

Penentuan Konstanta Pegas dalam Hukum Hooke pada Rangkaian Tunggal, Seri dan Paralel

Richo Fenda Refiantoro dan Kurniawanti*

Program Studi Teknik Industri Universitas PGRI Yogyakarta

*wanti.kurnia@upy.ac.id

Abstract. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa faktor apa saja yang mempengaruhi nilai konstanta pegas pada konsep elastisitas bahan dan Hukum Hooke. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen menggunakan tiga jenis beban dan menggunakan rangkaian tunggal, seri, dan paralel. Percobaan yang telah dilakukan menghasilkan besar kecil nilai konstanta dipengaruhi oleh jumlah pertambahan panjang pegas atau sifat elastisitas suatu benda. Sedangkan pertambahan panjang atau elastisitas benda dipengaruhi oleh massa atau gaya yang dikenakan pada pegas tersebut. Selain itu rangkaian suatu pegas juga mempengaruhi nilai elastisitas pegas yang secara linear berpengaruh pada nilai konstanta pegas.

1. Pendahuluan

Sifat elastis atau elastisitas adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk awalnya segera setelah gaya luar yang diberikan kepada benda itu dihilangkan (dibebaskan). Berdasarkan sifat elastis ini, benda-benda kertas dan tanah liat disebut sebagai benda yang tidak elastis. dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu benda elastis dan benda plastis (tak elastis). Benda-benda seperti busa spons, karet gelang, dan pegas baja disebut sebagai benda yang elastis. Sedang benda-benda seperti kertas dan tanah liat disebut sebagai benda yang tidak elastis atau plastis [1].

Konstanta pegas adalah besarnya gaya yang dibutuhkan atau yang harus diberikan sehingga terjadi perubahan panjang sebesar satu satuan panjang. Satuan SI untuk konstanta pegas adalah N/m atau $kg.m/s^2$. Sebuah gaya pemulih yang ditimbulkan oleh sebuah pegas ditentukan oleh Hukum Hooke [2]. Saat menentukan koefisien elastisitas, pegas dibebani dengan beban. Hal tersebut dilakukan untuk menunjukkan proporsionalitas antara ekstensi pegas dan bobot. Koefisien proporsionalitas adalah koefisien elastisitas pegas [3]. Oleh karena itu diperlukan suatu eksperimen untuk membuktikan faktor apa saja yang mempengaruhi nilai konstanta pegas.

2. Landasan Teori

Hukum Hooke adalah hukum atau ketentuan mengenai gaya dalam ilmu fisika yang terjadi karena sifat elastisitas suatu pegas [4]. Semakin besar nilai konstanta maka tingkat elastisitas pegas semakin kecil dan sebaliknya [5]. Hubungan antara gaya (F) yang meregangkan pegas dan pertambahan panjang pegas (Δx) di daerah yang ada dalam batas kelenturan adalah,

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

Persamaan tersebut juga merupakan suatu perbandingan yang disebut sebagai tetapan pegas.

Gerak benda yang terjadi secara berulang dan dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik. Karena gerak ini terjadi secara teratur, maka gerak ini disebut juga sebagai gerak harmonik. Periode (T) suatu gerak harmonik adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh satu lintasan lengkap dari geraknya, yaitu satu getaran penuh atau satu putaran sehingga dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut.

$$T = \frac{t}{n} \quad (2)$$

Dimana :

T = Periode (s)
t = waktu (s)
n = Jumlah getaran

Untuk mencari konstanta pegas dapat dicari menggunakan cara statis dan dengan cara dinamis [6]. Suatu pegas yang digantungkan mempunyai nilai konstanta pegas k, yang merupakan besar gaya tiap pertambahan panjang (Δx) sebesar satu satuan panjang. Maka jika pegas kita tarik dengan gaya F tangan, maka pada pegas akan terjadi gaya pegas (F_p) yang arahnya berlawanan dengan arah gaya (ΣF). Hal ini sesuai dengan Hukum Hooke, dimana :

$$F_p = -k \Delta x \quad (3)$$

Sehingga untuk mencari nilai k dapat dicari dengan persamaan,

$$k = \frac{f}{\Delta x} = \frac{m \cdot g}{\Delta x} \quad (4)$$

Dimana :

k = Konstanta pegas (N/m),
F = Gaya pada pegas (N/m),
 Δx = Pertambahan Panjang Pegas (m)

Jika beban yang digantungkan pada pegas dalam keadaan setimbang, kemudian diberi sedikit usikan dengan menarik massa kebawah atau menekannya keatas kemudian melepaskannya kembali, maka pegas akan mengalami getaran. Getaran ini akan menyebabkan adanya periode dan amplitudo dan juga percepatan yang arahnya selalu menuju ketitik setimbang yang dapat diungkapkan dalam persamaan,

$$x = A \cos \omega t \quad (5)$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d(A \cos \omega t)}{dt}$$

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

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d(-A\omega \sin \omega t)}{dt}$$

$$a = -A\omega^2 \cos \omega t$$

$$a = -\omega^2 x \quad (7)$$

Dimana : (x) adalah jarak, (v) kecepatan, dan (a) adalah percepatan.

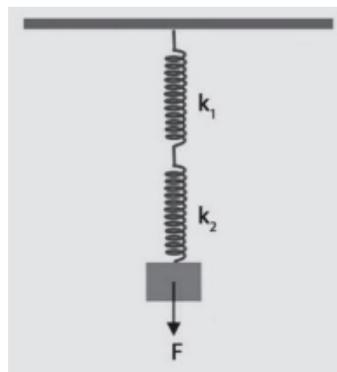
Jika suatu pegas mengalami percepatan maka akan berlaku Hukum 2 Newton dengan persamaan,

$$\begin{aligned} \sum F &= F_p & (8) \\ ma &= -k \Delta x \\ m(-\omega^2 x) &= -k \Delta x \\ -\omega^2 m x &= -k \Delta x \\ -\omega^2 m &= -k \omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega^2 &= \frac{k}{m} \\ \omega &= \sqrt{\frac{k}{m}} \\ \frac{2\pi}{T} &= \sqrt{\frac{k}{m}} \\ T &= 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \\ T^2 &= 4\pi^2 \frac{m}{k} \\ K &= 4\pi^2 \frac{m}{T^2} & (9) \end{aligned}$$

Dari penurunan rumus di atas dapat digunakan untuk mencari nilai tetapan pegas dengan cara dinamis. Rangkaian pegas terdiri dari rangkaian pegas seri dan rangkaian pegas paralel.

2.1. Rangkaian Pegas Seri

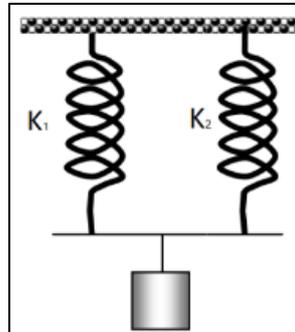


Gambar 1. Rangkaian Pegas Seri

Untuk susunan seri yang terdiri atas n buah pegas berlaku:

$$\frac{1}{K_s} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n} \quad (10)$$

2.2. Rangkaian Pegas Paralel



Gambar 2. Rangkaian Pegas Paralel

Untuk susunan paralel yang terdiri atas n buah pegas berlaku :

$$k_{\text{tot}} = k_1 + k_2 + \dots + k_n \quad (11)$$

3. Metodologi

Eksperimen ini menggunakan metode eksperimen dengan alat dan bahan serta prosedur sebagai berikut:

a. Alat dan Bahan

1. Pegas
2. Penggaris
3. Beban
4. Neraca
5. Statif

b. Prosedur

1. Merangkai alat peraga sesuai dengan ketentuan.
2. Mengukur panjang pegas sebelum diberi beban (x_0).
3. Menambahkan beban yang sudah diketahui massanya pada ujung pegas.
4. Mengukur panjang pegas setelah diberi beban (x_1).
5. Menghitung pertambahan panjang pegas (Δx) dengan cara mengurangkan x_0 terhadap x_1 .
6. Mengulangi langkah 3-5 dengan massa beban pegas yang berbeda.
7. Kemudian merangkai dua pegas membentuk rangkaian seri kemudian ulangi langkah 6.
8. Merangkai kembali dua pegas membentuk rangkaian paralel kemudian ulangi langkah 6.
9. Menuliskan hasil pengukuran di tabulasi data.

Pelaksanaan eksperimen menggunakan tiga jenis beban dengan massa 30 gram, 100 gram, dan 125 gram. Kemudian toleransi massa beban, panjang awal, panjang akhir, dan pertambahan panjang secara berturut-turut : $\pm 0,05$ gram, $\pm 0,05$ cm, $\pm 0,05$ cm, $\pm 0,0005$ m. Hasil pengukuran diperoleh pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pada Jenis Pegas Rangkaian Tunggal, Seri dan Paralel

Jenis Rangkaian	Massa Beban (gr)	Panjang Awal (cm)	Panjang Akhir (cm)	Pertambahan Panjang (m)
Tunggal	30	16	22,5	0,065
Tunggal	100	16	35	0,190
Tunggal	125	16	48	0,320
Seri	30	18,5	27	0,085
Seri	100	18,5	35	0,165
Seri	125	18,5	39	0,205
Paralel	30	10	12	0,020
Paralel	100	10	13	0,030
Paralel	125	10	14,5	0,045

Data-data yang diperoleh dari eksperimen yang telah dilakukan, selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan metode perhitungan Hukum Hooke dan setelahnya dilakukan analisis hasil.

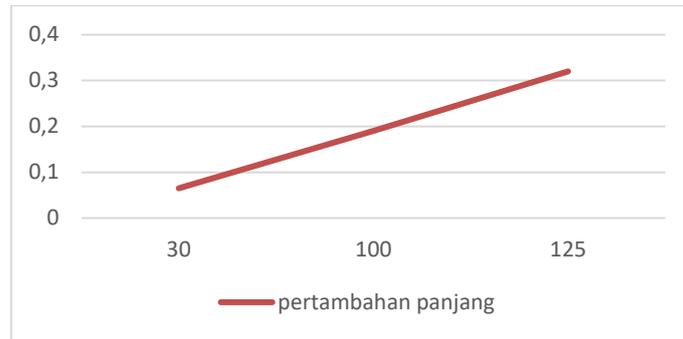
4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh, kemudian dilakukan proses perhitungan nilai konstanta pegas menggunakan persamaan (4) untuk masing-masing jenis rangkaian. Adapun hasil perhitungan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pada Jenis Pegas Rangkaian Tunggal, Seri dan Paralel

Jenis Pegas	Massa Beban (gr)	Konstanta Pegas (N/m)
Rangkaian tunggal	30	4,52
Rangkaian tunggal	100	5,15
Rangkaian tunggal	125	3,82
Rangkaian seri	30	1,72
Rangkaian seri	100	2,96
Rangkaian seri	125	2,98
Rangkaian paralel	30	29,4
Rangkaian paralel	100	65,32
Rangkaian paralel	125	54,44

Dari hasil perhitungan nilai konstanta pegas diperoleh analisis diantaranya, terdapat hubungan yang linear antara massa beban dengan pertambahan panjang pegas yang dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar massa beban, maka terjadi peningkatan panjang pegas. Hal tersebut disebabkan berat beban membuat pegas menjadi semakin merenggang. Selain itu terdapat hubungan antara pertambahan panjang pegas terhadap nilai konstanta pegas pada setiap rangkaian yang dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6. Pada grafik menggambarkan bahwa semakin besar pertambahan panjang pegas, menyebabkan nilai konstanta pegas juga memiliki nilai yang semakin besar pula. Sehingga kedua hubungan tersebut juga memiliki hubungan yang linear.



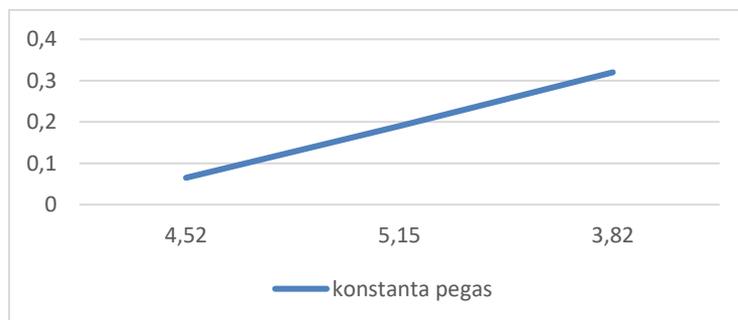
Gambar 1. Hubungan Massa Beban terhadap Pertambahan Panjang Pegas pada Rangkaian Tunggal



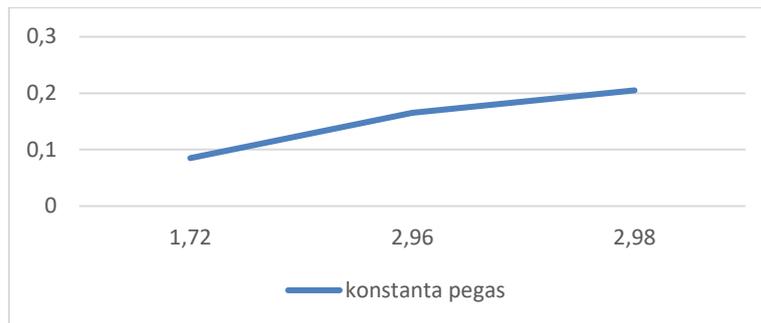
Gambar 2. Hubungan Massa Beban terhadap Pertambahan Panjang Pegas pada Rangkaian Seri



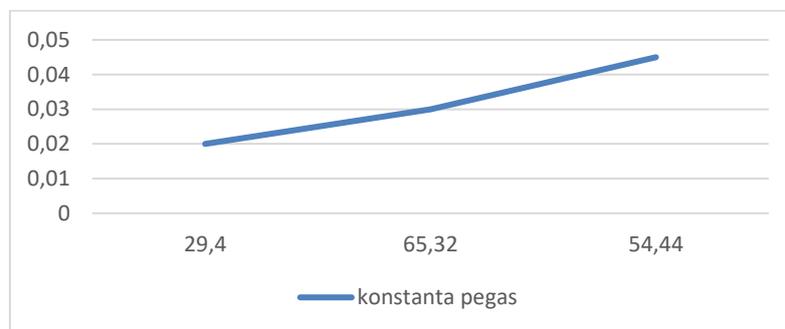
Gambar 3. Hubungan Massa Beban terhadap Pertambahan Panjang Pegas pada Rangkaian Paralel



Gambar 4. Hubungan Pertambahan Panjang Pegas terhadap Nilai Konstanta Pegas pada Rangkaian Tunggal



Gambar 5. Hubungan Pertambahan Panjang Pegas terhadap Nilai Konstanta Pegas pada Rangkaian Seri



Gambar 6. Hubungan Pertambahan Panjang Pegas terhadap Nilai Konstanta Pegas pada Rangkaian Paralel

Konstanta pegas juga dipengaruhi bentuk dari rangkaian pegas. Hal ini juga dijelaskan dengan persamaan yang digunakan. Konstanta pegas pada rangkaian tunggal memiliki nilai lebih besar dibanding nilai konstanta pegas pada rangkaian seri. Sedangkan pada rangkaian pegas paralel memiliki nilai konstanta pegas tertinggi. Hal ini disebabkan karena rangkaian tunggal hanya terdapat 1 pegas sehingga konstantanya lebih stabil atau normal. Pada rangkaian seri karena pegas disusun bertingkat mengakibatkan tekanan pada pegas menjadi n kali lipat tergantung jumlah pegasnya yang kemudian menjadikan konstantanya bernilai kecil. Sedangkan pada rangkaian paralel kebalikan dari rangkaian seri. Karena posisi pegas sejajar maka tekanan beban menjadi berkurang, mengakibatkan gayanya juga mengecil sehingga nilai konstanta menjadi lebih besar. Selain itu, massa benda juga mempengaruhi konstanta sebab massa benda merupakan aspek persamaan dari gaya pegas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa suatu konstanta jika elastisitasnya baik maka konstantanya juga tidak terlalu besar. Sedangkan jika elastisitas suatu benda kaku, maka konstantanya akan mengecil.

5. Kesimpulan

Dari eksperimen yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain, pertambahan panjang pegas dipengaruhi oleh massa benda. Semakin besar massa benda maka semakin besar juga pertambahan panjang pegas. Semakin besar pertambahan panjang pegas, maka nilai konstanta pegas juga semakin besar. Sehingga gaya pegas dan pertambahan panjang pegas berbanding lurus atau linear. Bentuk rangkaian pegas juga mempengaruhi nilai konstanta pegas yang berpengaruh terhadap elastisitas suatu pegas. Rangkaian pegas paralel memiliki nilai konstanta yang lebih besar dibanding dengan rangkaian pegas seri, sedangkan rangkaian pegas tunggal memiliki nilai konstanta pegas lebih besar dibanding nilai konstanta pegas seri dan lebih kecil dibanding nilai konstanta pegas paralel. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan pengukuran nilai konstanta pegas yang dipengaruhi faktor lain seperti material/bahan pegas.

6. Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dibimbing dan diberikan materi oleh Dosen mata kuliah Praktikum Fisika Dasar, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Dosen mata kuliah Praktikum Fisika Dasar atas bimbingan dan saran yang diberikan.

References

- [1] L. A. Kharida , A. Rusilowati , K. Pratiknyo, 2009, “Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Elastisitas Bahan.” *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* No 5 : 83-89.
- [2] Vivi E.O., Miftachul K., Putri A.R., 2015, “Tetapan Pegas.”, Universitas Negeri Surabaya : *Jurnal fisika Dasar*.
- [3] Norac, Z., Knezevic, S., Ruzic, J., & Mardesic, J., 2019, “Determining the elasticity constant of a spring using a microcomputer.”, 1–12.
- [4] David Halliday, Robert Resnick, and J. W., 2014, “Fundamentals of Physics. In Wiley.”
- [5] Irawan, D.M., Iswantoro, G., Furqon, M.H. dan Hastuti, S., 2018, “Pengaruh Nilai Konstanta Terhadap Pertambahan Panjang Pegas Pada Rangkaian Tunggal, Seri dan Paralel”, *JURNAL MER-C NO.5/VOL.1/2018*
- [6] Tipler, P. A., 1998, “Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1, terjemahan Lea Prasetio dan Rahmad W. Adi.”, Jakarta: Erlangga.