

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

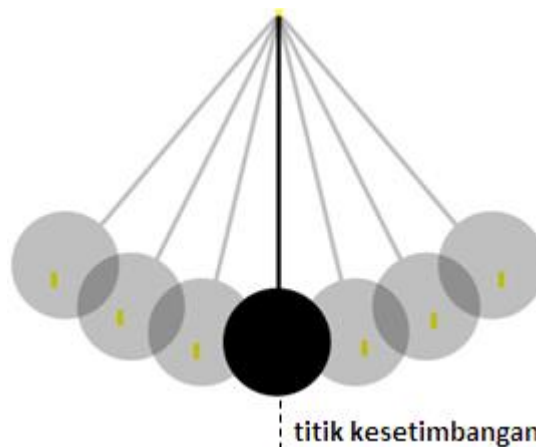
GERAK HARMONIS SEDERHANA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. menjelaskan pengertian besaran fisis yang mempengaruhi getaran harmonis sederhana pada ayunan bandul atau pegas dalam kehidupan sehari-hari;
2. menentukan besar kecepatan gerak benda yang digantung pada pegas bergetar atau kelajuan bandul pada posisi tertentu dengan menggunakan hukum kekekalan energi mekanik; dan
3. menentukan besar kecepatan gerak benda yang digantung pada pegas bergetar atau kelajuan bandul pada posisi tertentu dengan menggunakan hukum kekekalan energi mekanik.

B. Uraian Materi



Gbr. 12.2 Bandul Sederhana

Apakah kalian pernah melihat gerakan pada bandul? gerakan yang kalian amati tersebut tergolong ke dalam gerak harmonik sederhana. Ini adalah gerakan bolak-balik di sekitar titik keseimbangannya. Kalau kalian perhatikan, bandul memiliki **titik kesetimbangan** di tengah, karena walaupun kecepatannya menurun, bandul akan tetap bergerak di sekitar titik kesetimbangan tersebut.

Gerak harmonik sederhana memiliki amplitudo (simpangan maksimum) dan frekuensi yang tetap. Gerak ini bersifat periodik. Setiap gerakannya akan terjadi secara berulang dan teratur dalam selang waktu yang sama.

Dalam gerak harmonik sederhana, resultan gayanya memiliki arah yang selalu sama, yaitu menuju titik kesetimbangan. Gaya ini disebut dengan gaya pemulih. Besar gaya pemulih berbanding lurus dengan posisi benda terhadap titik kesetimbangan.

Beberapa karakteristik gerak ini diantaranya adalah dapat dinyatakan dengan grafik posisi partikel sebagai fungsi waktu berupa sinus atau kosinus. Gerak ini juga dapat ditinjau dari persamaan simpangan, persamaan kecepatan, persamaan percepatan, dan persamaan energi gerak yang dimaksud.

1. Faktor yang mempengaruhi getaran pada Gerak Harmonis Sederhana (GHS) adalah periode dan frekuensi ayunan bandul.
 - a. Periode menyatakan waktu selama terjadi satu kali getaran. Sehingga, nilai periode sama dengan perbandingan antara waktu (t) per banyaknya getaran (n). Nilai periode berkebalikan dengan frekuensi. Satuan periode dinyatakan dalam sekon. Selain itu, nilai periode juga dapat dihitung dari panjang tali dan besar gravitasi di mana tempat bandul diayun. Persamaan periode pada ayunan bandul sederhana diberikan seperti berikut :

| Periode (T) Ayunan Bandul Sederhana | |
|--|----------------------------------|
| $T = \frac{1}{f}$ | $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ |
| $T = \frac{t}{n}$ | |
| Keterangan: <ul style="list-style-type: none"> T = periode (s) f = frekuensi (Hz) n = banyaknya getaran t = waktu (s) g = gaya gravitasi (m/s^2) ℓ = panjang tali yang digunakan | |

Perhatikan bahwa persamaan nilai periode dipengaruhi oleh besar nilai panjang tali (ℓ) dan percepatan gravitasi (g). Nilai ℓ berada dalam akar sebagai pembilang. Semakin besar nilai ℓ akan membuat nilai di dalam akar menjadi besar pula. Kondisi tersebut akan membuat nilai periode otomatis menjadi besar pula. Kondisi sebaliknya akan membuat nilai periode menjadi semakin kecil.

Sedangkan nilai percepatan gravitasi (g) pada persamaan berada di dalam akar sebagai penyebut. Semakin besar nilai g akan membuat nilai di dalam akar menjadi semakin kecil. Hal ini akan membuat nilai periode menjadi semakin kecil. Kondisi sebaliknya akan membuat nilai periode semakin besar

Kesimpulan:

1. Semakin **panjang** tali yang digunakan: nilai periode (T) semakin **besar**
2. Semakin **pendek** tali yang digunakan: nilai periode (T) semakin **kecil**
3. Gaya gravitasi semakin **besar**: nilai periode (T) semakin **kecil**
4. Gaya gravitasi semakin **kecil**: nilai periode (T) semakin **besar**

- b. Pengertian frekuensi pada ayunan bandul adalah banyaknya getaran dalam satu sekon. Sehingga, nilai frekuensi sama dengan perbandingan antara banyaknya getaran (n) per lamanya waktu bergetar (t). Sama seperti pada periode, nilai frekuensi berbanding terbalik dengan periode. Satuan frekuensi dinyatakan dalam Hertz (Hz). Rumus frekuensi pada ayunan bandul sederhana dinyatakan seperti persamaan berikut.

| Frekuensi (f) Ayunan Bandul Sederhana | |
|---|--|
| $f = \frac{1}{T}$ | $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ |
| $f = \frac{n}{t}$ | |
| Keterangan: <ul style="list-style-type: none"> • T = periode (s) • f = frekuensi (Hz) • n = banyaknya getaran • t = waktu (t) • g = gaya gravitasi (m/s^2) • ℓ = panjang tali (m) | |

Persamaan frekuensi menandakan bahwa nilai periode dipengaruhi oleh besar nilai panjang tali (ℓ) dan percepatan gravitasi (g). Nilai ℓ berada dalam akar sebagai penyebut. Semakin besar nilai ℓ akan membuat nilai di dalam akar menjadi kecil. Kondisi tersebut akan membuat nilai frekuensi otomatis menjadi kecil pula. Kondisi sebaliknya akan membuat nilai frekuensi menjadi semakin kecil.

Nilai percepatan gravitasi (g) pada persamaan berada di dalam akar sebagai pembilang. Semakin besar nilai g akan membuat nilai di dalam akar menjadi semakin besar. Hal ini akan membuat nilai frekuensi juga menjadi semakin besar. Kondisi sebaliknya akan membuat nilai frekuensi semakin besar.

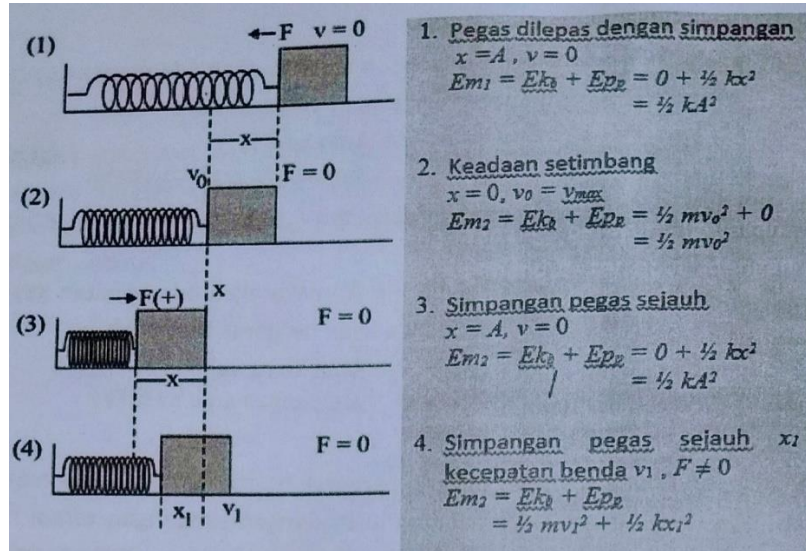
Kesimpulan:

1. Semakin **panjang** tali yang digunakan: frekuensi (f) semakin *kecil*
2. Semakin **pendek** tali yang digunakan: frekuensi (f) semakin *besar*
3. Gaya gravitasi semakin **besar**: frekuensi (f) semakin *besar*
4. Gaya gravitasi Semakin **kecil**: frekuensi (f) semakin *kecil*

2. Gerah Harmonis Sederhana Berdasar Hukum Kekekalan Energi

a. Getaran pada system pegas dalam keadaan horizontal

Sistem pegas terdiri dari pegas yang bergetar dengan tetapan gaya pegas (k) dan bermassa m yang ikut bergerak Bersama-sama pegas dengan kecepatan v seperti pada gambar :



Gbr. 11.3 Keadaan Energi mekanik pada system pegas yang bergetar

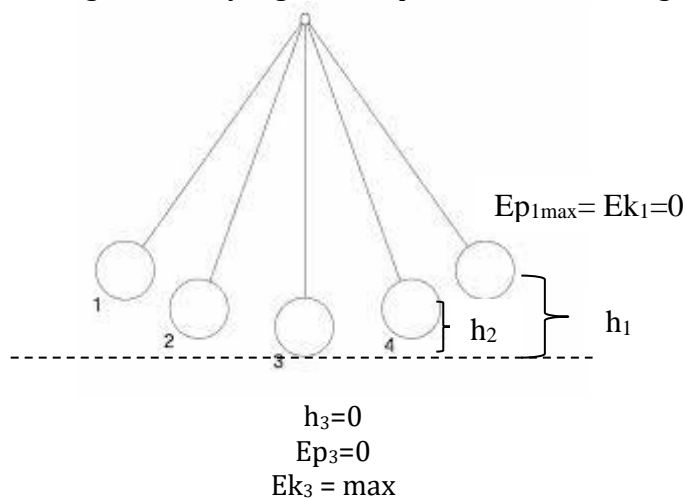
Dari ke-empat keadaan diatas disimpulkan

$$E_{m1} = E_{m2} = E_{m3} = E_{m4}$$

$$\frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} kx_1^2$$

b. Getaran pada bandul sederhana

Ketika mengamati bandul yang sedang berayun bolak-balik, anda dapat menentukan kecepatan bandul tersebut dengan menganalisis Hukum Kekekalan Energi mekanik yang berlaku pada bandul itu sebagai berikut :



Gbr. 11.4 Keadaan Energi pada setiap kedudukan di bandul

$$E_{m_1} = E_{m_2} = E_{m_3}$$

$$E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2} = E_{p_3} + E_{k_3}$$

$$E_{p_1} + 0 = E_{p_2} + E_{k_2} = 0 + E_{k_3}$$

$$mgh_1 = mgh_2 + \frac{1}{2} mV_2^2 = \frac{1}{2} mV_3^2$$

C. Rangkuman

1. Beban yang terhubung oleh pegas yang bergerak harmonis sederhana mengalami resultan gaya yang besarnya berbanding lurus dengan simpangan
2. Periode menyatakan waktu selama terjadi satu kali getaran
3. Frekuensi banyaknya getaran dalam satu sekon
4. Nilai frekuensi sama dengan perbandingan antara banyaknya getaran (n) per lamanya waktu bergetar (t). Sama seperti pada periode, nilai frekuensi berbanding terbalik dengan periode.

D. Penugasan Mandiri

Untuk memahami peristiwa getaran, silakan lakukan percobaan sebagai berikut.

1. Ambil 1 tali yang panjangnya 100 cm (diukur dari pusat massa beban ke titik gantung tali)
2. Gantungkan beban 50 gram diujung tali
3. Simpangkan tali dengan jarak amplitude yang berbeda-beda, kemudian lepaskan agar beban berayun dengan stabil
4. Hitung waktu yang dibutuhkan oleh beban itu untuk melakukan 20 kali ayunan
5. Ulangi kerja 1-3 dengan Panjang tali yang berbeda-beda
6. Lengkapi table berikut

| No. | Panjang Tali (cm) | t_{20} (sekon) | t (sekon) | g (m/s^2) |
|-----|-------------------|------------------|-------------|-----------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

7. Buat grafik antar t^2 pada sumbu-x dan Panjang bandul L pada sumbu - y
8. Tentukan percepatan gravitasi dari percobaan diatas

E. Latihan Soal

1. Sebuah bola bermassa 20 g digantung pada sepotong pegas lalu bola ditarik kebawah dari kedudukan setimbang, kemudian dilepaskan. Ternyata terjadi getaran tunggal dengan frekuensi 32 Hz. Jika bola tersebut diganti dengan bola bermassa 80 g, berapakah frekuensi yang akan dihasilkan sekarang?.
2. Sebuah bandul jam yang biasa digunakan di bumi dibawa salah satu planet yang gaya gravitasinya $\frac{1}{4}$ dari gravitasi di bumi. Astronot mencatat periode di planet tujuan adalah 2 jam. Tentukan periode bandul jam tersebut saat di bumi adalah.
3. Sebuah bandul bermassa m kg digantung pada seutas tali yang panjangnya L cm bergetar selaras dengan amplitudo A cm dan frekuensi 10 Hz. Pada saat simpangan bandul setengah amplitudonya, Tentukan perbandingan energi potensial dan energi kinetiknya.
4. Sebuah partikel bermassa $m = 0,2$ kg berada pada ujung pegas sehingga bergerak harmonis sederhana. Posisi partikel sebagai fungsi waktu diberikan oleh persamaan $x(t) = A \sin(\omega t)$ dengan $A=0,25$ m dan $\omega= 0,1$ rad/s. Tentukan energi total partikel tersebut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

ANALISIS GERAK HARMONIS SEDERHANA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran ini, peserta didik diharapkan dapat:

1. menjelaskan karakteristik getaran harmonis (simpangan, kecepatan, percepatan) pada getaran pegas maupun ayunan;
2. menganalisis dan memformulasikan getaran harmonis yang terjadi pada getaran pegas dan ayunan; dan
3. memecahkan persoalan pada kejadian sehari-hari yang berkaitan dengan getaran

B. Uraian Materi

Gerak harmonik sederhana memiliki amplitudo (simpangan maksimum) dan frekuensi yang tetap. Gerak ini bersifat periodik. Setiap gerakannya akan terjadi secara berulang dan teratur dalam selang waktu yang sama.

Dalam gerak harmonik sederhana, resultan gayanya memiliki arah yang selalu sama, yaitu menuju titik kesetimbangan. Gaya ini disebut dengan gaya pemulih. Besar gaya pemulih berbanding lurus dengan posisi benda terhadap titik kesetimbangan.

Beberapa karakteristik gerak ini diantaranya adalah dapat dinyatakan dengan grafik posisi partikel sebagai fungsi waktu berupa sinus atau kosinus. Gerak ini juga dapat ditinjau dari persamaan simpangan, persamaan kecepatan, persamaan percepatan, dan persamaan energi gerak yang dimaksud.

Berdasarkan karakteristik tersebut, gerak harmonik sederhana memiliki simpangan, kecepatan, percepatan, dan energi.

1. Simpangan pada Gerak Harmonis Sederhana (GHS)

Simpangan getaran harmonik sederhana dapat dianggap sebagai proyeksi partikel yang bergerak melingkar beraturan pada diameter lingkaran. Secara umum, persamaan simpangan dalam gerak ini adalah sebagai berikut.

$$Y = A \sin \omega t$$

$$\text{Dengan } \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

Sehingga

$$Y = A \sin 2\pi f.t$$

Dengan

Y = simpangan getaran/gelombang (meter)

A = Amplitudo getaran/gelombang (meter)

ω = kecepatan sudut (ingat dalam gerak melingkar $V = \omega.R$) dalam satuan (rad/s)

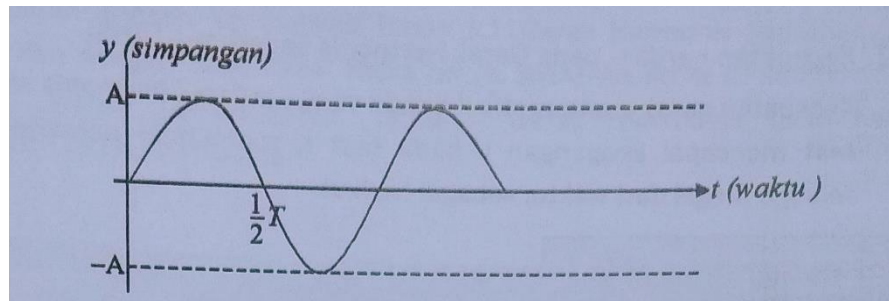
T = Periode getaran/gelombang (sekon)

f = frekuensi getaran/gelombang (Hertz)

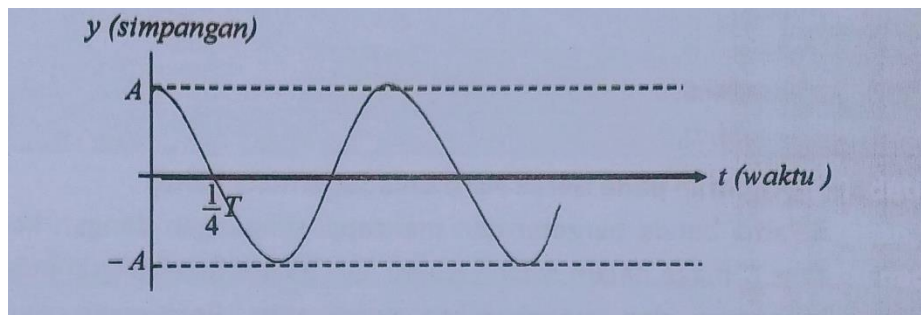
t = waktu (sekon)

Grafik simpangan (y) terhadap fungsi waktu (t) dianalisis sebagai berikut :

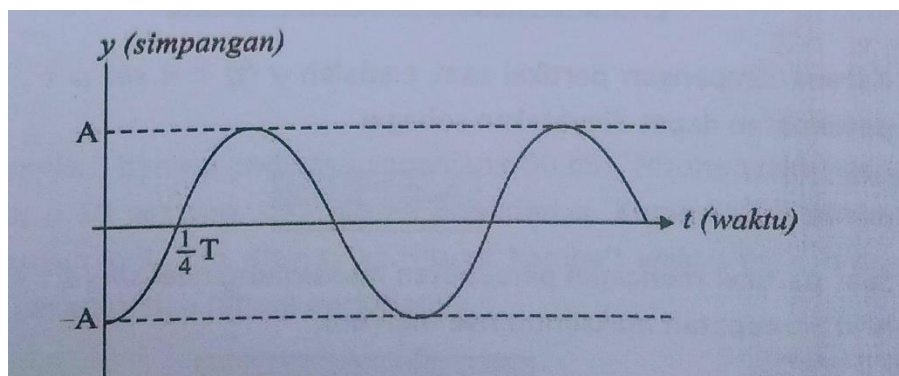
- a. Jika saat $t = 0$, benda berada pada titik setimbang ($y=0$), $\theta_0 = 0$
Maka $y(t) = A \sin \omega t$



- b. Saat $t=0$, benda berada diatas titik setimbang (simpangan maksimum) maka
 $Y = A$, $\theta_0 = \frac{\pi}{2}$, $y(t) = A \sin (\omega t + \frac{\pi}{2}) = A \cos \omega t$



- c. Saat $t=0$ benda berada dibawah titik setimbang (simpangan maksimum)
 $Y = -A$, $\theta_0 = -\frac{\pi}{2}$, $y(t) = A \sin (\omega t - \frac{\pi}{2}) = -A \cos \omega t$



2. Kecepatan pada Gerak Harmonis Sederhana (GHS)

Kecepatan merupakan turunan pertama dari posisi. Pada gerak harmonik sederhana, kecepatan diperoleh dari turunan pertama persamaan simpangan. Persamaan kecepatan dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$V_t = \frac{dY}{dt} = \frac{d(A \sin \omega t + \theta_0)}{d(t)} = A \omega \cos(\omega t + \theta_0)$$

Jika saat itu nilai $\cos(\omega t + \theta_0) = 1$ maka saat itu nilai V mencapai nilai maksimum, sehingga :

$$V_{\max} = A \cdot \omega$$

Kecepatan linier benda saat menyimpang sejauh y adalah

$$V = \omega \sqrt{A^2 - y^2}$$

3. Percepatan pada Gerak Harmonis Sederhana (GHS)

Selama benda bergetar dan mencapai simpangan dengan kecepatan tertentu saat t , maka dalam selang waktu Δt , benda akan mengalami perubahan kecepatan sehingga menghasilkan percepatan

Persamaan Percepatan sebagai fungsi waktu :

$$a(t) = -\omega^2 \cdot A \sin(\omega t + \theta_0)$$

Karena simpangan partikel saat t adalah $y = A \sin(\omega t + \theta_0)$

Maka

$$a_y = -\omega^2 \cdot y$$

Jika saat itu nilai : $\sin(\omega t + \theta_0) = 1$ maka $y = A$

Sehingga percepatan maksimum dapat dituliskan :

$$a_{\max} = -\omega^2 \cdot y$$

C. Rangkuman

1. Frekuensi sudut yang ditulis sebagai ω adalah tetapan yang ditentukan menurut $\omega = \frac{2\pi}{T}$, frekuensi sudut menyatakan seberapa sering getaran itu terjadi.

2. Untuk pegas berlaku

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

3. Waktu terpendek yang diperlukan oleh benda yang melakukan getaran untuk Kembali ke posisi semula disebut periode getaran

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

4. Untuk ayunan berlaku

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

5. $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

D. Penugasan Mandiri

Coba anda gantungkan bandul pada tali sepanjang 50 cm, hitung waktu yang diperlukan untuk menghasilkan 10 getaran dan hitung pula periodenya. Dari percobaan pertama letakkan penghalang pada posisi tengah tali, lalu ayunkan. Hitung Kembali waktu yang diperlukan untuk melakukan 10 getaran hitung juga periodenya. Kesimpulan apa yang anda dapatkan dari percobaan itu?

E. Latihan Soal

1. Bila simpangan $y = 5$ cm percepatan getaran selaras $a = -5 \text{ cm.s}^{-2}$. Tentukan percepatan getaran ketika simpangannya 10 cm.
2. Sebuah partikel bergerak harmonik dengan periode 6 sekon dan amplitudo 10 cm. Tentukan kelajuan partikel pada saat simpangannya 5 cm dari titik setimbang
3. Persamaan sebuah gelombang berjalan dinyatakan oleh $Y = 0,4 \sin 0,6 \pi (20 t - 0,5 x)$ dengan x dan y dalam cm serta t dalam sekon. Tentukan :
 - a. Arah perambatan gelombang
 - b. Amplitudo gelombang
 - c. Frekuensi gelombang
 - d. Bilangan gelombang
 - e. Cepat rambat gelombang