



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat  
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan  
Tahun 2017

**MODUL 4**

# Energi yang Berusaha

FISIKA  
PAKET C SETARA SMA/MA





Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat  
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan  
Tahun 2017

MODUL 4

# Energi yang Berusaha

FISIKA  
PAKET C SETARA SMA/MA



Fisika Paket C Tingkatan V Modul Tema 4  
Modul Tema 4 : Energi yang Berusaha

- Penulis: Suci Mugia Anugerah, S.Pd.; M. Heru Iman Wibowo
- Diterbitkan oleh: Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan-  
Ditjen Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat-Kementerian Pendidikan dan  
Kebudayaan, 2018

iv+ 36 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

## Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan pusat kurikulum dan perbukuan kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2017  
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

**Modul Dinamis:** Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	iv
Petunjuk Penggunaan Modul .....	1
Tujuan Pembelajaran Modul .....	1
Pengantar Modul .....	1
<b>UNIT 1 USAHA DALAM KEHIDUPAN .....</b>	<b>2</b>
A. Apakah Usaha Itu? .....	2
B. Menghitung Usaha Melalui Grafik .....	5
Penugasan .....	5
Latihan .....	6
<b>UNIT 2 USAHA DAN ENERGI .....</b>	<b>7</b>
A. Apa Itu Energi? .....	7
B. Energi Potensial .....	8
C. Usaha dan Energi Potensial .....	9
D. Energi Kinetik .....	10
E. Usaha dan Energi Kinetik .....	10
Penugasan .....	11
Latihan .....	12
<b>UNIT 3 GAYA DALAM DAN GAYA LUAR .....</b>	<b>13</b>
A. Energi Mekanik .....	13
B. Hukum Kekekalan Energi Mekanik .....	13
C. Daya .....	14
Penugasan .....	14
Latihan .....	15
<b>UNIT 4 GERAK HARMONIK SEDERHANA .....</b>	<b>16</b>
A. Karakteristik Getaran Harmonis .....	16
B. Persamaan Umum Gerak Harmonik Sederhana .....	17
Penugasan .....	22
Latihan .....	23
Rangkuman .....	24
Uji Kompetensi .....	24
Kunci Jawaban dan Pembahasan .....	31
Kriteria Pindah Modul .....	35
Daftar Pustaka .....	36

## Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini disusun untuk Palet C kelas X. Modul ini disusun secara berurutan sesuai dengan urutan materi yang perlu dikuasai. Modul ini dilengkapi dengan uraian materi sebagai sumber pengetahuan dan penugasan, latihan serta evaluasi untuk menguji pemahaman dan penguasaan materi peserta didik. Agar lebih memahami materi modul ini, lakukanlah langkah-langkah berikut:

1. Yakinkan diri anda sudah siap belajar
2. Berdoalah sebelum memulai belajar
3. Bacalah dan pahami materi dalam modul
4. Catatlah materi yang kurang dipahami
5. Diskusikan materi yang belum dipahami dengan teman atau pendidik
6. Kerjakan latihan dan tugas yang terdapat dalam modul
7. Jika telah memalahi seluruh materi maka kerjakanlah evaluasi akhir modul
8. Selamat belajar!

## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini peserta didik diharapkan dapat menerapkan konsep usaha dan energi serta gerak harmonis sederhana dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

## Pengantar Modul

“Usaha dari Timnas U-22 tidak sia-sia, dengan dramatis berhasil mengalahkan Myanmar dengan skor 3-1”.

Pengertian usaha menurut KBBI adalah kegiatan dengan mengerahkan tenaga, pikiran, atau badan untuk mencapai suatu maksud. Bagaimana pengertian usaha menurut fisika?

## Apakah Usaha Itu?

Dalam fisika, usaha didefinisikan sebagai perkalian antara besar gaya yang bekerja pada benda dengan perpindahan yang terjadi akibat gaya tersebut.

$$\text{Usaha} = \text{Gaya} \times \text{Perpindahan}$$



Gambar 1 Orang sedang mendorong tembok rumah



Gambar 2 Pramusaji sedang membawa nampan berisi makanan

Perhatikan gambar 1 dan 2! Pada gambar pertama, orang mendorong tembok dan tembok tidak bergerak sedikit pun. Usaha orang tersebut nol.

Pada gambar kedua, nampan tidak bergerak terhadap tangan pramusaji. Usaha pramusaji tersebut nol. Bagaimana bila pramusaji tersebut berjalan sambil membawa nampan? Nampan ditahan oleh tangan pada arah vertikal maka usaha nampan terhadap gerak pramusaji nol. Ketika



Gambar 3 Orang sedang mendorong mobil

pramusaji berjalan dengan kecepatan tetap artinya tidak ada percepatan maka gaya bernilai nol ( $F=ma$ ). Usaha pramusaji tersebut nol pada arah mendatar.

Bila gaya  $F$  dikerjakan pada suatu benda sehingga benda tersebut berpindah sejauh  $s$ , maka dikatakan bahwa gaya  $F$  melakukan usaha ( $W$ ) yang dapat ditulis sebagai

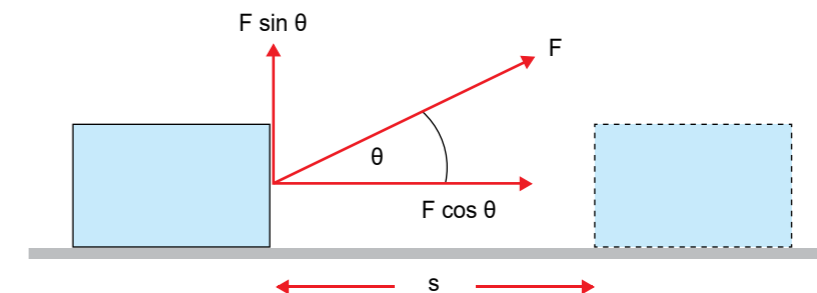
$$W = F \times s$$

Dengan  $W$  adalah usaha,  $F$  adalah gaya dan  $s$  adalah perpindahan. Dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi terjadinya usaha adalah gaya dan perpindahan. Satuan usaha adalah  $N.m$  menurut SI satuan ini mempunyai nama lain yaitu joule ( $J$ ). Apakah semua gaya dapat melakukan usaha? Perhatikan gambar berikut!

Pada gambar 4 tali yang menarik mobil mainan membentuk sudut terhadap sumbu  $x$ . Besar gaya yang searah perpindahan adalah komponen gaya pada arah sumbu  $x$  yaitu  $F = F \cos \theta$ . Jadi, gaya yang melakukan usaha pada benda adalah gaya yang menimbulkan perpindahan sepanjang garis kerja gaya itu sendiri.



Gambar 4 Anak sedang menarik mobil mainan



$$W = F \cos \theta \times s$$

Gaya dan perpindahan adalah besaran vektor. Hasil perkalian titik dari dua besaran vektor adalah besaran skalar. Maka usaha termasuk ke dalam besaran skalar. Bisakah usaha bernilai negatif?

Pada gambar 5 balok mendapat gaya konstan ke atas sejajar dengan bidang miring. Namun, gaya yang diberikan tidak melebihi pengaruh gaya gravitasi sehingga batu meluncur sejajar bidang miring ke bawah. Secara fisis, perpindahan balok yang dilakukan oleh gaya  $F$  bernilai negatif, maka usaha bernilai negatif.



Gambar 5 Orang mendorong balok ke atas pada bidang miring.



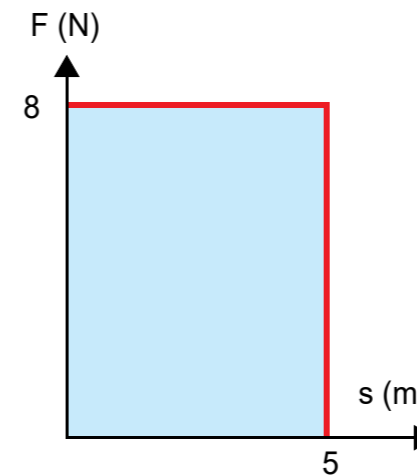
Gambar 6 Sekelompok orang melakukan tarik tambang.

Usaha adalah besaran skalar ketika suatu benda bekerja lebih dari satu gaya, maka usaha total yang dialami benda tersebut merupakan penjumlahan usaha dari masing-masing gaya. Perhatikan gambar 6, anggap gaya yang diberikan oleh tim sebelah kanan adalah 150 N dan gaya yang diberikan oleh tim sebelah kiri adalah 100 N akibatnya tali bergerak ke kanan sejauh 50 cm. Ada dua cara untuk menghitung usaha total ini.

<p><b>Cara Pertama:</b></p> <p>Usaha yang dilakukan oleh <math>F_{\text{kanan}}</math></p> $W_{\text{kanan}} = F_{\text{kanan}} \cdot s = 150 \cdot 0,5 = 75 \text{ joule}$ <p>Usaha yang dilakukan oleh <math>F_{\text{kiri}}</math></p> $W_{\text{kiri}} = F_{\text{kiri}} \cdot s = 100 \cdot (-0,5) = -50 \text{ joule}$	<p><b>Cara Kedua:</b></p> <p>Gaya total</p> $F_{\text{total}} = F_{\text{kanan}} + F_{\text{kiri}} = 150 + (-100) = 50 \text{ N}$ <p>Usaha yang dilakukan gaya total</p> $W = F_{\text{total}} \cdot s = 50 \cdot 0,5 = 25 \text{ joule}$
<p><b>Usaha Total:</b></p> $W = W_{\text{kanan}} + W_{\text{kiri}} = 75 + (-50) = 25 \text{ joule}$	

## Menghitung Usaha Melalui Grafik

Sebuah gaya konstan  $F$  bernilai 8 N bekerja pada sebuah benda searah dengan perpindahan dan benda tersebut mengalami perpindahan sejauh 5 m digambarkan dalam grafik  $F$ - $s$  seperti pada gambar berikut



Berdasarkan definisi usaha maka besarnya usaha yang dilakukan oleh gaya tersebut adalah

$$\begin{aligned} W &= F \cdot s \\ &= 8 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} \\ &= 40 \text{ joule} \end{aligned}$$

Besar usaha tersebut sama dengan luas daerah di bawah kurva grafik  $F$ - $s$  luas daerah yang diarsir. Usaha akan bernilai positif jika gaya dan perpindahan keduanya bernilai positif atau keduanya bernilai negatif. Usaha negatif jika salah satu dari gaya dan perpindahan bernilai negatif.

## PENUGASAN

### Usaha dalam kehidupan sehari-hari

**Tujuan:** Mendeskripsikan konsep usaha pada kejadian di kehidupan sehari-hari

**Media:** Gambar

### Langkah-langkah Kegiatan:

1. Kelompokkan gambar berikut berdasarkan nilai usaha yang mungkin

2. Buatlah kesimpulan berdasarkan pembagian tersebut!

Gambar 1 pemulung menarik gerobak sampah

Gambar 2 seseorang sedang berenang dengan gaya dada

Gambar 3 seseorang sedang mendorong batu besar

Gambar 4 seseorang sedang menarik koper yang beroda sambil berjalan

Gambar 5 sekelompok orang yang sedang bergotong royong mengangkat barang sambil berbaris

#### Kesimpulan:

### LATIHAN

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi terjadinya usaha?
2. Apakah mungkin usaha bernilai negatif? Kapan itu terjadi? Jelaskan!
3. Bagaimana analisis usaha yang dilakukan benda saat gerak jatuh bebas?
4. Seorang anak mendorong meja dengan gaya 10 N sehingga meja berpindah sejauh 5 meter. Berapakah usaha yang dilakukan oleh anak tersebut?
5. Untuk menarik koper sejauh 10 meter diperlukan usaha sebesar 50 joule. Bila pegangan koper dan sumbu  $x$  membentuk sudut 60° berapakah gaya yang diberikan oleh tangan orang tersebut pada koper?

## UNIT 2

## USAHA DAN ENERGI



### Apa Itu Energi?

Apa yang menyebabkan sebuah benda atau mesin bergerak? Penyebabnya bernama energi.

Sebuah mobil dapat melaju dengan penuh tenaga karena adanya energi yang diperoleh dari bahan bakarnya. Manis dapat berlari karena mendapat energi dari makanan yang telah dimakannya. Jadi, yang menyebabkan sebuah benda bergerak adalah energi. Setiap benda yang mempunyai energi cenderung untuk melakukan usaha. Maka dapat dikatakan bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha.

Ada berbagai bentuk energi yang biasa kita temui, seperti energi listrik, energi surya, energi minyak bumi, energi potensial, energi kinetik, energi mekanik, energi limbah dapur dan masih banyak lagi bentuk energi yang belum dapat dimanfaatkan.

Kenyataan ini menunjukkan bahwa sumber energi melimpah di sekitar kita dan tersedia secara murah. Satu bentuk energi dapat diubah menjadi bentuk energi lain. misalnya energi mekanik dapat diubah menjadi energi listrik dan sebaliknya. Pada setiap perubahan energi tidak ada energi yang hilang. Dengan kata lain energi bersifat kekal (tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan).



Gambar 8 Mobil sedang bergerak



Gambar 9 Orang sedang berlari



## Energi Potensial

Energi potensial merupakan energi yang dimiliki benda karena keadaan atau kedudukannya (posisinya). Benda yang memiliki energi potensial cenderung untuk melakukan usaha. Beberapa contoh energi potensial terlihat pada gambar berikut:

Pada waktu orang menarik tali busur lalu menahannya, tali busur mendapat energi. Jika tali busur itu dilepaskan, anak panah akan melesat. Melesatnya anak panah ini adalah akibat usaha yang



Gambar 9 Orang menarik busur panah



Gambar 10 Air terjun sebagai PLTA



Gambar 11 Kelapa yang jatuh dari pohon

dilakukan oleh tali busur. Ketika air terjun jatuh energi potensialnya dapat diubah menjadi energi kinetik untuk menggerakkan turbin pada pembangkit listrik PLTA. Bekas lekukan kelapa yang jatuh di atas permukaan tanah menunjukkan energi potensial yang dimiliki kelapa akibat jatuh dari pohonnya yang tinggi.

Energi potensial yang disebabkan oleh perubahan panjang dinamakan energi potensial elastis, yang besarnya adalah:

$$E_p = \frac{1}{2} k x^2$$

Dengan k adalah tetapan elastisitas pegas (N/m) dan x adalah perubahan panjang benda (m). Contohnya adalah orang menarik busur, pegas yang dipakai pada pena.

Energi potensial yang disebabkan karena kedudukannya terhadap permukaan bumi dinamakan energi potensial gravitasi, besarnya adalah:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Dengan m adalah massa benda (kg), g adalah percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ), dan h adalah kedudukan benda terhadap permukaan bumi (m). contohnya adalah air terjun sebagai sumber PLTA dan kelapa yang jatuh dari pohonnya.



## Usaha dan Energi Potensial

Pada awalnya buah kelapa tergantung di pohonnya pada ketinggian  $h_1$ . Akibat adanya tarikan gaya gravitasi ( $w = mg$ ) buah kelapa jatuh pada ketinggian  $h_2$ . Maka besar usaha yang dilakukan oleh buah kelapa yang jatuh adalah

$$W = mg (h_1 - h_2)$$

Bila ditinjau berdasarkan konsep energi potensial, anggap posisi awal buah kelapa di atas pohon memiliki energi potensial mula-mula  $E_{p_1}$  dan setelah mencapai keadaan  $h_2$  energi potensialnya menjadi  $E_{p_2}$ . Perubahan energi potensial  $E_{p_1}$  menjadi  $E_{p_2}$  menghasilkan energi yang menyebabkan benda bergerak turun. Karena besarnya perubahan energi potensial sama dengan usaha gaya gravitasi W, maka

$$W = E_{p_1} - E_{p_2}$$

$$W = - ( E_{p_2} - E_{p_1} )$$

$$W = - \Delta E_p$$

Didapatkanlah hubungan bahwa usaha oleh gaya berat (gravitasi) merupakan perubahan energi potensial gravitasi.



Gambar 12 Buah kelapa jatuh dari pohon.



## Energi Kinetik

Telah dibahas sebelumnya bahwa energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena kedudukannya terhadap titik acuan, maka energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena geraknya. Hanya benda yang bergerak (memiliki kecepatan) saja yang mempunyai energi kinetik.

Oleh karena energi kinetik bergantung pada kecepatannya, maka besarnya dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

Dengan  $m$  adalah massa (kg),  $v$  adalah kecepatan (m/s) dan  $E_k$  adalah energi kinetik (joule)

## Usaha dan Energi Kinetik

Hubungan usaha dan energi kinetik dapat diturunkan dari persamaan berikut

Anggap balok bermassa  $m$  mula-mula bergerak dengan kecepatan  $v_1$  suatu gaya  $F$  bekerja selama  $t$  detik menyebabkan benda berubah kecepatan menjadi  $v_2$ .

Menurut hukum II Newton, percepatan yang dialami benda adalah

$$a = \frac{\Sigma F}{m}$$

Dari persamaan gerak didapatkan bahwa

$$v_2 = v_1 + at$$

$$v_2 = v_1 + \frac{\Sigma F}{m} t$$

Sehingga  $t = \frac{m (v_2 - v_1)}{F}$

$$s = v_1 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$s = v_1 \frac{m (v_2 - v_1)}{F} + \frac{1}{2} \frac{F}{m} \left[ \frac{m (v_2 - v_1)}{F} \right]^2$$

$$s = \frac{1}{2} \frac{m (v_2 - v_1)}{F}$$

menurut rumus usaha,

$$W = F \cdot s$$

$$= F \cdot \frac{1}{2} \frac{m (v_2 - v_1)}{F}$$

$$W = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

Maka bisa dituliskan :  $W = \Delta E_k$

## PENUGASAN

### Energi Potensial dan Energi Kinetik pada Gerak Jatuh Bebas

#### Tujuan:

1. Mendeskripsikan energi potensial pada gerak jatuh bebas
2. Mendeskripsikan energi kinetik pada gerak jatuh bebas

#### Media:

1. Beberapa buku tebal
2. Penggaris
3. Alat tulis
4. 6 Kaleng minuman kosong

#### Langkah-langkah Kegiatan:

1. Ukur tinggi kaleng kosong, masukkan data pada tinggi awal kaleng kosong.
2. Ukur massa tumpukan buku, masukkan pada data pada massa benda
3. Ukur pada tembok ketinggian 25 cm, tandai.
4. Angkat tumpukan buku tepat diketinggian 25 cm
5. Letakkan kaleng minuman kosong tepat di bawah tumpukan buku.
6. Jatuhkan tumpukan buku.
7. Ukur ketinggian kaleng minuman kosong setelah dijatuhkan buku, masukkan ke dalam tabel sebagai ketinggian akhir kaleng.
8. Lakukan langkah 1-5 untuk ketinggian yang berbeda-beda (30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm dan 50 cm) dengan masing-masing ketinggian untuk satu kaleng kosong baru.

Tinggi awal kaleng kosong : ..... cm

Massa benda : ..... kg

Ketinggian Benda ke-(m)	Kecepatan $\sqrt{2gh}$	$E_k \frac{1}{2} mv^2$	$E_p = mgh_n$	Ketinggian Akhir Kaleng (m)
h1				
h2				
h3				
h4				
h5				
h6				

Kesimpulan:

## LATIHAN

1. Bagaimana hubungan energi potensial dan energi kinetik pada gerak jatuh bebas?
2. Diketahui massa sebuah buku adalah 1 kg. Berapakah energi potensial yang dihasilkan oleh buku ketika dijatuhkan pada ketinggian 100 m?
3. Sebuah bola bermassa 500 gram ditendang dari keadaan diam sehingga bergerak dengan kecepatan 10 m/s, berapakah perubahan energi kinetik yang dilakukan oleh bola?
4. Mungkinkah titik air hujan yang bermassa 8 gram dan jatuh dari ketinggian 3 Km memiliki energi potensial yang sama dengan bola bowling bermassa 8 kg yang dijatuhkan dari ketinggian 3 m?
5. Suatu benda bermassa m dijatuhkan dari ketinggian h memiliki energi kinetik sebesar  $E_k$ . Bila ketinggiannya dijadikan dua kali ketinggian semula, berapakah perbandingan  $E_k$  mula-mula dan  $E_k$  sekarang?

## UNIT 3

# GAYA DALAM DAN GAYA LUAR



## Energi Mekanik

Besarnya energi mekanik adalah sama dengan jumlah energi kinetik dan energi potensial, yaitu:

$$E_m = E_p + E_k$$

Dimana  $E_m$  adalah energi mekanik,  $E_k$  adalah energi kinetik, dan  $E_p$  adalah energi potensial



## Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Perhatikan gambar di samping!

Suatu batu mula-mula berada pada posisi 1 (ketinggian  $h_1$ ) dengan kecepatan  $v_1$ . Akibat gaya gravitasi, batu jatuh dan mencapai titik 2 dengan kecepatan  $v_2$ .

Di titik 1 energi mekanik benda adalah

$$E_{m_1} = E_{p_1} + E_{k_1}$$

Demikian juga di titik 2

$$E_{m_2} = E_{p_2} + E_{k_2}$$

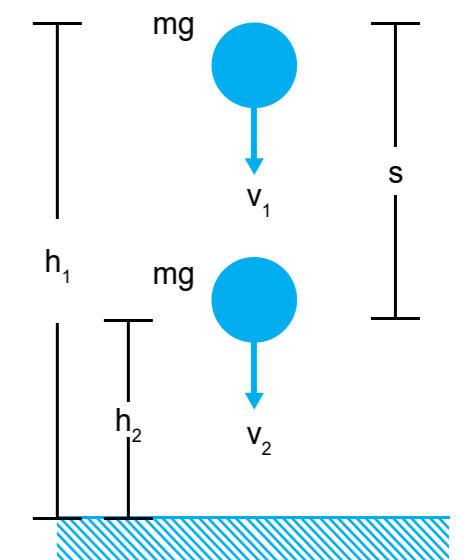
Anggap tidak ada gesekan udara, sehingga benda tidak bergesekan dengan udara (tidak ada panas yang hilang). Karena tidak ada energi yang hilang maka energi di titik A harus sama dengan energi di titik B

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

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

Persamaan di atas dikenal dengan hukum kekekalan energi mekanik. Hukum ini mengatakan bahwa pada suatu sistem yang terisolasi (tidak ada gaya dari luar) besar energi mekanik (energi potensial+energi kinetik) tidak berubah.

Berdasarkan hukum kekekalan energi mekanik usaha oleh gaya gravitasi dan gaya pegas



tidak mengubah energi mekanik menjadi bentuk energi lain. Berbeda gaya gesek, bila gaya gesek melakukan usaha maka energi mekanik akan berkurang karena menjadi energi lain (kalor) sehingga dalam selang waktu tertentu energi mekanik akan habis. Gaya gravitasi dan gaya pegas termasuk ke dalam gaya konservatif sedangkan gaya gesek termasuk ke dalam gaya non-konservatif.

## Daya

Daya didefinisikan sebagai usaha yang dilakukan tiap satu satuan waktu atau dapat juga dikatakan sebagai laju perubahan energi

$$\text{Daya} = \frac{\text{usaha}}{\text{waktu}} = \frac{\text{perubahan energi}}{\text{interval waktu}}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

Daya berbeda dengan energi. Misalkan dua buah motor dari merk yang berbeda diisi dengan bahan bakar yang sama sebanyak 1 liter, lalu mesin dihidupkan. Motor yang menghabiskan bahan paling cepat memiliki daya yang lebih besar. Dapat disimpulkan untuk waktu yang sama semakin besar daya yang dimiliki sebuah benda usaha yang dilakukan juga semakin besar. Satuan daya diturunkan dari J/s yang dinamakan sebagai watt.

Pada proses perubahan energi, tidak semua energi berubah menjadi energi yang diharapkan. Keadaan ini dianggap hukum alam dimana tidak akan mungkin mengubah seluruh energi menjadi bentuk energi lain yang diinginkan. Perbandingan laju energi yang dihasilkan dibandingkan laju energi yang digunakan dinamakan daya guna (efisiensi perubahan energi). Besarnya daya guna dinyatakan dalam bentuk presentase

$$\eta = \frac{\text{daya keluaran}}{\text{daya masuk}} \times 100\%$$

## PENUGASAN

### Hukum Kekekalan Mekanik pada Berbagai Benda

**Tujuan:** Mendeskripsikan hukum kekekalan energi mekanik pada berbagai gerak

**Media:** Gambar

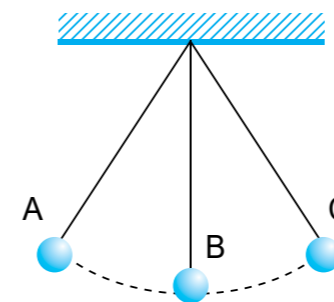
### Langkah-langkah Kegiatan:

1. Jelaskan berlakunya hukum kekekalan energi mekanik pada gerak-gerak berikut
2. Gambar gerak peluru meluncur dari Meriam
3. Gambar pemain laso memutar talinya sehingga berbentuk lingkaran
4. Gambar orbit planet di tatasurya

### Kesimpulan:

## LATIHAN

1. Pada gerak parabola, di posisi manakah, energi potensial maksimum terjadi?
2. Sebuah benda bermassa 2 kg dijatuhkan dari ketinggian 10 m. Berapakah energi mekanik benda ketika sesaat sebelum mencapai tanah?
3. Diketahui energi kinetik mula-mula pada gerak parabola adalah 100 joule. Berapakah energi potensial di titik puncak?
4. Perhatikan gambar berikut!



Dari gambar di samping, di manakah bandul mengalami energi kinetik terbesar? Di manakah bandul mengalami energi potensial terbesar?

5. Jelaskan hukum kekekalan energi yang terjadi pada gambar bandul pada soal no. 4!

Karakteristik Getaran Harmonis

Seorang anak sedang bermain ayunan, lama kelamaan ayunan akan berhenti. Bila diperhatikan gerak ayunan yang dialami oleh anak tersebut merupakan gerak bolak balik melewati sebuah titik, yaitu titik dimana anak tersebut berhenti. Gerak bolak-balik yang terjadi secara periodik (berulang) dinamakan gerak osilasi. Gerak bolak balik pada bandul dan pegas yang digetarkan merupakan salah satu contoh dari gerak osilasi.



Gambar 13 Anak sedang bermain ayunan

Gerak osilasi pada ayunan yang lama kelamaan akan berhenti dinamakan gerak osilasi teredam. Redaman yang menghambat gerak osilasi tersebut salah satunya bisa berupa gaya gesek udara. Pada beberapa keadaan, redaman akibat gaya gesek udara dapat diabaikan sehingga didapatkan gerak osilasi yang terus-menerus terjadi tanpa berhenti yang didefinisikan sebagai gerak harmonik sederhana.



Gambar 14 Pegas dan bandul

Mari kita perhatikan kembali gerak ayunan. Ketika ayunan bergerak sangat cepat, jumlah ayunan yang terjadi lebih banyak daripada jumlah ayunan yang bergerak lambat. Banyaknya

ayunan tiap waktu didefinisikan sebagai frekuensi.

$$f = \frac{n}{t}$$

Dimana n = jumlah getaran, t = waktu yang ditempuh. Satuan frekuensi adalah 1/s dalam SI satuan untuk frekuensi adalah Hertz (Hz).

Ketika ayunan bergerak sangat cepat, waktu yang diperlukan ayunan untuk melakukan satu ayunan lebih singkat dibandingkan ayunan yang bergerak lambat. Waktu yang dibutuhkan ayunan untuk melakukan satu ayunan dinamakan periode.

$$t = \frac{t}{n}$$

Didapatkan hubungan bahwa

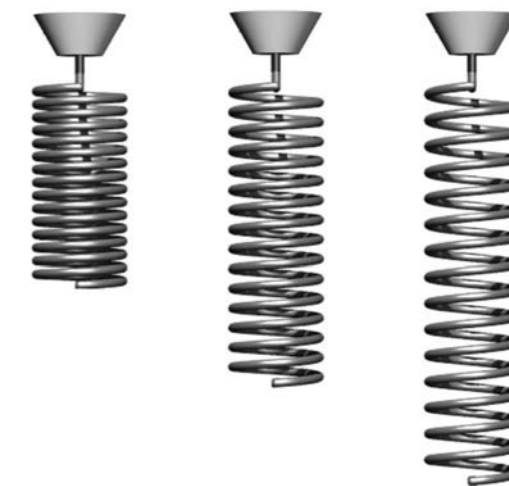
$$t = \frac{1}{f}$$

Salah satu contoh pemanfaatan gerak harmonis sederhana adanya shockbreaker pada kendaraan bermotor. Shockbreaker memiliki fungsi sebagai peredam hentakan saat kendaraan melewati jalan yang tidak rata. Contoh penerapan gerak harmonis yang lain adalah pada senar gitar. Bunyi pada senar gitar dihasilkan karena getaran senar yang menghasilkan frekuensi tertentu.

Persamaan Umum Gerak Harmonik Sederhana

1. Simpangan pada GHS

Pegas merupakan salah satu contoh dari gerak harmonis sederhana. Perhatikan gambar 15. Pada gambar a, pegas sedang dalam kondisi diam tanpa ada gaya dari luar yang dinamakan sebagai posisi setimbang. Ketika pegas disimpangkan (ditarik) sejauh x kemudian dilepaskan, pegas akan berosilasi. Ketika dianggap tidak ada redaman pegas akan bergerak harmonik sederhana. Persamaan simpangan pada gerak harmonic sederhana merupakan



Gambar 15 Pegas pada berbagai keadaan

fungsi sinusoidal yang berubah terhadap waktu, dituliskan sebagai berikut

$$Y = A \sin (\omega t + \theta_0)$$

y = simpangan sistem (meter)

A = amplitudo (meter)

$\omega$  = frekuensi sudut (rad/s) yang dirumuskan sebagai

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

t = waktu gerak harmonik (s)

$\theta_0$  = sudut mula-mula (rad)

Simpangan maksimum terjadi ketika pada saat sudut fase  $\theta = 90^\circ$

$$\sin (\omega t + \theta_0) = 1.$$

$$Y_{\text{maksimum}} = A$$

Sudut fase getaran ( $\theta$ ) dirumuskan sebagai

$$\theta = \omega t + \theta_0 = 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi} \right)$$

Fase getaran ( $\phi$ ) dirumuskan sebagai

$$\phi = \frac{\theta}{2\pi} = \left( \frac{t}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi} \right)$$

Dan beda fase getaran ( $\Delta\phi$ ) adalah selisih antara suatu fase getaran dengan fase lainnya, yaitu

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = \frac{t_2 - t_1}{T} = f(t_2 - t_1)$$

Dengan

$\theta$  = sudut simpangan (rad)

$\phi$  = fase simpangan

## 2. Kecepatan pada GHS

Kecepatan merupakan turunan pertama dari simpangan, sehingga didapatkan bahwa persamaan kecepatan untuk gerak harmonik sederhana adalah

$$v = A\omega \cos \omega t$$

Kecepatan maksimum terjadi pada saat pegas meninggalkan titik setimbang, yaitu pada saat

sudut fase  $\theta = 0$ . Sehingga didapatkan

$$v_{\text{maksimum}} = A\omega$$

## 3. Percepatan pada GHS

Percepatan merupakan turunan pertama dari kecepatan. sehingga didapatkan persamaan percepatan untuk gerak harmonik sederhana adalah:

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

Percepatan maksimum terjadi saat pegas mencapai jangkauan terjauh, yaitu pada saat sudut fase  $\theta = 90^\circ$ . Sehingga didapatkan

$$a_{\text{maksimum}} = -A\omega^2$$

## 4. Periode dan Frekuensi Gerak Harmonik Sederhana pada Bandul dan Pegas

### a. Bandul

Bandul terdiri dari beban yang diikat bebas oleh suatu tali tipis (massa tali diabaikan). Syarat agar terjadinya gerak harmonik pada bandul adalah simpangan awal yang diberikan tidak boleh terlalu besar. Kita tinjau gaya yang bekerja pada bandul.

Dengan

l = panjang tali (meter)

y = simpangan (meter)

$\theta$  = sudut simpangan yang relatif kecil (rad)

$F_p$  = gaya pemulih (N) dimana,

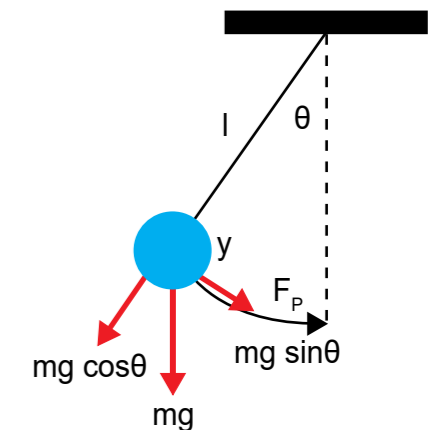
$$F_p = m \cdot g \cdot \sin \theta$$

$$\sin \theta = \frac{y}{l}$$

Periode dan frekuensi pada bandul dirumuskan sebagai:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ dan}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$



Dan

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

T = periode (s)

f = frekuensi (Hz)

l = panjang tali (meter)

g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$\omega$  = frekuensi sudut (rad/s)

### b. Pegas

Pegas yang diberi beban bermassa m dan pegas dianggap tak bermassa kemudian beban ditarik sejauh y yang tidak terlalu besar, maka pegas menarik benda tersebut dengan gaya pemulih (F<sub>p</sub>)

$$F_p = -ky = -m \cdot \omega^2 \cdot y$$

Sehingga

$$k = m \cdot \omega^2$$

Periode dan frekuensi pada pegas dirumuskan sebagai

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

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

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

Dengan

k = konstanta Pegas (N/m)

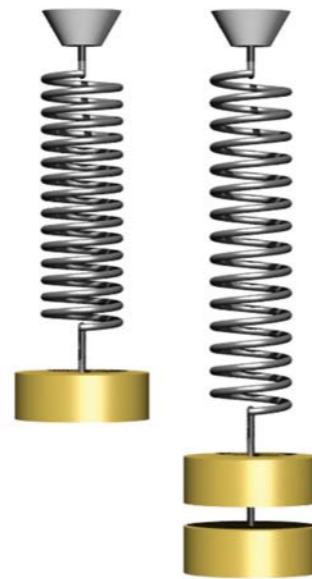
m = massa beban (kg)

$\omega$  = frekuensi sudut (rad/s)

y = simpangan (meter)

T = periode (s)

f = frekuensi (Hz)



### 5. Hukum kekekalan Energi pada Gerak Harmonik Sederhana

Pada gerak harmonik terdapat dua besaran yang selalu berubah-ubah, yaitu kecepatan dan posisi.

- Energi yang dimiliki benda saat bergerak adalah energi kinetik

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \cos^2 \omega t$$

- Energi yang dimiliki benda pada saat jangkauan terjauh memiliki energi potensial

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} k A^2 \sin^2 \omega t$$

Karena,  $k = m \omega^2$

Maka,  $E_p = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2 \omega t$

- Pada gerak harmonik sederhana tidak energi yang hilang, maka berlaku hukum kekekalan energi mekanik, dimana energi mekanik merupakan penjumlahan energi kinetik dan energi potensial

$$E_m = E_p + E_k$$

$$E_m = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \cos^2 \omega t + \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2 \omega t$$

Berdasarkan persamaan identitas trigonometri bahwa

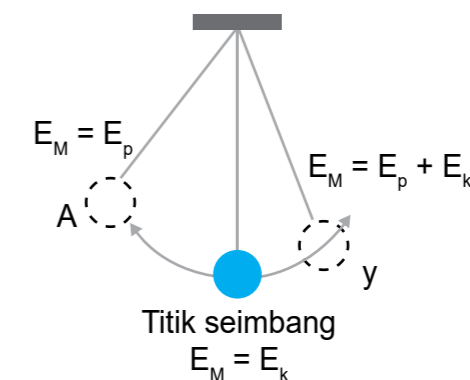
$$\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t = 1$$

Didapatkan bahwa energi mekanik pada gerak harmonik sederhana adalah:

$$E_m = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \text{ dengan } k = m\omega^2$$

Maka,  $E_m = \frac{1}{2} k A^2$

**Ilustrasi** untuk energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik pada kasus bandul matematis dapat dilihat sebagai berikut :



Ilustrasi energi kinetik, potensial, dan mekanik pada gerak harmonik

Energi mekanik pada simpangan terjauh bernilai sama dengan energi potensial.  
Energi mekanik pada titik keseimbangan bernilai sama dengan energi kinetik.

## PENUGASAN

### Bandul Sederhana

#### Tujuan:

1. Menentukan percepatan gravitasi
2. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi percepatan gravitasi pada ayunan bandul sederhana

**Media:** Tiang, benang kasur/tali, beban, dan stopwatch

#### Langkah-langkah Kegiatan:

1. Sediakan alat dan bahan
2. Gantungkan beban pada tali dengan panjang 60 cm
3. Tariklah beban tersebut hingga membentuk sudut 10°
4. Lepaskan beban tersebut dan biarkan berayun sebanyak 10 kali bolak balik. Catat waktunya.
5. Ulangi langkah 2, 3 dan 4 untuk panjang tali 40 cm dan 20 cm.

Tinggi awal kaleng kosong : ..... cm

Massa benda : ..... kg

l	n	t	T	T <sup>2</sup>	4π <sup>2</sup> l	g
60 cm						
40 cm						
20 cm						

t = waktu getar (sekon)

n = jumlah getaran

T = perioda (sekon)

l = panjang tali

g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

persamaan perioda gerak harmonik pada bandul sederhana:

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

Sehingga nilai percepatan gravitasi di suatu permukaan dapat diformulasikan sebagai berikut:

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

#### Pertanyaan:

1. Hitunglah periode dari masing-masing percobaan dengan menggunakan persamaan!
2. Hitunglah percepatan gravitasi dari masing-masing panjang tali dengan sudut 10° dengan menggunakan persamaan di atas!

#### Kesimpulan Percobaan:

Buatlah kesimpulan dari hasil percobaan Anda!

## LATIHAN

1. Jelaskan hubungan antara panjang tali pada periode dan frekuensi bandul sederhana!
2. Sebuah benda bergerak harmonik sederhana memiliki persamaan  $y = 6 \sin 0,5 \pi t$  y dalam cm, t dalam sekon. Tentukan:
  - a. Periode getar
  - b. Frekuensi getar
3. Partikel bergetar harmonik dengan periode 0,06 sekon dan amplitude 5 cm. tentukan kecepatan maksimum partikel tersebut.
4. Benda yang bergetar dengan periode 10 s dan amplitude 4 cm. tentukan waktu terjadinya simpangan sebesar 2 cm.
5. Benda bermassa 2 kg bergetar harmonis sesuai dengan persamaan  $y = 2 \sin 100t$ . tentukan energi total!



## Rangkuman

1. Usaha didefinisikan sebagai perkalian antara besar gaya yang bekerja pada benda dengan perpindahan yang terjadi akibat gaya tersebut
2. Energi adalah yang menyebabkan sebuah benda bergerak.
3. Energi potensial merupakan energi yang dimiliki benda karena keadaan atau kedudukannya (posisinya)
4. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena gerakannya
5. Besarnya energi mekanik adalah sama dengan jumlah energi kinetik dan energi potensial
6. Gerak harmonik adalah gerak osilasi yang terus-menerus terjadi tanpa berhenti.

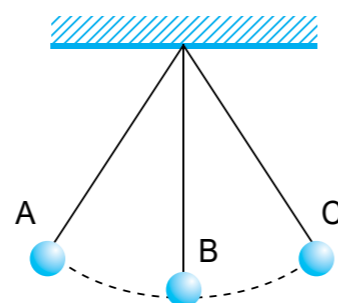
### UJI KOMPETENSI

Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D, dan E

1. Perhatikan gambar bandul berikut!

pernyataan yang tepat mengenai perubahan energi pada gerak bandul adalah ....

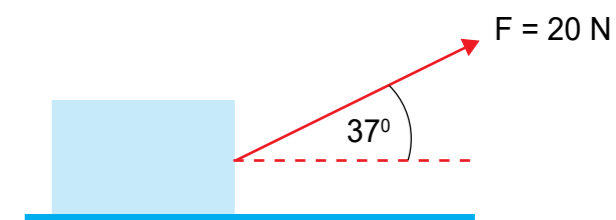
- a. Pada titik A energi kinetik bandul maksimum
- b. Pada titik A energi potensial bandul minimum
- c. Pada titik B energi potensial bandul maksimum
- d. Pada titik C energi mekanik bandul minimum
- e. Pada titik B energi kinetik bandul maksimal



2. Untuk membantu pekerjaannya seorang tukang bangunan menarik ember berisi adukan semen dengan bantuan katrol bertali. Bila usaha yang dilakukan pekerja tersebut untuk mengangkat ember bermassa 10 Kg adalah 200 J. Maka ketinggian bangunan tersebut adalah ....

- a. 0,2 m
- b. 2 m
- c. 20 m
- d. 200 m
- e. 2000 m

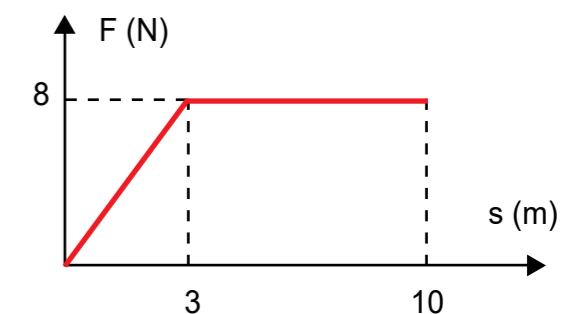
3. Balok bermassa 5 kg berada di atas lantai licin. Ketika balok diberi gaya  $F = 20 \text{ N}$  membentuk sudut  $37^\circ$  terhadap arah mendatar seperti pada gambar.



Akibatnya balok bergeser sejauh 2 m ke kanan. Maka usaha yang dilakukan oleh gaya F adalah ....

- a. 24 J
- b. 32 J
- c. 40 J
- d. 60 J
- e. 80 J

4. Sebuah benda bermassa 10 dikenai gaya mendatar sehingga berpindah seperti ditunjukkan pada grafik berikut. Jika arah gaya searah dengan perpindahannya maka usaha yang dilakukan gaya F dari mulai bergerak hingga menempuh jarak 8 m adalah ....



- a. 12 J
- b. 56 J
- c. 64 J
- d. 68 J
- e. 76 J

5. Sebuah balok bermassa 8 kg bergerak dengan kecepatan awal 15 m/s di atas lantai yang kasar. Setelah menempuh jarak tertentu kecepatannya berubah menjadi 10 m/s. perubahan energi kinetik balok adalah ....

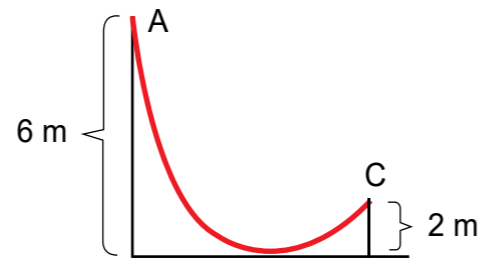
- a. 40 J
- b. 100 J
- c. 125 J
- d. 250 J
- e. 500 J

6. Sebuah benda bermassa 6 kg mula-mula diam, kemudian bergerak lurus dengan percepatan  $2 \text{ m/s}^2$ . Usaha yang diubah menjadi energi kinetik setelah 3 detik adalah ....

- a. 6 J
- b. 36 J
- c. 48 J



- d. 138 J  
e. 144 J
7. Seorang pramusaji membawa nampan berisi makanan dan minuman yang dipesan oleh tamu. Pelayan ini berjalan horizontal sejauh 8 m untuk sampai ke meja tamu. Jika massa nampan beserta makanan dan minuman adalah 4 kg, besar usaha yang dilakukan oleh pramusaji itu adalah ....
- a. 0 J  
b. 8 J  
c. 16 J  
d. 32 J  
e. 72 J
8. Sebuah bola bernassa 2 kg bergerak dari A ke C melalui lintasan lengkung yang licin seperti pada gambar di bawah. Jika percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$  maka usaha yang dilakukan bola dari A ke C adalah ....
- a. - 160 J  
b. - 80 J  
c. 20 J  
d. 80 J  
e. 160 J
9. Sebuah mobil memiliki massa 1000 kg bergerak dengan kecepatan 10 m/s. beberapa waktu kemudian mobil di rem dan berhenti setelah menempuh jarak 200 m. Besar usaha yang dilakukan akibat pengereman adalah ....
- a. 50 kJ  
b. 40 kJ  
c. 30 kJ  
d. 20 kJ  
e. 10 kJ
10. Bola bermassa 800 gram jatuh dari ketinggian 10 m. Jika seluruh energi potensial benda dapat diubah menjadi kalor maka energi kalor yang terjadi adalah ....
- a. 8000 J  
b. 800 J  
c. 80 J  
d. 8 J  
e. 0,8 J



11. Suatu air terjun yang berada pada ketinggian 8 m mengalirkan air sebanyak  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , massa jenis air  $1000 \text{ kg/m}^3$  dan hanya 50% dari energi potensial air yang dimanfaatkan sebagai energi listrik. Daya listrik yang dibangkitkan oleh generator adalah ....
- a. 360 kW  
b. 240 kW  
c. 180 kW  
d. 100 kW  
e. 90 kW
12. Sebuah lift penuh sesak memiliki massa 2.500 kg. Jika  $g = 10 \text{ m/s}$ , daya yang diperlukan lift untuk naik setinggi 60 m dalam waktu 1 menit adalah ....
- a. 15 kW  
b. 25 kW  
c. 35 kW  
d. 45 kW  
e. 50 kW
13. Perhatikan pernyataan berikut!
- (1) Energi menyebabkan benda bergerak
  - (2) Energi bersifat kekal
  - (3) Energi dapat berubah bentuk menjadi energi lain
  - (4) Energi dapat dimusnahkan
  - (5) Energi tidak dapat diciptakan
- Pernyataan di atas mengenai energi adalah benar, kecuali...
- a. (1)  
b. (2)  
c. (3)  
d. (4)  
e. (5)
14. Seorang anak memanjat pohon manga setinggi 5 meter. Ia memetik lima buah manga yang masing-masing beratnya 2 N. Jika berat anak tersebut 400 N, usaha yang dibutuhkan oleh anak itu untuk membawa manga turun ke tanah adalah ....
- a. - 10 J  
b. + 10 J  
c. - 100 J  
d. + 100 J  
e. - 400 J

15. Benda jatuh bebas dari tempat yang tingginya 45 meter. Jika energi potensialnya mula-mula sebesar 4.000 joule dan  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , kecepatannya tepat sebelum sampai di tanah adalah ....

- a. 10 m/s
- b. 20 m/s
- c. 25 m/s
- d. 30 m/s
- e. 40 m/s

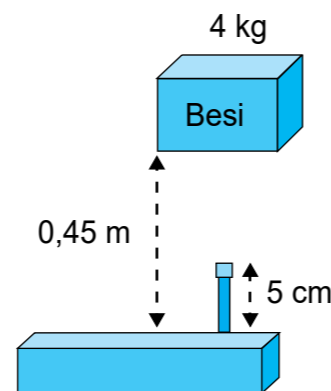
16. Bola 400 gram dilemparkan vertikal ke atas dengan kecepatan awal 5 m/s. energi potensial bola saat berada di titik tertinggi adalah ....

- a. 5 J
- b. 10 J
- c. 15 J
- d. 20 J
- e. 25 J

17. Gambar berikut memperlihatkan balok besi yang diarahkan pada sebuah paku.

Dari gambar tersebut, ketika balok besi mengenai paku secara tegak lurus, maka usaha yang dilakukan balok besi terhadap paku adalah .... ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- a. 18 J
- b. 16 J
- c. 10 J
- d. 8 J
- e. 2 J

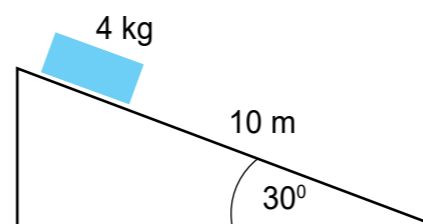


18. Jaman mengendarai mobil bermassa 2.000 kg di jalan lurus dengan kecepatan 15 m/s. karena kemacetan dari jauh dia mengerem mobil sehingga kecepatan mobilnya berkurang secara teratur menjadi 5 m/s. usaha oleh gaya pengereman adalah ....

- a. 200 kJ
- b. 300 kJ
- c. 400 kJ
- d. 700 kJ
- e. 800 kJ

19. Perhatikan gambar berikut!

Balok meluncur menuruni bidang miring yang kasar. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$  dan kecepatan balok sampai di kaki

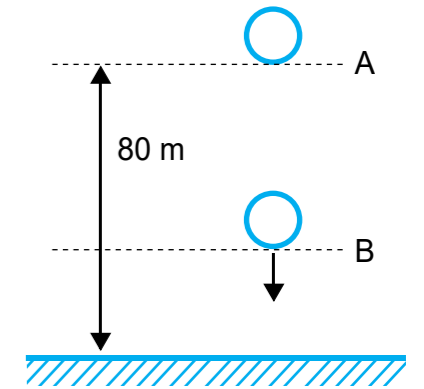


bidang miring 5 m/s, maka besar gaya gesekan yang dialami balok adalah ....

- a. 5 N
- b. 10 N
- c. 15 N
- d. 20 N
- e. 25 N

20. Sebuah bola yang massanya 3 kg jatuh bebas dari posisi A seperti pada gambar. Ketika sampai di titik B besar energi kinetik sama dengan 4 kali energi potensial, maka titik B dari tanah adalah ....

- a. 80 m
- b. 60 m
- c. 40 m
- d. 20 m
- e. 10 m



21. Dalam gerak harmonik, pernyataan di bawah ini yang paling benar ....

- a. Percepatan terkecil di titik balik
- b. Kecepatan terkecil di titik seimbang
- c. Percepatan terkecil di titik seimbang
- d. Kecepatan terbesar di titik balik
- e. Kecepatan sama di setiap tempat

22. Gerak harmonik sederhana dinyatakan dengan persamaan  $y = 6 \sin 2\pi t$ ,  $y$  dalam cm,  $t$  dalam sekon. Periode getarnya adalah...

- a. 0,5 sekon
- b. 1,0 sekon
- c. 2,0 sekon
- d. 4,0 sekon
- e. 4,5 sekon

23. Sebuah benda bergerak harmonik dengan persamaan simpangan  $y = 4 \sin 0,5 t$  meter. Kecepatan benda saat  $t = 4\pi$  sekon adalah ....

- a. 0 m/s
- b. 2 m/s
- c. 4 m/s
- d. 6 m/s
- e. 8 m/s



## Kunci Jawaban dan Pembahasan

24. Partikel bergerak harmonik dengan amplitude 6 cm. pada jarak 3 cm dari posisi setimbang, besar kecepatannya adalah ....

- a.  $6\omega$  m/s
- b.  $3\omega$  m/s
- c.  $3\sqrt{2}\omega$  m/s
- d.  $3\sqrt{3}\omega$  m/s
- e.  $2\omega$  m/s

25. Perubahan energi potensial maksimum suatu benda yang bergerak harmonik pada ujung pegas bila amplitudonya diperbesar dua kali, dibandingkan dengan energi semula adalah ....

- a. Setengah kali
- b. Sama
- c. Dua kali
- d. Tiga kali
- e. Empat kali

### UNIT 1: Usaha dalam Kehidupan

#### Latihan

1. Gaya dan perpindahan
2. Usaha bisa bernilai negatif ketika arah gaya yang diberikan dan perpindahan berlawanan arah
3. Usaha yang terjadi pada gerak jatuh bebas diakibatkan oleh gaya berat dan perpindahannya adalah ketinggian benda.

4.  $W = F \times s$

$$W = 10 \text{ N} \times 5 \text{ m}$$

$$W = 50 \text{ J}$$

5.  $W = F \times s \cos \alpha$

$$50 = F \times 10 \cos 60^\circ$$

$$50 = F \times 10 \times \frac{1}{2}$$

$$F = 50 / 5 = 10 \text{ N}$$

### UNIT 2: Usaha dan Energi

#### Latihan

1. Pada gerak jatuh bebas, pada posisi awal benda memiliki ketinggian tertentu sehingga memiliki energi potensial. Ketika benda mulai dijatuhkan, benda mulai bergerak dengan kecepatan tertentu pada sebuah ketinggian, sehingga benda memiliki energi kinetik sekaligus energi potensial. Ketika benda sesaat akan sampai di tanah, akibat gaya berat kecepatannya maksimum dan tidak memiliki energi potensial.

2.  $E_p = m \times g \times h$

$$E_p = 1 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 100 \text{ m}$$

$$E_p = 1.000 \text{ J}$$

3.  $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$$E_k = \frac{1}{2} 0,5 \text{ kg} \times 10^2$$

$$E_k = 25 \text{ J}$$

4. Mungkin. Secara perhitungan energi potensial keduanya sama

5. Jawab:

$$\frac{E_{p1}}{E_{p2}} = \frac{m \times g \times h_1}{m \times g \times h_2}$$

$$\text{karena } h_2 = 2h_1$$

$$\frac{Ep_1}{Ep_2} = \frac{h_1}{2h_1}$$

$$Ep_2 = 2 Ep_1$$

### UNIT 3: Gaya Dalam dan Gaya Luar

#### Latihan

1. Energi potensial maksimum terjadi pada posisi puncak
2. Em akhir = Em awal  
Em akhir = Ep  
Em akhir = m × g × h  
Em akhir = 2 × 10 × 10  
Em = 200 J
3. 100 Joule
4. Ek terbesar di posisi B  
Ep terbesar di posisi A atau C
5. Em di A = Ep  
Em di B = Ek

### UNIT 4: Gerak Harmonik Sederhana

#### Latihan

1. Semakin panjang tali maka periode semakin besar (lambat)  
Semakin panjang tali maka frekuensi semakin kecil (getaran sedikit)
2. Jawab :  $\omega = \pi$   
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$   
 $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2 \text{ sekon}$   
 $\omega = 2\pi f$   
 $f = \frac{\omega}{2\pi} = 0,5 \text{ Hz}$
3. Jawab  
 $v_{\text{maksimum}} = A\omega = 0,04 \frac{2\pi}{0,06 \text{ sekon}} = 0,67\pi$
4. Diketahui :  
T = 10 s  
A = 4 cm  
Y = 2 cm

Ditanya : t = ?

Jawab:

$$Y = A$$

$$2 = 4 \sin \omega t$$

$$\sin \omega t = 2/4 = 1/2$$

$$\omega t = \sin^{-1} 1/2$$

$$\omega t = 30^\circ$$

$$\omega t = \frac{\pi}{6}$$

$$t = \frac{\pi}{\omega 6} = \frac{T\pi}{2\pi \cdot 6} = \frac{10}{12} = 0,12 \text{ sekon}$$

5. Diketahui:

$$y = 2 \sin 100t$$

$$A = 2$$

$$\omega = 100$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

ditanya: E Total

$$ET = \frac{1}{2} k A$$

$$= \frac{1}{2} m \omega^2 A$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 100^2 \times 2$$

$$= 20.000 \text{ J}$$

#### Uji Kompetensi

1. (E) Pada titik B energi kinetik bandul maksimal
2. (C) 20 m
3. (B) 32 J
4. (E) 76 J
5. (E) 500 J
6. (D) 138 J
7. (A) 0 J
8. (D) 80 J
9. (A) 50 kJ
10. (C) 80 J
11. (C) 180 kW
12. (B) 25 kW

- 13. (D) 4
- 14. (D) + 100 J
- 15. (D) 30 m/s
- 16. (A) 5 J
- 17. (B) 16 J
- 18. (A) 200 kJ
- 19. (C) 15 N
- 20. (D) 20 m
- 21. (D) Kecepatan terbesar di titik balik
- 22. (B) 1,0 sekon
- 23. (A) 0 m/s
- 24. (D)  $3\sqrt{3} \omega$  m/s
- 25. (E) Empat kali

## KRITERIA PINDAH MODUL

Rumus Tingkat penguasaan =

$$\frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{20} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang Anda capai :

90-100% = Baik Sekali

80-89% = Baik

70-79% = Cukup

<69 = Kurang

Jika Anda mencapai tingkat penguasaan 70% atau lebih maka Anda dapat melanjutkan dengan kegiatan belajar berikutnya. Tetapi jika nilai Anda dibawah 70% sebaiknya Anda harus mengulangi mempelajari kegiatan belajar tersebut, terutama pada bagian yang belum Anda kuasai.



## Daftar Pustaka

Rosyid, M.F. dkk. (2017). Kajian Konsep Fisika untuk kelas X SMA dan MA. Solo. Tiga Serangkai.

Kamajaya. (2017). Cerdas Belajar Fisika Untuk Kelas X SMA dan MA. Bandung. Grafindo

Surya, Yohanes. (2009). Mekanika dan Fluida Buku 2. Tangerang. PT Kandel