dilakukan dengan kaidah percobaan laboratorium menggunakan perangkat peralatan percobaan Jeulin berbantuan perangkat lunak Generis+5 (Jeulin, 2013; Budi, 2013a). Peralatan dilengkapi dengan perubah analog-digital VVT guna membaca piranti sensor gaya. Penentuan tetapan pegas dilakukan dengan suatu percobaan sistem pegas-massa dimana beban digantung vertikal pada pegas (gambar 2) berdasarkan hukum Hooke melalui perubahan variasi massa beban sebesar 5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 gram. Setiap penambahan massa beban, pegas akan mengalami pertambahan panjang yang kemudian pertambahan panjangnya diukur dengan menggunakan penggaris. Data pertambahan panjang setiap pertambahan massa kemudian diinput dalam perangkat lunak sebagai data. Sementara itu penentuan nilai tetapan elastisitas pegas dilakukan dengan perhitungan menggunakan data-data tambahan khususnya ukuran diameter pegas, panjang pegas, jumlah lilitan pegas dan Poisson ratio seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data geometri pegas

Besaran	Pegas 1	Pegas 2
Diameter luar pegas $\varnothing$ (m)	0,008	0,01
Diameter kawat pegas $d$ (m)	0,00047	0,00047
Panjang pegas $L_0$ (m)	0,065	0,065
Jumlah lilitan pegas $N$	90	110
Poisson ratio $\nu$	0,3	0,3



Gambar 1. Diagram skematik dari percobaan hukum Hooke beserta kelengkapannya

## 2. Pelatihan Pembelajaran Fisika

Pelatihan pembelajaran fisika dilaksanakan pada 22 Agustus dan 19 September 2020 secara daring dengan peserta dididik sejumlah 22 peserta dari sekolah di wilayah MGMP Fisika Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Pelaksanaan pelatihan selain bekerjasama dengan MGMP Fisika Kabupaten Bogor, juga bekerjasama dengan Kantor Dinas Pendidikan Kabupaten Bogor dan Kantor Dinas Pendidikan Jawa Barat.

Pelatihan daring menggunakan platform Learning Management System (LMS) (<https://p2mfisika.smart-unj.id/>) dan zoom meeting. Paparan materi dan tugas disampaikan secara daring melalui zoom meeting dan juga dapat diakses pada sistem pelatihan daring.

## HASIL DAN PEMBEHASAN

### Hasil Kajian Tetapan Pegas dan Tepan Elastisitas

Hasil percobaan dan perhitungan tetapan pegas ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2 (Budi, 2013b). Hasil percobaan dan perhitungan selanjutnya dapat diplot pada grafik seperti pada Gambar 4.

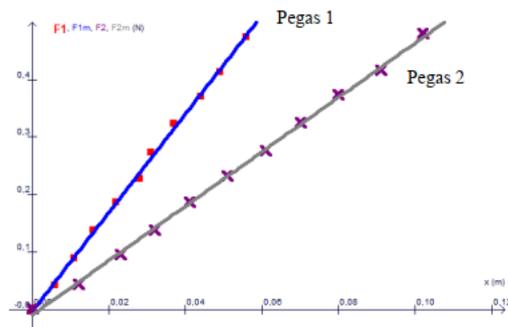
Tetapan pegas merupakan karakteristik pegas yang bergantung pada ukuran dimensi pegas. Hasil percobaan menunjukkan nilai tetapan pegas 1 adalah  $k_1 = 8.590$  N/m dan pegas 2 adalah  $k_2 = 4.735$  N/m. Seperti diketahui bahwa kedua pegas memiliki panjang yang sama namun berbeda diameter dimana diameter pegas 2 lebih besar dibandingkan diameter pegas 1. Jadi dari hasil percobaan diperoleh hasil bahwa semakin besar diameter pegas, semakin kecil tetapan pegas tersebut.

Tabel 2. Hasil perhitungan tetapan pegas 1 ( $k_1$ )

$\Delta x$ (m)	F (N)	$k_1$ (N/m)
0	0,004	0
0,006	0,042	7,000
0,011	0,089	8,091
0,016	0,138	8,625
0,022	0,186	8,455
0,028	0,228	8,143
0,031	0,273	8,806
0,037	0,323	8,730
0,044	0,37	8,409
0,049	0,414	8,449
0,056	0,474	8,464
	$k_{1 \text{avr}} =$	7,561
	$k_{1 \text{model}} =$	8,56

Tabel 3. Hasil perhitungan tetapan pegas 2 ( $k_2$ )

$\Delta x$ (m)	F (N)	$k_2$ (N/m)
0	0,001	0
0,012	0,044	3,667
0,023	0,095	4,130
0,032	0,138	4,313
0,041	0,186	4,537
0,051	0,232	4,549
0,061	0,277	4,541
0,070	0,325	4,643
0,080	0,373	4,663
0,091	0,416	4,571
0,102	0,48	4,706
	$k_{2 \text{avr}}$	4,432
	$k_{2 \text{model}}$	4,735



Gambar 4. Grafik hubungan gaya dan pertambahan panjang pegas untuk pegas 1 dan pegas 2. Kurva garis merupakan hasil perhitungan (model) sedangkan titik-titik persegi dan silang merupakan data hasil percobaan.

Dari persamaan 9 diketahui bahwa nilai  $k$  berbanding terbalik dengan panjang pegas. Panjang kedua pegas adalah sama namun pegas 2 memiliki diameter yang lebih besar daripada pegas 1 sehingga jika pegas 2 direntangkan lurus maka rentang panjang pegas 2 akan lebih besar dibandingkan rentang panjang pegas 1. Dilihat dari hubungan persamaan (10) maka nilai tetapan pegas  $k$  berbanding terbalik terhadap panjang pegas. Jadi karena rentang panjang pegas 1 lebih pendek, maka nilai tetapan pegas 1 lebih besar dibandingkan pegas 2. Jadi meskipun kedua pegas berbahan jenis yang sama sehingga memiliki nilai modulus elastis yang sama namun berbeda rentang panjang pegas sehingga memberikan nilai tetapan pegas yang berbeda. Secara umum, banyak faktor yang mempengaruhi kemampuan kerja pegas antara lain selain kelenturan (sifat elastisitas), juga dipengaruhi oleh diameter dan panjang pegas, jarak spasial pegas serta sudut kemiringan lingkaran spiral pegas (Yıldırım, 2016).

Elastisitas bahan merupakan ukuran ketahanan suatu bahan (padatan) terhadap deformasi atau perubahan bentuk elastis akibat bekerjanya gaya atau tegangan luar terhadap bahan padatan tersebut. Pada skala atomik, elastisitas merupakan ukuran ketahanan antar atom terhadap gaya pemisah ikatan atom-atom tersebut. Elastisitas merupakan sifat fisika yang penting khususnya bagi bahan padatan dalam berbagai banyak bidang aplikasi atau terapan seperti pada pegas karena kemampuan kerja bahan padatan banyak ditentukan oleh sifat elastisitasnya.

Pengukuran geometri pegas diberikan pada Tabel 4. Hasil perhitungan tetapan atau modulus elastisitas dengan menggunakan data pada Tabel 3 dan persamaan 14 diperoleh modulus elastisitas pegas 1 adalah  $Y_1 = 124 \text{ GPa}$  dan modulus elastisitas pegas 2 adalah  $Y_2 = 180 \text{ GPa}$ . Secara keseluruhan nilai tetapan modulus elastisitas kedua pegas berbeda. Jika dibandingkan dengan literatur maka dari nilai modulus elastisitas hasil kajian ini masuk katagori material non besi.

Tabel 4. Data geometri pegas

Besaran	Pegas 1	Pegas 2
Diameter luar pegas $\varnothing$ (m)	0,008	0,01
Diameter kawat pegas $d$ (m)	0,00047	0,00047
Panjang pegas $L_0$ (m)	0,065	0,065
Jumlah lilitan pegas $N$	90	110
Poisson ratio $\nu$	0,3	0,3

Seperti diketahui bahwa elastisitas bahan padatan dapat direkayasa melalui pembentukan pegas (spiral). Kawat pegas yang biasa dipakai sebagai pegas peredam suspensi kendaraan bermotor, terbuat dari bahan dengan kekuatan yield yang tinggi sehingga mampu kembali ke keadaan semula setelah diberi gaya luar (Abidin, et al, 2013; Zhu et al, 2014).

Elastisitas pegas merupakan ukuran kekakuan pegas yang diungkapkan dalam besaran atau tetapan pegas atau disebut juga tetapan gaya (Yıldırım, 2016).

Seluruh peserta pelatihan menyatakan puas (67%) dan cukup puas (33%) terhadap kegiatan pelatihan kajian sifat elastisitas secara daring. Sementara itu sebanyak 17% peserta puas dan 83 % peserta menilai cukup puas terkait dengan kemudahan isi materi pelatihan untuk dimengerti. Pelayanan tim pelaksanaan baik pemateri maupun fasilitator dalam kegiatan pelatihan termasuk tindak lanjut dari pertanyaan taupun permasalahan yang diajukan dinilai peserta adalah memuaskan dengan penilaian

masing masing 50% puas dan 50% cukup puas. Kemudian 33% peserta menilai puas dan 67% peserta menilai cukup puas terkait dengan kesesuaian materi yang diharapkan oleh peserta. Untuk alokasi waktu penyampaian materi pelatihan dinilai puas (50%) dan cukup puas (33%) namun sebanyak 17% menilai tidak puas. Pertanyaan terkait apakah penilaian kegiatan pelatihan jika diadakan lagi, maka 17% peserta menilai puas dan 83% peserta menilai cukup puas.

Secara umum pelaksanaan kegiatan pelatihan pembelajaran khususnya kajian sifat elastis mulai dari pelaksanaan kegiatan, kemudahan dan kesesuaian materi masuk dalam katagori memuaskan (puas dan cukup puas). Khusus untuk alokasi waktu yang terdapat 17% menyatakan tidak puas hal ini dikarenakan pelaksanaan pelatihan yang pertama kali dilakukan secara daring. Kendala-kendala terkait dengan kecepatan interaksi yang bergantung pada kestabilan jaringan internet memberikan Batasanbatasan tertentu.

## KESIMPULAN

### 1. Simpulan

Telah dilakukan pelatihan pembelajaran kajian sifat elastisitas pegas bagi peserta didik dari sekolah dilingkungan MGMP Fisika Kabupaten Bogor. Pelatihan pembelajaran dilakukan secara daring di masa pandemic covid 19 menggunakan platform LSM pelatihan daring pada <https://p2mfisika.smartunj.id/> dan zoom meeting. Materi dan tugas serta respon peserta terhadap kegiatan pelatihan diberikan secara daring menggunakan platform LMS pelatihan daring tersebut. Dari hasil kajian materi sifat elastastis pegas telah ditunjukkan terdapat kaitan antara nilai tetapan pegas terhadap nilai modulus elastisitas bahan pegas melalui percobaan hukum Hooke. Respons peserta pelatihan memberikan penilaian yang memuaskan (puas dan cukup puas) khususnya terkait dengan pelaksanaan kegiatan serta kemudahan dan kesesuaian materi pelatihan.

### 2. Saran

Berdasarkan adanya respon yang menilai alokasi waktu pelatihan yang tidak memuaskan maka disarankan bahwa pelaksanaan kegiatan pelatihan perlu dilakukan beberapa kali dengan tetap melakukan pendampingan serta penilaian dan penghargaan yang sesuai.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Pembelajaran Fisika, Prodi Pendidikan Fisika FMIPA UNJ, MGMP Fisika Kab. Bogor, Kadis Pendidikan Kabupaten Bogor dan Provinsi Jawa Barat atas kerjasama dalam kegiatan. Kegiatan ini didanai oleh Hibah P2M BLU UNJ dengan kontrak pembiayaan berdasarkan SK Rektor UNJ No. 476/UN39/KU.00.01/2020.

## REFERENSI

- Budi, E. (2013a). Instrumentasi dalam Pendidikan Fisika. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta.
- Budi, E. (2013b). Tetapan Pegas. Laporan Percobaan. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta.
- Callister, Jr., W.D., Rethwisch, D.G. (2009). *Materials Science and Engineering: an introduction*, 8th edition, John Wiley & sons,.
- Haliday, D., Resnick, R., Walker, J. (2007). *Fundamentals of Physics*, 8th edition, Extended, John Wiley and sons.
- Irving, P.W., Sayre, E.C. Conditions for building a community of practice in an advanced physics laboratory. *Physics review special topic-Physics education research* 10, 010109 (2014).
- Jeulin. *Physics Mechanics: Hooke's law* (2010) (manual sheet of experiment).
- Serway, R.A. & Jewitt, Jr. J.W. (2014). *Physics for Scientist and Engineer with Modern Physics*, 9th edition, Brooks/Cole : Boston.

- Science Studio software package. User manual and scientific tutorial. S.A.V. Jeulin (2010).
- Yıldırım, V. (2016). Exact determination of the global tip deflection of both closecoiled and open-coiled cylindrical helical compression springs having arbitrary doubly-symmetric crosssections. *International Journal of Mechanical Sciences*, 115-116 (2016) 280–298.
- Zhu, Y., Wang, Y., Huang, Y. (2014). Failure analysis of a helical compression spring for a heavy vehicle's suspension system. *Case Studies in Engineering Failure Analysis*, 2: 169–173.
- Siti et al. The dependence of the spring constant in the linear range on spring parameters, *Phys.Edu*.46 (2011).