
Simple Harmonic Motion in A Spring Can be Used to Prove The Value of The Acceleration of Gravity of The Earth

Gerak Harmonik Sederhana Pada Pegas Dapat Digunakan Untuk Membuktikan Nilai Percepatan Gravitasi Bumi

Rasuna Ginoga

SMA NEGERI 2 KOTAMOBAGU

Abstract

Received:
Revised:
Accepted:

This research was conducted to prove the value of Earth's gravitational acceleration. This research was conducted in July 2015 until September 2015. The research method using the experimental method in the spring in this case used 2 different types of springs that are both long and constant. In this experiment the observed variables are the period of vibration and the change in spring length. Measuring the length of the springs is done as much as 5 times for different load masses. Each load is hung and vibrated by 20 vibrations to obtain vibration period data. The results obtained that the value of the acceleration of gravity is 9.8 m/s². The Result of this research concluded that the acceleration of Earth's gravity depends on the spring period and the increase in spring length.

Keywords: earth's gravitational acceleration, spring period.

(*) Corresponding Author: rasuna2015@gmail.com

How to Cite: Dinamika Pembelajaran: Jurnal Pembelajaran, XX (x): x-xx.

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan pembelajaran di SMA pada program IPA, mata pelajaran fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang wajib dipelajari. Mata pelajaran utama lainnya yang dipelajari dalam program IPA adalah matematika, biologi dan kimia. Namun fisika sering disebut sebagai ilmu paling mendasar, karena setiap ilmu alam lainnya mempelajari jenis system materi tertentu yang mematuhi hukum fisika (Fatimah dkk, 2019: 21). Dalam penelitian pada mata pelajaran fisika dibagi dalam dua kategori yaitu penelitian teori dan penelitian eksperimen (Mulyadi 2013:7).

Salah satu materi dalam pembelajaran fisika kelas XI SMA adalah gerak harmonik sederhana. Gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak balik secara teratur melalui titik keseimbangannya (Lere, 2019:12). Setiap gerak yang terjadi secara berulang dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik

(Araswati,2016:120). Apabila suatu partikel melakukan gerak periodik pada lintasan yang sama maka gerakanya disebut gerak osilasi/ getaran (Tirtasari, 2016: 786). Bentuk yang sederhana dari gerak periodik adalah benda yang berosilasi pada ujung pegas (Jannah dalam Susilo dkk, 2012:125), sehingga gerakan tersebut disebut gerak harmonik sederhana.

Pembelajaran tentang gerak harmonik sederhana sangat erat kaitannya dengan materi getaran pegas dan materi percepatan gravitasi bumi. Percepatan gravitasi bumi berbeda-beda dari suatu tempat sesuai dengan ketinggian atau jarak suatu tempat dari pusat Bumi dan juga pengaruh massa benda karena adanya perbedaan kerapatan massa (Afifah dkk, 2015:305). Nilai percepatan gravitasi yang disimbolkan dengan huruf g dapat diukur dengan metoda, anantara lain dengan menggunakan pegas yang telah diketahui konstanta-konstantanya. Dengan melakukan pengukuran dapat ditentukan nilai percepatan gravitasi disuatu tempat yang umumnya berbeda dengan tempat lain. Nilai percepatan gravitasi bumi yang umum digunakan adalah $9,81 \text{ m/s}^2$. Nilai percepatan ini biasanya sering digunakan dalam penyelesaian soal-soal fisika tanpa ingin mengetahui dari mana asal muasal nilai tersebut. Kenyataanya nilai tersebut tidak muncul secara kebetulan saja sehingga dapat langsung digunakan dalam penyelesaian soal-soal fisika melainkan sudah melalui sudah melalui ekseprimen atau penelitian sehingga ditetapkan bahwa nilai g adalah $9,8 \text{ m/s}^2$.

Berdasarkan pemikiran pemikiran tersebut, penulis tertarik untuk membuktikan nilai percepatan gravitasi bumi itu adalah $9,8 \text{ m/s}^2$ melalui eksperimen/ percobaan gerak harmonik sederhana pada pegas.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan objek getaran harmonik sederhana pada pegas. Penelitian ini bertujuan agar dapat membuktikan nilai percepatan gravitasi dan dapat mengetahui bagaimana cara membuktikan percepatan gaya gravitasi.

Waktu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu satu semester tahun ajaran 2015/2016. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) Statif, 2) Pegas, 3) Mistar, 4) Stopwatch, 5) Beban. Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah percepatan gaya gravitasi bumi, pertambahan panjang pegas dan periode getaran pegas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Benda yang bergerak harmonik sederhana akan mengalami percepatan. Percepatan yang dialami massa yang bergetar diperoleh dari hukum Hooke dan hukum Newton II sebagai berikut:

Hukum Newton II:

$$\sum F = m \times a \dots\dots\dots(1)$$

dan hukum Hooke

$$F = k \Delta x \dots\dots\dots(2)$$

Dari persamaan hokum Newton pada (1) dan Hukum Hooke pada (2) maka diperoleh persamaan berikut

$$m \times a = k \Delta x \dots\dots\dots (3)$$

Telah diketahui bahwa periode getaran pegas pada persamaan 2 dapat ditulis menjadi :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ atau } k = (2\pi)^2 \times \frac{m}{T^2} \dots\dots\dots(4)$$

Substitusi persamaan 4 ke persamaan 3 maka diperoleh:

$$a = 4\pi^2 \frac{\Delta x}{T^2} \dots\dots\dots 5$$

Ingat bahwa percepatan benda arahnya kebawah menuju pusat bumi sehingga diambil percepatan gravitasi bumi (g) sehingga persamaan 5 akan menjadi:

$$g = 4\pi^2 \frac{\Delta x}{T^2} \dots\dots\dots 6$$

Berdasarkan persamaan 6 tersebut dapat dibuktikan nilai percepatan gravitasi bumi melalui percobaan gerak harmonik sederhana pada pegas dengan data – data sebagai berikut:

Tabel 1 : pegas dengan panjang awal (x₀ = 14,5 cm)

No	m (gram)	X (cm)	X- X ₀ (Δx)	t (detik)	T = (t/n)	g (m/s ²)
1	100	17,5	3	7,9	0,36	9,12
2	200	20,5	6	9,8	0,49	9.86
3	300	23	8,5	11,4	0,57	10,31
4	400	26	11,5	13,6	0,68	9.81
5	500	29	14,5	15,2	0,76	9,9

Tabel 1 : pegas dengan panjang awal (x₀ = 14,5 cm)

No	M (gram)	X (cm)	X – X ₀ (Δ _x)	t (detik)	T = t/n (detik)	g (m/s ²)
1	100	16	9	12	0.6	9.86
2	200	25	18	17	0.85	9.83
3	300	34	27	20.8	1.04	9.85
4	400	42.1	35.1	24	1.2	9.61
5	500	51.55	44.5	26.8	1.34	9.77

Catatan: N (jumlah getaran) = 20 getaran

Data-data pada tabel diatas dimasukan ke persamaan 6 sehingga diperoleh rata – rata nilai percepatan gravitas bumi adalah 9.8 m/s²

Misalnya data tabel 2, pada percobaan 1 diperoleh nilai nilai percepatan gravitasi sebagai berikut:

Diketahui $\Delta x = 0.09 \text{ m}$,
 $T = 0.6 \text{ sekon}$

Maka $g = \frac{4\pi^2}{T^2} \Delta x$
 $g = 4 \frac{3.14^2}{0.6^2}$
 $g = 9.859 \text{ m/s}^2$

Demikian seterusnya untuk data percobaan 2 sampai 5 dengan menggunakan persamaan yang sama maka akan dapat diperoleh nilai percepatan gravitasi seperti pada tabel. Berdasarkan hasil percobaan ini nilai percepatan gravitasi bumi adalah 9.8 m/s^2 yang merupakan nilai rata-rata. Besar percepatan gravitasi di beberapa tempat yang berbeda bisa saja tidak sama dengan 9.8 m/s^2 .

Percepatan gravitasi bumi berbanding lurus dengan perubahan panjang pegas, semakin besar pertambahan panjang pegas maka semakin besar nilai percepatan gravitasi, sedangkan hubungan gravitasi dengan periode berbanding terbalik artinya semakin besar periode pegas semakin kecil percepatan gravitasi bumi.

Selain periode getaran pegas dapat ditentukan maka melalui percobaan ini frekuensi getaran pegas dapat ditentukan berdasarkan hubungan antara periode dengan frekuensi yaitu $T = \frac{1}{f}$ atau $f = \frac{1}{T}$.

Dengan melihat data yang ada pada table 1, selain menggunakan definisi getaran ($T = t/n$) maka periode getaran pegas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 sehingga di peroleh data sebagai berikut :

Untuk percobaan 1

Nilai T adalah 0,3475 sekon, berarti frekuensinya adalah $f = 2,878 \text{ Hz}$,

Untuk percobaan 2

Nilai T adalah 0,491, sekon, berarti frekuensinya adalah $f = 2,037 \text{ Hz}$,

Untuk percobaan 3

Nilai T adalah 0,584 sekon berarti frekuensinya adalah $f = 1,709 \text{ Hz}$

Untuk percobaan 4

Nilai T adalah, 0,680 sekon berarti frekuensinya adalah $f = 1,470 \text{ Hz}$

Untuk percobaan 5

Nilai T adalah 0,763 sekon berarti frekuensinya adalah $f = 1,309 \text{ Hz}$

Berdasarkan nilai periode yang dihitung menggunakan rumus pada persamaan 1 hasilnya sama dengan nilai yang diperoleh langsung dengan menggunakan definisi getaran.

Untuk menghitung frekuensi di gunakan persamaan 2, maka diperoleh nilai yang sama.

Data percobaan 1 :

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}, g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$k = \frac{f}{\Delta x} = \frac{m \cdot g}{\Delta x} = \frac{0,1 \cdot 9,8}{0,03} = \frac{0,98}{0,03} = 32,66 \text{ N/m}$$

sehingga

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Demikian seterusnya untuk data percobaan 2 sampai 5 sama nilainya dengan menggunakan persamaan hubungan perioda dan frekuensi untuk data pada tabel 2,

nilai periode getaran pegas sama nilainya baik menggunakan persamaan 1 maupun menggunakan persamaan definisi periode pegas, demikian juga dengan nilai frekuensinya, misalnya data untuk percobaan 1 diperoleh sebagai berikut :

Diketahui :

$$m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}, = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{m \cdot g}{\Delta x} = \frac{0,1 \cdot 9,8}{0,09} = \frac{0,98}{0,09} = 10,89$$

maka

$$T = 2\pi$$

$$T = 2,3, 14$$

$$T = 0,601 \text{ sekon}$$

Dimana

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = 1,662 \text{ Hz}$$

Demikian seterusnya untuk persamaan data 2 sampai 5, nilainya sama untuk frekuensi dan periode, baik menggunakan persamaan 1 dan 2 ataupun menggunakan persamaan hubungan periode dan frekuensi.

Dari hasil perhitungan diperoleh semakin besar nilai konstanta pegas maka semakin kecil periode getarannya, sebaliknya semakin besar konstanta pegas maka frekuensi getaran semakin besar.

Pada pegas yang melakukan getaran maka akan terjadi perubahan energi listrik (Ek) menjadi energy potensional (Ep) elastis pegas. Pada saat massa yang bergetar melalui titik keseimbangan maka energi kinetik adalah maksimum, dan energy potensional elastis = 0. Sedangkan pada saat massa mempunyai simpangan maksimum maka Ek = 0 dan energi potensial elastis adalah maksimum, ini terjadi akibat kekalnya energi. Dengan mengabaikan segala jenis gesekan, maka hukum kekekalan energi mekanis berlaku persamaan sebagai berikut : Ek + Ep elastis = konstan

Untuk masa (m) diujung pegas maka persamaan energi mekanis dapat ditulis :

$$\frac{1}{2}m v^2 + \frac{1}{2}k x^2 = \frac{1}{2}kx_0^2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx_0^2 - \frac{1}{2}kx^2$$

$$mv^2 = kx_0^2 - kx^2/m$$

$$V^2 = kx_0^2 - kx^2/m$$

$$v = \Delta x \sqrt{\frac{k}{m}} \dots \dots \dots 7$$

Berdasarkan persamaan 7 maka dapat ditentukan kecepatan benda bergetar pada ujung pegas. Misalnya data pada table 1, untuk percobaan 1 diperoleh kecepatan sebagai berikut :

Diketahui

$$m = 0,1 \text{ kg},$$

$$k = 32,66 \text{ N/m},$$

$$\Delta x = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

maka ;

$$v = \Delta x \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v = 3 \times 10^{-2} \sqrt{\frac{32,66}{0,1}}$$

$$v = 54,22 \text{ m/s}$$

Demikian seterusnya untuk data percobaan 2 sampai 5

Pembahasan

Getaran dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya getaran bandul dapat dimanfaatkan sebagai petunjuk waktu. Getaran pegas dapat dimanfaatkan pada alat suspensi mobil memberi kenyamanan dalam berkendara terutama ketika mobil melintasi jalan tidak rata. Setiap gerak yang terjadi secara berulang dalam selang waktu yang sama disebut gerak periodik (Araswati,2016:120). Karena gerak ini terjadi secara teratur maka disebut gerak harmonik. Pada pegas periode dipengaruhi oleh masa beban dan nilai konstanta pegas. Hubungan massa beban dan periode adalah berbanding lurus, semakin besar massa beban maka periode getaran pegas juga semakin besar. Sedangkan hubungan konstanta pegas dan periode berbanding terbalik, artinya semakin besar konstanta pegas periodenya akan semakin kecil. Periode pada pegas dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

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

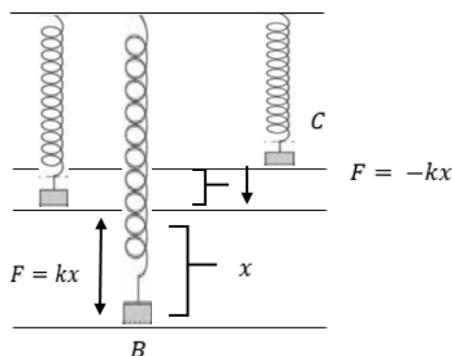
Keterangan:

T = Periode pegas dalam satuan sekon

m = massa satuannya kg

k = konstanta pegas satuannya N/m.

Sebuah Pegas yang pada salah satu ujungnya digantungkan sebuah beban. Seperti pada gambar berikut:



Gambar 1. Pegas dengan beban

Pada titik A, posisi beban dikatakan berada pada keadaan setimbang. Beban kemudian ditarik hingga mencapai titik B. Akibat tarikan tersebut pegas mengalami perubahan panjang sebesar x yang diukur dari posisi setimbangnya. Setelah beban dilepaskan maka beban tersebut akan kembali ke titik C dengan melewati titik setimbangnya karena ada gaya pemulih yang bekerja pada pegas tersebut. Agar getaran yang terjadi pada benda yang bergetar haruslah bekerja

gaya pemulih yakni gaya dengan arah sedemikian rupa sehingga selalu mendorong atau menarik benda ke kedudukan kesetimbangannya. Apabila benda yang terikat pada ujung pegas diperhatikan, maka dalam keadaan gas yang diregangkan, gaya pemulih menarik benda kembali ke kedudukan kesetimbangannya, sedangkan keadaan pegas tertekan, maka gaya pemulih mendorong beban agar kembali ke titik kesetimbangannya.

Suatu sistem yang memenuhi hukum Hooke jika gaya pemulih sebanding dengan besar simpangan. Simpangan benda yang bergetar adalah jarak benda terhadap titik kesetimbangannya. Pegas yang memenuhi hukum Hooke apabila di tarik (diperpanjang) sepanjang x maka gaya pemulih yang dilakukan pegas adalah

$$F = k \Delta x \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- F = Besar Gaya yang Diberikan (N)
- Δ = Pertambahan Panjang Benda
- k = konstanta pegas satuannya N/m.

Disini k adalah suatu konstanta pegas yang menunjukkan kesukaran pegas untuk ditekan atau diregangkan. Semakin besar k , semakin sukar pegas ditekan atau diregangkan. Misalnya pegas pulpen mempunyai k kecil sehingga mudah ditekan, tetapi pegas mobil mempunyai k besar sehingga sukar ditekan. Hampir semua pegas memenuhi Hooke diatas, selama simpangan x tidak terlalu besar. Jika pegas ditekan maka x adalah negatif.

Pertrambahan panjang pegas saat diberi gaya akan sebanding dengan gaya yang diberikan. Hal ini sesuai dengan hukum Hooke yang menyatakan bahwa: "Jika gaya tarik tidak melampaui batas elastik pegas maka perubahan panjang pegas berbanding lurus dengan gaya tariknya" (Sulaeman, 2018:132). Semakin besar konstanta pegas semakin besar gaya pulihnya sehingga benda lebih muda bergetar dan frekuensi getar semakin besar sesuai dengan persamaan sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

- K = Konstanta pegas dalam N/m
- M = Massa dalam kg
- F = Frekuensi dalam Hz

Persamaan ini merupakan persamaan untuk menghitung frekuensi getaran pegas. Dari persamaan ini dapat diketahui bahwa frekuensi pegas bergantung pada massa beban dan konstanta pegas. Hubungan massa beban dan frekuensinya akan semakin kecil, sedangkan hubungan konstanta pegas dan frekuensi adalah berbanding lurus, semakin besar konstanta pegas maka frekuensi getarnya juga akan semakin besar.

Pada gambar 1, titik A pegas dalam keadaan normal, kemudian disimpangkan sampai titik dan lepas sehingga bergerak sampai titik C, peristiwa tersebut terjadi secara terus-menerus secara periodik. Gerakan benda dari titik A kembali ke titik A melalui lintasan ABCBA dinamakan 1 getaran. Berdasarkan data penelitian ditemukan besar percepatan gravitasi 9.8 m/s^2 dan temuan penelitian belum tentu sama dengan besaran gravitasi ditempat lain. Karena besaran gravitasi bergantung pada ketinggian atau jarak suatu tempat dari pusat Bumi dan juga pengaruh massa benda karena adanya perbedaan kerapatan massa (Afifah dkk, 2015:305)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan pembahasan disimpulkan bahwa:

1. Nilai percepatan gravitasi bumi 9.8 m/s^2 dapat dibuktikan melalui percobaan gerak harmonik sederhana pada pegas.
2. Percepatan gravitasi bumi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$g = 4 \frac{\pi^2}{T^2} \Delta x$$

3. Periode getaran pegas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ dan persamaan definisi periode } T = \frac{t}{n}$$

4. Frekuensi getaran pegas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, D. N., Yulianawati, D., Agustina, N., Lestari, R. D. S., & Nugraha, M. G. (2015, June). Metode Sederhana Menentukan Percepatan Gravitasi Bumi Menggunakan Aplikasi Tracker pada Gerak Parabola sebagai Media dalam Pembelajaran Fisika SMA (Simple Method to Determine Earth Gravity Acceleration Using Tracker Application on Parabolic Motion as a Media in High School Physics Learning). In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains, Bandung*.
- ARASWATI, D. S. L. (2016). Penggunaan Logger Pro Untuk Analisis Gerak Harmonik Sederhana Pada Sistem Pegas Massa. *Faktor Exacta*, 9(2), 119-124.
- Fatimah, Z., Hikmawati, H., & Wahyudi, W. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Generatif Dengan Teknik Guided Teaching Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Kelas XI. *Konstan-Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 4(1), 20-31.

- J. Bueche, Frederick., Eugene Hecht, (2006). *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh*, Jakarta: Erlangga.
- Lere, M. E. (2019). Pengaruh Metode Eksperimen Terbimbing Terhadap Keaktifan Dan Pemahaman Siswa Kelas X Pmiii SMA Negeri 2 Yogyakarta Tahun Ajaran 2018/2019 Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana. Skripsi.
- Mulyadi, E. (2013). Rancang Bangun Pembuatan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Video Multimedia Interaktif. jurnal.stmikebrahma.ac.id
- Purwoko dan Fendi H. (2010). *Fisika 2*. Jakarta Yudistira
- Sulaeman, B. (2018). MODULUS ELASTISITAS BERBAGAI JENIS MATERIAL. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 3(2), 127-138
- Suparno (2007). *Panduan pembelajaran Fisika kelas XI*. Jakarta: Karya Mandiri Nusantara
- Surya Yohanes, 2009 *Mekanika dan Fluida 2*. Tangerang: PT. Kandel.
- Susilo, A., Yunianto, M., & Variani, V. I. (2012). Simulasi gerak harmonik sederhana dan osilasi teredam pada Cassy-E 524000. *Indonesian journal of applied physics*, 2(2), 124.
- Tirtasari, Y., Latief, D. F. E., & Amahoru, A. H. (2016). Penggunaan teknik video tracking untuk mengamati fenomena osilasi teredam pada pegas. *Prosiding SNIPS*, 785-794.